



## Progetto COBIODIV

### Azione 3.5

Studi e monitoraggi sulle praterie a *Nardus stricta* (habitat 6230\*)  
in Piemonte, inquadramento ecologico e vegetazionale,  
valutazione dello stato di conservazione

GIUGNO 2022



Lavoro realizzato su incarico del:  
**Parco naturale Alpi Cozie**

da

**Alberto Selvaggi** - IPLA (Istituto per la Piante da Legno e l'Ambiente)

**Giampaolo Bruno** - Libero professionista

## Sommario

1.	Premesse e obiettivi del lavoro.....	4
1.1	Premessa.....	4
1.2	Caratteristiche dell'habitat 6230* nelle Alpi Occidentali.....	4
1.2.1	Inquadramento fitosociologico dei nardeti inclusi nell'habitat 6230* in base alla letteratura fitosociologica italiana, alpica ed europea.....	4
1.2.2	Inquadramento fitosociologico dei nardeti riconducibili all'habitat 6230* in base alla letteratura fitosociologica e ai manuali di interpretazione in Francia.....	5
1.3	Obiettivi principali del lavoro.....	6
1.3.1	Individuazione della variabilità dei nardeti riferibili all'habitat 6230* in Piemonte e discriminazione dalle comunità di prateria in contatto o in transizione.....	6
2	Metodologia di rilievo e risultati del monitoraggio sull'habitat 6230* condotto nell'ambito del progetto COBIODIV nel 2020.....	7
2.1	Metodologia di rilievo.....	7
2.1.1	Rilevamento fitosociologico.....	7
2.1.2	Localizzazione dei rilievi.....	7
2.1.3	Determinazione degli esemplari raccolti sul campo e allestimento dei campioni d'erbario.....	9
2.1.4	Informatizzazione dei dati raccolti.....	9
2.2	Elaborazione statistica dei rilievi.....	10
2.3	Inquadramento fitosociologico delle stazioni rilevate.....	10
2.4	Risultati.....	10
2.4.1	Database informatizzato.....	10
2.4.2	Archivio fotografico.....	11
2.4.3	Erbario.....	11
2.4.4	Dati stazionali.....	11
2.4.5	Analisi delle Specie Indicatrici (Indicator species Analysis – ISA).....	12
2.4.6	Indici di diversità ed ecologici.....	13
2.5	Discussione ed analisi dei dati.....	14
2.5.1	Descrizione dei Gruppi di rilievi.....	14
2.5.2	Tabelle fitosociologiche classificate.....	16
3	Individuazione e analisi della variabilità dei rilievi riconducibili ad habitat 6230* in Piemonte.....	17
3.1	Classificazione preliminare degli habitat EUNIS con presenza di <i>Nardus stricta</i> in Piemonte.....	17
3.2	Selezione dei rilievi riconducibili ad habitat 6230*.....	19
3.3	Individuazione di gruppi omogenei di rilievi nella variabilità dell'habitat 6230*.....	20
3.4	Interpretazione dei risultati dal punto di vista fitosociologico ed ecologico.....	21

3.4.1	I nardeti di bassa quota del piano montano e planiziale.....	26
3.5	Classificazione delle tipologie di nardeto presenti in Piemonte.....	27
3.6	Conclusioni.....	28
4	Analisi comparata dello <i>status</i> di conservazione dei nardeti dell'habitat 6230*.....	29
4.1	La ricchezza di specie dei nardeti è un elemento utile alla valutazione della qualità dell'habitat 6230* ?.....	29
4.2	Uso dei valori di indicazione ecologica delle specie e relativi valori di copertura per caratterizzare lo status di conservazione.....	29
4.3	La valutazione dello status di conservazione dell'habitat 6230* in Piemonte.....	32
5	BIBLIOGRAFIA.....	35

# 1. Premesse e obiettivi del lavoro

## 1.1 Premessa

Questa azione di progetto origina dalla necessità di individuare strategie comuni in Italia e Francia per rispondere alle esigenze di monitoraggio e gestione di conservazione degli habitat di prateria e segnatamente dell'habitat in All. 1 Dir. 92/43/CEE "Habitat" 6230\* Formazioni erbose a *Nardus*, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane (e delle zone submontane dell'Europa continentale).

Al fine di indagare la "Struttura e funzioni dell'habitat", ISPRA (Angelini et al., 2016) suggerisce di analizzare "presenza e copertura delle specie dominanti, di specie tipiche, di specie nitrofile e indicatrici di suoli ricchi di nutrienti, di specie indicatrici di disturbo, presenza e copertura di specie aliene, di specie indicatrici di fenomeni dinamici in atto (Nanofanerofite, Fanerofite)".

Il progetto si occupa di costruire un metodo e sperimentarne l'efficacia mettendo a punto strategie comuni e scambi metodologici all'interno del partenariato italo-francese.

## 1.2 Caratteristiche dell'habitat 6230\* nelle Alpi Occidentali

La individuazione dell'habitat 6230\* "Formazioni erbose a *Nardus*, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane (e delle zone submontane dell'Europa continentale)" nelle Alpi occidentali italiane è piuttosto complessa e non supportata da dati e letteratura aggiornati o, quantomeno, coerenti. In base alle definizioni riportate nel manuale di Interpretazione degli habitat di Interesse comunitario europeo e nazionale (European Commission 2013 ; <http://vnr.unipg.it/habitat/>) l'habitat 6230\* include "*closed, dry or mesophile, perennial Nardus grasslands occupying siliceous soils in Atlantic or sub-Atlantic or boreal lowland, hill and montane regions. Vegetation highly varied, but the variation is characterised by continuity. Nardetalia: 35.1-Violo-Nardion (Nardo-Galion saxatilis, Violion caninae); 36.31- Nardion. Species-rich sites should be interpreted as sites with are remarkable for a high number of species. In general, the habitats which have become irreversibly degraded through overgrazing should be excluded*". La gestione dell'uomo, la distribuzione altitudinale, il substrato, la posizione geografica e i fattori ambientali derivanti dal clima condizionano e differenziano le cenosi creando innumerevoli combinazioni di composizione floristica e transizioni verso altre cenosi, quasi sempre sfumate.

### 1.2.1 Inquadramento fitosociologico dei nardeti inclusi nell'habitat 6230\* in base alla letteratura fitosociologica italiana, alpica ed europea.

I riferimenti fitosociologici esplicitati nell'Interpretation Manual (European Commission, 2013) e nel Manuale italiano interpretazione degli habitat Natura 2000 (<http://vnr.unipg.it/habitat/cerca.do?formato=stampa&idSegnalazione=108>) indicano le Alleanze *Nardion strictae* Br.-Bl., *Violion caninae* Schwickerath 1944, *Nardo-Agrostion tenuis* Sillinger 1933 e *Ranunculo-Nardion* Bonin 1972 come riferimento per l'attribuzione dell'habitat in Italia. In base a (Gennai et al., 2014) le Alleanze *Nardo-Agrostion tenuis* Sillinger 1933 e *Ranunculo-Nardion* Bonin 1972 sono da riferirsi esclusivamente alle Alpi Orientali / Appennino settentrionale e all'Appennino centro meridionale.

L'All. *Nardo strictae-Juncion squarrosi* (Oberdorfer 1957) Passarge 1964, individuata in Piemonte (Lonati, 2009) in un'unica stazione, è stata associata a 6230\* nel "Prodromo della vegetazione d'Italia" (<https://www.prodromo-vegetazione-italia.org/scheda/nardo-strictae-juncion-squarrosi/625>) ma non è viceversa integrata nell'habitat 6230\* in base ai manuali di interpretazione italiano (<http://vnr.unipg.it/habitat/cerca.do?formato=stampa&idSegnalazione=108>) ed europeo (European

Commission, 2013). Pertanto, pur avendo in ogni caso rilevato, nel corso del progetto COBIODIV, la stazione del *Nardo strictae-Juncion squarrosi*, i rilievi ad essa riferiti sono stati esclusi dalle analisi, in quanto di difficile inquadramento, più assimilabili a vegetazione di torbiera e non univocamente attribuibili a 6230\* se non con un'estensione interpretativa dell'habitat Natura 2000.

E' stato pertanto concentrato lo sforzo interpretativo allo scopo di distinguere i rilievi certamente riconducibili alle All. *Nardion strictae* Br.-Bl. e All' *Violion caninae* Schwickerath 1944 e a discriminare queste comunità dalle più prossime ed in particolare dalle comunità dell' All. *Caricion curvulae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 (habitat 6150) e All. *Festucion variae* Br.-Bl. 1926. .

La presenza dell'All. *Violion caninae* in Piemonte non è mai stata accertata precedentemente con certezza come si evince consultando i repertori di LISY per la nostra Regione (<http://www.scienzadellavegetazione.it/sisv/lisy/index.jsp>) o dalla lista dei "Tipi di vegetazione naturali ed antropici nel territorio piemontese "(Montacchini, 1986). Nel "Prodromo della vegetazione d'Italia" (<https://www.prodromo-vegetazione-italia.org/scheda/violion-caninae/624> ) il *Violion caninae* è indicato genericamente "per i rilievi alpini meridionali, i rilievi prealpini e per l'Appennino settentrionale". L'analisi dei rilievi ha portato a ipotizzare la presenza di questa Alleanza nel territorio regionale dove è significativamente distinta dalle altre tipologie di nardeto.

Gli schemi sintassonomici di (Theurillat et al., 1995), (Aeschmann et al., 2004), (Biondi and Blasi, 2015) (Mucina et al., 2016 ), con evidenziate le Alleanze riconducibili all'Habitat 6230\*, relativamente alle Alpi, sono riportati nella Tabella 1

**Tabella 1 Principali riferimenti sintassonomici dell'Habitat 6230.**

<b>Flora Alpina (Theurillat et al., 1995) (Aeschmann et al., 2004)</b>	<b>Prodromo vegetazione Italia (Biondi and Blasi, 2015)</b>	<b>Vegetation of Europe (Mucina et al., 2016 )</b>
Cl. <i>Nardetea strictae</i> Rivas Goday et Borja Carbonell 1961 Ord. <i>Nardetalia</i> Preising 1949 All. <i>Violion</i> Schwickerath 1944	Cl. <i>Nardetea strictae</i> Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 Ord. <i>Nardetalia strictae</i> Oberdorfer ex Preising 1949 All. <i>Violion caninae</i> Schwickerath 1944	Cl. <i>Nardetea strictae</i> Rivas Goday et Borja Carbonell in Rivas Goday et Mayor Lopez 1966 Ord. <i>Nardetalia strictae</i> Preising 1950 All. <i>Violion caninae</i> Schwickerath 1944
Cl. <i>Juncetea trifidi</i> (Syn. Cl. <i>Caricetea curvulae</i> Braun-Blanquet 1948) Ord. <i>Caricetalia curvulae</i> Braun-Blanquet in Braun-Blanquet et Jenny 1926 All. <i>Nardion strictae</i> Braun-Blanquet 1926	Cl. <i>Caricetea curvulae</i> Br.-Bl. 1948 nom. cons. Ord. <i>Caricetalia curvulae</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 All. <i>Nardion strictae</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926	Cl. <i>Juncetea trifidi</i> Hadac in Klika et Hadac 1944 Ord. <i>Caricetalia curvulae</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 All. <i>Nardion strictae</i> Br.-Bl. 1926

### 1.2.2 Inquadramento fitosociologico dei nardeti riconducibili all'habitat 6230\* in base alla letteratura fitosociologica e ai manuali di interpretazione in Francia

In Francia l'inquadramento delle comunità riconducibili all'habitat 6230\* è stato definito nei "Cahiers d'habitat" da (Bensettiti et al., 2005) che, nelle Alpi occidentali, riconoscono due sottipologie, entrambe riconducibili all'All. *Nardion strictae*, e distinguono al loro interno numerose Associazioni vegetali. Nel "Prodrome des végétations de France"(Bardat et al., 2004) è evidenziata la sola distinzione tra All. *Nardion strictae* Braun-Blanq. 1926 (sulle Alpi) e *Violion caninae* Schwick. 1944 (aree nord-atlantiche della Francia) . Più recentemente, in seguito a una revisione fitosociologica dell'intera Cl. *Nardetea strictae* in Francia (De Foucault, 2012) i nardeti riconducibili a 6230\* sono stati suddivisi in quattro alleanze distinte: All. *Nardion strictae* Braun-Blanq. 1926, *Campanulo barbatae* - *Potentillion aureae* B. Foucault 1994, *Nardo strictae* -

*Agrostion tenuis* Sillinger 1933 e *Violion caninae* Schwick. 1944. Tale impostazione è recepita anche da (Paulin et al., 2020) per la Vanoise. La tipologia di habitat delle Alpi francesi (Villaret et al., 2019) riunisce in un'unica tipologia di habitat i nardeti subalpini e alpini delle All. *Nardion strictae*, *Campanulo barbatae* - *Potentillion aureae*, *Nardo strictae* - *Agrostion tenuis* separandoli da quelli montani o di bassa altitudine dell'All. *Violion caninae* che sono indicati come presenti in aree suboceaniche dei settori più esterni delle Alpi francesi settentrionali.

### 1.3 Obiettivi principali del lavoro

In base alle premesse sono stati individuati degli obiettivi di lavoro e delle priorità che sono di seguito sintetizzate:

- individuazione delle caratteristiche della variabilità interna dell'habitat 6230\* in Piemonte, nell'ambito del territorio del PITEM
- criteri e modalità di discriminazione tra habitat 6230\* rispetto ad altre tipologie di habitat NATURA 2000 e non
- individuazione di criteri di valutazione dello status di conservazione dell'habitat 6230\* e dei caratteri di struttura e funzione sensu Direttiva Habitat
- rilievo e monitoraggio della variabilità dell'habitat e valutazione dello status di conservazione nell'ambito del territorio interessato dal progetto.
- comparare le metodologie di monitoraggio e valutazione dello status di conservazione tra i partner italiani e francesi del progetto PITEM

A tale scopo è stata definita:

- una metodologia di rilievo dei dati sul campo e una strategia di rilevamento
- una metodologia e una strategia di analisi dei dati
- concordata e attuata con i partner francesi una stretta collaborazione e confronto metodologico

#### 1.3.1 Individuazione della variabilità dei nardeti riferibili all'habitat 6230\* in Piemonte e discriminazione dalle comunità di prateria in contatto o in transizione

Prioritariamente alla valutazione dello stato di conservazione dei nardeti inclusi nell'habitat 6230\* e al confronto metodologico con i partners francesi su questo aspetto in Piemonte si è reso necessario un approfondimento volto a definire con maggiore chiarezza i limiti interpretativi e, se possibile, anche criteri quali quantitativi, per distinguere questo habitat rispetto alle altre comunità vegetali in contatto o in transizione e individuarne la sua variabilità interna. È evidente che se non sono sufficientemente definite le caratteristiche, le combinazioni specifiche di riferimento e i parametri ecologici o geografici, di un habitat da monitorare e di cui valutare lo stato di conservazione, tutte le valutazioni successive potranno essere viziate da questa indeterminazione di base. Per questo motivo è stata avviata una fase di raccolta dati in ambiti geografici e ambientali diversificati all'interno del Piemonte, nell'area di studio interessata dal Progetto COBIODIV. È stata dunque avviata una campagna di rilevamenti i cui presupposti metodologici e i risultati ottenuti sono illustrati nel § 2.

Al fine di rispondere alle esigenze di interpretazione definizione delle caratteristiche dei nardeti nell'area di studio è stata avviata una successiva fase di analisi dati, condotta prima sui rilievi realizzati nel 2020 (§ 2) quindi, integrando ulteriori dati disponibili nella banca dati IPLA, una più ampia analisi condotta a partire dai dati di tutto il Piemonte. Questa fase di lavoro è trattata nei § 3.

## 2 Metodologia di rilievo e risultati del monitoraggio sull'habitat 6230\*

### 2.1 Metodologia di rilievo

#### 2.1.1 Rilevamento fitosociologico

Il rilevamento vegetazionale quali-quantitativo è stato condotto con il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1932) (Braun-Blanquet, 1964), su superfici omogenee di 16 m<sup>2</sup> (Chytrý and Otýpková, 2003), rilevando la copertura degli strati arbustivo e/o suffruticoso, erbaceo, muscinale, lichenico, suolo e substrato. Il rilievo ha compreso un elenco floristico esaustivo della flora vascolare. La dominanza delle specie è stata rilevata effettuando una stima della copertura percentuale assoluta, successivamente convertita nella scala Braun-Blanquet.

La scheda di rilievo utilizzata è riportata in Allegato 1.

Durante il rilievo sono stati raccolti gli esemplari della flora vascolare che necessitano di ulteriori verifiche e conferme di determinazione, gli esemplari di generi difficili (es. *Festuca*, *Thymus*, *Alchemilla*) e delle specie la cui conferma di determinazione sarà affidata successivamente ad esperti.

Gli esemplari raccolti ai fini di determinazione sono stati essiccati, cartellinati e resi disponibili per verifiche.

#### 2.1.2 Localizzazione dei rilievi

I rilievi sono stati condotti in ambiti geografici e ad altitudini ed esposizioni differenti in modo da intercettare la variabilità dell'Habitat 6230\* e le sue transizioni con altri habitat correlati nell'ambito geografico considerato.

Le stazioni di sono state individuate cercando di individuare situazioni rappresentative dell'habitat in ottimale stato di conservazione ma anche superfici dove il nardeto risulta degradato da attività gestionali o da dinamiche evolutive in atto. Tutti i rilievi sono stati effettuati in condizioni di *optimum* fenologico e sempre prima del passaggio di animali domestici al pascolo.

Le localizzazioni dei siti dove effettuare i rilievi sono state valutate in base a conoscenze pregresse e concordate dagli autori della presente relazione.

Sono stati realizzati 61 rilievi fitosociologici, suddivisi tra 11 siti principali, compresi tra le Alpi Marittime e le Alpi Graie (36 in Provincia di Cuneo, 25 nella Città Metropolitana di Torino).

La sintesi dei rilievi è riportata in Tabella 2 e in Figura 2 ( il dettaglio in Errore: sorgente del riferimento non trovata e in Errore: sorgente del riferimento non trovata).

In

Errore: sorgente del riferimento non trovata il grafico *box-plot* evidenzia la distribuzione altitudinale dei rilievi. La distribuzione altitudinale dei rilievi varia tra 119 m e 2437 m s.l.m. Il 65% dei rilievi sono compresi tra i 1588 m e i 2107 m s.l.m.

**Tabella 2 Sintesi dei rilievi fitosociologici: localizzazione e data.**

Settore geografico		Comune	Data	Rilievi (n)
12	Valle Ellero	Roccaforte Mondovì	22/07/2020	7
16	Valle Stura di Demonte	Argentera	01/08/2020	6
18	Settori prealpini del Pinerolese e del Saluzzese	Bagnolo Piemonte	16/07/2020	2
20	Valle Varaita	Sampeyre	17/06/2020	4
21	Valle Po	Crissolo	24/06/2020	2
		Ostana	24/06/2020	3
		Sanfront	01/07/2020	7
22	Val Pellice	Bagnolo Piemonte	16/07/2020	5
25	Val Sangone e Anfiteatro morenico di Rivoli e Avigliana	Coazze	07/08/2020	6
26	Valle Susa	Condove	30/07/2020	7
27	Valle Ala	Balme	08/07/2020	5
30	Settori prealpini della Stura di Lanzo e del Canavese	Corio	12/06/2020	3
32	Valle Orco	Ceresole Reale	17/07/2020	4
Tot.				61

**Figura 1 - Distribuzione altitudinale dei rilievi**

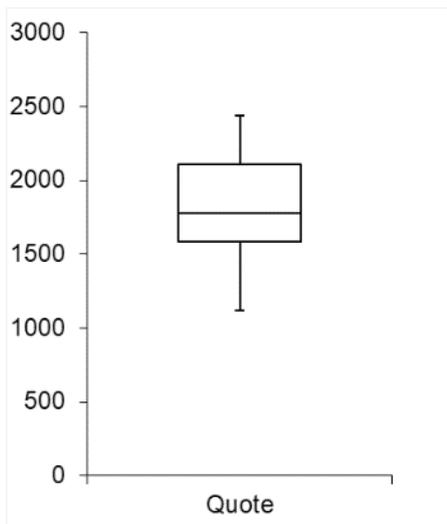
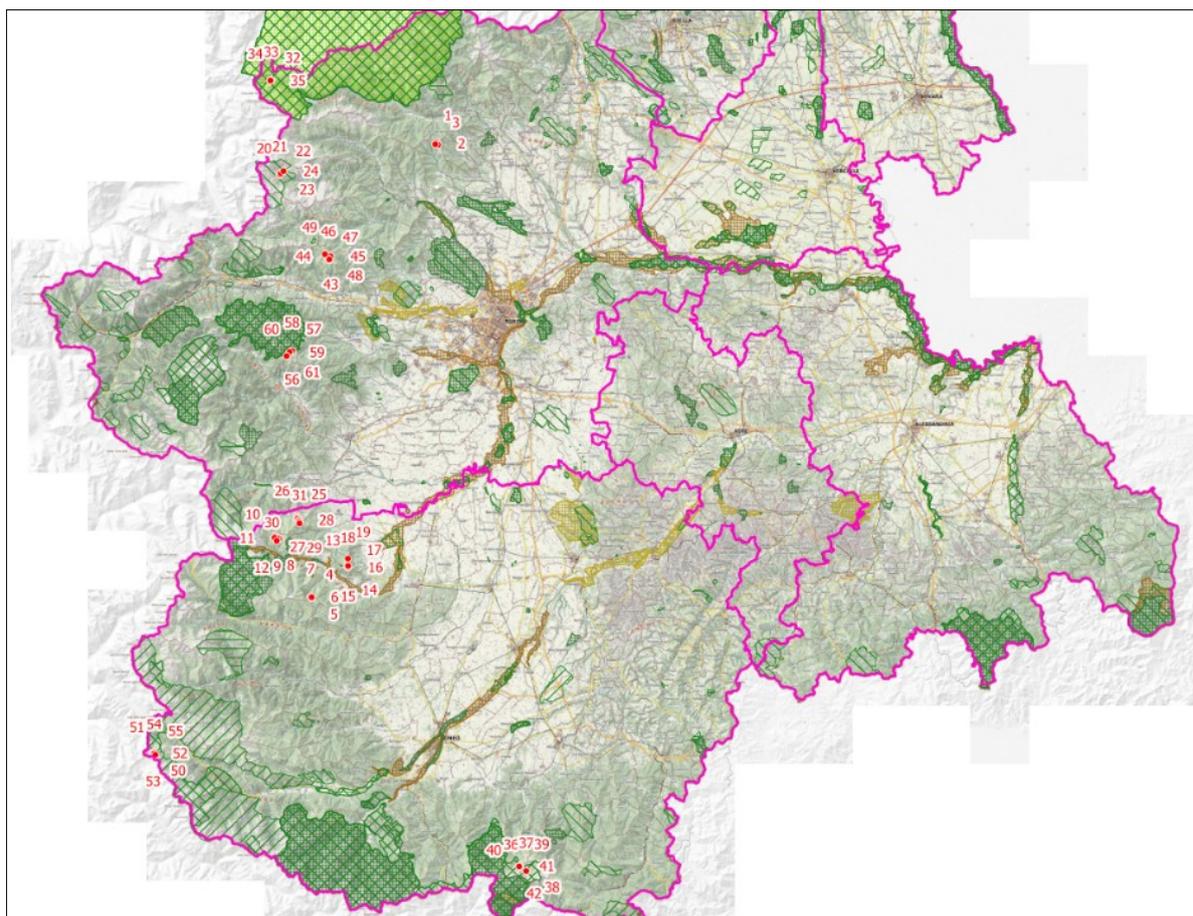


Figura 2 - Localizzazione dei rilievi fitosociologici (base cartografica: BDTRE 1:250.000 e Rete Natura 2000).



### 2.1.3 Determinazione degli esemplari raccolti sul campo e allestimento dei campioni d'erbario.

La determinazione degli esemplari raccolti, quando non effettuata sul campo, è stata eseguita in laboratorio in tempi successivi. Per la determinazione sono stati utilizzati i seguenti testi:

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D. M., Theurillat J. P. (2004). Flora alpina. Zanichelli. Bologna.
- Eggenberg, S., Möhl A. (2008). Flora Vegetativa. ISBN: 978-2-940365-17-3.
- Pignatti S. (1982). Flora d'Italia. Edagricole, Bologna, 1: 790 pp., 2: 732 pp., 3: 780.
- Pignatti S., Guarino R., La Rosa M. (2017-2019). Flora d'Italia, 2ª edizione. Edagricole di New Business Media, Bologna.
- Guarino R, La Rosa M, Pignatti S. (2019). Flora d'Italia digitale. In Pignatti S, Guarino R, La Rosa M. (eds). Flora d'Italia, 2ª edizione. Edagricole, Bologna.
- Tison J-M., De Foucault B. (2014). Flora Gallica – Flore de France. Biotopes, Mèze, 1216 pp.

Gli esemplari determinati sul campo o successivamente in laboratorio sono stati identificati utilizzando i criteri tassonomici e nomenclaturali più recenti e come tali informatizzati nella BD di IPLA, dove è gestita la sinonimia con la nomenclatura di riferimento (Pignatti, 1982). Per la restituzione finale dei dati e le analisi ecologiche e fitosociologiche la nomenclatura è stata omogeneizzata a quella utilizzata in "Flora indicativa" (Landolt et al., 2010).

### 2.1.4 Informatizzazione dei dati raccolti.

I dati raccolti sul campo sono stati inseriti nella banca dati BDVEGE sviluppata da I.P.L.A. e afferente alle Banche dati naturalistiche regionali.

## 2.2 Elaborazione statistica dei rilievi

Le coperture percentuali delle singole specie vegetali sono state convertite nelle consuete classi di Braun-Blanquet. Per l'elaborazione statistica le classi di Braun-Blanquet sono state preventivamente convertite secondo la scala di van der Maaler (van der Maarel, 1979). I rilievi sono stati classificati mediante Cluster Analysis gerarchica con il software open source PAST 4.05 con Similarity Index di Bray- Curtis. Dalla partizione del dendrogramma sono stati individuati 7 gruppi di rilievi (Errore: sorgente del riferimento non trovata).

È stata condotta un'Analisi delle Specie Indicatrici (Indicator specie Analysis – ISA) per evidenziare quali specie sono significativamente associate a ogni gruppo di rilievi (software PAST 4.05).

Per i dati stazionali è stata condotta l'analisi della varianza (ANOVA) confrontando i Gruppi di rilievi per i principali parametri: quota, esposizione, pendenza, copertura erbe, copertura suffrutici, copertura strato erbaceo (erbe + suffrutici). Il test ANOVA tra gruppi è stato condotto anche per il numero di specie. Preventivamente sono state verificate le assunzioni: distribuzione normale dei residui (Test di Shapiro-Wilk), omogeneità della varianza (Test di Levene) e numerosità campionaria. Nel caso le prime due assunzioni siano rispettate (trattasi quindi di dati parametrici) si è utilizzato il test ANOVA: se quest'ultimo ha un  $p$  significativo si sono confrontate le medie fra Gruppi di rilievi mediante il test di Tukey (rappresentazione grafica con istogrammi). Nel caso in cui una o tutte e due le prime due assunzioni non siano rispettate (trattasi quindi di dati non parametrici) si è utilizzato il test di Kruskal-Wallis, se quest'ultimo ha un  $p$  significativo si sono confrontate le medie tra i Gruppi di rilievi mediante il test di Mann-Whitney (rappresentazione grafica con box-plot).

È stata condotta l'Analisi delle specie indicatrici (Indicator Species Analysis, ISA) al fine di evidenziare le specie significativamente associate a ciascun Gruppo di rilievi.

## 2.3 Inquadramento fitosociologico delle stazioni rilevate

I rilievi informatizzati e estratti dalla BD I.P.L.A. sotto forma di tabella fitosociologica Braun-Blanquet sono stati classificati e inquadrati dal punto di vista fitosociologico (sino al livello di Alleanza).

Per le attribuzioni fitosociologiche si è fatto riferimento a quanto riportato in "Flora Indicativa" (Landolt et al., 2010). Per le specie in cui (Landolt et al., 2010) indica due o tre *syntaxa* alternativi come *optimum* fitosociologico è stato scelto quello più affine alle praterie acidofile.

È stato adottato il sistema fitosociologico (sinsistema) utilizzato in "Flora Alpina" (Aeschimann et al., 2004) (Theurillat et al., 1995) su cui si basa anche l'inquadramento riportato in "Flora indicativa" (Landolt et al., 2010).

Quali riferimenti sintassonomici per l'Habitat 6230\* "Formazioni erbose a *Nardus*, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane (e delle zone submontane dell'Europa continentale)", relativamente alle Alpi, sono stati adottati quelli indicati nel Prodomo della vegetazione d'Italia (<https://www.prodromo-vegetazione-italia.org/habitat?pag=3&l=A>). I *Syntaxa* oggetto dello studio sono riportati nella Tabella 1 (con l'indicazione dello schema sintassonomico utilizzato nei principali riferimenti nazionali e sovranazionali).

## 2.4 Risultati

### 2.4.1 Database informatizzato

Il database informatizzato è disponibile, con accesso riservato, nella banca dati BDVEGE sviluppata da I.P.L.A. e afferente alle Banche dati naturalistiche regionali.

I rilievi vegetazionali con le classi di Braun-Blanquet sono riportati nell' Errore: sorgente del riferimento non trovata e in formato xls.

Sono state individuate 227 specie.

### 2.4.2 Archivio fotografico

Le foto sono organizzate in cartelle per giornata di rilievo. Il codice della foto è composto dalla sigla "CBD" seguita dalla codifica del rilievo (numero progressivo) e da una lettera. Per ogni rilievo sono state scattate due foto da angoli opposti di una diagonale del quadrato rivolte verso il centro del medesimo (A e B); e due rivolte dal quadrato verso il contesto circostante (C e D).

Nella foto compare una lavagnetta riportante la data del rilievo e il suo numero progressivo del rilievo.

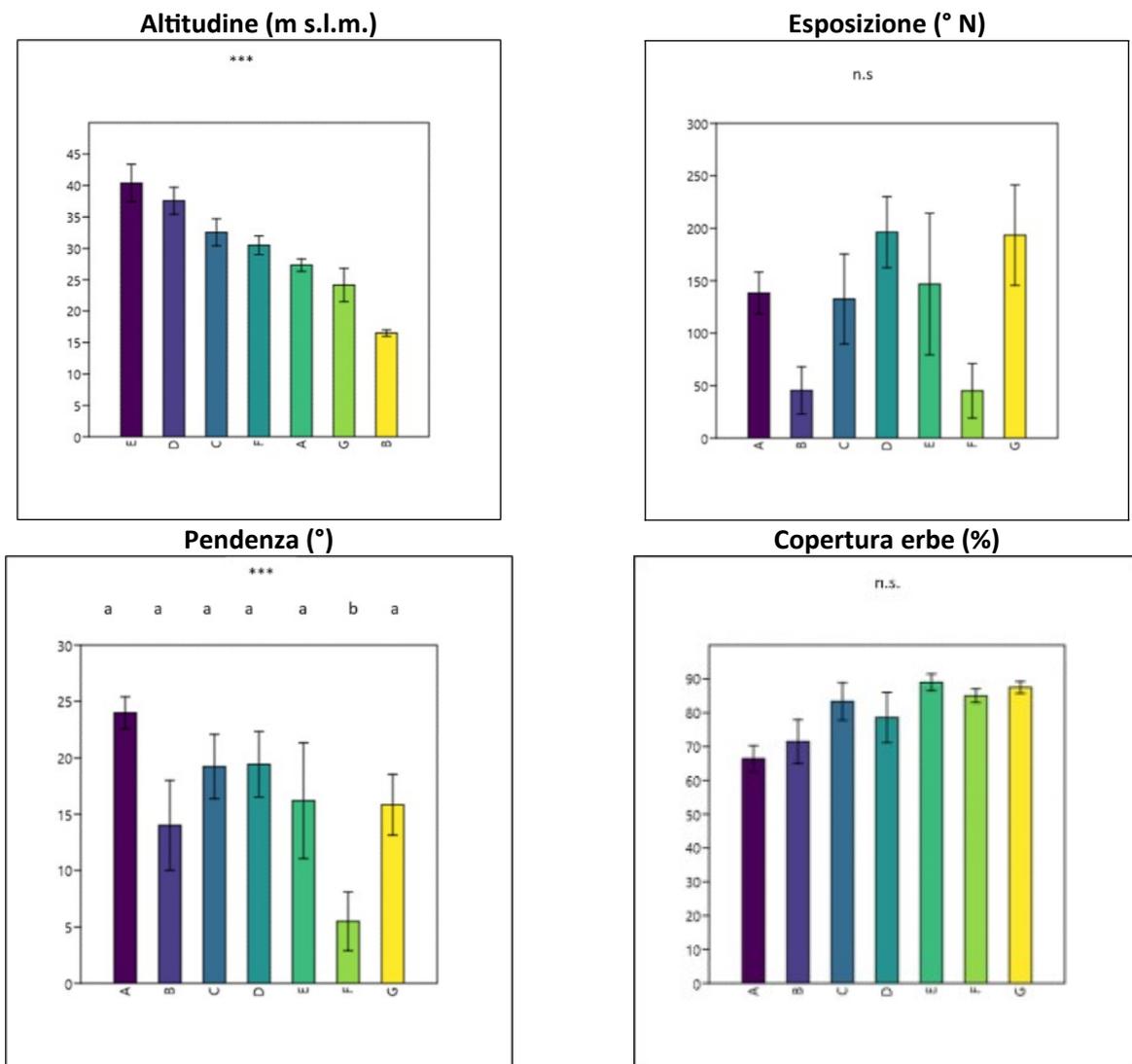
### 2.4.3 Erbario

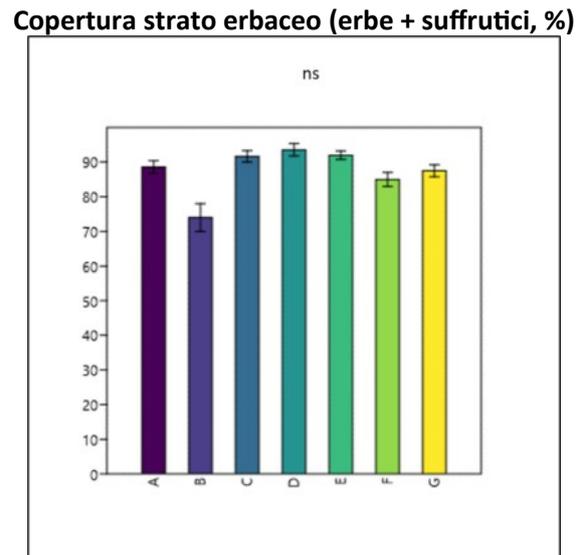
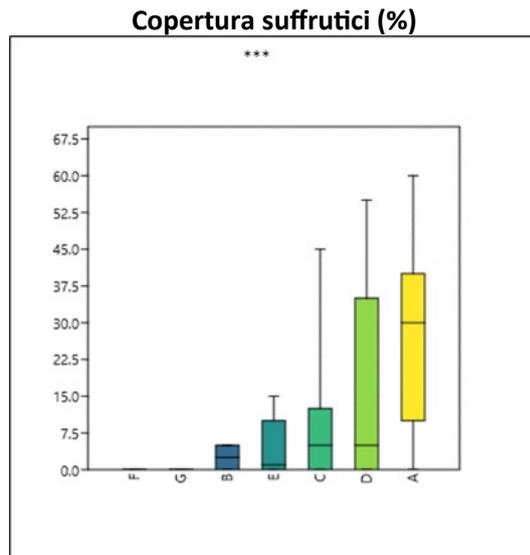
I campioni di erbario sono stati cartellinati e raggruppati in appositi faldoni per Generi/Specie critici. Su richiesta di I.P.L.A. sono, provvisoriamente, conservati da Giampaolo Bruno.

### 2.4.4 Dati stazionali

I principali dati stazionali dei Gruppi (con la relativa analisi statistica) sono riassunti in Figura 3.

Figura 3 Dati stazionali dei Gruppi di rilievi.





#### 2.4.5 Analisi delle Specie Indicatrici (Indicator species Analysis - ISA)

L'Analisi ISA ha consentito di evidenziare le specie significativamente associate a ciascun gruppo di rilievi.

La sintesi della Tabella 3 riporta sole le specie con valore di "Ind val" superiore a 50 e il numero totale di specie significativamente associate (l'elenco completo è nell'Errore: sorgente del riferimento non trovata).

Tabella 3 Sintesi dell'Analisi delle Specie indicatrici (specie con Ind. val. > 50).

<b>Gruppo A</b>	
<i>Hieracium murorum aggr.</i>	
<i>Calluna vulgaris</i>	
Specie significativamente associate (n)	32

<b>Gruppo B</b>	
<i>Carex pallescens</i>	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	
<i>Carex panicea</i>	
<i>Juncus effusus</i>	
<i>Juncus squarrosus</i>	
<i>Viola palustris</i>	
<i>Orchis maculata fuchsii</i>	
<i>Homogyne alpina</i>	
<i>Carex lepidocarpa</i>	
Specie significativamente associate (n)	13

<b>Gruppo C</b>	
<i>Antennaria dioica</i>	
<i>Hypochoeris uniflora</i>	
<i>Pedicularis cenisia</i>	
Specie significativamente associate (n)	27

<b>Gruppo D</b>	
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	
<i>Dianthus neglectus</i>	
<i>Euphrasia stricta</i>	
<i>Luzula sieberi</i>	
<i>Meum athamanticum</i>	
<i>Phyteuma michelii</i>	
<i>Plantago atrata</i>	
Specie significativamente associate (n)	29

<b>Gruppo E</b>	
<i>Alchemilla vulgaris aggr.</i>	
<i>Galium pumilum</i>	
<i>Helianthemum nummularium</i>	
<i>Hippocrepis comosa</i>	
<i>Scabiosa vestita</i>	
Specie significativamente associate (n)	34

<b>Gruppo F</b>	
<i>Juncus jacquinii</i>	
<i>Carex frigida</i>	
<i>Allium schoenoprasum</i>	
<i>Trifolium pallescens</i>	
Specie significativamente associate (n)	18

<b>Gruppo G</b>	
<i>Alopecurus gerardi</i>	
<i>Pedicularis rostrato-spicata helvetica</i>	
<i>Agrostis rupestris</i>	
<i>Sagina glabra</i>	
Specie significativamente associate (n)	18

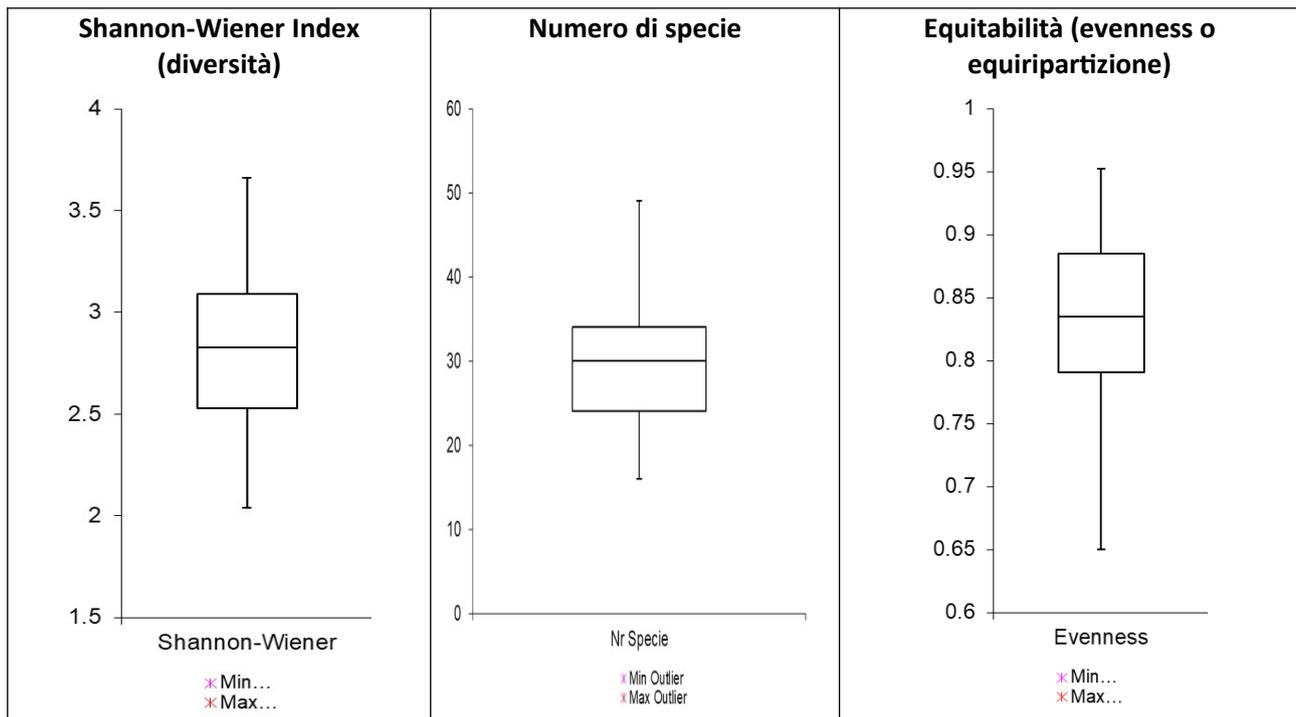
#### 2.4.6 Indici di diversità ed ecologici

Di seguito sono esposti i risultati degli indici di diversità ed ecologici (

Errore: sorgente del riferimento non trovata).

Il numero di specie/rilievo è compreso tra 16 e 49.

Figura 4 Box plot degli indici di diversità delle stazioni rilevate.



## 2.5 Discussione ed analisi dei dati

### 2.5.1 Descrizione dei Gruppi di rilievi

I Gruppi di rilievi individuati con la Cluster analysis sono di seguito descritti e ricondotti agli Habitat Natura 2000. Al fine di semplificare l'interpretazione dei nardeti effettivamente riconducibili all'Habitat 6230\* da quelli che non lo sono potrebbero essere eseguiti ulteriori accorpamenti (ad esempio potrebbe essere valutato l'accorpamento dei Gruppi C con D ed E e l'accorpamento di F con G).

#### 2.5.1.1 Gruppo A: Habitat 6230\* del piano montano-subalpino in evoluzione verso l'Habitat 4060

Comprende n. 28 rilievi in 6 località (Settori prealpini della Stura di Lanzo: Corio; Valle Varaita: Sampeyre; Valle Po: Ostanta, Crissolo, Sanfront; Val Pellice: Bagnolo Piemonte; Settori prealpini del Pinerolese e del Saluzzese: Bagnolo Piemonte; Val Sangone: Coazze). Sono formazioni prevalentemente di bassa quota (piano da montano a subalpino) con esposizione varia, su pendii da ripidi a molto ripidi, copertura parziale di erbe e significativa presenza di suffrutici a taglia elevata, simile a quella dell'erba (circa 20 cm). Sono regolarmente utilizzate con il pascolamento bovino (ad eccezione dei pascoli marginali, di bassa quota, utilizzati saltuariamente da caprini). Il numero medio di specie vegetali presenti è intermedio, molte sono indicatrici (di particolare significato: *Calluna vulgaris* e *Hieracium murorum* aggr.). Comprende nardeti riferibili all'Alleanza *Nardion strictae* (con un significativo contingente della Classe *Juncetea trifidi*) pertanto riconducibile, seppure con qualche riserva, all'Habitat 6230\*. Sono presenti specie dell'Alleanza *Juniperion nanae*, in particolare calluna (possibile contatto/transizione con Habitat 4060) e della Classe *Vaccinio-Piceetea excelsae*, tra cui *Vaccinium myrtillus*. Occasionalmente si rinvencono specie della Classe *Molinio-Arrhenatheretea* (possibile contatto con l'Habitat 6520). Si tratta dei nardeti secondari un tempo, probabilmente, pascolati regolarmente (come indicato dalle specie mesofile, quali *Festuca rubra* aggr.) attualmente in fase di impoverimento di nutrienti e minacciati dall'invasione di arbusti (calluna, mirtillo nero) e specie pre-forestali a causa del sottocarico di bestiame e/o del pascolamento estensivo. Localmente

i cinghiali danneggiano seriamente il corico erboso ed è probabile che ciò favorisca l'attecchimento di propagoli di specie arbustive ed arboree.

#### **2.5.1.2 Gruppo B: Habitat 6230\* (All. *Nardo-Juncion squarrosi*)**

Comprende n. 2 rilievi in Valle Varaita nel Comune di Sampeyre. La formazione è stata rinvenuta ad un'altitudine di circa 1500 m. s.l.m., su versanti poco acclivi esposti a SW con copertura erbacea prevalente di taglia intermedia ed elevata presenza di briofite. Si tratta di comunità erbacea dominata da *Nardus stricta* e *Juncus squarrosus*, che si sviluppa su suoli umidi e torbosi soggetti a calpestio (nello specifico ad opera di bovini che frequentano l'area per pascolare e abbeverarsi). Il numero di specie vegetali è ridotto, in maggioranza sono indicatrici (tra cui *Carex pallescens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex panicea*, *Juncus effusus*, *Juncus squarrosus*, *Viola palustris*, *Dactylorhiza maculata fuchsii*, *Homogyne alpina*, *Carex lepidocarpa*). È presente in quantità elevate *Juncus squarrosus* dell'Alleanza *Nardo-Juncion squarrosi*, pertanto il Gruppo è riconducibile all'Habitat 6230\*. Fattori di minaccia: sovra-pascolamento.

#### **2.5.1.3 Gruppo C Habitat 6230\* (All. *Nardion strictae*) dei piani tra subalpino e alpino**

Comprende n. 9 rilievi in 2 località: Valle di Susa nel Comune di Condove e Valle Po nel Comune di Oстана. Sono formazioni di versante con pendenza variabile (da pianeggiante a molto acclive) della zona di transizione tra il piano subalpino e il piano alpino con esposizione variabile. La copertura erbacea è elevata e di taglia intermedia. Sono regolarmente utilizzate con il pascolamento ad opera di bovini. Il numero di specie vegetali è medio, molte delle quali sono indicatrici (tra le più importanti: *Antennaria dioica*, *Hypochoeris uniflora*, *Pedicularis cenisia*). È ascrivibile all'Alleanza *Nardion strictae* (con un significativo contingente della Classe *Juncetea trifidi*), pertanto riconducibile all'Habitat 6230\*. Fattori di minaccia: è auspicabile la prosecuzione del pascolamento con carichi equilibrati, localmente vi è sovraccarico di bestiame con sentieramenti. Localmente i cinghiali hanno danneggiato seriamente il corico erboso ed è probabile che ciò favorisca l'attecchimento di propagoli di specie arbustive ed arboree.

#### **2.5.1.4 Gruppo D Habitat 6230\* (Alleanza *Nardion strictae*) in contatto/transizione con l'Habitat 6170 su suoli carbonatici**

Comprende n. 7 rilievi in Valle Ellero nel Comune di Roccaforte Mondovì. Sono formazioni di versante a media acclività del piano subalpino con esposizione prevalente Nord Est. Il substrato è prevalentemente carbonatico. La copertura erbacea è elevata e di taglia intermedia, ma sono pure presenti delle suffruticose (di taglia ridotta). Sono regolarmente utilizzate con il pascolamento bovino. Il numero di specie rinvenute è elevato, con un buon numero di specie indicatrici (tra cui *Chamaecytisus hirsutus*, *Dianthus neglectus*, *Euphrasia stricta*, *Luzula sieberi*, *Meum athamanticum*, *Phyteuma michelii*, *Plantago atrata*). Sono ben rappresentate le specie dell'Alleanza *Nardion strictae* (con un significativo contingente della Classe *Juncetea trifidi* e dell'Ordine *Caricetalia curvulae*), pertanto riconducibile all'Habitat 6230\*. Sono inoltre presenti specie dell'Ordine *Seslerietalia caeruleae* e dei syntaxa subordinati (ad indicare un possibile contatto/transizione con l'Habitat 6170). Fattori di minaccia: sottocarico di bestiame e gestione estensiva con conseguente invasione di camefite fruticose (mirtilli).

#### **2.5.1.5 Gruppo E Habitat 6230\* (Alleanza *Nardion strictae*) a contatto/transizione con un mosaico di altri Habitat**

Comprende n. 5 rilievi in Valle di Ala nel Comune di Balme. Sono formazioni di versante a media acclività del piano subalpino ad esposizione prevalente a Sud. La copertura erbacea è elevata di taglia intermedia, i suffrutici sono scarsamente rappresentati (e di taglia simile a quella dell'erba). Il numero di specie è elevato con un elevato numero di indicatrici (*Alchemilla vulgaris* aggr., *Galium pumilum*, *Helianthemum nummularium*, *Hippocrepis comosa*, *Scabiosa vestita*). Sono regolarmente utilizzate con il pascolamento bovino. Sono presenti specie dell'Alleanza *Nardion strictae* (con un significativo contingente della Classe



### 3 Individuazione e analisi della variabilità dei rilievi riconducibili ad habitat 6230\* in Piemonte

Allo scopo di individuare la variabilità dell'habitat 6230\* e discriminare le cenosi ad esso estranee o con esso in transizione si è reso necessario integrare i rilievi fitosociologici rilevati nell'ambito del progetto COBIODIV in un set di dati più ampio comprendente rilievi, inediti o pubblicati, conservati nel database di rilievi fitosociologici custodito e gestito da IPLA. E' stata effettuata pertanto una prima selezione di rilievi con presenza di *Nardus stricta*, rilevati all'interno del territorio regionale. Essi sono stati uniti ai 61 rilievi rilevati nel 2020 e sottoposti ad elaborazioni successive.

#### 3.1 Classificazione preliminare degli habitat EUNIS con presenza di *Nardus stricta* in Piemonte

Per una prima classificazione dei rilievi è stato utilizzato il sistema di classificazione automatica Expert System EUNIS-ESy (Chytrý et al., 2020a), utilizzando la specifica funzione integrata nel software Juice (Tichý et al., 2011), allo scopo di classificare preliminarmente le principali tipologie di habitat con presenza di *Nardus stricta* presenti in Piemonte secondo la classificazione europea EUNIS, rivista e aggiornata nel 2020 e strettamente correlata con la classificazione Natura 2000 degli habitat di interesse comunitario riconosciuti dalla Unione Europea (European Commission, 2013). Preliminarmente all'analisi on il sistema espero EUNIS-ESy è stato necessario effettuare un adeguamento nomenclaturale nel database dei rilievi, coerente con la nomenclatura adottata da (Pignatti, 1982), al fine di creare compatibilità con la nomenclatura europea utilizzata in (Chytrý et al., 2020a).

La classificazione esperta EUNIS –Esy effettuata utilizzando il software Juice ha permesso di individuare rilievi appartenenti alle seguenti principali categorie di habitat:

Q — Zone umide e torbiere (Wetlands)

R — Praterie (Grasslands and lands dominated by forbs, mosses or lichens)

S – Arbusteti (Heathlands, scrub and tundra)

T — Boschi (Forests and other wooded)

Lo spettro ecologico di *Nardus stricta* appare dunque estremamente vario nel contesto geografico ed ecologico considerato: la specie si inserisce, domina o caratterizza cenosi molto lontane tra di loro fisionomicamente od ecologicamente.

Sono stati esclusi dalle analisi successive in primis i rilievi appartenenti alle categorie Q e T , mentre sono stati mantenuti, almeno per le iniziali analisi ecologiche, gli arbusteti, in quanto espressione estrema delle serie ecologiche che, dalle cenosi erbacee caratterizzate dalla presenza di *Nardus stricta*, al di sotto dei limiti del piano subalpino, si evolvono verso cenosi arbustive o arboree.

Per circoscrivere ulteriormente l'analisi dei dati ecologici sono stati selezionati unicamente i rilievi aventi indice di copertura della specie *Nardus stricta* > 1 ( scala di Braun-Blanquet) e georeferenziati.

La selezione operata ha permesso di ridurre la tabella di analisi a una tabella di 603 rilievi x 767specie ( o taxa di livello inferiore o superiore) ulteriormente ridotta a 445 rilievi x 685 specie.

I risultati dell'analisi EUNIS-Esy evidenziano come i rilievi caratterizzati dalla presenza di *Nardus stricta* classificabili come praterie o arbusteti si ripartiscano tra tipologie di habitat (Tabella 4, Tabella 5), molto diversificate ecologicamente, distribuite spazialmente in ambiti geografici e a quote differenti.

Tabella 4 - habitat EUNIS di prateria o arbusteto con presenza di *Nardus stricta* rilevati in Piemonte

**R – Praterie (Grasslands and lands dominated by forbs, mosses or lichens)**

R	( praterie generiche non classificate)
R1A	Semi-dry perennial calcareous grassland (meadow steppe)
R1E	Mediterranean tall perennial dry grassland
R1M	Lowland to montane, dry to mesic grassland usually dominated by <i>Nardus stricta</i>
R21	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains
R22	Low and medium altitude hay meadow
R23	Mountain hay meadow
R37	Temperate and boreal moist or wet oligotrophic grassland
R41	Snow-bed vegetation
R43	Temperate acidophilous alpine grassland
R44	Arctic-alpine calcareous grassland
R54	Pteridium aquilinum vegetation

**S – Arbusteti ( Heathlands, scrub and tundra)**

S	( arbusteti generici non classificati)
S21	Subarctic and alpine dwarf Salix scrub
S22	Alpine and subalpine ericoid heath
S24	Subalpine genistoid scrub of the Amphi-Adriatic region
S25	Subalpine and subarctic deciduous scrub
S42	Dry heath

Tabella 5 - Numero di rilievi presenti nel dataset IPLA con presenza di *Nardus stricta* all'interno delle tipologie di habitat EUNIS di arbusteto o prateria.

<b>R- Praterie</b>		<b>S- Arbusteti</b>	
R	150	S	7
R1A	7	S21	6
R1E	1	S22	49
R1M	19	S24	1
R21	1	S25	3
R22	2	S42	4
R23	2	<b>Totale</b>	<b>70</b>
R37	2		
R41	6		
R43	334		
R44	8		
R54	1		
<b>Totale</b>	<b>533</b>		

### 3.2 Selezione dei rilievi riconducibili ad habitat 6230\*

Le comunità riconducibili all'habitat Natura 2000 6230 \* sono da individuare in primis all'interno degli habitat EUNIS R1M o R43 che rappresentano rispettivamente:

R1M – Lowland to montane, dry to mesic grassland usually dominated by *Nardus stricta*

Nell'area di studio l'Habitat EUNIS R1M è testimoniato dai seguenti Syntaxa  
*Nardo-Juncion squarrosi* (Oberd. 1957) Passarge 1964  
*Violion caninae* Schwickerath 1944

R43 – Temperate acidophilous alpine grassland

Nell'area di studio l'Habitat EUNIS R1M comprende i seguenti Syntaxa  
*Nardion strictae* Br.-Bl. 1926  
*Juncion trifidi* Krajina 1933  
*Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925  
*Festucion variae* Br.-Bl. ex Guinochet 1938

Allo scopo di individuare i nardeti inclusi nell'habitat 6230\* occorre riferirsi alle sole comunità riconducibili alle Alleanze *Nardion strictae* Br.-Bl. 1926 e *Violion caninae* Schwickerath 1944.

I rilievi riconducibili all'All. *Nardo-Juncion squarrosi* (Oberd. 1957) Passarge 1964 sono stati esclusi in questa fase dalla tabella per i motivi precedentemente esplicitati.

Ulteriori analisi si sono per questo rese necessarie allo scopo di eliminare i rilievi sicuramente riconducibili alle All. *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925 (habitat 6150), *Festucion variae* Br.-Bl. ex Guinochet 1938 e *Juncion trifidi*.

In seguito alla classificazione effettuata utilizzando in Juice l'expert System EUNIS-Esy (Chytrý et al., 2020a) sono stati eliminati dalla tabella tutti i rilievi ad eccezione di quelli in classificati negli habitat R1M, R43 e nelle praterie generiche R .

La tabella dei rilievi è stata convertita e omogeneizzata alla nomenclatura utilizzata in "Flora Indicativa" (Landolt et al., 2010) in modo da potere importare nelle elaborazioni l'attribuzione dell'optimum fitosociologico delle specie e gli indici ecologici di Landolt, successivamente convertiti nella scala di Ellenberg (Ellenberg, 1979) in modo da potere essere elaborati all'interno di Juice .

E' stata quindi effettuata una *cluster analysis* con il software PCORD 5.0 (Grandin, 2006), dopo avere operato una trasformazione quadratica dei dati per evitare il problema del "doppio zero ", utilizzando un criterio gerarchico agglomerativo e la misura della distanza Euclidea e il metodo di Ward per individuare il legame tra i gruppi. Il numero di gruppi ottimale da individuare e la validità del metodo di cluster analysis scelto sono stati testati utilizzando il metodo OPTIMCLASS di Juice.

In base all'optimum fitosociologico secondo (Landolt et al., 2010) associato ad ogni specie è stata calcolata in Juice, per ogni rilievo, la somma dei valori di copertura delle specie indicatrici di ogni Syntaxa a livello di Alleanza. I gruppi, individuati dalla *cluster analysis*, sono stati riordinati in base alla preponderanza della copertura delle specie legate ad uno specifico Syntaxa ovvero alla somma dei valori di copertura delle specie indicatrici di Alleanza. E' stato possibile così individuare i gruppi univocamente riconducibili alle All.

*Caricion curvulae*, *Festucion variae* e *Juncion trifidi*, quindi alle All. *Caricion australpinae* e *Seslerion variae* e alcuni rilievi chiaramente riconducibili alle vallette nivali dell'All. *Salicion herbaceae* .

Tutti i gruppi o rilievi individuati con questo criterio sono stati pertanto eliminati ed esclusi dalle analisi, in quanto estranei all'habitat 6230\*.

Si è quindi ottenuta una tabella più omogenea, costituita dai soli rilievi che si situano nell'ambito della variabilità delle comunità legate all'habitat 6230 e loro transizioni.

### 3.3 Individuazione di gruppi omogenei di rilievi nella variabilità dell'habitat 6230\*

Il nucleo di rilievi selezionato con la procedura precedentemente descritta è stato sottoposto a una nuova *cluster analysis* con il software PC-ORD 5.0 (Grandin, 2006), dopo avere operato una trasformazione quadratica dei dati per evitare il problema del "doppio zero", sempre utilizzando un criterio gerarchico agglomerativo e la misura della distanza Euclidea e il metodo di Ward per individuare il legame tra i gruppi.

Il numero di gruppi ottimale da individuare e la validità del metodo di *cluster analysis* scelto sono stati testati utilizzando il metodo OPTIMCLASS di Juice (Figura 5). Il metodo di *cluster analysis* scelto è risultato migliore di altri comparati e il numero di cluster da selezionare è individuato in 6 . In

Figura 5 - Risultati dell'Analisi OPTIMCLASS

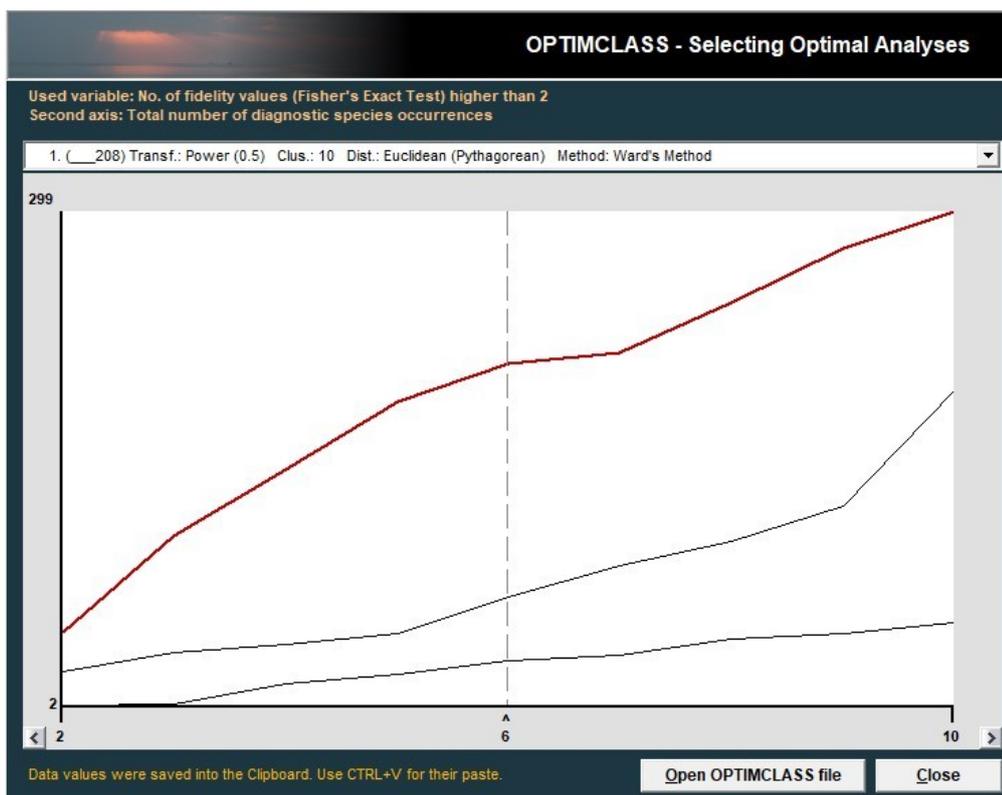
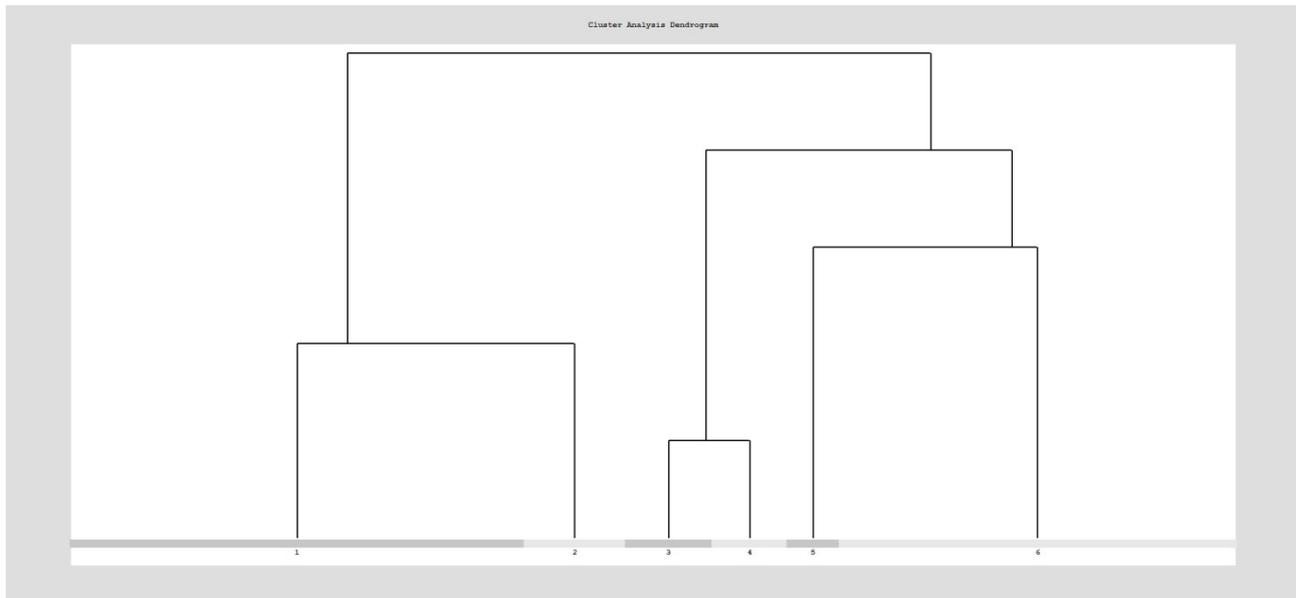


Figura 6 – Dendrogramma risultante dalla cluster analysis effettuata per individuare i gruppi principali di rilievi nell'ambito della variabilità di 6230\*

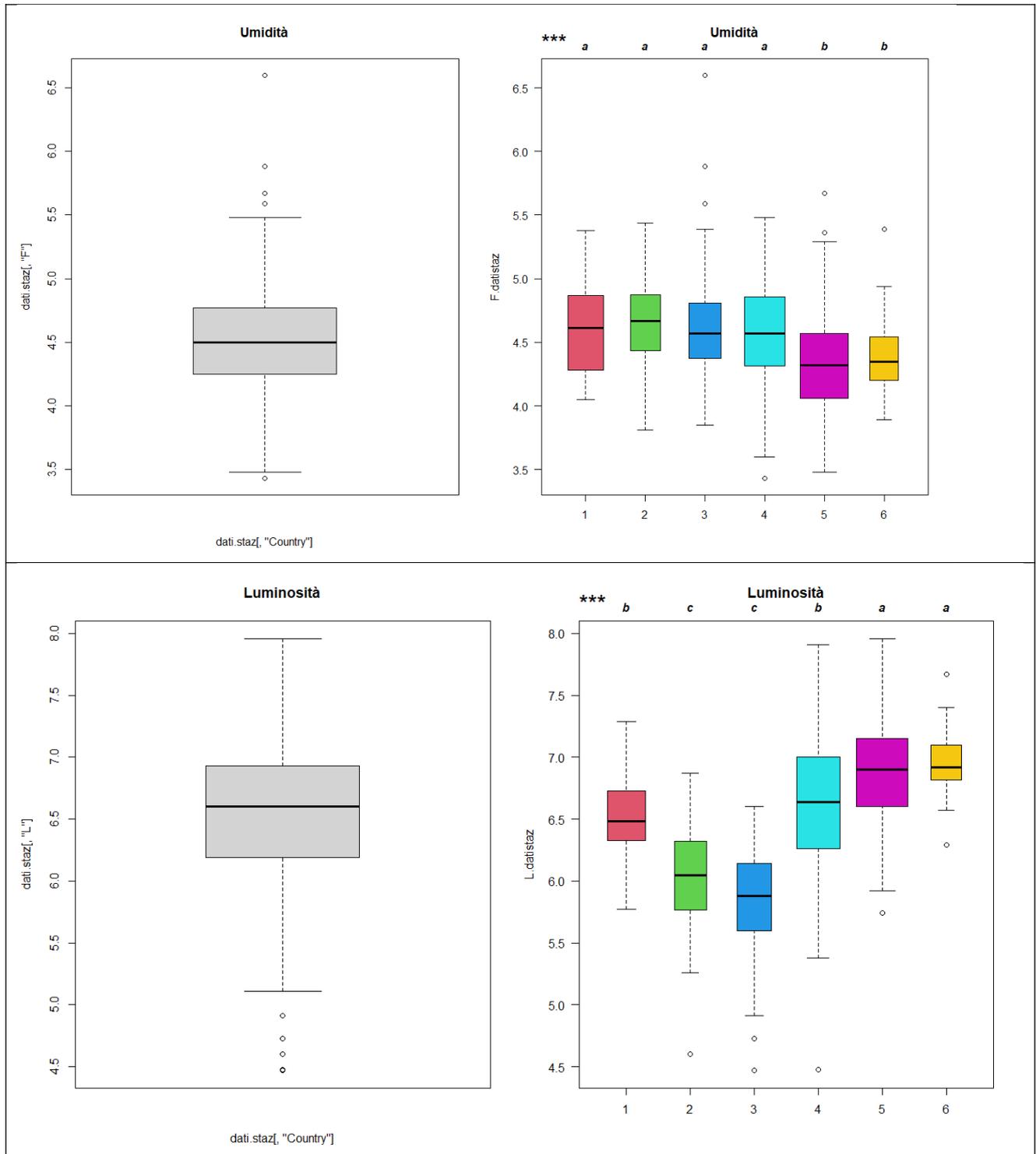


### 3.4 Interpretazione dei risultati dal punto di vista fitosociologico ed ecologico

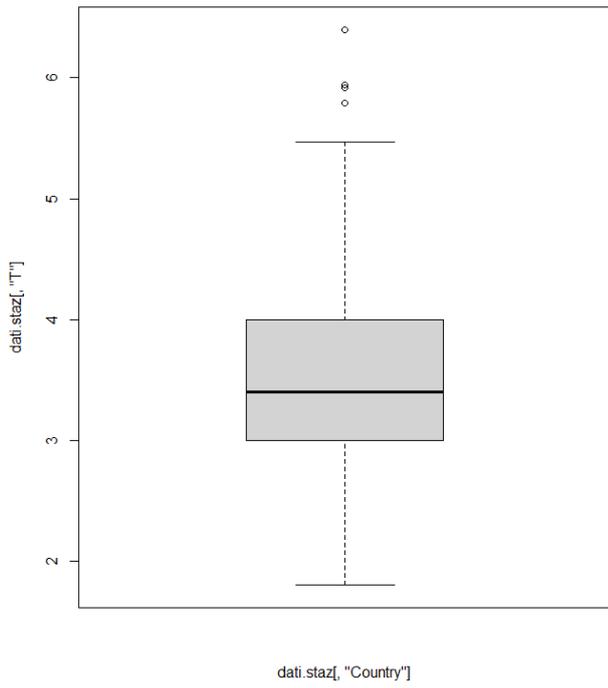
L'analisi ha permesso di individuare 6 gruppi di cui 1 ha una connotazione fitosociologica distintiva.

Di seguito, nei grafici *box-plot* (Figura 7) sono evidenziate le caratteristiche discriminanti dei vari gruppi in base ai valori indicativi medi calcolati per rilievo dei parametri ecologici o in base percentuali copertura delle specie indicatrici di optimum fitosociologico del *Nardion strictae* ricavate da (Landolt et al., 2010). I valori di indicazione ecologica di Landolt sono ricondotti alla scala di Ellenberg (Ellenberg, 1979).

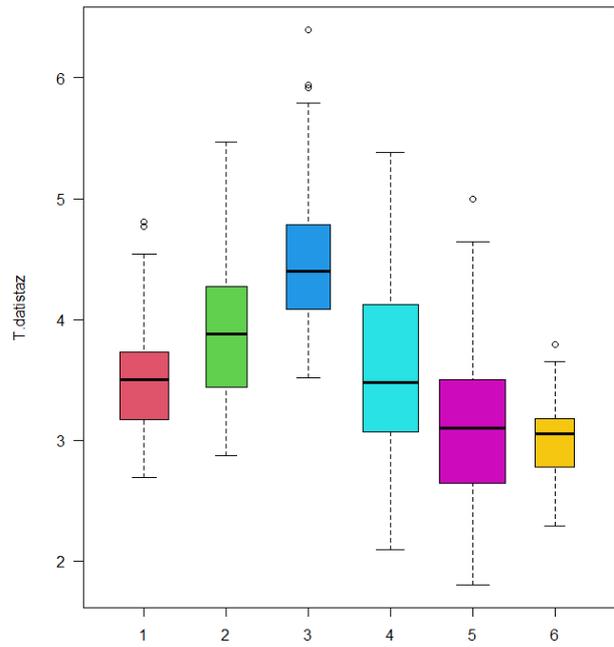
Figura 7 –Grafici *box-plot* della variazione dei valori di indicazione medi per rilievo dei parametri Umidità, Luminosità, Continentalità, pH (Landolt et al. 2010 , valori rapportati alla scala di Ellenberg) quindi delle altitudini e del valore somma delle % di copertura delle specie indicatrici del Nardion strictae in base a (Landolt et al., 2010), calcolati per tutti i rilievi attribuiti ad habitat 6230 (in grigio) o tra i gruppi che caratterizzano l'habitat in Piemonte (a colori)



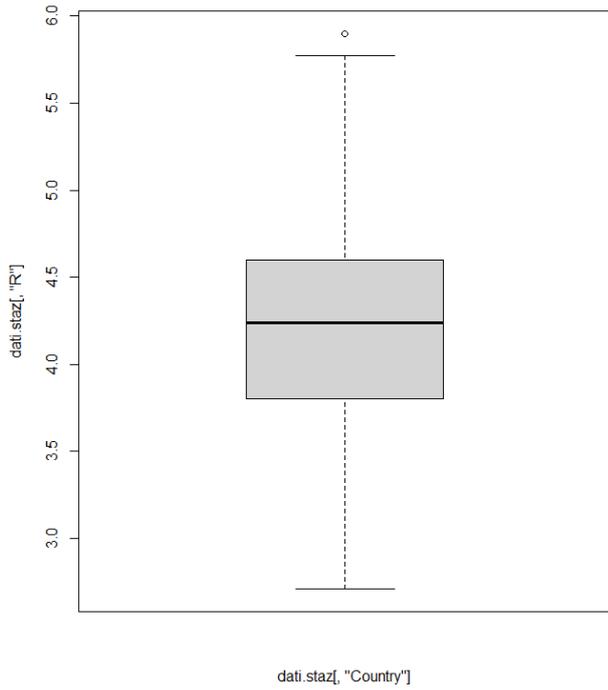
Temperatura



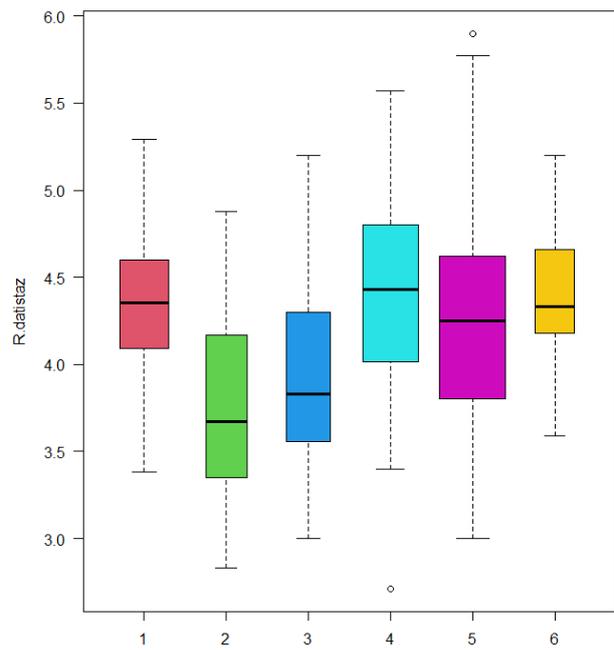
\*\*\* Temperatura



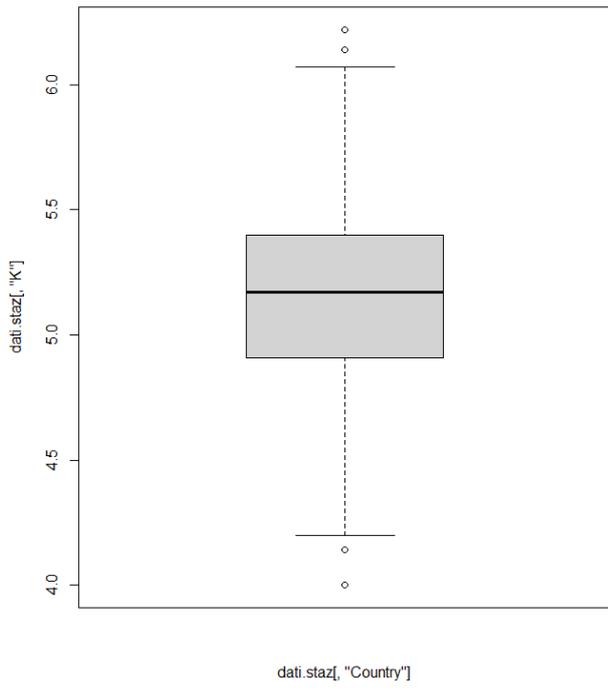
pH



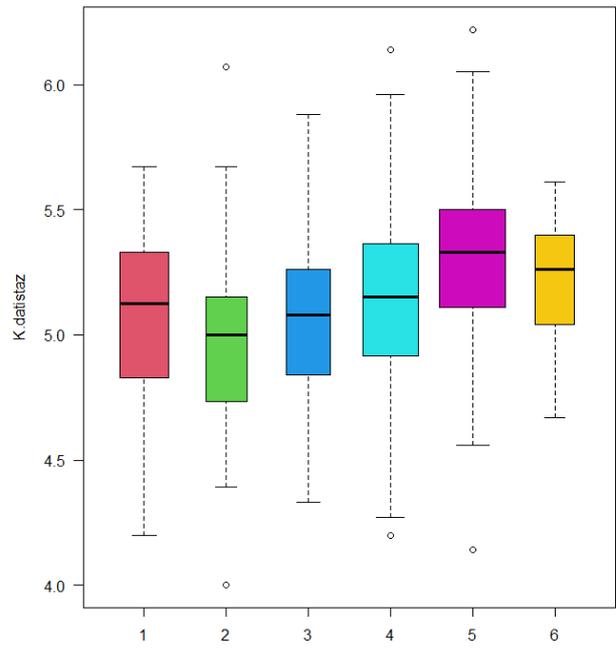
\*\*\* pH



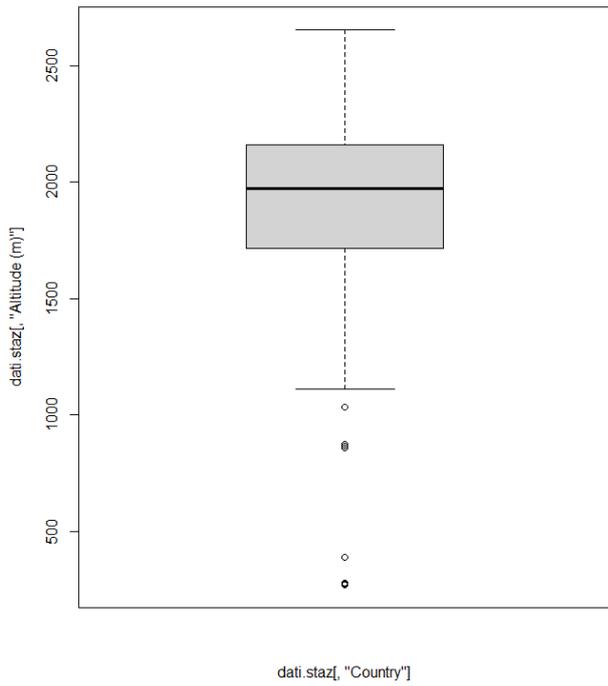
Continentalità



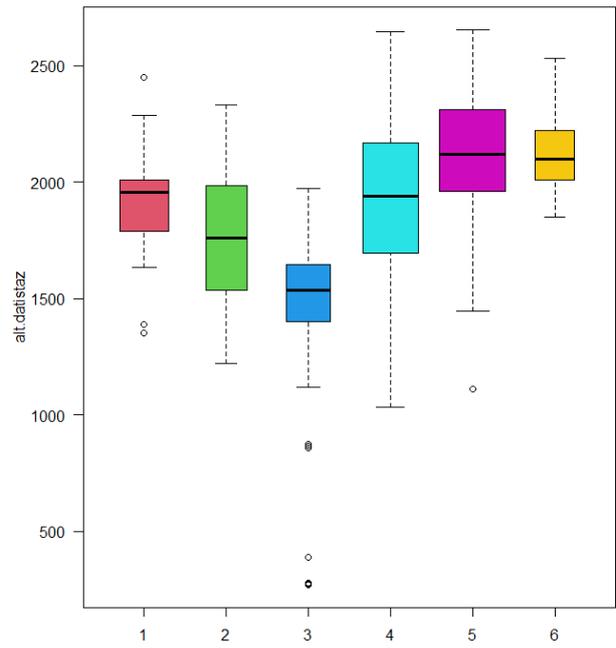
Continentalità

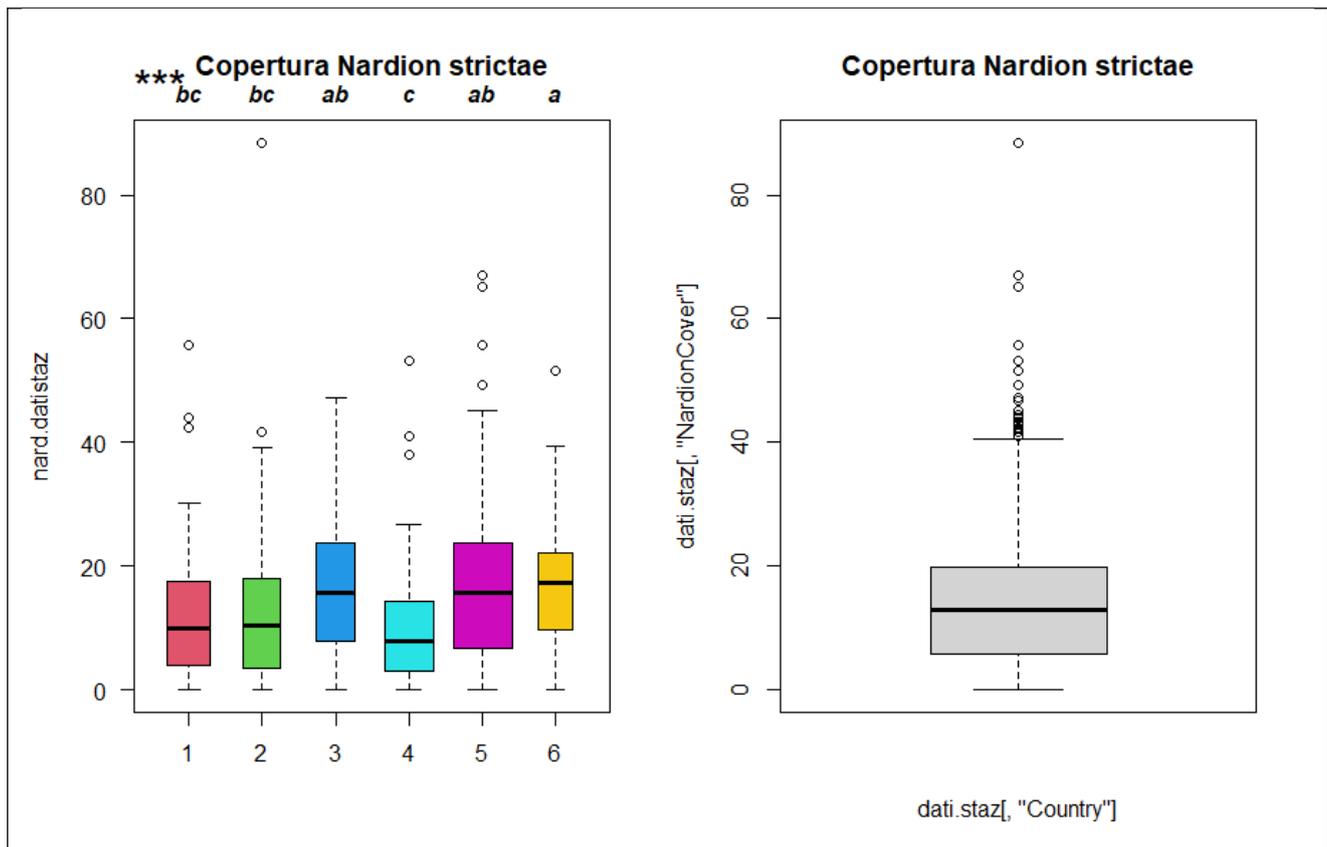


Altitudine (m)



Altitudine (m)



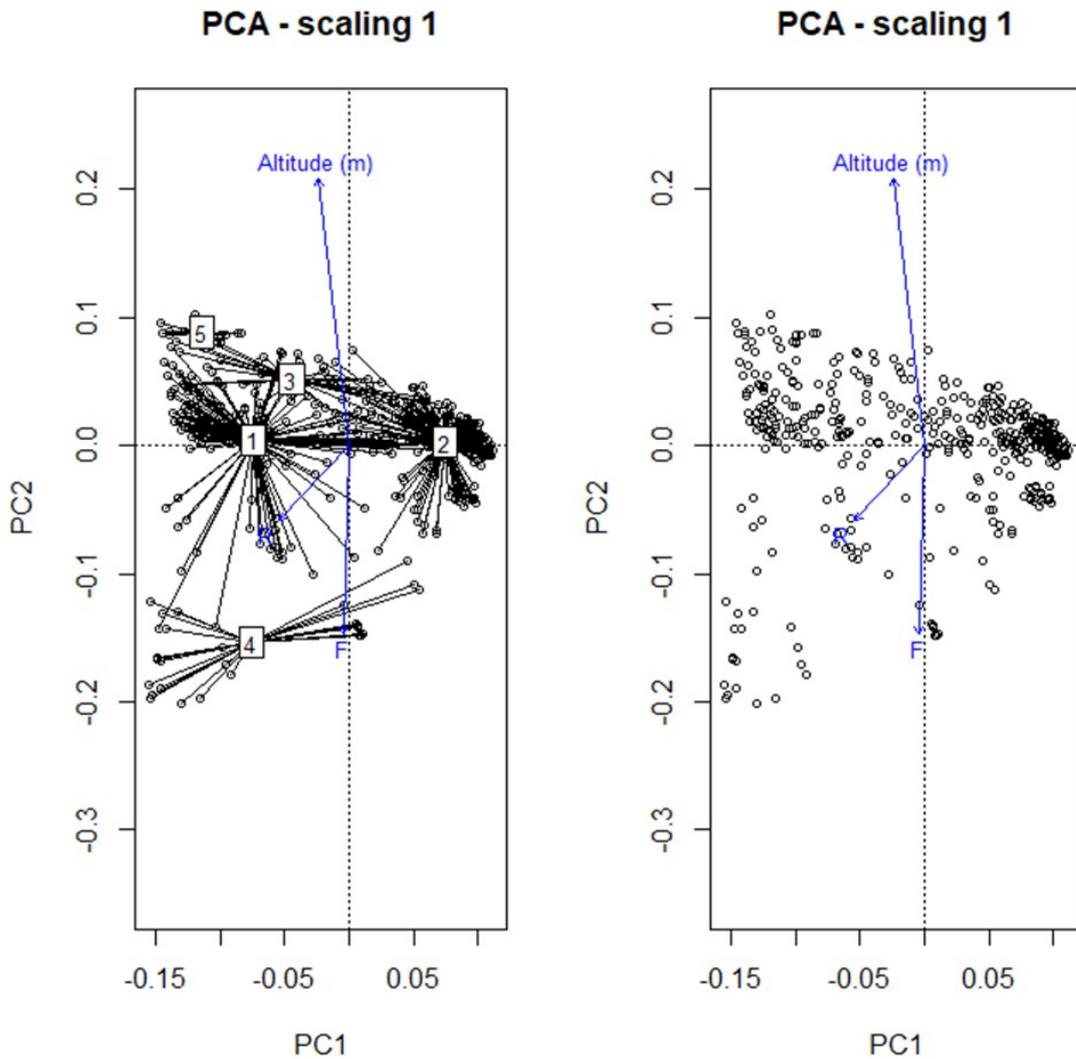


I grafici *box plot* utilizzati (Figura 7) evidenziano le differenze statisticamente rilevanti tra i gruppi (Borcard et al., 2018). Per permettere una interpretazione *post hoc* della suddivisione in gruppi operata dalla *cluster analysis* i dati sono stati sottoposti a PCA correlata con i risultati della *cluster analysis*, utilizzando i principali fattori ambientali che influiscono sulla classificazione. Le elaborazioni sono state effettuate con il software R (R Core Team, 2022) e pacchetti dedicati.

In ambiente R è stato utilizzato lo stesso tipo di *clustering* (Clustering agglomerativo con Metodo di Ward e distanza Euclidea) utilizzato con PC-ORD I(Grandin, 2006) integrato in Juice. L'ordinamento e la valutazione *post-hoc* hanno suggerito di ridurre il numero di gruppi selezionato (da 6 a 5).

In Figura 8 sono evidenziati 5 gruppi derivanti dalla *cluster analysis* operata in R, ordinati e rappresentati in relazione ai parametri ambientali Altitudine e Umidità (F)

Figura 8 – Grafico che combina i risultati della *cluster analysis* con l'ordinamento in base ai fattori ambientali. La *cluster analysis* individua 5 gruppi, in relazione con i parametri ambientali Altitudine e Umidità (F)



### 3.4.1 I nardeti di bassa quota del piano montano e planiziale.

Il gruppo 4 in Figura 8 (corrispondente al Gruppo 3 in Figura 7) appare nettamente distinto, localizzato ad altitudini meno elevate, caratterizzato da valori mediamente più elevati di temperatura rispetto ad altri gruppi, così come di maggiore umidità, in buona parte spiegabile in base alle caratteristiche di suboceanicità delle stazioni. Queste stazioni sono situate su substrati silicatici che danno origine comunità acidofile; viceversa, una parte dei nardeti di alta quota, oltre a prediligere i substrati silicatici sono presenti anche su substrati carbonatici, decalcificati, ma talvolta arricchiti di elementi della flora basifila delle praterie di alta quota. Oltre alla caratterizzazione ecologica desumibile dalla analisi dei grafici (Figura 7, Figura 8), i rilievi del gruppo 4 sembrerebbero esprimere una differenziazione dovuta alle caratteristiche intrinseche della vegetazione.

In Juice i rilievi del Gruppo 4 sono stati comparati agli altri gruppi evidenziando il set di specie diagnostiche, costanti e dominanti ad esso tipicamente associate (

).

Tabella 6 – Specie diagnostiche, costanti e dominanti legate al gruppo 4

<p>Number of relevés: 59 Threshold fidelity value for diagnostic species: 30 (70) Threshold frequency value for constant species: 30 (80) Threshold frequency value for dominant species with cover up to 10: 20 (100)</p> <p><u>Diagnostic species</u>: <i>Calluna vulgaris</i>, <i>Carex pallescens</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Festuca filiformis</i>, <i>Genista tinctoria</i>, <i>Hieracium sylvaticum</i>, <i>Maianthemum bifolium</i>, <i>Molinia arundinacea</i>, <i>Phyteuma betonicifolium</i>, <i>Potentilla erecta</i></p> <p><u>Constant species</u>: <i>Achillea millefolium</i>, <i>Agrostis capillaris</i>, <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Arnica montana</i>, <i>Astrantia minor</i>, <i>Avenella flexuosa</i>, <i>Calluna vulgaris</i>, <i>Campanula scheuchzeri</i>, <i>Carex pallescens</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Carex sempervirens</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Festuca rubra</i>, <i>Genista tinctoria</i>, <i>Gentiana acaulis</i>, <b><i>Nardus stricta</i></b>, <i>Phyteuma betonicifolium</i>, <b><i>Potentilla erecta</i></b>, <i>Vaccinium myrtillus</i></p> <p><u>Dominant species</u>: <i>Avenella flexuosa</i>, <i>Calluna vulgaris</i>, <i>Festuca rubra</i>, <i>Nardus stricta</i>, <i>Potentilla erecta</i>, <i>Vaccinium myrtillus</i></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ad una prima approssimazione, questi rilievi appaiono caratterizzati da una composizione floristica significativamente differente dagli altri gruppi, e tipicamente caratterizzata dalla presenza di elementi della Cl. *Nardetea strictae* e/o della Cl. *Calluno-Ulicetea*. Questo gruppo di rilievi comprende tutti i rilievi classificati dall'Expert system EUNIS-ESy (Chytrý et al., 2020a) nel gruppo di habitat EUNIS R1M (che comprende la vegetazione dell'All. *Violion caninae*) e sembrerebbe testimoniare la presenza in Piemonte dell'All. *Violion caninae*. Si tratta di vegetazione posta al di sotto del limite del bosco e interessata da dinamiche evolutive rapide, dunque per questo particolarmente vulnerabile.

### 3.5 Classificazione delle tipologie di nardeto presenti in Piemonte

Le differenze interne tra gli altri gruppi sono determinate da numerosi fattori ambientali : una loro analisi e discriminazione necessita ulteriori approfondimenti.

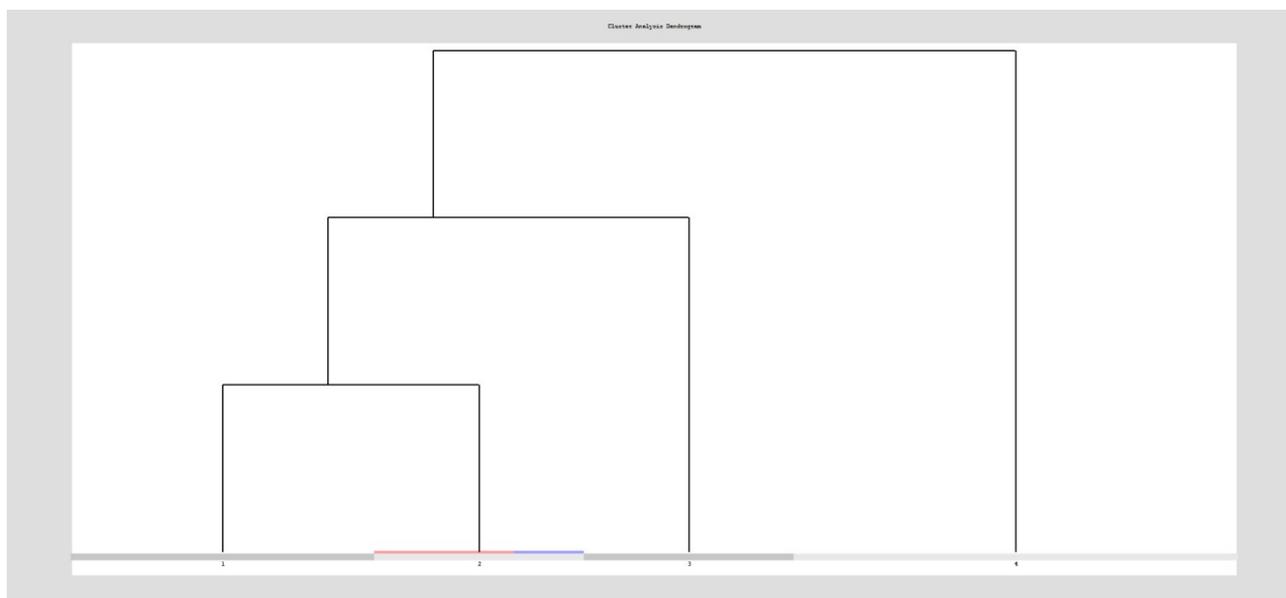
Per essere certi di avere selezionato correttamente i rilievi di nardeto coerenti con l'interpretazione dell'habitat 6230\*, la tabella sinottica dei 6 gruppi di rilievi del Piemonte identificati con la *cluster analysis* è stata confrontata con la classificazione (e dunque con la tabella sinottica) pubblicata in (Gennai et al., 2014) che comprende i principali riferimenti delle comunità a *Nardus stricta* riconducibili all'habitat 6230 presenti nelle Alpi e nell'Appennino.

Utilizzando le funzionalità di Juice il dendrogramma (Figura 9 ) di classificazione delle tabelle sinottiche è stato realizzato trattando i gruppi nelle tabelle sinottiche come fossero rilievi , come suggerito in <https://www.sci.muni.cz/botany/juice/Synoptic%20tables%20FIN.pdf>. E' stata effettuata dunque una *cluster analysis* con il software PCORD 5.0 (Grandin, 2006), dopo avere operato una trasformazione quadratica dei dati per evitare il problema del "doppio zero ", sempre utilizzando un criterio gerarchico agglomerativo e la misura della distanza Euclidea e il metodo di Ward per individuare il legame tra i gruppi.

Il dendrogramma ha ordinato i gruppi dei rilievi piemontesi (tutti) insieme a quelli delle Alpi Liguri, Marittime e Cozie italo-francesi , ricavati da dati di letteratura e classificati nella tabella sinottica di (Gennai et al., 2014). L'insieme dei rilievi delle Alpi occidentali è rappresentato dal Gruppo 2 del dendrogramma.

L'analisi comparata con un set di dati più ampio conferma la correttezza della selezione operata e classifica la selezione di rilievi piemontesi all'interno della variabilità dei nardeti delle Alpi occidentali e, in generale, di quelli Alpino-Appenninici riconducibili all'habitat 6230\* (Gennai et al., 2014).

Figura 9 - Dendrogramma di classificazione delle tabelle sinottiche dei nardeti delle Alpi e Appennino. Nel gruppo 2 in rosso i rilievi del Piemonte e, in azzurro, i rilievi di Alpi Liguri, Marittime e Cozie da Gennai et al. (2014)



### 3.6 Conclusioni

A partire dalla prima tabella di rilievi caratterizzati dalla presenza di *Nardus stricta* è stata analizzata la variabilità degli habitat a cui si associa la specie. Sono stati esclusi dall'analisi i rilievi afferenti ad altri habitat estranei alle praterie e potenzialmente attribuibili alla variabilità di 6230\*. I rilievi sono stati classificati preliminarmente con un sistema esperto ed automatico che ha permesso di effettuare una prima selezione, successivamente affinata da una *cluster analysis* e ordinamento con criteri fitosociologici in base ai valori indicatori di *optimum* fitosociologico dalle specie secondo (Landolt et al., 2010), quindi attraverso una verifica di alcuni fattori ambientali che aiutano a spiegare la separazione dei gruppi. In particolare è stata ipotizzata la presenza di rilievi attribuibili all'All. *Violion caninae*, finora mai accertata nelle Alpi occidentali italiane e di interessante valore conservazionistico.

Sono state individuate specie diagnostiche, dominanti e costanti che caratterizzano questi popolamenti e permettono di distinguerli dalle altre tipologie di nardeto. Infine è stato effettuato un confronto tra tabelle sinottiche dei rilievi provenienti dal Piemonte con una tabella sinottica di sintesi della variabilità dei nardeti riconducibili all'habitat 6230\*, provenienti da Alpi e Appennino contenuta in (Gennai et al., 2014), verificando la coerenza della selezione operata con la variabilità dei nardeti registrata nelle Alpi occidentali.

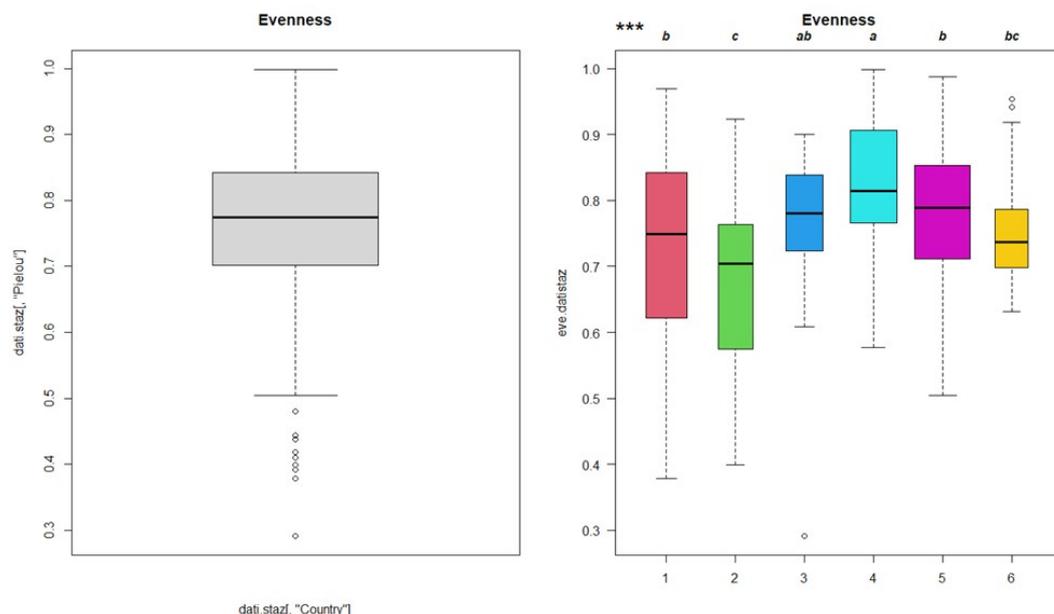
In base a questo lavoro preliminare è stato possibile dunque lavorare a evidenziare le variazioni di status di conservazione.

## 4 Analisi comparata dello *status* di conservazione dei nardeti dell'habitat 6230\*

### 4.1 La ricchezza di specie dei nardeti è un elemento utile alla valutazione della qualità dell'habitat 6230\* ?

E' stato indagata la possibilità di utilizzare indici di Diversità, Equiripartizione (Evenness) e Nr. specie per individuare i nardeti "ricchi di specie" richiamati esplicitamente nel nome dell'habitat 6230\* perché, come tali, qualificanti l'habitat in senso prioritario. Sono stati considerati preliminarmente indicatori utili il numero di specie/rilievo, la ricchezza specifica (Indice di Shannon-Wiener), la equiripartizione o *evenness* (Indice di Pielou). In base alle analisi effettuate i valori di elevato numero di specie/rilievo e l'indice di diversità di Shannon-Wiener sono da considerare non indicativi della qualità di gestione dell'habitat o del loro valore naturalistico/conservazionistico in quanto condizionati e correlati ad altri fattori come la natura del substrato (Pittarello et al., 2017) o l'introggressione di elementi appartenenti ad altre comunità o, addirittura, indicatori di una iniziale fase di eutrofizzazione in atto. L'analisi di questi indici per la valutazione dello status di conservazione è stata dunque esclusa mentre si è scelto di mantenere l'Indice di equiripartizione di Pielou come riferimento per valutare l'equilibrio di una comunità vegetale sottoposta a gestione. Un elevato valore di equiripartizione è stato dunque considerato un indicatore di equilibrio della comunità erbacea viceversa un valore basso, un indicatore di squilibri in atto e, nel caso dei nardeti, di sovrappascolo (Figura 10).

Figura 10 - Grafici *box-plot* della variazione dei valori di equiripartizione ( o *evenness*) (Indice di Pielou) calcolati per ogni rilievo e rappresentati in tutti i rilievi attribuiti ad habitat 6230 (in grigio) o tra i gruppi che caratterizzano l'habitat in Piemonte (a colori)



### 4.2 Uso dei valori di indicazione ecologica delle specie e relativi valori di copertura per caratterizzare lo status di conservazione

I parametri ecologici considerati aiutano a interpretare i fenomeni evolutivi in atto (invasione specie legnose o suffruticose) o l'allontanamento dalle condizioni di oligotrofia proprie dell'habitat. La media dei

valori di indicazione (Landolt et al., 2010) di ogni specie che partecipa a un rilievo è utilizzata per evidenziare i fattori ecologici che caratterizzano o condizionano una stazione. Il valore medio dei Nutrienti (Landolt et al., 2010) esprime bene l'allontanamento dalle condizioni di oligotrofia ovvero l'arricchimento o l'eutrofizzazione di una stazione conseguente alle modalità di gestione.

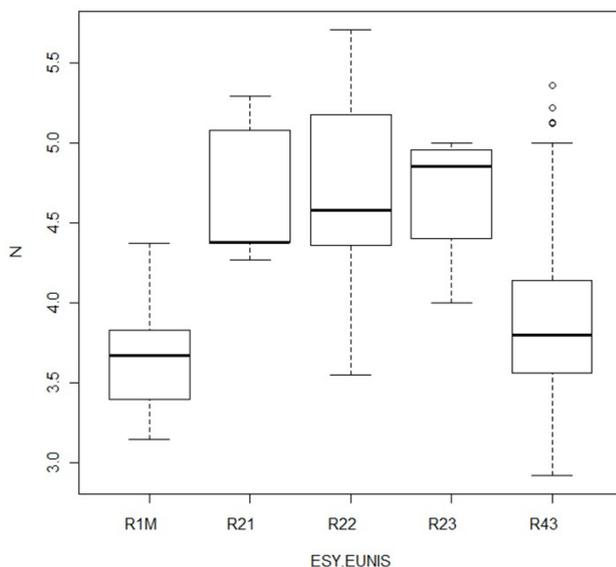
Le prime elaborazioni effettuate sul *dataset* completo dei rilievi, dunque comprensivo degli habitat classificati come estranei al 6230\*, evidenzia bene l'efficacia di questo approccio come si può constatare osservando la

I grafici *box-plot*, esprimono la variazione dei valori di indicazione media per rilievo dell'Indice dei Nutrienti (Landolt et al., 2010), rappresentati in rapporto alla tipologia di habitat EUNIS a cui sono stati attribuiti i rilievi utilizzando il sistema esperto EUNIS-ESy (Chytrý et al., 2020b). Si può constatare come non ci sia sovrapposibilità (testata successivamente statisticamente) tra i *box-plot* delle praterie da sfalcio o i pascoli pingui montani o di media e bassa altitudine (EUNIS R21, R22, R23) rispetto agli habitat che ospitano e includono i nardeti dell'habitat 6230\* (EUNIS R1M o R43).

Tabella 7 - Tipologie di habitat EUNIS rappresentate nel grafico in

R21	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains
R22	Low and medium altitude hay meadow
R23	Mountain hay meadow
R1M	Lowland to montane, dry to mesic grassland usually dominated by <i>Nardus stricta</i>
R43	Temperate acidophilous alpine grassland

Figura 11 - Grafici *box-plot* riferiti ai valore indicativo medio dei rilievi dei Nutrienti (Landolt et al. 2010) suddiviso per tipologia di habitat EUNIS



Ciò significa che è possibile definire dei valori soglia oltre i quali un habitat, statisticamente, entra in transizione con un altro o deve essere inquadrato in altra comunità vegetale.

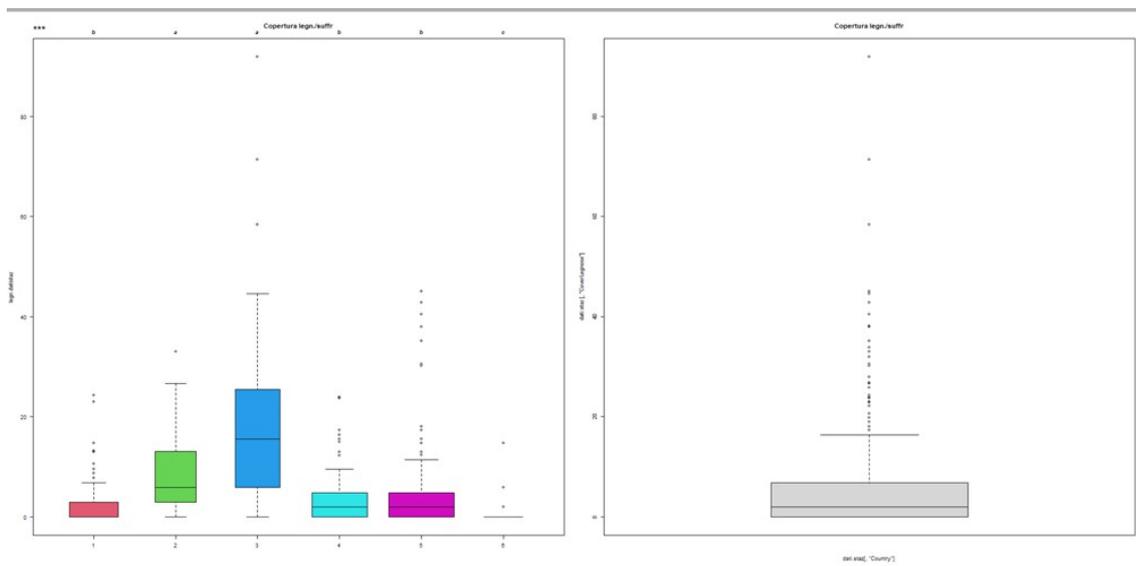
Utilizzando i parametri statistici alla base dei grafici *box-plot* (primo e terzo quartile) sono stati presi in considerazione come valori di riferimento "intermedi" i valori compresi tra il primo e il terzo quartile (valori

compresi nella “scatola” nel grafico box-plot) ovvero i valori che rappresentano il 65% della distribuzione. I valori che eccedono tale soglia sia in positivo che in negativo (valori “baffo” nel grafico box-plot) sono stati considerati valori indicatori di stato di alterazione o di optimum.

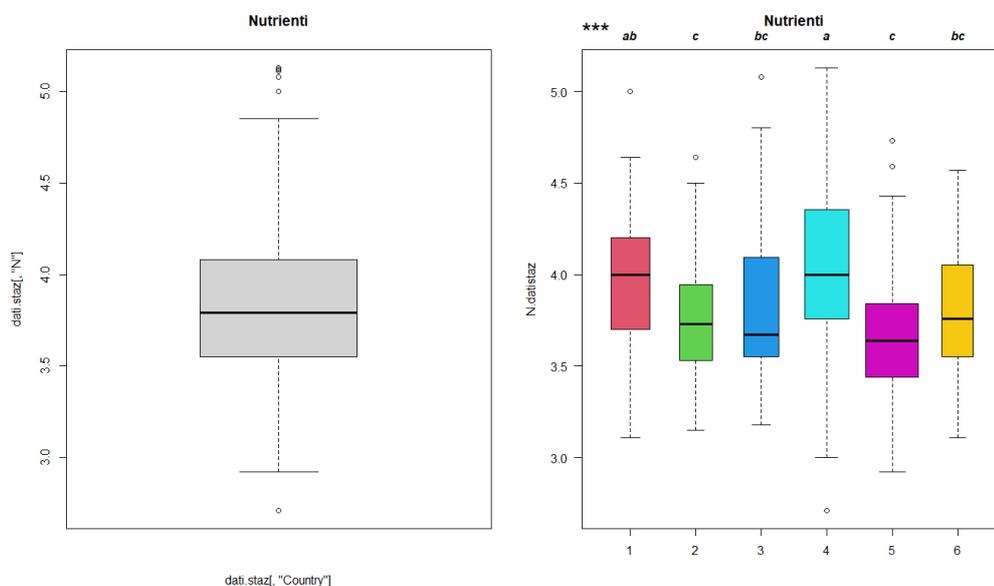
I valori che eccedono il terzo quartile e il limite del “baffo” sono interpretati come soglie oltre le quali l’habitat è molto probabilmente da attribuire ad altra comunità od è con essa in transizione.

Di seguito i grafici *box-plot* (Figura 12, Figura 13), relativi ai parametri considerati, illustrano il *range* di variazione calcolato per tutti i rilievi (in grigio) e la variazione riscontrata all’interno dei gruppi (a colori) ricavati da *cluster analysis*, con evidenza della significatività delle differenze tra i gruppi.

**Figura 12 - Grafici *box-plot* della variazione della % di copertura di specie legnose/suffruticose all'interno dell'habitat (in grigio) o tra i gruppi che caratterizzano l'habitat (a colori)**



**Figura 13 - Grafici *box-plot* della variazione dei valori di indicazione medi per rilievo del parametro Nutrienti (Landolt et al. 2010 , valori rapportati alla scala di Ellenberg) calcolato in tutti i rilievi attribuiti ad habitat 6230 (in grigio) o tra i gruppi che caratterizzano l'habitat in Piemonte (a colori)**



### 4.3 La valutazione dello status di conservazione dell'habitat 6230\* in Piemonte

In base alle considerazioni sopra esposte, si propone di seguito una metodologia di valutazione *ex post* dello status di conservazione di una prateria riconducibile all'habitat 6230\*. Utilizzando i dati di rilevamento fitosociologico si propone di calcolare per ogni rilievo la somma dei valori di copertura % delle specie arbustive o suffruticose (legnose), il valore di Equiripartizione secondo Pielou e il valore di Indicazione media per rilievo del parametro Nutrienti (Landolt et al., 2010). Tali operazioni sono possibili utilizzando il software open source Juice.

Avendo a disposizione questi dati è possibile stimare lo status di conservazione dell'habitat nella stazione. I valori soglia per definire lo status di conservazione sono stati calcolati utilizzando apposite funzionalità nel software Juice per il calcolo dei valori di Indicazione media per rilievo dei parametri ecologici o indici di biodiversità, che sono stati successivamente elaborati per ottenere le statistiche di base dei *box-plot* (e i *box plot* stessi) utilizzando a questo scopo il software R.

I valori soglia rappresentano pertanto i valori interquartili e i valori minimi e massimi esclusi gli *outlayers*

Per ognuno dei parametri considerati è stato pertanto definita una soglia di status di conservazione (ottimo, discreto, alterato) per ogni stazione rilevata (Tabella 8).

Tabella 8 Valori degli Indici e stato di conservazione.

Status di conservazione	colore	punteggio	Evenness (Pielou)	Nutrienti (scala di Ellenberg)	copertura % specie legnose o suffruticose
altro habitat			< 0.5	> 4.9	≥ 16.4 %
alterato		3	≥ 0.5 e < 0.7	> 4.1 ≤ 4.9	≥ 6.8 e < 16.4 %
discreto		2	≥ 0.7 e < 0.84	> 3.6 e ≤ 4.1	-
ottimo		1	≥ 0.84	≤ 3.6	-

La valutazione di status di conservazione della singola stazione può essere ricavata utilizzando la valutazione più bassa ottenuta analizzando almeno uno dei parametri. Nella Tabella 9 questo punteggio riassuntivo è indicato con il nome di ScoreMax. In alternativa potrebbe essere adottato il valore medio dei punteggi associati ad ogni parametro analizzato (Tabella 8) e valutando tendendo conto di questo schema:

Media punteggi	Status conservazione	Colore
≤ 1	ottimo	
>1 e ≤ 2	discreto	
> 2	alterato	

Nella Tabella 9 questo punteggio riassuntivo è indicato con il nome di ScoreMedia.

In Tabella 9 è esemplificata la categorizzazione dello status di conservazione delle stazioni sulla base dei criteri sopra citati. In questo modo è possibile avere una stima immediata dello Status di conservazione e delle pressioni che concorrono a determinarlo, conseguentemente alle azioni di gestione che possono essere intraprese per ripristinare uno stato di conservazione migliore.

Alcuni esempi aiutano a capire la concreta applicabilità del metodo di valutazione:

Stazione STPI100247: In base a ScoreMax lo stato di conservazione è classificato come alterato ma questo sappiamo essere dovuto essenzialmente alla elevata colonizzazione legnosa (punteggio 3 (alterato) per CoverLegnose) mentre oligotrofia ed equiripartizione sono ottimali. Le azioni di gestione saranno dunque indirizzate a contrastare l'invasione legnosa.

Stazione STPI100255: In base a ScoreMax lo stato di conservazione è considerato ottimale: oligotrofia ed equiripartizione sono ottimali e non si riscontrano pressioni indotte dall'invasione di specie legnose. La gestione attuale deve essere mantenuta in quanto ha garantito il mantenimento di uno status di conservazione ottimale.

Stazione STPI100263: In base a ScoreMax lo stato di conservazione è considerato intermedio: oligotrofia ed equiripartizione ottengono punteggi intermedi e non si riscontra l'invasione di legnose. La gestione del pascolo deve dunque essere indirizzata a ridurre il carico trofico ovvero la restituzione organica localizzata degli animali al pascolo localizzata (che favorisce le specie nitrofile) e il sovrapascolamento (che altera l'equiripartizione).

Tabella 9 – Stazioni habitat 6230\* monitorate nel 2020 ( Rilievi G.Bruno, A. Selvaggi et al. ) e valutazione dello status di conservazione

CODRIL	DEG_LAT	DEG_LO N	N	Pielou	CoverLegnose	Nscore	PielouScore	CoverLegnoseScore	ScoreMax	Score Media
STPI100266	45.02389	7.19940	4.06	0.842	6.9	2	1	2	2	1.7
STPI100243	45.46245	7.13614	3.94	0.899	2	2	1		2	1.5
STPI100245	44.18437	7.75063	3.82	0.951	0	2	1		2	1.5
STPI100254	45.17330	7.27784	3.11	0.796	4	1	2		2	1.5
STPI100247	44.19168	7.73639	3.47	0.842	23	1	1	3	3	1.7
STPI100253	45.17904	7.28218	3.57	0.918	13	1	1	2	2	1.3
STPI100242	45.46260	7.13594	3.71	0.884	0	2	1		2	1.5
STPI100220	44.71423	7.17434	3.75	0.928	13. 2	2	1	2	2	1.7
STPI100257	45.18226	7.26941	3.29	0.832	3	1	2		2	1.5
STPI100249	44.19268	7.73487	3.7	0.969	8.7	2	1	2	2	1.7
STPI100256	45.17392	7.27952	3.69	0.906	0	2	1		2	1.5
STPI100250	44.19175	7.73413	3.4	0.76	10. 6	1	2	2	2	1.7
STPI100251	45.17956	7.28306	3.61	0.835	24. 3	2	2	3	3	2.3
STPI100217	44.71928	7.17502	3.87	0.837	0	2	2		2	2
STPI100241	45.46334	7.13768	3.77	0.822	2	2	2		2	2
STPI100244	44.18432	7.75030	3.73	0.921	0	2	1		2	1.5
STPI100248	44.19237	7.73594	3.65	0.818	6.8	2	2	2	2	2
STPI100240	45.46330	7.13773	3.65	0.824	0	2	2		2	2
STPI100255	45.17341	7.27847	3.2	0.915	3	1	1		1	1

STPI100252	45.17893	7.28311	3.47	0.867	14. 7	1	1	2	2	1.3
STPI100221	44.67379	7.33671	3.67	0.65	42. 8	2	3	3	3	2.7
STPI100234	44.75272	7.21975	3.91	0.809	14. 7	2	2	2	2	2
STPI100218	44.72108	7.16882	3.48	0.832	28	1	2	3	3	2
STPI100214	44.62392	7.25430	3.47	0.892	5.9	1	1		1	1
STPI100227	44.67884	7.33617	3.93	0.76	30. 2	2	2	3	3	2.3
STPI100235	44.75141	7.22041	3.69	0.84	26. 6	2	1	3	3	2
STPI100238	44.74519	7.22482	3.39	0.837	30. 2	1	2	3	3	2
STPI100212	44.62400	7.25579	3.5	0.85	28	1	1	3	3	1.7
STPI100236	44.74899	7.22324	3.61	0.823	5.9	2	2		2	2
STPI100223	44.67300	7.33707	3.36	0.816	15. 6	1	2	2	2	1.7
STPI100211	45.36340	7.52274	3.69	0.719	9.6	2	2	2	2	2
STPI100210	45.36593	7.52191	3.64	0.815	9.6	2	2	2	2	2
STPI100224	44.67392	7.33645	3.42	0.877	16. 4	1	1	3	3	1.7
STPI100233	44.75424	7.21951	3.78	0.76	6.8	2	2	2	2	2
STPI100239	44.74348	7.22520	3.43	0.817	20. 6	1	2	3	3	2
STPI100219	44.71907	7.16932	3.18	0.796	15. 6	1	2	2	2	1.7
STPI100209	45.36816	7.51940	3.55	0.763	2	1	2		2	1.5
STPI100268	45.01545	7.18773	3.55	0.737	23	1	2	3	3	2
STPI100231	45.31203	7.16487	4	0.773	0	2	2		2	2
STPI100230	45.31201	7.16653	3.81	0.847	7.9	2	1	2	2	1.7
STPI100260	44.36412	6.90602	3.35	0.891	0	1	1		1	1
STPI100261	44.36483	6.90706	3.74	0.796	0	2	2		2	2
STPI100259	44.36433	6.98022	3.79	0.853	0	2	1		2	1.5
STPI100263	44.36385	6.90953	4.06	0.762	0	2	2		2	2
STPI100228	45.30918	7.16132	3.49	0.897	30. 6	1	1	3	3	1.7
STPI100258	44.36190	6.90513	4.05	0.791	0	2	2		2	2
STPI100229	45.30980	7.16266	3.67	0.895	35. 2	2	1	3	3	2

## 5 BIBLIOGRAFIA

- Aeschimann, D., Lauber, K., Moser, D.M., Theurillat, J., 2004. Flora alpina: atlante delle 4500 piante vascolari delle Alpi. Zanichelli, Bologna.
- Angelini, P., Casella, L., Grignetti, A., Genovesi, P. (Eds.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat, Manuali e linee guida. ISPRA, Roma.
- Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpech, R., Géhu, J.-M., Haury, J., Lacoste, A., Rameau, J.-C., Royer, J.-M., 2004. Prodrôme des végétations de France. Muséum national d'histoire naturelle.
- Bensettiti, F., Boulet, V., Chavaudret-Laborie, C., Deniaud, J. (Eds.), 2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux (1), Cahiers d'habitats. Éd. La Documentation française, Paris.
- Biondi, E., Blasi, C., 2015. Prodrôme della vegetazione d'Italia [WWW Document]. Check-list sintassonomica aggiornata di classi, ordini e alleanze presenti in Italia. URL <https://www.prodrôme-vegetazione-italia.org>
- Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., 2018. Numerical Ecology with R, 2nd ed. 2018. ed, Use R! Springer International Publishing : Imprint: Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71404-2>
- Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3 Aufl. ed. Wien, New York.
- Braun-Blanquet, J., 1932. Plant sociology. The study of plant communities. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York and London.
- Chytrý, M., Otýpková, Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14, 563–570. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02183.x>
- Chytrý, M., Tichý, L., Hennekens, S.M., Knollová, I., Janssen, J.A., Rodwell, J.S., Peterka, T., Marcenò, C., Landucci, F., Danihelka, J., 2020a. EUNIS Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science* 23, 648–675.
- De Foucault, B., 2012. Contribution au prodrôme des végétations de France: les Nardetea strictae Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Mart. 1963. *Le Journal de Botanique de la Société de botanique de France* 59, 241–344.
- Ellenberg, H., 1979. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas [Indicator values of Central European vascular plants]. *Scripta Geobotanica* 9, 1–121.
- European Commission, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28 (No. EUR 28). European Commission, DG-ENV.
- Gennai, M., Foggi, B., Viciani, D., Carbognani, M., Tomaselli, M., 2014. The Nardus-rich communities in the northern Apennines (N-Italy): a phytosociological, ecological and phytogeographical study. *Phytocoenologia* 44, 55–80. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2014/0044-0574>
- Grandin, U., 2006. PC-ORD version 5: A user-friendly toolbox for ecologists. *Journal of Vegetation Science* 17, 843–844. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2006.tb02508.x>
- Landolt, E., Bäumler, B., Ehrhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmli, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F.H., Theurillat, J.-P., 2010a. Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt.
- Lonati, M., 2009. Sulla presenza di *Nardo-Juncion squarrosi* (Oberdorfer 1957) Passarge 1964 nel versante meridionale delle Alpi (Piemonte, Italia). *Fitosociologia* 46, 75.
- Montacchini, F., 1986. Tipi di vegetazione naturali e antropici sul territorio piemontese. *Annali della Accademia di Agricoltura di Torino* 129, 167–191.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R.G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F.J.A., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J.H.J., Lysenko, T., Didukh, Y.P., Pignatti, S., Rodwell, J.S., Capelo, J., Weber, H.E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S.M., Tichý, L., 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl Veg Sci* 19, 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>

- Paulin, D., Villaret, J.-C., Sanz, T., Isenmann, M., 2020. Catalogue des végétations de la Vanoise. Classification physionomique et phytosociologique avec clés de détermination. Conservatoire Botanique National Alpin, Parc national de la Vanoise.
- Pignatti, S., 1982. Flora d'Italia, I. ed. Edagricole, Bologna.
- Pittarello, M., Lonati, M., Gorlier, A., Probo, M., Lombardi, G., 2017. Species-rich *Nardus stricta* grasslands host a higher vascular plant diversity on calcareous than on siliceous bedrock. *Plant Ecology & Diversity* 10, 343–351. <https://doi.org/10.1080/17550874.2017.1393703>
- R Core Team, 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Theurillat, J.-P., Aeschimann, D., Küpfer, P., Spichiger, R., 1995. The higher vegetation units of the Alps. *Colloq. Phytosoc., Proceedings of the conference "Large Area Vegetation Surveys"*, Bailleul 1994 23, 189–239.
- Tichy, L., Holt, J., Nejezchlebová, M., 2011. Juice. Program for management, analysis and classification of ecological data. 2nd ed. Brno.
- van der Maarel, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39, 97–114. <https://doi.org/10.1007/BF00052021>
- Villaret, J.-C., Van Es, J., Sanz, T., Pache, G., Legland, T., Mikolajczak, A., Abdulhak, S., Garraud, L., Lambey, B., 2019. Guide des habitats naturels et semi-naturels des Alpes: du Jura méridional à la Haute Provence et des bords du Rhône au Mont-Blanc. Description, écologie, espèces diagnostiques, conservation. Naturalia publications, Turriers (France).

