



Livio Poldini
Miris Castello
Alfredo Altobelli
Desiree Straulino

AREALE POTENZIALE DEI BOSCHI A *CARPINUS BETULUS* NELL'ALTA VALLE DEL BÛT (ITALIA NE) E DESCRIZIONE DELLA NUOVA ASSOCIAZIONE *PHYTEUMATO* *ZAHLBRUCKNERI-CARPINETUM BETULI*

**POTENTIAL DISTRIBUTION OF *CARPINUS BETULUS* WOODS
IN THE UPPER BÛT VALLEY (NE ITALY)
AND DESCRIPTION OF THE NEW ASSOCIATION
*PHYTEUMATO ZAHLBRUCKNERI-CARPINETUM BETULI***

Riassunto breve - In questo lavoro viene presentata un'analisi della distribuzione dei boschi a *Carpinus betulus* nell'alta Valle del Bût (UD), al fine di sviluppare un modello della distribuzione potenziale di una tipologia vegetazionale in un'area complessa dal punto di vista geomorfologico tramite un'applicazione GIS. Lo studio effettuato ha preso in considerazione i carpineti, consorzi forestali di elevato valore naturalistico-paesaggistico minacciati dalla storica azione dell'uomo sul territorio. Il modello della distribuzione potenziale è stato creato mediante l'incrocio di dati geomorfologici e climatici in ambiente GIS. Il confronto tra la distribuzione reale, la distribuzione potenziale e i diversi tematismi ha evidenziato come l'area di diffusione dei carpineti sia molto ridotta rispetto all'area potenzialmente adatta a questi boschi e ha permesso di individuare i principali fattori naturali ed antropici che possono influenzare la distribuzione attuale dei carpineti nell'area di studio.

Lo studio ha inoltre portato alla descrizione di una nuova associazione a *Carpinus betulus* che rientra nel gruppo dei carpineti a carattere meridionale già descritti per le Alpi nella zona del Friuli Venezia Giulia e Slovenia e completa il quadro cenologico della specie a livello regionale. *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli* è una cenosi a carattere subacidofilo subcontinentale diffusa nella regione forestale mesalpica della Carnia centrale nella fascia submontana e montana inferiore su suoli moderatamente acidi impostati su substrati silicatici alterabili paleozoici, in un'area con buone precipitazioni atmosferiche (1600-1800 mm annui), temperature medie annue di 8-11°C ed estati miti e piuttosto piovose, interessate dall'influenza mitigatrice delle correnti provenienti dal mare; la cenosi rientra nell'Habitat Natura 2000 91L0 - Quercio-carpineti illirici (*Erythronio-Carpinion*). Viene presentata tutta la serie dinamica di cui il nuovo carpineto rappresenta la fase finale.

Parole chiave: *Carpinus betulus*, Modelli di distribuzione della vegetazione, GIS, Fitosociologia, *Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli*, *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli*, Friuli.

Abstract - An analysis of the distribution of *Carpinus betulus* woods in the upper Bût Valley (UD) was carried out in order to produce a potential distribution model of a vegetation type by means of a GIS application in a geomorphologically complex area. The study considered Hornbeam woods, a woodland type with a high naturalistic-landscape value threatened by the historical action of man on the territory. The potential distribution model was developed by the overlay of geomorphological and climatic data in the GIS environment. The comparison of real distribution, potential distribution and different thematic data showed that the distribution area of Hornbeam woods is very limited compared to the area potentially suitable for these woodland and permitted the identification of the main natural and human factors that may affect the actual distribution of Hornbeam woods in the study area.

A new association with *Carpinus betulus* is described, belonging to the group of southern Hornbeam woods already described for the Alps for the area of Friuli Venezia Giulia and Slovenia, completing the picture of communities of this species at regional level. *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli* is an association with subacidophytic subcontinental character, occurring in the mesalpic forest region of central Carnia in the submontane and lower montane belts on moderately acid soils developed on paleozoic silico-clastic formations, in an area with good precipitation (1600-1800 mm per year), average annual temperature of 8-11°C and mild and rather rainy summers, interested by the mitigating influence of warm air masses from the sea; the community belongs in the Natura 2000 habitat type 91L0 - Illyrian oak-hornbeam forests (*Erythronio-Carpinion*). The whole dynamic series leading to the new Hornbeam wood as the final stage is presented.

Key words: *Carpinus betulus*, Vegetation distribution models, GIS, Phytosociology, *Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli*, *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli*, Friuli.

Introduzione

Attualmente in ecologia l'impiego di modelli predittivi della distribuzione di specie e comunità rappresenta un interessante strumento in via di sviluppo per le ricerche di tipo ecologico di base, ma anche per la valutazione degli effetti delle modificazioni ambientali legate al cambiamento dell'uso del suolo o ad altre modificazioni quali i cambiamenti climatici e per il monitoraggio di specie di valore naturalistico o conservazionistico (vedi GUIGAN & ZIMMERMANN 2000). Esistono diversi approcci per l'individuazione di modelli di distribuzione e le tecniche GIS sono ampiamente usate per integrare numerosi tipi di dati ecologici e sviluppare modelli predittivi sempre più rigorosi, a partire dalle informazioni derivanti dai rilievi in campo e dalla serie di parametri ambientali considerati quali principali fattori causali di distribuzione. Un esempio a livello regionale di produzione di modelli predittivi di distribuzione di comunità vegetali è il lavoro di GALLIZIA VUERICH et al. (2001), che presenta un modello per la distribuzione della vegetazione naturale potenziale del Friuli Venezia Giulia sviluppato grazie all'integrazione di un database di rilievi vegetazionali con un'applicazione GIS.

In questo lavoro viene affrontato lo studio a scala locale della distribuzione di una particolare tipologia forestale rappresentata dai boschi a carpino bianco nell'alta Valle del Bût, un'area particolare nel contesto regionale, in cui i carpineti riescono a spingersi all'interno del territorio alpino. L'interesse per questo tipo di boschi è dovuto alla situazione in cui versano i carpineti non solo nella zona della Carnia, ma in tutto il Friuli Venezia Giulia, Veneto e nella vicina Slovenia: in queste aree infatti i boschi a carpino bianco sono generalmente ridotti a piccoli lembi frammentati, con un limitato grado di naturalità e sono spesso fortemente alterati a causa di fattori antropici.

La distribuzione dei carpineti nel Friuli Venezia Giulia si concentra dalla pianura al settore esalpico, nonché nel Carso triestino ed isontino, facente parte del sistema dinarico. Questi boschi sono stati finora inquadrati dal punto di vista fitosociologico nelle associazioni di *Asaro europaei-Carpinetum betuli* e *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*; a questi si affiancano i quercu-carpineti a farnia o rovere e carpino bianco di *Asparago tenuifolii-Quercetum roboris* e *Carici umbrosae-Quercetum petraeae* e ancora la faggeta termofila di *Hacquetio epipactido-Fagetum sylvaticae* che può presentare abbondante carpino bianco (subassociazione a *Carpinus betulus*). A completamento di questo quadro erano stati individuati in Carnia particolari consorzi a carpino bianco attribuiti in via provvisoria nel Manuale degli Habitat (POLDINI et al. 2006) all'associazione *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*: questi boschi, noti per l'area dell'alta Valle del Bût, presentavano ancora un inquadramento fitosociologico insoddisfacente.

Il presente lavoro ha lo scopo di chiarire la posizione di questa particolare cenosi forestale presente in Carnia e vuole fornire un caso-studio di analisi della distribuzione di una tipologia di bosco a livello locale in un'area complessa dal punto di vista geomorfologico, al fine di evidenziare le relazioni tra la distribuzione di una comunità vegetale, la geomorfologia, il clima e l'azione antropica sul territorio e di sviluppare un modello per la ricostruzione dell'areale potenziale di un tipo di vegetazione.

Area di studio

Inquadramento geografico

L'area di studio è localizzata nell'alta Valle del Bût (UD), in Carnia. Si estende per circa 212 km² interessando i comuni di Arta Terme, Cercivento, Paluzza, Ravascletto, Sutrio, Treppo Carnico e Zuglio, in cui scorrono l'asta principale del torrente Bût e gli affluenti maggiori (torrenti Pontaiba e Gladegna; fig. 1). Nel territorio l'altitudine varia dai 383,6 ai 2778,9 m s.l.m., ma l'area indagata comprende la fascia collinare e bassomontana (al di sotto dei 1000 m di altitudine), dove è diffuso il carpino bianco.

Inquadramento geologico

L'area ricade nelle Alpi Carniche, nei gruppi montuosi della Catena Carnica e Alpi Tolmezzine Orientali, separate dall'allineamento delle valli Pesarina, Calda, Pontaiba: la Catena Carnica è caratterizzata da terreni paleozoici più antichi con prevalenza di litotipi clastici (argilliti, marne, arenarie spesso in facies di Flysch) ai

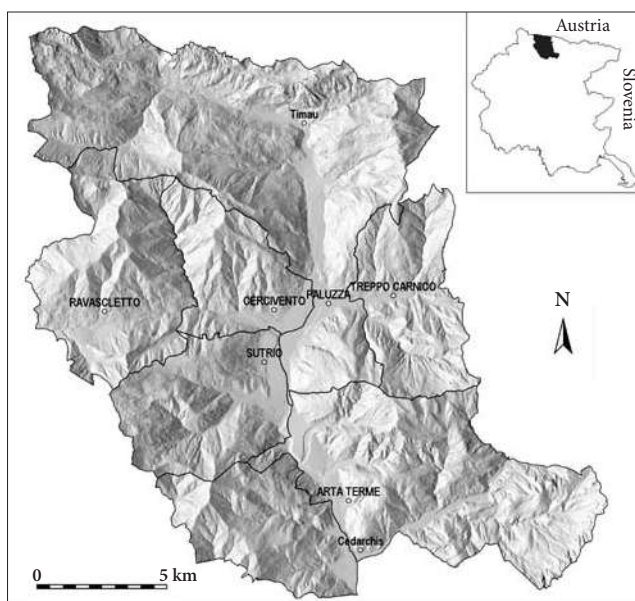


Fig. 1 - Area di studio (DTM da IRDAT FVG).
- Study area (DTM from IRDAT FVG).

quali si accompagnano litotipi carbonatici da massicci a stratificati, spesso fratturati e/o debolmente metamorfosati; le Alpi Tolmezzine sono dominate da terreni mesozoici con grande sviluppo di termini arenacei, calcareo-marnosi, calcareo-dolomitici e dolomitici, sovrapposti al basamento tardo paleozoico che affiora solo localmente (CARULLI 2006; DEL FAVERO et al. 1998).

L'area così presenta una situazione litologica molto articolata e complessa, con prevalenti litotipi arenacei e calcareo dolomitici fino a dolomie franche (CARULLI 1971). I litotipi più antichi, paleozoici, sono rappresentati dalla Formazione dell'Uqua (siltiti e arenarie quarzose) dell'Ordoviciano, argilliti a graptoliti e calcari ad *Orthoceras* del Siluriano, dai calcari di scogliera e di mare aperto del Devoniano, dalla Formazione dell'Hochwipfel (areniti e peliti grigio scure torbiditiche) e Formazione del Dimon (vulcaniti, areniti e peliti grigio-verdi e argilliti rosse e verdi) del Carbonifero, dall'Arenaria di Val Gardena (areniti fini alternate a peliti rosse) e dalla Formazione a Bellerophon (dolomie, marne ed evaporiti e calcari scuri) del Permiano. I litotipi mesozoici triassici comprendono la Formazione di Werfen, potente unità sedimentaria di depositi terrigeni misti molto diffusa nella Carnia centrale, e l'unità costituita dalla Formazione di Lusnizza (brecce dolomitiche intercalate a sottili livelli argilloso-marnosi), Dolomia del Serla inf. e Formazione del Serla sup. (dolomie e calcari dolomitici). Lungo i versanti montuosi e nei fondovalle si collocano infine depositi morenici alluvionali e detriti di versante del Quaternario (CARULLI 2006; VENTURINI 2009, 2011).

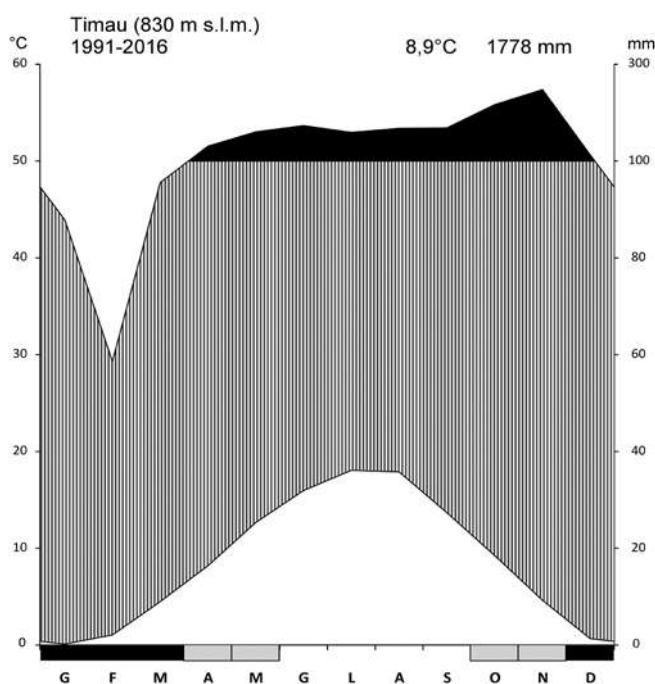


Fig. 2 - Diagramma climatico della stazione meteorologica di Timau (dati 1991-2016, da ARPA FVG - OSMER).
- Climatic diagram of the Timau meteorological station (1991-2016 data, from ARPA FVG - OSMER).

Inquadramento climatico

L'area di studio si trova nella Carnia centrale ed è interessata da correnti meridionali provenienti dal mare che esercitano un'azione mitigatrice sul clima risalendo lungo la Valle del Bût. Le caratteristiche climatiche dell'area sono esemplificate dal climogramma di fig. 2, riferito alla stazione meteorologica di Timau (Paluzza) (830 m s.l.m.).

L'inquadramento del bioclima dell'area di studio è stato effettuato in base alla classificazione di RIVAS MARTINEZ (2008), RIVAS-MARTINEZ et al. (2011), applicata a livello italiano da PESARESI et al. (2014). In base ai dati forniti da ARPA FVG - OSMER ottenuti dall'interpolazione a livello regionale di dati relativi alle temperature del periodo 1991-2010 e alle precipitazioni del periodo 1961-2010, l'area di studio ricade nel macroclima temperato, prevalentemente nel bioclima oceanico euoceanico e orizzonte orotemperato iperumido nella parte settentrionale e alle quote più elevate, e nel bioclima oceanico semicontinentale e orizzonte supratemperato iperumido nella parte meridionale e alle quote inferiori. I dati climatici disponibili per la stazione di Timau (periodo 1991-2016) e di Cedarchis (402 m s.l.m., periodo 2001-2016) (fonte: ARPA FVG - OSMER) sono stati utilizzati per calcolare i valori degli indici di continentalità (I_c), termicità (I_t , I_{tc}), ombrometrico annuale (I_o) e della temperatura positiva annuale (T_p), che inquadrano entrambe le stazioni nel bioclima oceanico semicontinentale attenuato; la stazione di Timau ricade nell'orizzonte supratemperato superiore (piano altimontano), iperumido inferiore ($I_c = 17,9$, $I_{tc} = 97$, $T_p = 1067$, $I_o = 16,7$) e la stazione di Cedarchis nell'orizzonte supratemperato inferiore (montano) iperumido inferiore ($I_c = 18,8$, $I_{tc} = 176$; $T_p = 1372$, $I_o = 13,4$).

Inquadramento fitogeografico e vegetazionale

Dal punto di vista biogeografico, in base alla classificazione europea di RIVAS-MARTINEZ et al. (2004) l'area di studio si localizza nella regione Eurosiberiana, sottoregione Alpino-Caucasica, provincia Alpina, settore Alpino orientale.

A livello nazionale, considerando la suddivisione dell'Italia in ecoregioni di BLASI et al. (2014), l'area si colloca nella Divisione Temperata, Provincia Alpina, Sezione delle Alpi centrali ed orientali, Subsezione delle Dolomiti e Carnia.

Ad un livello di dettaglio regionale, sulla base della suddivisione fitogeografica proposta da POLDINI (1987), la parte settentrionale dell'area ricade nel settore endocarnico mentre quella meridionale nei settori mesocarnico e julico-carnico. Considerando l'inquadramento adottato da DEL FAVERO et al. (1998, 2016) e basato su proposte di POLDINI (1987), l'area si colloca nelle regioni forestali mesalpica ed esalpica. Gran parte del-

l'area ricade nelle sottoregioni mesalpica centrale ed esterna: nella sottoregione centrale, caratterizzata dalla presenza di substrati silicatici alterabili e precipitazioni annue intorno ai 1800 mm, prevalgono i consorzi dominati da abete rosso e abete bianco, in cui può essere presente anche il faggio che raramente forma faggete pure, mentre nella sottoregione mesalpica esterna il faggio acquista vigore e riesce a formare faggete, ancora ricche in conifere, che si affiancano ai piceo-faggeti e abieti-piceo-faggeti; in questa sottoregione consorzi di abeti a carattere extrazonale scendono fino alla fascia bassomontana o submontana, ma a quote basse sono presenti anche peccete di sostituzione favorite dall'azione antropica, dai substrati acidi e dall'attenuazione dell'influsso mediterraneo, che si trovano in contatto con formazioni di latifoglie meso-termofile. La parte meridionale dell'area di studio ricade invece nella sottoregione esalpica interna, legata a valori di temperatura e precipitazioni maggiori, molto favorevoli per il faggio che domina nella fascia montana ed altimontana; nel piano submontano sono diffusi boschi a *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia* o altre formazioni a latifoglie tipiche di questa fascia, a cui si affiancano peccete di sostituzione (DEL FAVERO et al. 1998, 2016). La carta dei tipi forestali 2013 della Regione Friuli Venezia Giulia (da IRDAT FVG, <http://irdat.regione.fvg>) conferma che le formazioni forestali più diffuse nell'area di studio sono peccete, faggete, piceo-faggeti ed abieteti.

Materiali e metodi

L'area di distribuzione potenziale dei boschi a *Carpinus betulus* nell'alta Valle del Bût è stata individuata mediante dati acquisiti in campo e cartografie tematiche analizzati mediante software GIS. Successivamente è stata realizzata la caratterizzazione fitosociologica di un tipo di carpineto peculiare rispetto alle cenosi già note per la regione che ha portato alla descrizione di una nuova associazione vegetale.

Analisi della distribuzione reale e potenziale dei carpineti in ambiente GIS

In ecologia, per sviluppare modelli predittivi della distribuzione di specie o comunità si possono utilizzare dati caratterizzati da un diverso grado di dettaglio. Poiché non è generalmente possibile avere dati misurati direttamente a livello locale, i dati ambientali utilizzati derivano spesso da cartografie tematiche che non permettono un grado di risoluzione molto elevato, oppure forniscono informazioni estrapolate in base ai modelli adottati: ad esempio, i dati climatici derivano generalmente da mappe ottenute tramite interpolazioni di dati riferiti ad un certo numero di stazioni

meteorologiche. I modelli digitali di elevazione (DEM) invece permettono di ottenere informazioni stazionali precise su variabili topografiche. Nelle aree montuose l'impiego di dati derivanti da cartografie tematiche presenta lo svantaggio di lavorare con valori estrapolati o non precisi, mentre i parametri derivanti dal DEM sono correlati più fedelmente alle variazioni, anche a piccola scala, delle caratteristiche ambientali, anche se i risultati ottenuti utilizzando esclusivamente fattori topografici hanno spesso validità locale (GUISAN & ZIMMERMANN 2000).

In questo lavoro, per individuare l'areale potenziale dei boschi a carpino bianco è stato sviluppato un modello tramite l'impiego di un GIS basato sull'integrazione delle caratteristiche geologiche, topografiche e climatiche dei boschi relitti rinvenuti nell'area. Considerando le caratteristiche dell'area di studio, il modello è stato basato su dati derivanti dal DEM, integrati dalla cartografia geologica e dalle mappe regionali relative a temperature, precipitazioni e irraggiamento derivanti da interpolazione di dati meteorologici.

Per l'elaborazione dei dati geografici sono stati utilizzati i software GIS "free and open source" QGIS ver. 2.18 (Quantum GIS, <http://www.QGIS.org>) e GRASS ver. 7.0.2 (Geographic Resourcer Analysis Support System, <https://GRASS.osgeo.org>) (CASAGRANDE et al. 2012).

Lo sviluppo del modello di distribuzione potenziale dei boschi a carpino bianco si è articolato nelle seguenti fasi.

1. Individuazione e delimitazione in campo tramite dispositivo GPS delle aree di bosco con carpino bianco dominante, sulla base di sopralluoghi in tutta l'area ed informazioni ottenute dal Corpo Forestale (Ispettorato Forestale di Tolmezzo, Stazione forestale di Paluzza), dalla carta dei tipi forestali della Regione (IRDAT FVG) e dalla letteratura di settore.
2. Digitalizzazione delle aree e creazione della mappa della distribuzione reale dei carpineti.
3. Caratterizzazione dell'area di studio dal punto di vista di diversi parametri ecologici fondamentali per la distribuzione delle cenosi vegetali:
 - *Analisi morfologiche e morfometriche derivate da DEM (Digital Elevation Model).* Sulla base del DEM della zona con una risoluzione spaziale di 5 m (da IRDAT FVG), sono state prodotte le mappe *raster* della pendenza (*slope*) ed esposizione dei versanti (*aspect*).
 - *Carta geologica.* È stata utilizzata la carta geologica 1:150000 di CARULLI (2006) (da IRDAT FVG).
 - *Dati climatici.* Sono stati utilizzati i dati termo-pluviometrici e di irraggiamento solare forniti da ARPA FVG - OSMER su griglia di 500 m, relativi per le temperature al periodo 1991-2010, per le precipitazioni al periodo 1961-2010 e per la radiazione solare al periodo 2001-2011. Sulla base di questi dati sono state create per l'area di studio le mappe, conformi con la ri-

soluzione del DEM, delle temperature medie, minime e massime annue, delle precipitazioni medie annue e della radiazione globale media annua. L'elaborazione è stata eseguita in ambiente GRASS GIS mediante il modulo *v.surf.rst* che effettua un'interpolazione puntuale usando il metodo delle "regularized spline with tension" (NETELER & MITASOVA 2008). L'interpolazione è stata eseguita utilizzando il valore di *tension* di default (40) e *smoothing* nulla (default).

4. Creazione della carta della distribuzione reale e caratterizzazione delle aree dei carpini rilevate tramite incrocio con le mappe dei vari tematismi morfologici e fisici. Le statistiche sono state calcolate mediante il modulo *v.rast.stats* del software GRASS GIS.
5. Creazione della carta della distribuzione potenziale tramite analisi condizionale dei diversi tipi di dati ecologici ottenuti dai poligoni di carpini rilevati e successiva estrazione dei pixel dell'area di studio che presentano la combinazione di caratteristiche idonee derivanti dall'intersezione dei diversi tematismi. L'elaborazione del modello è stata realizzata mediante la stesura di uno script GRASS usato come input per l'operatore di algebra delle mappe *r.mapcalc* (NETELER & MITASOVA 2008).

Successivamente è stata realizzata una caratterizzazione dell'area potenziale dei carpini dal punto di vista della vegetazione forestale reale e dell'uso del suolo tramite sopralluoghi in campo e analisi di ortofoto, della carta dei tipi forestali 2013 (da IRDAT FVG) e della mappa Corine Land Cover 2012 (da SINANet - ISPRA, <http://sinanet.isprambiente.it/it>), per individuare i fattori naturali ed antropici correlabili alla distribuzione dei boschi a carpino bianco dell'alta Valle del Bût.

Analisi fitosociologica dei carpini

La caratterizzazione della nuova associazione di carpino è stata basata sull'analisi di rilievi inediti effettuati in diverse località dell'area di studio tra la fine degli anni '90 e il 2016 utilizzando il metodo fitosociologico (BRAUN-BLANQUET 1964; WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1978; BIONDI 2011); per la valutazione della copertura delle specie è stata utilizzata la scala di PIGNATTI (1952). Il numero dei rilievi è stato limitato dalla scarsa diffusione dei carpini nell'area.

I dati dei boschi a carpino bianco indagati nella Valle del Bût sono stati confrontati con rilievi tratti dalla letteratura delle altre tipologie forestali dominate da *Carpinus betulus* già individuate nella stessa fascia altimetrica (piano collinare e montano) nel Friuli Venezia Giulia, Veneto e parte occidentale della Slovenia. I rilievi fitosociologici sono stati organizzati in una tabella di 54 rilievi e 248 entità che è stata sottoposta ad analisi multivariata mediante programmi di classificazione ed ordinamento del package SYN-TAX 2000 (PODANI 2001).

Le elaborazioni sono state basate sui dati di abbondanza delle specie, previa conversione dei valori di copertura utilizzando la scala di VAN DER MAALER (1979). La classificazione dei rilievi è stata realizzata utilizzando la funzione di somiglianza della Similarity Ratio e l'algoritmo di clustering del legame medio pesato (WPGMA). L'ordinamento dei rilievi è stato effettuato mediante l'Analisi delle Componenti Principali (PCA). È stata quindi prodotta la tabella analitica dei rilievi ordinata in base ai risultati della classificazione, in cui sono state escluse le specie con poche presenze (< 4 %).

La nomenclatura delle specie segue CONTI et al. (2005, 2007), fatta eccezione per *Helleborus*, per il quale è stato considerato ROTTENSTEINER (2016). L'inquadramento sintassonomico e la nomenclatura delle comunità segue BIONDI et al. (2014) e aggiornamenti (PRODROMO DELLA VEGETAZIONE ITALIANA 2015, <http://www.prodromo-vegetazione-italia.org>; POLDINI et al. 2017), KOŠIR et al. (2013), ŠILK & ČARNI (2012).

Per l'inquadramento dei rilievi della Valle del Bût sono state considerate le seguenti associazioni, affini alla cenosi indagata dal punto di vista bioclimatico, fitogeografico o ecologico, diffuse nella fascia collinare e montana delle aree submediterranee e prealpine di Friuli Venezia Giulia, Veneto e Slovenia centro-occidentale:

- *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*, carpino collinare-prealpino diffuso in Slovenia e NE Italia. Sono stati utilizzati i rilievi provenienti dal Friuli Venezia Giulia dell'ala acidofila della cenosi a *Carex pilosa* (subassociazione *caricetosum pilosae* Marinček, Poldini & Zupancic 1983) corrispondente all'aspetto tipico di questo carpino su substrati silicatici nel piano collinare (200-500 m s.l.m.);
- *Asaro europaei-Carpinetum betuli*, il carpino delle doline del Carso italiano e sloveno della zona submediterranea collinare;
- *Helleboro nigri-Carpinetum betuli*, bosco di basse quote della regione prealpina della Slovenia (300-450 m s.l.m.) su sedimenti fluvioglaciali della serie carbonatica;
- *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*, carpino acidofilo della Slovenia centrale e orientale (200-450 m s.l.m.), legato a condizioni climatiche continentali umide e substrati silicatici.

I rilievi sono stati tratti da MARINČEK (1975, 1979), MARINČEK et al. (1983), POLDINI (1985); le informazioni relative alle cenosi presenti in Slovenia sono state integrate da MARINČEK & ČARNI (2002). Sono stati quindi esclusi i quercu-carpini planiziali (*Asparago tenuifolii-Quercetum roboris*), consorzi azonali legati alla falda superficiale, e i quercu-carpini collinari di *Carici umbrosae-Quercetum petraeae*, entrambi boschi con consistente presenza di rovere o farnia, nonché *Carici albae-Carpinetum betuli*, carpino della Slovenia a carattere pioniero delle alluvioni del Nati-

sone ed altri carpineti della Slovenia più continentale sotto influenza pannonica. Non è stato considerato nemmeno *Anemone nemorosae-Carpinetum betuli*, presente su substrati flyschoidi profondi nell'Istria croata interna e Veglia, affine ad *Asaro-Carpinetum*, ma che si differenzia da questo per la presenza di *Fagus sylvatica*, *Allium ursinum* e *Arum maculatum* e da tutti gli altri carpineti per la presenza di *Acer obtusatum* (TRINAJSTIĆ 1994).

La caratterizzazione dell'associazione è stata completata dal punto di vista dei rapporti seriali e catenali, fondamentali nel metodo di analisi del paesaggio vegetale sinfitosociologico e geosinfitosociologico (RIVAS-MARTÍNEZ 1976, 1987, 2005; GÉHU 1979, 1988; TÜXEN 1979; THEURILLAT 1992; BIONDI 1996).

Risultati e discussione

Distribuzione reale e potenziale dei carpineti nell'alta Valle del Bût

La mappa della distribuzione attuale dei carpineti individuati in campo è presentata in fig. 3; l'area totale dei

poligoni individuati è di 0,2 km². Per ciascun poligono sono state estratte le statistiche relative ai parametri geomorfologici e fisici tramite l'incrocio con le mappe raster dei vari tematismi: in tab. I sono riportati i valori dei parametri utilizzati per sviluppare il modello della distribuzione potenziale dei carpineti di fig. 3. Nell'alta Valle del Bût i boschi a carpino bianco sono presenti nelle fasce collinare e montana, prevalentemente su versanti inclinati o molto inclinati (pendenza media dei poligoni compresa tra 14 e 35 %) con esposizione meridionale (principalmente a sud, est, sud-est), su substrati derivanti da rocce sedimentarie clastiche paleozoiche e mesozoiche (Arenarie di M. Terzo e Formazione del Dimon, Arenaria di Val Gardena e Formazione di Werfen) e sedimenti quaternari (sedimenti alluvionali e detriti di falda) diffusi nel fondovalle.

Il confronto tra distribuzione reale e potenziale evidenzia che l'attuale diffusione dei carpineti è estremamente ridotta rispetto alle aree potenzialmente adatte a questi boschi individuate in base ai parametri ecologici disponibili. Va sottolineato che l'areale potenziale individuato è molto probabilmente sottostimato, in quanto il modello è basato su valori ricavati dai pochi frammenti di carpineti ancora presenti. D'altro canto, bisogna

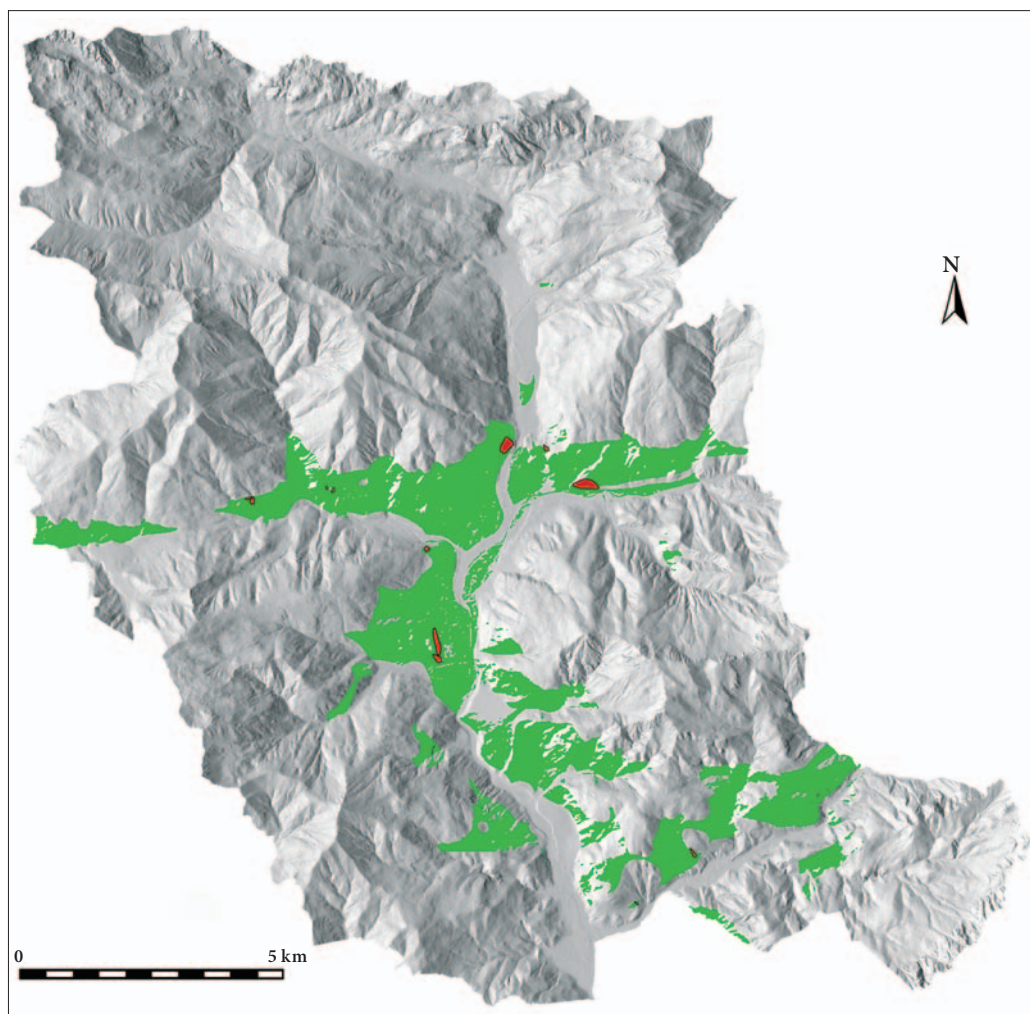


Fig. 3 - Carta della distribuzione reale (aree in rosso) e potenziale (in verde) dei carpineti nell'alta Valle del Bût.

- Map of the actual distribution (areas in red) and potential distribution (in green) of Hornbeam woods in the upper Bût Valley.

ricordare che non è possibile considerare nel modello le variazioni spaziali e le complesse interazioni durante le stagioni delle caratteristiche geomorfologiche, edafiche e climatiche a livello stazionario o micromorfologico, che sono determinanti nel vantaggio competitivo delle diverse specie forestali e nel determinarne quindi l'abbondanza.

Per individuare possibili fattori antropici che possono influenzare la scarsa diffusione di questi boschi nell'alta Valle del Bût sono stati considerati tematismi relativi all'uso del suolo e alla copertura vegetale.

Dalla sovrapposizione dell'areale potenziale con la carta dell'uso del suolo di Corine Land Cover 2012 (tab. II) risulta che oltre un terzo dell'areale potenziale è occupato da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti, categoria che corrisponde bene al tipo di attività agricola di tipo tradizionale ed estensivo praticata nel territorio. A queste vanno aggiunte le aree dei prati stabili e le zone residenziali, che estendono le superfici maggiormente legate all'azione antropica (superfici artificiali ed agricole utilizzate) ad un totale del 43,7 % dell'areale potenziale dei carpineti.

Parametri	Valori	%
Altitudine (m)	486 - 960	
Pendenza (%)	0 - 67	
Esposizione	S	34
	E	22
	SE	17
	SW	13
	NE	9
Unità litostratigrafiche (semplificate)	Arenarie di M. Terzo e Fm. del Dimòn	34
	Arenaria di Val Gardena	32
	Sedimenti alluvionali del settore montano	17
	Detriti di falda recenti ed attuali	10
	Fm. di Werfen	4
	Fm. a Bellerophon	3
Temperatura media annua (°C)	8 - 10,85	
Temperatura minima annua (°C)	4,4 - 6,36	
Radiazione globale media annua (MJ/m2)	3350 - 4510	

Tab. I - Valori dei parametri ambientali estratti per i poligoni di carpineti individuati nell'area di studio ed utilizzati per sviluppare il modello dell'area potenziale. Per le variabili categoriche viene riportata la percentuale di presenza delle varie categorie nell'area totale dei poligoni, con le categorie ordinate in base a tali valori.

- *Values of the environmental variables extracted for the polygons of Hornbeam woods found in the study area and used to develop the potential distribution model. For categorical variables the percent occurrence of the categories in the total area of the polygons is reported, and categories are ordered according to these values.*

Categorie di uso del suolo	%
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	7,55
2.3.1. Prati stabili	1,16
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	34,95
3.1.1. Boschi di latifoglie	
3.1.1.3. Boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile (acero-frassino, carpino nero-orniello)	1,03
3.1.1.5. Boschi a prevalenza di faggio	9,42
3.1.2. Boschi di conifere	
3.1.2.3. Boschi a prevalenza di abete bianco e/o abete rosso	6,85
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	
3.1.3.1.5. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio	2,39
3.1.3.2.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini montani e oromediterranei	0,58
3.1.3.2.3. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abete bianco e/o abete rosso	33,27
3.2.2. Brughiere e cespuglieti	1,78
3.3.1. Spiagge, dune e sabbie	0,91
3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0,11

Tab. II - Proporzioni delle categorie di uso del suolo nell'area della distribuzione potenziale dei carpineti nell'alta Valle del Bût secondo la carta Corine Land Cover 2012 (da SINAnet - ISPRA).

- *Proportion of land cover categories in the potential distribution area of Hornbeam woods in the upper Bût Valley based on Corine Land Cover 2012 map (from SINAnet - ISPRA).*

In base alla carta dei tipi forestali (tab. III) il 33,6 % dell'area potenziale dei carpineti corrisponde a peccete e rimboschimenti ad abete rosso: in particolare, per quanto riguarda le peccete, ben il 22,8 % dell'area corrisponde alle peccete di sostituzione ed il 3,4% a peccete secondarie. I boschi di latifoglie ricoprono il 19 % dell'area potenziale, con una netta preponderanza delle faggete. Va ricordato che la scarsa presenza della categoria corrispondente ai carpineti è anche dovuta al fatto che questi boschi sono presenti spesso come

Tipologia forestale (categorie)	%
Peccete	33,30
Rimboschimenti ad Abete Rosso	0,28
Abieteti	1,77
Pinete di Pino nero e Pino silvestre	0,66
Piceo-faggeti	5,16
Faggete	13,28
Rovereti e castagneti	2,49
Orno-Ostrieti e Ostrio-Querceti	1,70
Aceri-Frassineti e Aceri-Tiglieti	1,02
Betuleti e corileti	0,67
Alnete	0,40
Querco-Carpineti e Carpineti	0,31
Neocolonizzazioni	3,04
Non tipificato	35,90

Tab. III - Proporzione delle varie tipologie forestali nell'area della distribuzione potenziale dei carpineti nell'alta Valle del Bût in base alla carta da tipi forestali 2013 (da IRDAT FVG).

- Proportion of woodland types in the potential distribution area of Hornbeam woods in the upper Bût Valley based on the map of Forest Types 2013 (from IRDAT FVG).

frammenti poco estesi, non cartografabili alla scala delle carte di uso del suolo e dei tipi forestali create a livello nazionale o regionale.

Complessivamente l'analisi indica che l'area con condizioni potenzialmente adatte per i carpineti si posiziona nelle zone più favorevoli all'uomo, in cui si sviluppano i centri abitati e le attività agricole. Inoltre una notevole parte dell'areale potenziale corrisponde a peccete, ed in particolare a peccete secondarie e di sostituzione, che si trovano al di sotto del loro limite altitudinale naturale: questo suggerisce che il carpino bianco sia stato ridotto in passato dall'uomo a favore della coltura del peccio, economicamente più redditizio.

La nuova associazione di carpineto

Le aree dominate dal carpino bianco individuate nello studio sono risultate spesso molto ridotte e disturbate nelle loro caratteristiche di fisionomia e composizione floristica, e di non facile interpretazione dal punto di vista fitosociologico. Accanto ad alcune situazioni nella parte meridionale dell'area di studio riconducibili ad aspetti di *Ornithogalo-Carpinetum*, nella regione mesalpica è stato individuato un tipo di carpineto peculiare che è stato caratterizzato dal punto di vista fitosociologico tramite il confronto con altre tipologie di carpineti della fascia collinare e montana del Friuli Venezia Giulia e delle zone limitrofe del Veneto e Slovenia.

La classificazione ha individuato 3 gruppi principali di rilievi (fig. 4), suddivisi in sottogruppi determinati fondamentalmente dal tipo di substrato e dalle caratteristiche climatiche (termicità e continentalità). Il gruppo A include tutti i rilievi di *Vaccinio-Carpinetum* della Slovenia e dei carpineti mesalpici della Valle del Bût,

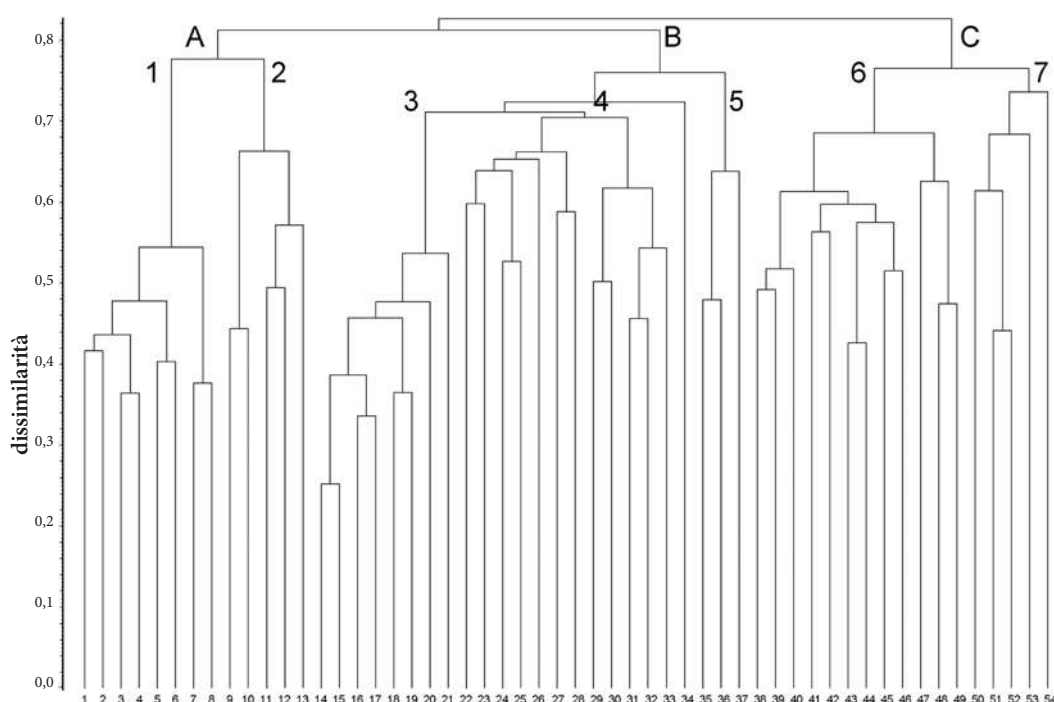


Fig. 4 - Dendrogramma dei 54 rilievi di carpineti.
- Dendrogram of the 54 relevés of Hornbeam woods.

separati rispettivamente nei sottogruppi 1 e 2; questo gruppo individua tutti i rilievi di cenosi sviluppate su substrati a pH acido. Il gruppo B include rilievi di carpineti a distribuzione collinare-prealpina legati a substrati da subacidi a decisamente basici, da marnoso-arenacei a nettamente carbonatici, corrispondenti a due diverse cenosi: il sottogruppo 3 riunisce i rilievi di *Helleboro-Carpinetum* della Slovenia, mentre la parte rimanente del gruppo B comprende i diversi aspetti di *Ornithogalo-Carpinetum*. Il gruppo C separa nettamente i rilievi di *Asaro-Carpinetum* delle doline del Carso, che vengono suddivisi in due sottogruppi: il sottogruppo 7 include tutti i rilievi della subassociazione a *Cardamine enneaphyllos*, che si sviluppa su materiali di crollo o pendii rupestri di doline, sottolineando la marcata litofilia di questo aspetto dei carpineti carsici.

Nella PCA (fig. 5, significatività primo asse: 11,3 %, secondo asse: 9,0 %) i rilievi delle 4 cenosi già descritte e quelli della Valle del Bût formano gruppi chiaramente distinti: i rilievi del carpineto mesalpico della Valle del Bût e di *Vaccinio-Carpinetum* si collocano nel terzo quadrante evidenziando l'affinità floristico-ecologica, quelli di *Helleboro-Carpinetum* nel secondo, mentre i rilievi di *Asaro-Carpinetum* si staccano nettamente nella parte positiva della prima componente principale e si presentano prevalentemente nel quarto quadrante. La disposizione dei rilievi nell'ordinamento può essere interpretata in base ad un gradiente di pH del substrato crescente lungo la seconda componente principale, passando da *Vaccinio-Carpinetum* e dai carpineti della Valle del Bût, cenosi acidofile poste all'estremo negativo dell'asse, a *Helleboro-Carpinetum*, comunità francamen-

te basofila legata a substrati carbonatici, posta all'estremo positivo. Lungo la prima componente principale si può individuare un gradiente climatico di termicità crescente e continentalità decrescente, passando dalla cenosi di *Vaccinio-Carpinetum* diffusa nella parti più interne di aree montane della Slovenia centrale ed orientale a clima umido continentale con massimo di precipitazioni all'inizio dell'estate, attraverso le cenosi di settori montani, prealpini e collinari con clima sempre meno continentale, con estati da fresche a miti e buone precipitazioni annuali ed estive ad andamento equinoziale con massimi in autunno (*Helleboro-Carpinetum*, carpineto mesalpico carnico, *Ornithogalo-Carpinetum*), fino alla cenosi submediterranea di *Asaro-Carpinetum*, diffusa nell'area carsica caratterizzata da temperature più elevate e regime pluviometrico ridotto rispetto alle altre, estati calde e con tendenza all'aridità.

L'analisi multivariata conferma quindi l'originalità del carpineto mesalpico della Valle del Bût, che, seppur affine a *Vaccinio-Carpinetum*, costituisce una comunità distinta. In tab. IV è riportata la tabella analitica della nuova associazione, mentre in tab. V è presentata la tabella di confronto dei rilievi delle varie tipologie forestali considerate nello studio. Le caratteristiche floristiche ed ecologiche delle diverse comunità vengono ben evidenziate facendo precedere alle specie di significato sintassonomico una differenziazione ecologica.

La nuova associazione e *Vaccinio-Carpinetum* formano un gruppo di cenosi acidofile ben distinto da tutte le altre tipologie di carpineti che sono impostate su rocce carbonatiche, conglomerati, flysch, o sedimenti fluvioglaciali. Rispetto a *Vaccinio-Carpinetum*,

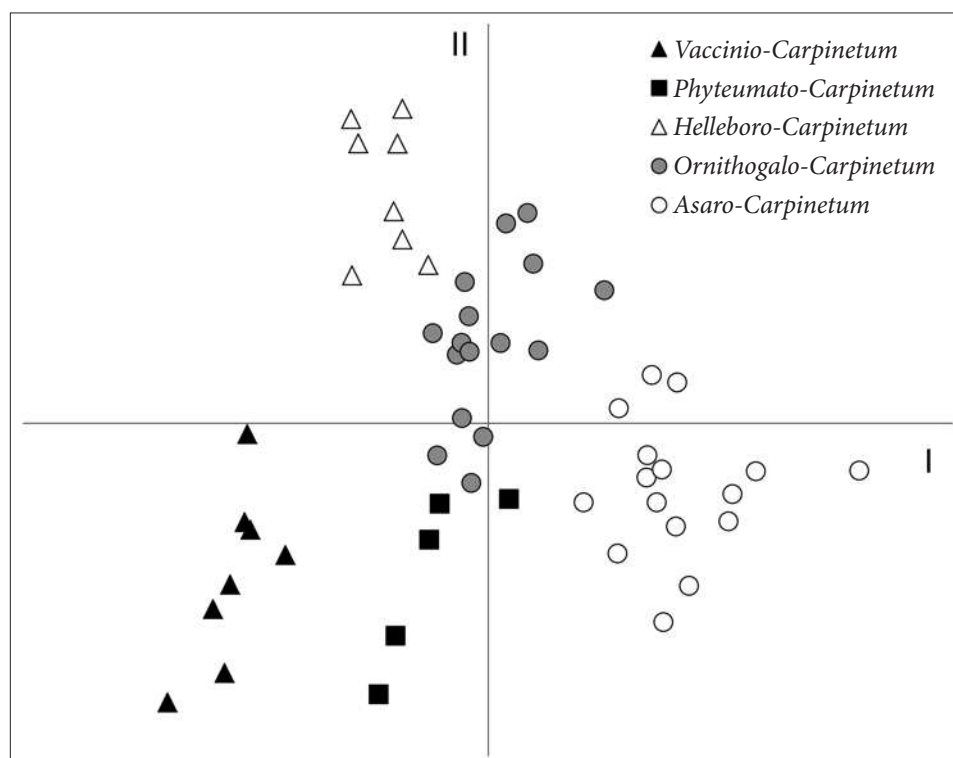


Fig. 5 - Analisi delle Componenti Principali dei 54 rilievi di carpineti (rilievi dell'alta Valle del Bût = *Phyteumato-Carpinetum*).

- Principal Component Analysis of the 54 relevés of Hornbeam woods (relevés from the upper Bût Valley = *Phyteumato-Carpinetum*).

		N. progressivo rilievo	1	2	3	4	5*	
		Altitudine (m s.l.m., x 10)	72	75	72	67	68	
		Esposizione	E	S	ESE	S	ESE	
		Inclinazione (°)	20	25	20	35	30	
		N. specie	52	44	35	27	56	
Forma biologica	Corotipo		Pres.					
Specie caratteristiche e differenziali di associazione								
H Scap	Endem. E-Alp.	<i>Phyteuma zahlbruckneri</i> Vest	1	1	+	+	+	5
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	+	+	.	+	+	4
H Caesp	Eurasiat.	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	+	1	.	.	+	3
H Ros	Circumbor.	<i>Polypodium vulgare</i> L.	+	+	.	.	+	3
G Rhiz	Circumbor.	<i>Adoxa moschatellina</i> L. ssp. <i>moschatellina</i>	+	.	+	.	+	3
Specie caratteristiche dell'alleanza Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli								
H Ros	Europ.-Caucas.	<i>Primula vulgaris</i> Huds.	+	.	1	1	+	4
G Bulb	SE-Europ.	<i>Crocus heuffelianus</i> Herb.	.	.	2	2	1	3
Specie caratteristiche dell'alleanza Aremonio agrimonoidis-Fagion sylvaticae								
G Rhiz	Orof. S-Europ.	<i>Anemonoides trifolia</i> (L.) Holub ssp. <i>trifolia</i>	.	+	1	+	1	4
H Scap	Orof. E-Alpino-Dinarica	<i>Lamium orvala</i> L.	.	.	1	1	1	3
H Ros	Orof. NE-Medit.	<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.	.	.	.	+	.	1
H Ros	E-Alp.Dinar.	<i>Cardamine trifolia</i> L.	.	.	.	.	+	1
Specie caratteristiche dell'ordine Fagetalia sylvaticae								
P scap	Centro-Europ.-Caucas.	<i>Carpinus betulus</i> L.	2	1	3	2	3	5
G Rhiz	SE-Europ. (Subpontico)	<i>Symphytum tuberosum</i> L. ssp. <i>angustifolium</i> (A. Kern.) Nyman	2	1	1	+	+	5
G Rhiz	Centro-Europ.	<i>Euphorbia dulcis</i> L.	+	+	+	+	+	5
P Caesp	Europeo-Caucas. (Subpontico)	<i>Tilia cordata</i> Mill.	+	1	.	+	+	4
H Scap	Orof. Eurasiat.	<i>Salvia glutinosa</i> L.	+	.	+	+	+	4
H Ros	Subcosmop.	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	+	+	+	.	.	3
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	1	+	.	.	+	3
G Rhiz	Subcosmop.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	+	+	.	.	+	3
P Scap	Europ.-Caucas.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	.	+	+	.	3
Ch Rept	Centro Europ.-Caucas.	<i>Vinca minor</i> L.	2	.	.	.	2	2
P Scap	Europ.-Caucas.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	.	.	.	+	2
H Caesp	Europ.-Caucas.	<i>Melica nutans</i> L.	1	+	.	.	.	2
T Scap	Eurasiat.	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	+	+	.	.	.	2
G Rhiz	Circumbor.	<i>Milium effusum</i> L.	+	+	.	.	.	2
H Scap	Orof. Paleotemp. e -trop.	<i>Sanicula europaea</i> L.	+	+	.	.	.	2
Np		<i>Rubus hirtus</i> (gruppo)	1	.	1	.	.	2
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Actaea spicata</i> L.	+	.	.	+	.	2
H Scap	Centro e S-Europ.	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	.	+	.	.	+	2
H Scap	Circumbor.	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	.	+	+	.	.	2
P Scap	Pontico	<i>Prunus avium</i> L.	.	.	1	.	+	2
G Bulb	S-Europ.	<i>Leucojum vernum</i> L.	.	.	1	.	1	2
P Scap	Centro-Europ.	<i>Fagus sylvatica</i> L.	.	.	+	.	2	2
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Lamium galeobdolon</i> L.	.	.	+	.	+	2
H rept	Eurosib.	<i>Asarum europaeum</i> L.	.	.	+	.	+	2
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	.	.	.	+	+	2
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Lathraea squamaria</i> L.	.	.	.	+	+	2
T scap	Subcosmop.	<i>Geranium robertianum</i> L.	.	+	.	.	.	1
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	.	.	+	.	.	1
H Scap	Centro-Europ.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	.	.	.	.	1	1
G Rhiz	Centro-Europ.-Pontico	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	.	.	.	.	+	1
G Rhiz	Paleotemp.	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz ssp. <i>helleborine</i>	.	.	.	.	+	1
H Scap	Orof. Alpico-Appenn.	<i>Galium laevigatum</i> L.	.	.	.	.	+	1
G Rhiz	Europ.-Caucas.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	.	.	.	.	+	1
Specie caratteristiche dell'ordine Quercetalia roboris								
P Scap	SE-Europ.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	2	2	1	.	1	4
H Caesp	Centro-Europ.	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	+	.	+	+	1	4
G Rhiz	Circumbor.	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schmidt	+	.	.	.	+	2
H Scap	Circumbor.	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	+	.	.	.	.	1
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Hieracium sabaudum</i> L.	.	+	.	.	.	1
G Rhiz	Cosmopol.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	.	+	.	.	.	1
H Scap	Europ.	<i>Viola riviniana</i> Rchb.	.	.	.	+	.	1
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Hieracium racemosum</i> Waldst. & Kit. ex Willd.	.	.	.	.	+	1
T Scap	Eurosib.	<i>Melampyrum pratense</i> L.	.	.	.	.	+	1
H Caesp	Circumbor.	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	.	.	.	.	+	1

			N. progressivo rilievo	1	2	3	4	5*	
			Altitudine (m s.l.m., x 10)	72	75	72	67	68	
			Esposizione	E	S	ESE	S	ESE	
			Inclinazione (°)	20	25	20	35	30	
			N. specie	52	44	35	27	56	
Forma biologica	Corotipo								Pres.
Specie caratteristiche dell'ordine Quercetalia pubescenti-petraeae									
H Scap	Eurosib.	<i>Veronica chamaedrys</i> L. ssp. <i>chamaedrys</i>	+	+	.	+	.	3	
P scap	N-Eurimedit.-Pontico	<i>Fraxinus ornus</i> L.	1	+	.	.	2	3	
P caesp	S-Europ.	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	+	+	.	.	.	2	
Specie caratteristiche della classe Querco roboris-Fagetea sylvaticae									
P scap	Europ. (subatl.)	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	1	1	1	3	1	5	
H Caesp	Europ.-Caucas.	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	+	.	+	1	+	4	
H Scap	Circumbor.	<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	+	.	.	+	3	
H Scap	Eurosib.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau	+	+	.	.	+	3	
H Caesp	Eurasiat.	<i>Carex digitata</i> L.	1	1	.	.	+	3	
H Scap	Eurasiat.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	+	+	.	.	+	3	
H Scap	Europ.-Caucas.	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	+	.	.	.	+	2	
H Rept	Europ.-Caucas.	<i>Ajuga reptans</i> L.	+	+	.	.	.	2	
T scap	Eurasiat.	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	+	+	.	.	.	2	
H scap	Eurosib.	<i>Hieracium murorum</i> L.	.	+	.	.	+	2	
H Scap	Paleotemp.	<i>Campanula trachelium</i> L.	.	1	.	.	.	1	
G bulb	Eurasiat.	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	.	1	.	.	1	
G Rhiz	Circumbor.	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	.	.	.	.	+	1	
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	.	.	.	.	+	1	
Specie caratteristiche della classe Rhamno catharticae-Prunetea spinosae									
P Caesp	Europ.-Caucas.	<i>Corylus avellana</i> L.	1	.	2	1	2	4	
P Lian	Submedit.-Subatl.	<i>Hedera helix</i> L. ssp. <i>helix</i>	+	.	+	+	+	4	
P Lian	Europ.-Caucas.	<i>Clematis vitalba</i> L.	.	+	.	+	.	2	
Specie compagne									
P Scap	Eurosib.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	2	3	2	1	2	5	
G Rhiz	Circumbor.	<i>Oxalis acetosella</i> L.	1	.	+	.	+	3	
P Caesp	Europ.-Caucas.	<i>Sambucus nigra</i> L.	+	1	+	.	.	3	
G Bulb	Paleotemp.	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	.	+	.	.	+	3	
G Bulb	Centro-Europ.	<i>Colchicum autumnale</i> L.	.	.	1	2	+	3	
G Rhiz	Orof. Centro-Europ.-W-Asiat.	<i>Petasites albus</i> (L.) Gaertn.	1	1	.	.	.	2	
H Caesp	Subcosmop. Temp.	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	+	1	.	.	.	2	
P caesp	N-Amer.	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	+	+	.	.	.	2	
G Rhiz	Eurasiat.	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	.	+	1	.	.	2	
T Scap	Illirico	<i>Melampyrum velebiticum</i> Borbás ex Hand.-Mazz.	+	.	.	.	.	1	
P caesp	Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	+	.	.	.	.	1	
P caesp	Europ.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	.	.	.	.	1	
Ch Frut	Circumbor.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	.	.	.	.	1	
H Scap	Eurosib.	<i>Angelica sylvestris</i> L.	.	+	.	.	.	1	
T Scap	Europ.	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	.	+	.	.	.	1	
P scap	Paleotemp.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	.	.	1	.	.	1	
G Rhiz	Circumbor.	<i>Equisetum arvense</i> L.	.	.	+	.	.	1	
H Rept	Eurosib.	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	.	+	.	.	1	
G Rhiz	Eurosib.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	.	.	.	+	.	1	
P Scap	Orof. S-Europ.	<i>Abies alba</i> Mill.	.	.	.	.	+	1	

Tab. IV - *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli* ass. nova, holotypus ril. n. 5.- *Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli* ass. nova, holotypus rel. n. 5.

il carpineto mesalpico si caratterizza per una minore acidofilia ed una maggiore termofilia; considerando la presenza di specie termofile si può però constatare una notevole diminuzione di specie nei confronti delle cenosi prealpine e collinari. Nel complesso il carpineto mesalpico mostra un carattere intermedio tra le associazioni submediterranee e prealpine e quella più continentale acida.

L'analisi evidenzia inoltre una chiara distinzione tra i due carpineti a carattere submediterraneo, *Ornithogalo-Carpinetum* collinare-prealpino e *Asaro-Carpinetum* carsico, che conferma l'autonomia di queste due associazioni. Entrambe mostrano una certa eterogeneità, condizionata dalle caratteristiche edafiche, della morfologia e micromorfologia delle stazioni: emerge in modo evidente l'articolazione ecologica di *Asaro-Carpinetum*, ed

49

Associazione					
N. progressivo rilievo					
V	V	V	V	V	V
1	8	2	3	6	7
3	5	3	3	2	2
Specie caratteristiche della classe Quercro roboris-Fagetia sylvaticae					
Anemomoides nemorosa	.	.	.	.	.
Quercus petraea	1	+	+	1	1
Solidago virgaurea	.	+	+	+	1
Viola reichenbachiana	.	+	+	+	+
Ajuga reptans	.	+	+	+	+
Lactuca muralis	.	+	+	+	+
Campanula trachelium	.	.	.	.	.
Festuca glabra	.	.	.	.	.
Pedicularis heterophylla	.	.	.	.	.
Carex digitata	.	.	.	.	.
Hepatica nobilis	.	.	.	.	.
Brachypodium sylvaticum	.	.	.	.	.
Ranunculus ficaria	.	.	.	.	.
Nothofagus tinctoria	.	.	.	.	.
Urtica minor ssp. minor	.	.	.	.	.
Specie caratteristiche della classe Rhamno catharticae-Prunetia spinosae					
Corylus avellana	+	+	+	+	+
Eurostaphylos europaeus	.	.	.	.	.
Cornus sanguinea	.	.	.	.	.
Rosa arvensis	.	.	.	.	.
Berberis vulgaris vulgaris	.	.	.	.	.
Ligustrum vulgare	.	.	.	.	.
Glaucium monogyna	.	.	.	.	.
Viburnum lantana	.	.	.	.	.
Eurostaphylos verrucosus	.	.	.	.	.
Prunus spinosa	.	.	.	.	.
Specie compagne					
Aegopodium podagraria	+	+	+	+	+
Oxalis acetosella	1	.	2	1	1
Picea abies	+	2	1	1	2
Colchicum autumnale	.	.	.	.	.
Sambucus nigra	.	.	.	.	.
Fragaria vesca	.	.	.	.	.
Listera ovata	.	.	.	.	.
Abies alba	.	.	.	.	.
Fragaria moschata	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.
Rubus sp.	.	.	.	.	.
Galium verum	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.
Equisetum arvense	.	.	.	.	.
Platanthera bifolia	.	.	.	.	.
Melampyrum veluticatum	.	.	.	.	.
Carex montana	.	.	.	.	.
Geum urbanum	.	.	.	.	.
Thalictrum aquilegifolium	.	.	.	.	.
Ranunculus auricomus	.	.	.	.	.
Glechoma hederacea	.	.	.	.	.
Allium carinatum + Allium coloratum	.	.	.	.	.
Campanula rapunculid	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.
Asplenium trichomanes	.	.	.	.	.
specie sporadiche					

Tab. V - Tabella dei 54 rilievi di carpineti ordinati in base ai risultati della classificazione. Legenda: V = Vaccinio-Carpinetum; P = Phyteumato-Carpinetum; H = Helleboro-Carpinetum; O = Ornithogalo-Carpinetum; A = Asaro-Carpinetum. AreF = Aremonio-Fagion sylvaticae; QF = Quercio-Fagion sylvaticae; Qpub = Quercetalia pubescenti-petraeae; Qrob = Quercetalia roboris; RP = Rhamno-Prunetea spinosae.

- Table of the 54 relevés of Hornbeam woods ordered according to classification. Legend: V = *Vaccinio-Carpinetum*; P = *Phyteumato-Carpinetum*; H = *Helleboro-Carpinetum*; O = *Ornithogalo-Carpinetum*; A = *Asaro-Carpinetum*. AreF = *Aremonio-Fagion sylvaticae*; QF = *Quercus robur-Fagetum sylvaticae*; Qpub = *Quercetalia pubescenti-petraeae*; Qrob = *Quercetalia roboris*; RP = *Rhamno-Prunetea spinosae*.

in particolare la variante rupestre delle doline di crollo a *Cardamine enneaphyllos*.

Phyteumato zahlbruckneri - Carpinetum betuli Pol-dini, Castello & Altobelli ass. nova hoc loco (tab. IV); *holotypus*: ril. 5 in tab. IV.

Fisionomia e struttura. È un bosco dominato nello strato arboreo da *Carpinus betulus* con compartecipazione di *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus* e *Tilia cordata*; *Robinia pseudacacia* si presenta nei siti prossimi ai centri abitati. La presenza di *Castanea sativa* e *Picea abies* è stata certamente favorita dall'azione antropica. La struttura del bosco è tendenzialmente biplana: nel piano dominante il carpino bianco è affiancato da abete rosso, rovere e faggio e nel piano dominato abbonda il carpino bianco (Figg. 6, 7).

Lo strato arbustivo è poco sviluppato e costituito soprattutto da *Corylus avellana*, *Fraxinus ornus*, *Laburnum anagyroides*, cui si aggiungono *Sambucus nigra* e *Rubus ulmifolius* negli aspetti prossimi a zone più antropizzate e a coltivi abbandonati.

Lo strato erbaceo presenta un ricco corteggio floristico, caratterizzato da numerose specie tipiche della flora nemorale a fioritura primaverile e geofite. Tra le specie più comuni: *Adoxa moschatellina*, *Anemonoides trifolia* ssp. *trifolia*, *Athyrium filix-femina*, *Cephalanthera longifolia*, *Crocus heuffelianus*¹⁾, *Cruciata glabra*, *Dryopteris filis-mas*, *Euphorbia dulcis*, *Festuca heterophylla*, *Lamium orvala*, *Plantanthera bifolia*, *Polypodium vulgare*, *Prenanthes purpurea*, *Salvia glutinosa*, *Solidago virgaurea*, *Symphytum tuberosum* ssp. *angustifolium*, *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedrys*, *Viola reichenbachiana*, e ancora *Calamagrostis arundinacea*, *Luzula luzuloides* e *Oxalis acetosella* che testimoniano il carattere acidofilo della cenosi.

Specie diagnostiche. *Phyteuma zahlbruckneri*, *Cephalanthera longifolia*, *Calamagrostis arundinacea*,

Polypodium vulgare. La specie caratterizzante *Ph. zahlbruckneri* (sin.: *Ph. persicifolium* Hoppe) si presenta spesso negli orli delle faggete acidofile (*Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae* e *Luzulo-Fagetum*) insieme a *Chaerophyllum aureum*, e negli aspetti più acidofili delle praterie mesiche submontane e montane a *Festuca rubra* s.l. (*Trisetum flavescens-Polygonum bistortae*).

Sintassonomia. L'associazione si inserisce nell'alleanza illirica di *Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli*, suballeanza *Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli*, che include cenosi basofile prealpine e submediterranee della parte occidentale del settore Illirico NW sviluppate su substrati carbonatici, e cenosi neutro-moderatamente acidofile predinariche e subpannoniche della parte orientale del settore Illirico NW che si sviluppano su suoli più profondi soprattutto su substrati non carbonatici; la suballeanza è estesa in



Fig. 6 - *Phyteumato-Carpinetum betuli* nell'alta Valle del Bût con fioritura di *Phyteuma zahlbruckneri*.
- *Phyteumato-Carpinetum betuli* from the upper Bût Valley with *Phyteuma zahlbruckneri*.

1) In un recente lavoro di PERUZZI (2016), dedicato specificamente alla prima segnalazione in Italia di *Crocus heuffelianus* Herb. (sin.: *Crocus neapolitanus* auct. non (Ker Gaw.) Loisel., *Crocus exiguus* Schur), entità appartenente al complesso di *C. vernus*, si dimostra che tutto il materiale indicato finora in Friuli Venezia Giulia come *C. neapolitanus* o *C. vernus* (L.) Hill subsp. *vernus* corrisponda in realtà a questa specie. *C. heuffelianus* è diffuso nell'Europa centro-orientale dall'Austria e penisola balcanica fino alla Romania ed Ucraina; in Italia è noto finora per il Friuli Venezia Giulia e Veneto. Molto simile a *C. neapolitanus*, si differenzia facilmente per una chiazza più scura a forma di cuore o di V nella parte apicale dei tepali, subito sotto l'apice. Il problema, già intuito nella sua complessità da ADLER et al. (1994), FISCHER et al. (2008) e DIETRICH & MITIĆ (2014) viene affrontato da HARPE et al. (2015) e PERUZZI et al. (2016) che chiariscono il significato delle varie sinonimie: *C. neapolitanus* è diffuso e comune nell'Appennino centro-meridionale mentre è da escludersi da Toscana, Marche e regioni dell'Italia Nord-occidentale, dove è sostituito da *C. neglectus* Peruzzi & Carta.

Italia dalle Alpi orientali attraverso la Pianura Padana fino agli Appennini settentrionali (KOŠIR et al. 2013). Il ritrovamento di questa unità rende quindi necessario un aggiustamento da un lato dell'ecologia della suballeanza riportata nel PRODROMO DELLA VEGETAZIONE ITALIANA (versione 2015), che comprende quindi cenosi da basofile a moderatamente acide, dall'altro della caratterizzazione in senso corologico data da KOŠIR et al. (2013), estendendo la distribuzione delle cenosi neutro-acidofile dalla regione predinarica e subpannonica fino alle Alpi sud-orientali italiane.

La cenosi si raccorda in particolare con i carpineti acidofili di *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* della Slovenia centrale ed orientale. L'appartenenza a *Erythronio-Carpinion* è assicurata da *Crocus heuffelianus* e *Primula vulgaris*. In analogia con *Vaccinio-Carpinetum*, le specie di questa alleanza sono ridotte rispetto alle altre tipologie considerate (tab. V); la riduzione di specie caratteristiche di *Erythronio-Carpinion* dipende dalla marginalità della cenosi, nonché dai substrati acidi sui quali essa insiste. La relativa povertà di specie di alleanza è però compensata dall'abbondanza delle specie di *Aremonio-Fagion*.

L'afferenza alla suballeanza *Lonicero-Carpinionion* è data dalla presenza di *Carex digitata*, *Euphorbia dulcis*, *Lamium orvala*, *Luzula pilosa*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Vinca minor*, ecc. (KOŠIR et al. 2013).

Contribuiscono alla caratterizzazione di questi carpineti rispetto a quelli dell'Europa Centrale le specie di *Aremonio-Fagion* *Aremonia agrimonoides*, *Anemonoides trifolia* ssp. *trifolia*, *Cardamine trifolia*, *Lamium orvala* (tab. IV).

Le specie di *Fagetalia* sono ben rappresentate; tra queste le più frequenti sono *Adoxa moschatellina*, *Athyrium filis-femina*, *Dryopteris filis-mas*, *Euphorbia dulcis*, *Fraxinus excelsior*, *Prenanthes purpurea*, *Salvia glutinosa*, *Symphytum tuberosum* ssp. *angustifolium*, *Tilia cordata*.

Sono numerose le specie acidofile, rappresentate dalle entità di *Quercion roboris* quali *Castanea sativa*, *Luzula luzuloides*, *L. pilosa*, *Maianthemum bifolium*, cui si aggiungono *Vaccinium myrtillus* e *Picea abies* (Tabb. IV, V). La presenza di *Castanea sativa* conferma la caratteristica di meridionalità di questi boschi, contribuendo alla loro differenziazione da quelli transalpini europei.

Rispetto ai carpineti avanalpici ed esalpici, il carpineto mesalpico si caratterizza positivamente per la presenza di *Picea abies*, *Abies alba*, *Vaccinium myrtillus* e *Luzula luzuloides* tipiche delle aree montane, e negativamente per la riduzione degli elementi mediterranei. Pur venendo meno specie francamente mediterranee quali *Ruscus aculeatus*, *Asparagus acutifolius* e *A. tenuifolius*, il carattere termofilo, ancorché ridotto, è evidenziato da specie ingredienti da *Quercetalia pubescenti-petraeae* quali *Cephalanthera longifolia*, *Fraxinus ornus*,

Laburnum anagyroides e *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedrys*, cui si aggiungono le specie lianose termofile *Hedera helix* e *Clematis vitalba*. Si evidenzia quindi un gradiente termico decrescente passando dai carpineti carsici ed esalpici, attraverso *Phyteumato-Carpinetum* e *Helleboro-Carpinetum*, fino a *Vaccinio-Carpinetum* (tab. V). Inoltre, nel carpineto mesalpico appare decisamente ridotta la componente arbustiva di *Rhamno-Prunetea*, ben rappresentata solo da *Corylus avellana*; *Clematis vitalba* ed *Hedera helix* raccordano la cenosi agli altri carpineti esalpici e avanalpici, confermandone il carattere moderatamente termofilo (tab. V). L'affine *Vaccinio-Carpinetum* si dimostra invece un'associazione marcatamente subcontinentale acidofila.

Per la posizione biogeografica si nota quindi una progressione passando dai carpineti carsici, collinari e prealpini (*Asaro-Carpinetum* e *Ornithogalo-Carpinetum*), cenosi nettamente submediterranee, a cui si collega il carpineto mesalpico carnico grazie alla persistenza di elementi termofili, verso i carpineti della Slovenia (*Helleboro-Carpinetum* e *Vaccinio-Carpinetum*), più interni e con maggiore carattere continentale, come evidenziato anche dall'analisi numerica (Figg. 4, 5).

Sinecologia. La cenosi si sviluppa su suoli moderatamente acidi impostati su substrati silicatici alterabili paleozoici, con marcata componente terrigena, della Formazione del Dimón e dell'Arenaria di Val Gardena. Cresce nella fascia submontana e montana inferiore (tra 500 e 1000 m s.l.m.), gravitando nell'orizzonte supratemperato inferiore (piano montano), nel margine meridionale del settore fitogeografico endalpico (POLDINI 1987) ovvero nella regione forestale mesalpica (DEL FAVERO et al. 2016), dimostrando un carattere subcontinentale. Si localizza nelle parti inferiori dei rilievi, su pendii anche fortemente inclinati, con esposizioni meridionali prevalentemente a S, E e SE. È legata a situazioni interessate dall'influenza mitigatrice delle correnti umide e calde provenienti dal mare, con buone precipitazioni atmosferiche (1600-1800 mm annui), temperature medie annue di 8-11 °C, estati miti e piuttosto piovose (ARPA FVG - OSMER 2014; DEL FAVERO et al. 1998, 2016).

Questo carpineto rappresenta una situazione intermedia per acidità dei suoli tra *Vaccinio-Carpinetum* da un lato ed *Ornithogalo-Carpinetum* ed *Helleboro-Carpinetum* dall'altro, dimostrandosi un'associazione acidoclima. La sua relazione con la cenosi nettamente acidofila *Vaccinio-Carpinetum* è analoga a quella che si instaura nel caso dei boschi di faggio montani in Friuli Venezia Giulia tra *Galio odorati-Fagetum* (cenosi già segnalata per il Friuli da POLDINI & NARDINI (1994) con il nome di *Aposerido-Fagetum* ad interim), tendenzialmente neutrofila e meso-eutrofica, fertile, caratterizzata da un ricco sottobosco di specie tipicamente fagetalie in cui sono presenti anche specie acidofile e che in Friuli resta localizzata sui suoli mesici impostati sulla Formazione

di Werfen, e *Luzulo-Fagetum*, associazione decisamente acidofila che a quote elevate si arricchisce in conifere e specie acidofile tipiche delle peccete e abietete.

Sincorologia. L'associazione è stata individuata nella Carnia centrale nell'alta Valle del Bût. L'area potenziale della cenosi gravita lungo il margine meridionale del settore fitogeografico endalpico (POLDINI 1987) e nella regione forestale mesalpica (sottoregione esterna e centrale) della Carnia (DEL FAVERO et al. 2016).

Habitat Natura 2000. Habitat 91L0 - Quercocarpineti illirici (*Erythronio-Carpinion*). Costituisce l'associazione corrispondente all'habitat BL12 "Boschi su suoli acidi del piano montano inferiore del settore mesalpico a *Carpinus betulus* e *Picea abies*" del Manuale degli habitat del Friuli Venezia Giulia (POLDINI et al. 2006) sostituendo l'associazione *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* finora utilizzata nel Manuale per l'inquadramento sintassonomico di questo habitat.

Note. Dal punto di vista delle tipologie forestali individuate per il Friuli Venezia Giulia in DEL FAVERO et al. (1998, 2016), la variante esalpica interna del carpineto tipico si inquadra bene in *Phyteumato-Carpinetum*.

Rapporti seriali: serie di vegetazione *Phyteumato zahlbruckneri-Carpino betuli sigmetum*

Phyteumato-Carpinetum rappresenta la vegetazione terminale di una nuova serie dinamica che si identifica con la seguente declaratoria: serie alpina sud orientale, supratemperata inferiore (montana), iperumida inferiore, su substrati silicatici alterabili paleozoici

(Formazione del Dimon, Arenaria di Val Gardena), a carpino bianco (*Phyteumato zahlbruckneri-Carpino betuli* Σ).

Phyteumato-Carpinetum costituisce una cenosi forestale extrazonale presente nell'area alpina (regione mesalpica) grazie a particolari caratteristiche mesoclimatiche determinate dall'effetto congiunto dell'orientamento delle vallate in senso latitudinale, dell'influenza di correnti calde ed umide provenienti dal mare e dell'esposizione meridionale dei versanti, a cui si aggiunge il particolare tipo di substrato silicatico. Si tratta di carpineti su substrati blandamente acidi, che pertanto condividono molte caratteristiche con le contigue faggete con le quali stabiliscono contatti laterali di *Galio odorati-Fagetum*, che costituisce la vegetazione zonale di questi ambienti.

L'articolazione del nuovo sigmeto viene sintetizzata di seguito.

1. Testa di serie del carpino (*Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli*).
2. Il mantello e gli stadi di prebosco di *Phyteumato-Carpinetum* sono costituiti da corileti subacidi inquadrabili nel fitocenon a *Corylus avellana* e *Daphne mezereum* (POLDINI & VIDALI 1995), che costituisce lo stadio prenemorale arbustivo di ripresa del bosco dopo l'abbandono dei pascoli e delle colture dei versanti montuosi.
3. Orli boschivi. Nell'area sono state individuate diverse strutture periferiche di orlo erbaceo gravitanti in *Trifolion medii*, articolate secondo un gradiente che



Fig. 7 - *Phyteumato-Carpinetum betuli* in contatto con peccete e prati da sfalcio di *Arrhenatherion elatioris*.
- *Phyteumato-Carpinetum betuli* in contact with Spruce woods and *Arrhenatherion elatioris* hay meadows.

va, a seconda delle condizioni di termicità e disponibilità idrica del suolo, dagli orli mesotermofili a *Salvia glutinosa* e *Calamintha nepeta* ssp. *sylvatica* (incl. *C. ascendens*), ad orli a *Lathyrus laevigatus* ssp. *occidentalis* e *Laserpitium latifolium*, affini a quelli che si instaurano sulla Formazione di Werfen a contatto con *Galio-Fagetum* e *Castaneo-Fagetum* in altre località della Carnia (POLDINI, *ex schedis*), ad orli più mesofili a *Vicia sylvatica*, fino ad orli a *Chaerophyllum aureum* osservati nelle situazioni più fresche.

4. Praterie. Afferiscono a questo sigmeto le praterie submontane a *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Agrostis capillaris* e *Stellaria graminea* di *Arrhenatherion elatioris*, prati da sfalcio pingui originariamente inquadrati da POLDINI & ORIOLO (1995) nel “fitoceno basale a *Festuca nigrescens* e *Stellaria graminea*” nell’ambito dell’alleanza *Trisetum flavescens-Polygonum bistortae*. Attualmente sembra più opportuno distinguere dal punto di vista sintassonomico queste praterie submontane da quelle di quote superiori di *Trisetum-Polygonum*, considerandole come cenosi di *Arrhenatherion* da cui per opera dell’uomo si può arrivare ad un vero arrenatereto.

Nel sigmeto possono essere inserite le forme collinari-(sub-)montane dei prati da sfalcio di *Centaurea carniolicae-Arrhenatheretum elatioris*, arrenatereti propriamente detti, concimati e falciati più di una volta l’anno.

Un’altra tipologia di vegetazione erbacea riferibile alla serie è rappresentata da prati non concimati di *Hypochoeridion maculatae* (*Festuco-Brometea*) a carattere mesobrometale inquadrabili nell’associazione *Onobrychido arenariae-Brometum erecti* (FEOLI CHIAPELLA & POLDINI 1994).

5. Un ulteriore termine erbaceo della serie è costituito dalla vegetazione segetale rappresentata dalle cenosi infestanti delle coltivazioni sarchiate di *Galeopsis tetrahit-Galinsogonum parviflorae*, associazione descritta per le zone montuose della Carnia (POLDINI et al. 1998).

A completamento di queste considerazioni sindinamiche vanno ancora ricordati i possibili collegamenti con le peccete di sostituzione, diffuse nella fascia submontana e bassomontana nella regione mesalpica della Carnia sui versanti a Sud in vicinanza dei paesi e delle aree coltivate (DEL FAVERO et al. 1998). Si tratta di consorzi la cui composizione risente in parte dell’azione umana che nel passato ha favorito l’espansione dell’abete rosso a scapito delle latifoglie e che si presentano in situazioni diverse: a seconda delle condizioni ambientali la dinamica delle peccete di sostituzione può portare verso la costituzione di carpineti o di altre cenosi a latifoglie.

Questo lavoro va a completare il quadro delle conoscenze sulle serie di vegetazione del Friuli Venezia Giulia presentato da POLDINI & VIDALI (2010).

Rapporti catenali. Su versanti più freschi esposti a E e NE ed W, il carpineto mesalpico si trova in contatto con le faggete acidofile con *Castanea sativa*, derivanti probabilmente da faggete acidofile submontane (*Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae*), in cui talvolta il faggio è stato ridotto portandole alla trasformazione in castagneti quasi puri. Entra ancora in contatto laterale con le faggete montane dei suoli neutro-subacidi profondi di *Galio odorati-Fagetum*.

Nelle zone fresche di impluvio, sempre su substrati silicatici, viene in contatto con boschi di forra a latifoglie nobili, rappresentati da aceri-frassineti con elevata partecipazione di *Picea abies* attribuibili a cfr. *Hacquetio-Fraxinetum excelsioris* (*Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani*).

Su pareti verticali o molto inclinate su substrati silicatici oppure su litosuoli carbonatici (xerosuoli) forma mosaici con boschi litofili primitivi ad *Ostrya carpinifolia* (*Fraxino orni-Ostryion carpinifoliae* Tomažič 1940, vedi POLDINI et al. 2017).

Su substrati carbonatici evoluti, su versanti con esposizioni prevalentemente fresche settentrionali è possibile il contatto con la faggeta submontana dei suoli mesici, in cui ci può essere una buona presenza di *Carpinus betulus* (*Hacquetio epipactido-Fagetum sylvaticae*).

Considerazioni conclusive

I consorzi dominati da *Carpinus betulus* hanno attualmente una distribuzione estremamente ridotta e frammentata sia nell’Italia nord orientale che in Slovenia, determinata da fattori sia naturali che antropici. Queste formazioni sono diffuse in corrispondenza delle aree più favorevoli alla presenza umana, nelle zone di pianura, collinari e bassomontane dove per secoli l’azione dell’uomo ha operato maggiormente modificando il territorio attraverso l’espansione dei centri urbani, delle aree agricole e produttive. Come già evidenziato in letteratura per i carpineti delle aree collinari-montane del Friuli, Veneto e Slovenia (DEL FAVERO & LASSEN 1993; DEL FAVERO et al. 1998; DEL FAVERO 2000; MARINCEK & ČARNI 2002), anche i carpineti dell’alta Valle del Bût si presentano come piccoli frammenti distanti tra loro e spesso fortemente disturbati. Attraverso l’analisi realizzata in questo lavoro è possibile delineare il quadro dei principali fattori, naturali ed antropici, che hanno determinato la scarsa diffusione di queste formazioni nel contesto carnico.

Dal punto di vista ecologico, nelle zone submontane e bassomontane esalpiche e mesalpiche il carpino bianco, specie con carattere spiccatamente mesofilo, si trova in forte concorrenza con varie latifoglie, che diventano forti in diverse situazioni ecologiche eliminando il carpino bianco oppure relegandolo in stazioni più

specializzate. Questo avviene fondamentalmente in tre situazioni ambientali.

Nelle situazioni meno aride e calde, tipiche di esposizioni settentrionali o di quote più elevate montane, domina il faggio che limita così la distribuzione del carpino bianco verso l'alto e lateralmente. A parità di quota, i versanti con esposizione settentrionale (N, NE e NW), più freschi, sono dominati dalle faggete submontane e montane dei suoli mesici, in analogia con quanto descritto per il Veneto da DEL FAVERO & LASSEN (1993) per i carpineti con cerro, dove nell'area submontana dei Lessini il faggio prevale nei versanti esposti a ovest e a nord mentre il carpino bianco prende il sopravvento nella parte bassa dei versanti opposti.

Sui medi versanti con esposizioni meridionali e inclinazioni elevate, soprattutto su substrati carbonatici nella regione esalpica, le formazioni a carpino bianco lasciano il posto agli ostrio-querceti o alle ostrio-faggete, consorzi più termofili e xerofili. Sulle pareti ripide caratterizzate da suolo poco sviluppato o assente, aridità e scarsità di nutrienti, prevalentemente su substrati carbonatici ma anche silicatici, prende invece il sopravvento il più adattabile carpino nero (ostrieti primitivi).

Nelle aree di basso versante di valli strette, impluvi e forre, su pendii molto inclinati e suoli molto umidi e freschi, profondi, ricchi nella componente limoso-argillosa, dominano invece le latifoglie nobili di *Tilio-Acerion*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* e *Tilia cordata*, che formano boschi misti a carattere mesico legati alla buona disponibilità idrica dei suoli.

I carpineti sono formazioni tipicamente edafo-climatiche, con propensione per condizioni ambientali mesofile e con carattere continentale, legate a suoli profondi, ben drenati ma con buona disponibilità in acqua e nutrienti. Questa situazione ecologica si conferma anche nell'alta Valle del Bût, dove i carpineti si ritrovano nella situazione di medio-basso versante, su suoli colluviali profondi, freschi e ben dotati in nutrienti, impostati su substrati silicatici alterabili, dove il faggio ed il carpino nero sono sfavoriti. La distribuzione di questi boschi risulta però fortemente compressa dalla concorrenza di altre specie arboree: negli ambienti di forra i carpineti sono limitati dai boschi a latifoglie nobili di *Tilio-Acerion*, verso l'alto e in esposizioni settentrionali dal faggio che con l'aumento della quota diventa più competitivo, mentre a parità di quota su xerosuoli il carpino bianco si trova a competere con *Ostrya carpinifolia*.

L'attuale distribuzione dei carpineti va considerata anche alla luce dei fattori storici. Per quanto riguarda i rapporti tra distribuzione attuale e paleodistribuzione (POLDINI & RIZZI LONGO 1998), *Carpinus betulus* ha avuto la sua massima espansione nelle Alpi friulane nel Subboreale e Subatlantico, successivamente alla forte diffusione dei boschi a faggio avvenuta durante l'Atlantico ed in corrispondenza con altre specie di

temperamento continentale quali *Pinus*, *Picea* e *Tilia*, trovandosi quindi da subito in situazioni fortemente concorrenziali con queste specie.

L'area di diffusione dei boschi a carpino bianco è stata modificata successivamente dall'intervento umano che ha utilizzato parte di essa per fini insediativi, per ottenere prati da sfalcio, colture, legna, nonché per l'introduzione e la diffusione di specie economiche quali il castagno e l'abete rosso. Questo lavoro ha evidenziato che la distribuzione dei carpineti nell'alta Valle del Bût è stata fortemente ridotta dall'intervento dell'uomo, che nel tempo ha notevolmente modificato il paesaggio vegetale proprio in corrispondenza dell'area potenziale di questi consorzi, attraverso varie modalità:

- a. nell'area, i boschi autoctoni di latifoglie sono stati modificati dall'uomo o sostituiti con impianti di abete rosso e altre conifere (come *Pseudotsuga menziesii*) soprattutto nei versanti esposti a Nord. I carpineti si trovano spesso in contatto con peccete di sostituzione, in cui l'abete rosso è stato favorito dall'uomo. Va ancora ricordata la sostituzione in epoca remota di latifoglie forestali con il castagno, storicamente molto favorito dall'uomo, soprattutto nella fascia collinare, sia per la produzione del frutto che del legno. La presenza di *Picea abies* e *Castanea sativa* testimonia il secolare uso di queste aree da parte dell'uomo;
- b. attività agricola, attraverso la trasformazione di antiche zone boschive in colture, ora abbandonate e in fase di ricolonizzazione da parte di *Corylus avellana*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Robinia pseudacacia* o altre latifoglie forestali, tra le quali il carpino bianco;
- c. creazione di prati da sfalcio e arrenatereti, spesso con alberi da frutta, tipici delle aree prossime ai piccoli centri abitati montani e agli stavoli;
- d. sviluppo dei centri abitati.

Attualmente la distribuzione dei carpineti nell'alta Valle del Bût è relittuale, risultando limitata a piccoli lembi che generalmente sono riusciti a permanere sui pendii impervi di scarso interesse per le attività umane. I boschi rimasti mostrano chiari segni di disturbo e alterazione determinati dalle scelte gestionali adottate nel passato e da un effetto margine negativo legato alla ridotta dimensione dei frammenti e alla vicinanza di aree utilizzate dall'uomo.

Sebbene l'attuale distribuzione dei carpineti nell'alta Valle del Bût sia estremamente ridotta, il valore di questi boschi è decisamente elevato, considerando la loro rarità, corteggio floristico, naturalità e valenza estetico-paesaggistica (DEL FAVERO et al. 1998). Si tratta di formazioni di elevato significato naturalistico che necessitano di interventi selvicolturali di gestione e di recupero: si auspica pertanto la conservazione e la valorizzazione di questi boschi relittici per il loro valore documentario, il loro contributo alla diversità vegetale e forestale, nonché per il loro valore paesaggistico.

Quadro sintassonomico

QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937

Fagetalia sylvaticae Pawłowski in Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928

Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli (Horvat 1958) Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993

Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli Vukelic in Marinček 1994

Anemone nemorosae-Carpinetum betuli Trinajstić 1964

Asaro europaei-Carpinetum betuli Lausi 1964

Asparago tenuifolii-Quercetum roboris (Lausi 1966) Marinček 1994

Carici albae-Carpinetum betuli Čušin 2002

Carici umbrosae-Quercetum petraeae Poldini ex Marinček 1994

Helleboro nigri-Carpinetum betuli Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993

Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli Marinček, Poldini et Zupančič ex Marinček 1994

Phyteumato zahlbruckneri-Carpinetum betuli ass. nova

Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli (Wraber 1969) Marinček 1994

Lista dei syntaxa non riportati nel quadro sintassonomico

Aremonio agrimonoidis-Fagion sylvaticae (Horvat) Borhidi in Török, Podani et Borhidi 1989

Arrhenatherion elatioris Koch 1926

Asparago tenuifolii-Carpinenion betuli Marinček et Poldini 1994

Fraxino orni-Ostryion carpinifoliae Tomažič 1940

Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae (Wraber 1955) Marinček et Zupančič 1995

Centaureo carniolicae-Arrhenatheretum elatioris Oberdorfer 1964 corr. Poldini et Oriolo 1995

Erythronio-Carpinenion betuli Marinček 1994

Festuca valesiaca-Brometea erecti Br.-Bl. et Tüxen ex Br.-Bl. 1949

fitocenon a *Corylus avellana* e *Daphne mezereum* (Poldini & Vidali 1995)

fitocenon basale a *Festuca nigrescens* e *Stellaria graminea* (Poldini & Oriolo 1995)

Galeopsido tetrahit-Galinsogetum parviflorae Poldini, Oriolo et Mazzolini 1998

Galio odorati-Fagetum Sougnez et Thill 1959 (sin: cfr. *Apose-rido-Fagetum* Poldini et Nardini non Oberd. ex Oberd. et al. 1967 ad interim, tab. 6 (Poldini & Nardini 1994))

Hacquetio epipactido-Fagetum sylvaticae Košir 1962

Hacquetio-Fraxinetum excelsioris Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993

Hypochoeridion maculatae Horvatic ex Terzi 2011

Luzulo nemorosae-Piceetum (Schmid et Gaisberg 1936) Br.-Bl. et Siss. in Br.-Bl. et al. 1939

Luzulo-Fagetum Meusel 1937

Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937

Onobrychido arenariae-Brometum erecti Poldini et Feoli Chiapella in Feoli Chiapella et Poldini 1994

Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933

Quercion roboris Malcuit 1929

Rhamno catharticae-Prunetea spinosae Rivas Goday et Borja ex Tüxen 1962

Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani Klika 1955

Trifolion medii Müller 1962

Trisetum flavescens-Polygonion bistortae Br.-Bl. et Tüxen ex Marschall 1947

Violion caninae Schwickerath 1944

Manoscritto pervenuto il 12.V.2017 e approvato il 14.VII.2017.

Ringraziamenti

Ringraziamo Marisa Vidali e Paola Ganis (Università di Trieste) per l'aiuto dato nella fase di elaborazione dei dati, ARPA FVG - OSMER ed in particolare Andrea Cicogna per la gentile collaborazione relativa ai dati di tipo climatico, il Corpo Forestale Regionale ed in particolare Alessandro Simonetti (Ispettorato forestale di Tolmezzo) per le indicazioni per individuare alcuni carpineti nell'area di studio. Ringraziamo anche i boscaioli, i proprietari ed i frequentatori dei boschi del territorio per le informazioni fornite durante i sopralluoghi in campo.

Bibliografia

- ADLER, W., K. OSWALD & R. FISCHER. 1994. *Exkursionsflora von Österreich*. Stuttgart, Wien: Ulmer.
- ARPA FVG - OSMER. 2014. *Il clima del Friuli Venezia Giulia*. Ed. 2014. http://www.osmer.fvg.it/clima/clima_fvg/02_documenti_descrittivi_e_approfondimenti/01_Il_clima_del_Friuli_Venezia_Giulia/clima_fvg-divulgativo.pdf.
- BIONDI, E. 1996. L'analisi fitosociologica nello studio integrato del paesaggio. In *Avances en Fitosociología*, cur. J. LOIDI, 13-22. Bilbao: Ed. Universidad del Pais Vasco.
- BIONDI, E. 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems* 145, Sup. 1: 19-29.
- BIONDI, E., C. BLASI, M. ALLEGREZZA, I. ANZELLOTTI, M.M. AZZELLA, E. CARLI, S. CASAVECCHIA, R. COPIZ, E. DEL VICO, E. FACIONI, D. GALDENZI, R. GASPARRI, C. LASSEN, S. PESARESI, L. POLDINI, G. SBURLINO, F. TAFFETANI, I. VAGGE, S. ZITTI & L. ZIVKOVIC. 2014. Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome. *Plant Biosystems* 148 (4): 728-814.
- BLASI, C., G. CAPOTORTI, R. COPIZ, D. GUIDA, B. MOLLO, D. SMIRAGLIA & L. ZAVATTERO. 2014. Classification and mapping of the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems* 148 (6): 1255-345.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3^{te} Aufl. Wien-New York: Springer.
- CARULLI, G.B. 1971. Le rocce, i minerali e le pietre utili. In *Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia*. Vol. 1, AA.VV. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.
- CARULLI, G.B. 2006. *Carta geologica del Friuli Venezia Giulia, scala 1:150 000*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Georisorse e Territorio. Firenze: S.EL.CA.

- CASAGRANDE, L., P. CAVALLINI, A. FRIGERI, A. FURIERI, I. MARCHESINI & M. NETELER. 2012. *GIS Open Source - GRASS GIS, Quantum GIS e SpatialLite*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.
- CONTI, F., G. ABBATE, A. ALESSANDRINI & C. BLASI, cur. 2005. *An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Roma: Palombi Editori.
- CONTI, F., A. ALESSANDRINI, G. BACCHETTA, E. BANFI, G. BARBERIS, F. BARTOLUCCI, L. BERNARDO, S. BONACQUISTI, D. BOUVET, M. BOVIO, G. BRUSA, E. DEL GUACCHIO, B. FOGGI, S. FRATTINI, G. GALASSO, L. GALLO, C. GANGALE, G. GOTTSCHLICH, P. GRÜNANGER, L. GUBELLINI, G. IIRITI, D. LUCARINI, D. MARCHETTI, B. MORALDO, L. PERUZZI, L. POLDINI, F. PROSSER, M. RAFFAELLI, A. SANTANGELO, E. SCASSELLATI, S. SCORTEGAGNA, F. SELVI, A. SOLDANO, D. TINTI, D. UBALDI, D. UZUNOV & M. VIDALI. 2007. Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina* 10 (2006): 5-74.
- DEL FAVERO, R., cur. 2000. *Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto*. Venezia: Regione Veneto, Direzione Regionale per le Foreste e l'Economia Montana.
- DEL FAVERO, R., & C. LASSEN. 1993. *La vegetazione forestale del Veneto*. II Ed. Padova: Libreria Progetto Editore.
- DEL FAVERO, R., G. DREOSSI & G. VANONE. 2016. *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione centrale risorse agricole, forestali e ittiche, Servizio foreste e Corpo forestale.
- DEL FAVERO, R., L. POLDINI, P.L. BORTOLI, G. DREOSSI, C. LASSEN & G. VANONE. 1998. *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli Venezia Giulia*. Udine: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Regionale delle Foreste Servizio della Selvicoltura.
- DIETRICH, G., & B. MITIĆ. 2014. *Crocus* L. In *Exkursionsflora für Istrien*, cur. W.K. ROTTENSTEINER, 534-5. Klagenfurt: Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten.
- FEOLI CHIAPELLA, L., & L. POLDINI. 1994. Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici. *Studia Geobotanica* 13: 3-140.
- FISCHER, M.A., K. OSWALD & W. ADLER. 2008. *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol*. 3. Aufl. Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.
- GALLIZIA VUERICH, L., L. POLDINI & E. FEOLI. 2001. Model for the potential natural vegetation mapping of Friuli-Venezia Giulia (NE Italy) and its application for a biogeographic classification of the region. *Plant Biosystems* 135 (3): 319-36.
- GÉHU, J.-M. 1979. Pour une approche nouvelle des paysages végétaux: la symphytosociologie. *Bull. Soc. Bot. France* 126 (2): 213-24.
- GÉHU, J.-M. 1988. L'analyse symphytosociologique et geosymphytosociologique de l'espace. *Theorie et methodologie. Colloq. Phytosociol.* 17: 11-46.
- GUISAN, A., & N.E. ZIMMERMANN. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-86.
- HARPKE, D., A. CARTA, G. TOMOVIĆ, V. RANĐELOVIĆ, N. RANĐELOVIĆ, F.R. BLATTNER & L. PERUZZI. 2015. Phylogeny, karyotype evolution and taxonomy of *Crocus* series Verni (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution* 301: 309-25.
- KOŠIR, P., S. CASAVECCHIA, A. ČARNI, Ž. ŠKVORC, L. ZIVKOVIC & E. BIONDI. 2013. Ecological and phytogeographical differentiation of oak-hornbeam forests in southeastern Europe. *Plant Biosystems* 147 (1): 84-98.
- MARINČEK, L. 1975. Gozdna vegetacija Moravske doline na miocenskih kamninah. *Razprave 4. razreda SAZU* 18: 1-28.
- MARINČEK, L. 1979. Der voralpine Wald der Hainbuche in Slowenien (*Carpinetum praealpinum* ass. nova). *Phytocoenologia* 6: 424-33.
- MARINČEK, L., & A. ČARNI. 2002. *Commentary to the vegetation map of forest communities of Slovenia in a scale of 1:400.000*. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.
- MARINČEK, L., L. POLDINI & M. ZUPANČIČ. 1983. *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum* ass. nova in Slowenien und Friaul-Julisch Venetien. *Razprave 4. razreda SAZU* 24 (5): 261-328.
- NETELER, M., & H. MITASOVA. 2008. *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*. 3rd edition. New York: Springer.
- PERUZZI, L. 2016. *Crocus heuffelianus* (Iridaceae), a new record for the Italian flora. *Phytotaxa* 261 (3): 291-4.
- PERUZZI, L., M. VILLA & M. PASCALE. 2016. *Notula: Crocus neglectus* Peruzzi & Carta (Iridaceae). In *Notulae to the Italian native vascular flora*: 2, cur. F. BARTOLUCCI, G. DOMINA, M. ADORNI, C. ARGENTI, G. ASTUTI, S. BANGONI, F. BULDRINI, M.B. CAMPOCHIARO, F. CARRUGGIO, L. CECCHI, F. CONTI, A. CRISTAUDO, F.S. D'AMICO, G. D'AURIA, E. DI GRISTINA, F.-G. DUNKEL, L. FORTE, C. GANGALE, L. GHILLANI, G. GOTTSCHLICH, F. MANTINO, M. MARIOTTI, C. NOVARO, N. OLIVIERI, G. PALLADINO, M. PASCALE, A. PEPE, E.V. PERRINO, L. PERUZZI, S. PICOLLO, D. PUNTILLO, F. ROMA-MARZIO, A. ROSIELLO, G. RUSSO, C. SANTINI, F. SELVI, F. SCAFIDI, A. SCOPPOLA, A. STINCA, M. VILLA & C. NEPI, 76-8. Italian Botanist 2.
- PESARESI, S., D. GALDENZI, E. BIONDI & S. CASAVECCHIA. 2014. Bioclimate of Italy: application of the worldwide bioclimatic classification system. *Journal of Maps* 10 (4): 538-53.
- PIGNATTI, S. 1952. Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot.* 28 (4): 265-329.
- PODANI, J. 2001. SYN-TAX 2000. *Computer programs for data analysis in ecology and systematics*. Budapest: Scientia Publishing.
- POLDINI, L. 1985. L'Asaro-Carpinetum betuli Lausi 64 del Carso Nordadriatico. *Studia Geobotanica* 5: 31-8.
- POLDINI, L. 1987. La suddivisione fitogeografica del Friuli-Venezia Giulia. *Biogeographia* 13: 41-56.
- POLDINI, L., & S. NARDINI. 1994. Boschi di forra, faggete e abieteti in Friuli (NE Italia). *Studia Geobotanica* 13: 215-98.
- POLDINI, L., & G. ORIOLO. 1995. La vegetazione dei prati da sfalcio e dei pascoli intensivi (Arrhenatheretalia e Poa-Trisetetalia) in Friuli (NE Italia). *Studia Geobotanica* 14, suppl. 1: 3-48.
- POLDINI, L., & L. RIZZI LONGO. 1998. Connection between actuo- and paleo-vegetation in the SE alpine and N illyric area. *Colloq. Phytosociol.* 28: 221-49.
- POLDINI, L., & M. VIDALI. 1995. Cenosi arbustive nelle Alpi sudorientali (NE Italia). *Colloquia Phytosociol.* 24: 141-67.
- POLDINI, L., & M. VIDALI. 2010. Le serie di vegetazione della regione Friuli Venezia Giulia. In *La vegetazione d'Italia, Carta delle Serie di Vegetazione, scala 1:500 000*, cur. C. BLASI, 139-63. Roma: Palombi & Partner S.r.l.

- POLDINI, L., G. ORIOLO & G. MAZZOLINI. 1998. The segetal vegetation of vineyards and crop fields in Friuli-Venezia Giulia (NE Italy). *Studia Geobotanica* 16: 5-32.
- POLDINI, L., G. SBURLINO & M. VIDALI. 2017. New syntaxonomic contribution to the Vegetation Prodrome of Italy. *Plant Biosystems*, DOI: 10.1080/11263504.2017.1303003.
- POLDINI, L., G. ORIOLO, M. VIDALI, M. TOMASELLA, F. STOCH & G. OREL. 2006. *Manuale degli habitat del Friuli Venezia Giulia. Strumento a supporto della valutazione d'impatto ambientale (VIA), ambientale strategica (VAS) e d'incidenza ecologica (VIEc)*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direz. Centrale ambiente e lavori pubblici, Università degli Studi di Trieste - Dipart. Biologia. <http://www.regione.fvg.it/ambiente/manuale/home.htm>.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1976. Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 33: 179-88.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1987. Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. In *La vegetación de España*, cur. M. PEINADO & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 19-45. Madrid: Serv. Publ. Universidad de Alcalá de Henares.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139 (2): 135-44.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2008. *Global bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra)*. Versión 01-12-2008. Phytosociological Research Center. http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics-2008_00.htm.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T.E DÍAZ. 2004. *Bioclimatic and biogeographic maps of Europe*. Phytosociological Research Center. <http://www.globalbioclimatics.org/form/maps.htm>.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., S. RIVAS SÁENZ & A. PENAS. 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.
- ROTTENSTEINER, W.K. 2016. Attempt of a morphological differentiation of *Helleborus* species in the Northwestern Balkans. *Modern Phytomorphology* 9 (Suppl.): 17-33.
- ŠILC, U., & A. ČARNI. 2012. Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia. *Hacquetia* 11 (1): 113-64.
- THEURILLAT, J.-P. 1992. L'analyse du paysage végétal en symphytocoenologie: ses niveaux et leurs domaines spatiaux. *Bull. Ecol.* 23 (1-2): 83-92.
- TRINAJSTIĆ, I. 1994. Mezofilna šuma običnog graba (As. *Ane-mone-Carpinetum betuli* Trinajstić 1964) u Istri. *Šumarski list* 118 (3-4): 81-4.
- TÜXEN, R. 1979. Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. *Biogeographica* 16: 79-92.
- VAN DER MAAREL, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.
- VENTURINI, C., cur. 2009. *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 031 Ampezzo*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia.
- VENTURINI, C., cur. 2011. *Alta Valle del Bût (Alpi Carniche): una storia scandita dalle acque nel tempo*. Paluzza (Udine): SECAB.
- WESTHOFF, V., & E. VAN DER MAAREL. 1978. The Braun-Blanquet approach. In *Classification of Plant Communities*, Ed. 2, cur. R.H. WHITTAKER, 287-399. The Hague: Junk.

Appendice

Specie sporadiche - tab. V

Acer monspessulanum L. 1 (40); *Acer platanoides* L. 2 (41); *Angelica sylvestris* L. + (10), + (37); *Asparagus acutifolius* L. + (39); *Asplenium adiantum-nigrum* L. + (44); *Betula pendula* Roth + (4), + (5); *Buglossoides purpureocaerulea* (L.) I.M. Johnst. + (39); *Calamintha einseleana* F.W. Schultze + (53); *Caltha palustris* L. + (3); *Campanula persicifolia* L. ssp. *persicifolia* + (40), 1 (44); *Carex alba* Scop. 1 (19), + (20); *Carex pendula* Huds. 1 (23); *Carex pilulifera* L. + (1), + (6); *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce + (6), + (23); *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. + (13); *Cerastium sylvaticum* Waldst. & Kit. + (26), + (27); *Chaerophyllum aureum* L. + (7); *Chelidonium majus* L. + (53); *Colutea arborescens* L. + (35); *Epipactis helleborine* (L.) Crantz ssp. *helleborine* + (13); *Euphorbia amygdaloides* L. ssp. *amygdaloides* + (16), + (20); *Frangula alnus* Mill. + (4), + (5); *Galium odoratum* (L.) Scop. 2 (22), 2 (23); *Geranium nodosum* L. + (29); *Hieracium lachenalii* Suter + (4), + (5); *Hieracium laevigatum* Willd. + (5); *Hieracium racemosum* Waldst. & Kit. ex Willd. + (13); *Hieracium sabaudum* L. + (10); *Hieracium umbellatum* L. + (9), 1 (44); *Hylotelephium maximum* (L.) Holub + (53); *Ilex aquifolium* L. + (29); *Juniperus communis* L. + (36); *Knautia drymeia* Heuff. excl. ssp. *tergestina* + (14, + (21); *Laburnum anagyroides* Medik. + (9), + (10); *Lamium maculatum* L. 1 (53); *Leucosium vernum* L. 1 (11), 1 (13); *Lilium bulbiferum* L. + (48); *Melampyrum sylvaticum* L. + (10); *Melica uniflora* Retz. + (27); *Milium effusum* L. + (9), + (10); *Moehringia muscosa* L. + (53); *Molinia caerulea* (L.) Moench ssp. *arundinacea* (Schrank) K. Richt. + (30), + (32); *Muscari botryoides* (L.) Mill. 1 (39, + (42); *Myosotis sylvatica* Hoffm. + (2); *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. + (46); *Petasites albus* (L.) Gaertn. 1 (9), 1 (10); *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newman + (27), + (28); *Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *nigra* 1 (48); *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce + (39), + (40); *Polypodium interjectum* Shivas 1 (53); *Polystichum aculeatum* (L.) Roth + (30); *Polystichum setiferum* (Forssk.) T. Moore ex Woyn. 3 (27); *Prunella vulgaris* L. + (5); *Prunus padus* L. + (16); *Pulmonaria australis* (Murr) W. Sauer + (25); *Ranunculus lanuginosus* L. + (11), + (28); *Rhamnus cathartica* L. + (30); *Rubus ulmifolius* Schott 1 (35), + (36); *Rumex acetosa* L. r (45); *Salix caprea* L. + (9); *Silene flos-cuculi* (L.) Clairv. + (6); *Silene nutans* L. + (44); *Smyrniolum perfoliatum* L. r (44); *Sorbus aria* (L.) Crantz + (5), 1 (53); *Spiraea chamaedryfolia* L. + (7); *Stachys sylvatica* L. + (41); *Staphylea pinnata* L. 2 (27), 1 (34); *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip. + (46); *Ulmus glabra* Huds. + (25), 1 (50); *Veratrum nigrum* L. 1 (37), 1 (50); *Veronica urticifolia* Jacq. + (10), + (13); *Vicia oroboides* Wulfen + (18); *Viola alba* Besser s.l. + (36), r (42); *Viola hirta* L. + (39); *Viola mirabilis* L. 1 (46), + (48) *Viola odorata* L. + (53).

Località e fonti bibliografiche dei rilievi

tab. IV

Ril. 1: Cercivento (UD), MTB: 9443/4, Arenarie rosse di Val Gardena, L. Poldini; 2: Cercivento-M. Tenchia (UD), MTB: 9443/4, Arenarie di Val Gardena, L. Poldini; 3: sotto Zovello (Ravascletto, UD), MTB: 9443/4, Arenarie di Val Gardena, L. Poldini; 4: Zenodis (Treppo Carnico, UD), MTB: 9444/3, Arenaria di Val Gardena, L. Poldini, M. Castello & D. Straulino; 5: Museis (Cercivento, UD), MTB: 9444/3, Formazione del Dimon, L. Poldini, M. Castello & D. Straulino.

tab. V

Ril. 1-8: Slovenia, da MARINČEK (1975), tab. 2, ril. 1, 3, 5, 2, 4, 6, 8, 7; ril. 9-13: Alta Valle del But, vedi tab. IV, ril. 1, 2, 3, 4, 5; ril. 14-21: Slovenia, da MARINČEK (1979), tab. 1, ril. 1, 3, 2, 7, 6, 4, 5, 8; ril. 22-37: Friuli, da MARINČEK et al. (1983), tab. 1, ril. 47, 51, 48, 52, 50, 53, 63, 33, 61, 62, 35, 59, 40, 38, 64, 60; ril. 38-54: Carso italiano e sloveno, da POLDINI (1985), tab. 1, ril. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 11, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Livio POLDINI
Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste
Via Giorgieri 5, I-34127 TRIESTE
e-mail: poldini@units.it
- Miris CASTELLO
- Alfredo ALTABELLI
Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste
Via Giorgieri 10, I-34127 TRIESTE
e-mail: castello@units.it
e-mail: altobell@units.it
- Desiree STRAULINO
Via Macilles 14, I-33020 SUTRIO (UD)
e-mail: desiree.straulino@gmail.com