

Luca GIUPPONI, Annamaria GIORGI

EFFETTI DI UN INCENDIO SULLA VEGETAZIONE DI UN VERSANTE MONTUOSO DELLE PREALPI BERGAMASCHE

RIASSUNTO - È stata condotta un'analisi floristico-vegetazionale su un'area incendiata delle Prealpi Bergamasche al fine di comprendere gli effetti che ha avuto il fuoco sulla vegetazione. Dai risultati è emerso che la comunità post-incendio presenta numerose specie (alcune delle quali endemiche) facenti capo alle classi *Festuco valesiacae-Brometea erecti* e *Festuco-Seslerietea* che non erano presenti prima del disturbo e che rappresentano l'adattamento della vegetazione alle nuove condizioni ecologiche dell'area.

ABSTRACT - *Effects of a fire on the vegetation of a Orobic Pre-Alpine mountainside.*

A floristic-vegetational analysis of a burned area of the Bergamasque Prealps was carried out in order to understand the effects of fire on vegetation. The results showed that the post-fire community contains many species (some of which are endemic) belonging to the *Festuco valesiacae-Brometea erecti* and *Festuco-Seslerietea* classes that were not present before the incident and that represent the vegetation's adaptation to the new ecological conditions of the area.

KEYWORDS: fire, ecological indexes, maturity, CSR model, phytosociology, Orobic Pre-Alps.

INTRODUZIONE

Il fuoco è uno dei principali fattori in grado di modellare il paesaggio nonché una delle componenti naturali che determina l'esistenza di alcuni tipi di vegetazione quali la macchia mediterranea, i chaparral californiani o i fynbos sudafricani. Fin da epoche remote l'uomo ha utilizzato il fuoco per migliorare il proprio stile di vita e rendere l'ambiente più adatto alle sue esigenze. L'impiego dell'incendio per ampliare i pascoli e rendere coltivabili superfici coperte da foreste era una pratica diffusa in tutto l'arco alpino specialmente durante l'ultimo millennio (Reisigl & Keller, 1990; Andreis, 1993; Tinner *et al.*, 1999) anche se, come evidenziato da recenti studi palinologici, tale attività era praticata nel territorio lombardo già 6.800 anni fa (Ravazzi *et al.*, 2007). In ambito agricolo il fuoco veniva impiegato anche per produrre cenere per fertilizzare i campi, favorire la rinnovazione di alcune specie anziché altre, migliorare i pascoli, facilitare la raccolta di alcune colture ed eliminare la vegetazione indesiderata. Ciò lascia presumere che la concezione che doveva avere l'uomo del fuoco e dell'incendio potesse essere diversa da quella attuale, se non altro meno negativa. Oggigiorno si tende infatti ad accostare il termine incendio a quello di catastrofe in quanto percepito dalla società come un fattore distruttivo capace di arrecare unicamente danni sia all'uomo e alle sue attività economiche, sia agli ecosistemi naturali. Solo negli ultimi anni, a fronte di una riconosciuta capacità del fuoco di controllare alcune fitopatologie e assicurare la

conservazione di particolari ambienti, è stato rivalutato il ruolo dell'incendio come strumento di gestione territoriale. Ne è prova il fatto che vari paesi europei, tra cui l'Italia, hanno sperimentato la tecnica del fuoco prescritto (Pyne *et al.*, 1996) in progetti di ricerca volti innanzitutto alla prevenzione di incendi incontrollati ma anche mirati allo studio e alla conservazione di specie ed ecosistemi la cui distribuzione risultava frammentaria e/o compromessa (Botelho *et al.*, 1999; Ascoli *et al.*, 2006; Ascoli *et al.*, 2007; Moretti & Conedera, 2005; Moretti *et al.*, 2008; Montiel & Kraus, 2010; Ascoli & Bovio, 2010; 2013).

Scopo del presente lavoro è presentare e comparare due rilievi fitosociologici svolti in aree adiacenti (dalle simili caratteristiche stazionali e aventi la medesima potenzialità vegetazionale) di un versante montuoso delle Prealpi Orobie: uno dove si è originato e protratto l'incendio, l'altro dove la vegetazione non è stata colpita dal fuoco. Ciò al fine di fornire un contributo che possa aiutare a comprendere l'effetto e il ruolo che hanno (e che hanno avuto) gli incendi nel plasmarne il paesaggio vegetale in ambiente prealpino.

AREA DI STUDIO

L'area di studio è rappresentata da un versante delle Prealpi Bergamasche (Marazzi, 2005) esposto a meridione ubicato alla sinistra idrografica del torrente Borlezza nel territorio comunale di San Pellegrino Terme (Valle Brembana) ad una quota di circa 650 m s.l.m.. Il substrato geologico è rappresentato da rocce sedimentarie carbonatiche del Triassico afferenti alla Dolomia Principale (AA. VV., 2002) su cui sono presenti suoli di tipo rendzina. Dal 2 al 4 aprile 2012 il versante è stato colpito da un incendio (provocato accidentalmente dall'uomo) che si è propagato sino a coinvolgere una superficie di circa 6 ha di bosco (Figg. 1, 2). L'area appartiene alla regione forestale esalpica centro-orientale esterna che è caratterizzata, nell'orizzonte submontano, da querceti di roverella (*Quercus pubescens*) misti a carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (*Fraxinus ornus*) (Pignatti, 1998; Del Favero, 2002, 2004; Verde *et al.*, 2010). Dal punto di vista climatico fa capo al bioclimate temperato oceanico (Rivas-Martínez, 2004) e, secondo la recente classificazione delle ecoregioni d'Italia (Blasi *et al.*, 2014), rientra nella sezione "Alpi Centrali e Orientali" (Provincia Alpina, Divisione Temperata). Il grafico di figura 3 mostra i dati della stazione meteo di Cornalita (San Giovanni Bianco, BG) che è ubicata in prossimità dell'area di studio e nel medesimo contesto ambientale. La temperatura media annuale è 9,9 °C mentre le precipitazioni ammontano a 1.585,5 mm annui perlopiù concentrate nei periodi equinoziali. I dati riportati in tabella 1 evidenziano che nei primi tre mesi del 2012 vi è stato un periodo particolarmente secco che avrebbe contribuito a facilitare l'innesco e la propagazione dell'incendio.

MATERIALI E METODI

I dati su flora e vegetazione sono stati raccolti effettuando due rilievi fitosociologici, uno in un'area del versante non interessata dal fuoco (bosco), l'altro all'interno dell'area

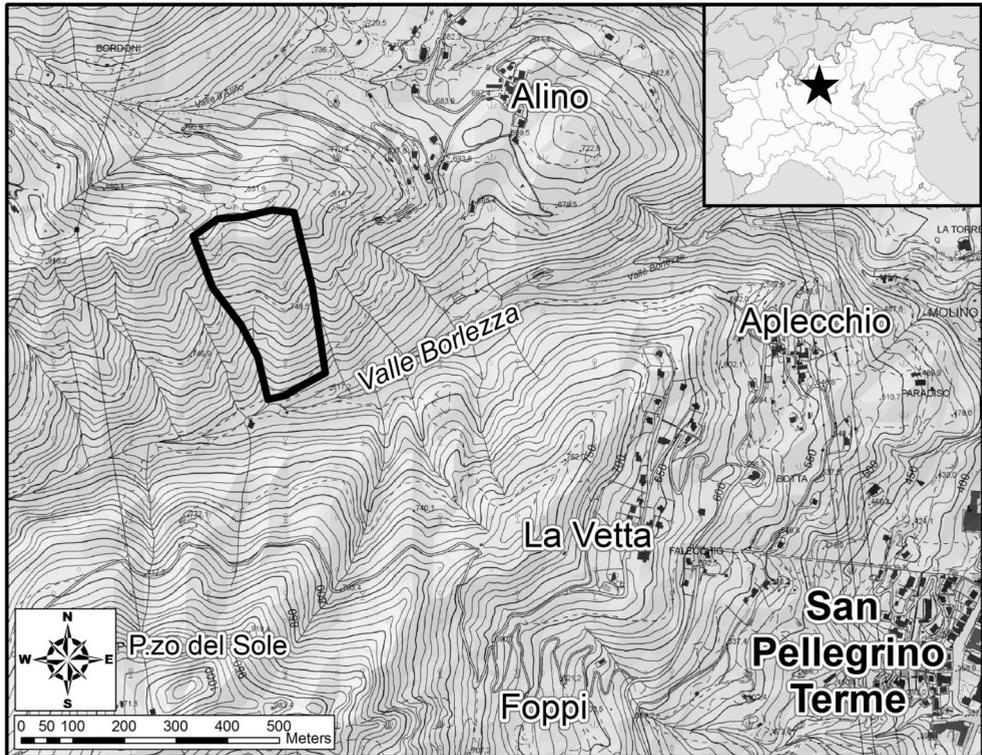


Fig. 1. Ubicazione dell'area di studio. La linea scura delimita l'area colpita dall'incendio.

incendiata attigua alla precedente. I rilievi sono stati condotti un anno dopo l'incendio (a fine aprile 2013 e ricontrrollati a luglio dello stesso anno) secondo i canoni della scuola sigmatista Zurigo-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964) utilizzando la scala di valori di abbondanza-dominanza modificata da Pignatti & Mengarda (1962). Le specie vegetali sono state identificate con le chiavi di Pignatti (1982). Al fine di poter valutare gli effetti dell'incendio sulla vegetazione, minimizzando le interferenze non dovute al fuoco, le aree in cui sono stati svolti i rilievi sono state scelte in modo che fossero il più possibile simili fra loro per quanto riguarda i caratteri stazionali ed ambientali, quindi che avessero le medesime potenzialità vegetazionali. In particolare i rilievi sono stati condotti in due aree (dello stesso versante) in leggero dislivello aventi simile esposizione (S-SE) e pendenza (38-40°), con suolo poco profondo e senza rocce affioranti. Per la scelta dell'area incendiata in cui è stato condotto il rilievo si è tenuto conto della densità e del tipo di piante arboree sopravvissute così come delle ceppaie morte, ciò affinché fosse ipotizzabile la presenza (pre-incendio) di un bosco che avesse caratteristiche simili a quello dell'area indisturbata.

Per ogni rilievo sono stati elaborati gli spettri biologici e corologici normali. I dati relativi alla forma biologica secondo Raunkiaer (1934) e quelli corologici (tipo ed abbreviazione) sono stati acquisiti da Pignatti (1982). Gli indici ecologici di Landolt



Fig. 2. Incendio del 2-4 aprile 2012. Foto: Afric G.

(1977), aggiornati da Landolt *et al.* (2010), sono stati utilizzati per elaborare gli spettri ecologici ponderati delle due comunità in modo da poterne analizzarne le caratteristiche ecologiche. Nello specifico sono stati impiegati gli indici di temperatura (T), continentalità (K), intensità luminosa (L), umidità del suolo (F), reazione del substrato (R), nutrienti (N), humus (H) e aerazione del suolo (D). Al fine di valutare lo stadio dinamico delle comunità vegetali è stato calcolato l'*Index of Maturity* (IM) formulato da Taffetani & Rismondo (2009) ed integrato da Rismondo *et al.* (2011) mentre per l'inquadramento fitosociologico delle specie sono stati consultati: Sutter (1962), Pignatti & Pignatti (1975), Mucina *et al.* (1993), Ravazzi (1992), Rivas-Martínez *et al.* (2002), Aeschimann *et al.* (2004), Ubaldi (2008a; 2008b), Landolt *et al.* (2010), Verde *et al.* (2010) e Biondi & Blasi (2015).

L'analisi delle risposte della vegetazione, nel contesto del modello CSR di Grime (2001) (C = competitors; S = stress-tolerators; R = ruderals), è stata condotta collocando spazialmente le due comunità vegetali nel sistema a tre dimensioni (CSR) con l'ausilio del foglio di calcolo elaborato da Hunt *et al.* (2004) (Tab. 2). I dati relativi alla strategia di ciascuna specie sono stati estrapolati da Landolt *et al.* (2010).

I nomi scientifici delle specie sono conformi a Martini *et al.* (2012) mentre la nomenclatura dei *syntaxa* segue Biondi *et al.* (2014).

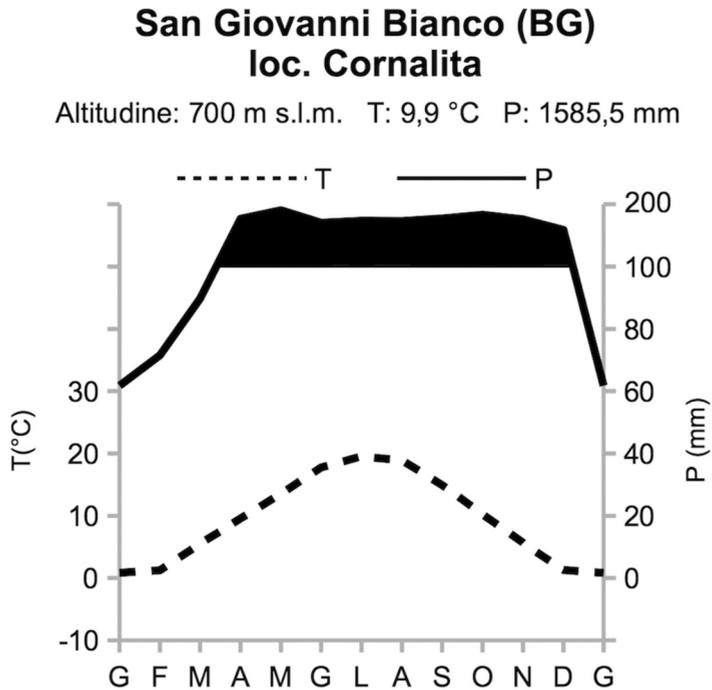


Fig. 3. Diagramma ombrotermico della stazione meteo di Cornalita (San Giovanni Bianco, BG). Fonte dati: ARPA Lombardia (2003-2013).

Mese	P med. (mm)	P 2012 (mm)
gennaio	61,8	38,6
febbraio	71,5	20,4
marzo	89,7	46,0
aprile	153,7	313,0
maggio	180,8	187,6
giugno	141,4	179,2
luglio	147,6	68,4
agosto	146,9	144,4
settembre	155,2	223,2
ottobre	166,3	227,8
novembre	152,0	209,2
dicembre	118,3	66,0

Tab. 1. Precipitazioni medie mensili della decade 2003-2013 e del 2012. Fonte dati: stazione meteo di Cornalita (San Giovanni Bianco, BG), ARPA Lombardia.

Tipo funzionale	Coordinate degli assi		
	C	S	R
C	1,0000	0,0000	0,0000
R	0,0000	0,0000	1,0000
S	0,0000	1,0000	0,0000
CR	0,5000	0,0000	0,5000
SC	0,5000	0,5000	0,0000
SR	0,0000	0,5000	0,5000
CSR	0,3333	0,3333	0,3333

Tab. 2. Coordinate del grafico CSR relative ad ogni tipologia funzionale (Hunt *et al.* 2004). Sono indicati i tre tipi funzionali primari (C = competitive, S = stress-tolleranti, R = ruderali) e i quattro tipi funzionali secondari (CR = competitive ruderali, SC = stress-tolleranti competitive; SR = stress-tolleranti ruderali, CSR = indifferenti).

RISULTATI

Il campionamento floristico ha portato alla determinazione di 80 specie di cui la maggior parte frequenti nei territori delle province di Bergamo e Brescia, fra le essenze rare sono presenti *Helleborus niger* subsp. *macranthus* e *Bupleurum baldense* subsp. *baldense* (Martini *et al.*, 2012). In tabella 3 sono esposti i dati dei rilievi fitosociologici in cui le specie sono raggruppate in tre grandi unità aventi significato ecologico-dinamico: specie di foreste mesofile e termofile, specie di mantello e specie di prateria basifila e di orlo.

Lo spettro biologico di figura 4 evidenzia che il gruppo più espresso, in entrambi i rilievi, è quello delle emicriptofite (ril.1 = 39%; ril. 2 = 53%). Il rilievo 1 (bosco) si caratterizza per avere una buona percentuale di fanerofite che è sensibilmente minore nel rilievo 2 (vegetazione post-incendio) in cui sono presenti più emicriptofite (scapose in particolare) e camefite con alcune terofite (*Galium verum* e *Bupleurum baldense* subsp. *baldense*). Dal punto di vista corologico (Fig. 5) i rilievi non mostrano particolari differenze fra loro. Gran parte delle specie hanno una distribuzione che va dall'Europa all'Asia anche se, nella comunità post-incendio, vi è un contingente più numeroso di specie endemiche in senso lato (endemiche e subendemiche) fra cui *Carex baldensis* con buon grado di copertura. Non sono state rilevate specie esotiche.

In figura 6 è riportato il grafico relativo ai valori medi degli indici ecologici di Landolt *et al.* (2010) riferiti alle due comunità vegetali. La vegetazione post-incendio si contraddistingue da quella del bosco per la presenza di specie eliofile che crescono su suoli secchi, basici e poveri in nutrienti tra cui *Centaurea stoebe* subsp. *stoebe*, *Teucrium*

		Latitudine	N 45°50'35,5" N 45°50'36,0"		
		Longitudine	E 09°38'49,7" E 09°38'47,3"		
		Superficie (mq)	100	100	
		Incl. (°)	40	38	
		Esp. (°)	150	185	
		Quota (m)	635	660	
		Cop. strato arboreo (%)	90	1	
		Cop. strato arbustivo (%)	20	5	
		Cop. strato erbaceo (%)	80	95	
		h max strato arboreo (m)	12	8	
		h max strato arbustivo (m)	1,5	1,5	
		h max strato erbaceo (m)	0,6	1,2	
		N. specie	49	43	
		Indice di maturità - IM	5,59	8,09	
Forma biologica	Corotipo	Codice rilievo	1	2	m
Specie di foreste mesofile e termofile (<i>Quercus roboris-Fagetea sylvatica</i>, <i>Erico carnea</i>-<i>Pinetea sylvestris</i>)					
P caesp	Circumbor.	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	3	+	9
P scap	S-Europ.-Sudsib.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	2	+	9
G rhiz	Eurosib.	<i>Carex alba</i> Scop.	1	1	9
P caesp	SE-Europ.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	1	+	9
G rhiz	Centro-Europ.	<i>Helleborus niger</i> L subsp <i>macranthus</i> (Freyn) Schiffner	1	+	9
H scap	Eurasiat.	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik. subsp. <i>hirundinaria</i>	+	+	9
P scap	Europ.-Caucas.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1	.	9
Ch suffr	Europ.-Caucas.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. subsp. <i>amygdaloides</i>	1	.	9
P caesp	S-Europ.-Sudsib.	<i>Cornus mas</i> L.	+	.	9
G bulb	NE-Medit.-Mont.	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill.	+	.	9
G rad	Eurimedit.	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin	+	.	9
H caesp	Europ.-Caucas.	<i>Hypericum montanum</i> L.	+	.	9
P caesp	Circumbor.	<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	+	.	9
H scap	Eurimedit.	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip.	+	.	9
H ros	Orof.SE-Europ.	<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	+	.	9
H scap	Orof.S-Europ.-Cauc.	<i>Astrantia major</i> L.	+	.	9
H caesp	Paleotemp.	<i>Brachypodium sylvaticus</i> (Huds.) Beauv.	+	.	9
H caesp	Eurasiat.	<i>Carex digitata</i> L.	+	.	9

G rhiz	Eurasiat.	<i>Cephalanthera longifolia</i>	+	.	9
NP	Eurosib.	<i>Daphne mezereum</i> L.	+	.	9
G rhiz	Subtrop.	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenk.	+	.	9
G rhiz	N-Medit.-Mont.	<i>Geranium nodosum</i> L.	+	.	9
P lian	Eurimedit.	<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>	+	.	9
G rhiz	Circumbor.	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	+	.	9
H scap	Europ.-Caucas.	<i>Lactuca muralis</i> (L.) P. Gaertn.	+	.	9
H ros	Europ.-Caucas.	<i>Primula vulgaris</i> Huds. subsp. <i>vulgaris</i>	+	.	9
P scap	Pont.	<i>Prunus avium</i> L.	+	.	9
P caesp	Paleotemp.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	+	.	9
G rhiz	SE-Europ.	<i>Symphytum tuberosum</i> L. subsp. <i>angustifolium</i> (A. Kern.) Nyman	+	.	9
H scap	Eurosib.	<i>Viola mirabilis</i> L.	+	.	9
H scap	Eurosib.	<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	+	.	9
H ros	Circumbor.	<i>Polypodium vulgare</i> L.	+	.	9
Ch suffr	Orof.S-Europ.	<i>Polygala chamaebuxus</i> L.	+	.	9
P scap	Eurosib.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+	.	9
Ch frut	Orof.S-Europ.	<i>Erica carnea</i> L.	+	.	9
P scap	Eurasiat.	<i>Pinus sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	.	+	9
H scap	Europ.-Caucas.	<i>Betonica officinalis</i> (L.) Trevis. subsp. <i>officinalis</i>	.	+	9
Specie di mantello (<i>Rhamno catharticae-Prunetea spinosae</i>)					
NP	Europ.-Caucas.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1	+	8
P caesp	Centro-Europ.	<i>Viburnum lantana</i> L.	+	+	8
P caesp	Europ.-Caucas.	<i>Corylus avellana</i> L.	1	.	8
NP	Eurasiat.	<i>Berberis vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	+	.	8
P lian	Europ.-Caucas.	<i>Clematis vitalba</i> L.	+	.	8
P caesp	Eurasiat.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	+	.	8
P caesp	Paleotemp.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	.	8
P caesp	SE-Europ.	<i>Rhamnus saxatilis</i> Jacq. subsp. <i>saxatilis</i>	.	+	8
P caesp	Medit.-Mont.	<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.	.	+	8
Specie aridofile di prateria basifila					
Ch suffr	Eurimedit.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>	.	2	5
H bienn	Centro-Europ.- Sudsiber.	<i>Centaurea stoebe</i> L. subsp. <i>stoebe</i>	.	1	5

H scap	Europ.-Caucas.	<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench	.	1	5
Ch suffr	NE-Medit.-Mont.	<i>Cytisus purpureus</i> Scop.	.	1	5
G rhiz	Subatlant.	<i>Anthericum ramosum</i> L.	.	1	7
H scap	S-Europ.-Sudsib.	<i>Inula hirta</i> L.	.	+	5
Ch suffr	Orof.S-Europ.	<i>Teucrium montanum</i> L.	.	+	5
H scap	Orof.S-Europ.	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	.	+	5
H scap	N-Centro-Europ.	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>carpatica</i> (Pant.) Nyman	.	+	5
H scap	Subendem.	<i>Centaurea rhaetica</i> Moritzi	.	+	5
H scap	Endem.	<i>Knautia velutina</i> Briq.	.	+	5
H scap	Eurasiat.	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i>	.	+	7
Ch rept	Endem.Alp.	<i>Globularia cordifolia</i> L.	.	+	5
G rhiz	Endem.	<i>Euphorbia variabilis</i> Ces.	.	+	5
Altre specie					
H caesp	Europ.-Caucas.	<i>Molinia arundinacea</i> Schrank	+	3	5
H caesp	Subatlant.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	+	+	5
H scap	Orof.S-Europ.	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	+	+	5
H scap	Orof.SE-Europ.	<i>Bupthalmum salicifolium</i> L.	+	+	7
H caesp	Orof.Centro-Europ.	<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.	3	.	5
H caesp	Endem.	<i>Carex austroalpina</i> Bech.	+	.	5
H scap	Eurasiat.	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	+	.	5
H caesp	Subendem.	<i>Carex baldensis</i> L.	.	1	5
H caesp	Eurasiat.	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	.	1	5
G bulb	Subatlant.	<i>Allium carinatum</i> L.	.	+	5
H bienn	Paleotemp.	<i>Centaureum erythraea</i> Rafn subsp. <i>erythraea</i>	.	+	5
T scap	Europ.-Caucas.	<i>Galium verum</i> L.	.	+	5
H caesp	Circumbor.	<i>Festuca rubra</i> L.	.	+	5
G rhiz	Orof.SE-Europ.	<i>Phleum hirsutum</i> Honck.	.	+	5
H scap	Endem.	<i>Campanula carnica</i> Mert. & W.D.J. Koch	.	+	5
H scap	Eurosib.	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L. subsp. <i>aquilegifolium</i>	.	+	7
H scap	Endem.Alp.	<i>Valeriana saxatilis</i> L.	.	+	7
H caesp	Paleotemp.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	+	4
H scap	Paleotemp.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	.	+	4
T scap	Eurimedit.	<i>Bupleurum baldense</i> Turra subsp. <i>baldense</i>	.	+	2

Tab. 3. Tabella fitosociologica dei rilievi. Le specie sono raggruppate in unità aventi significato ecologico/dinamico. Le specie aridofile di praterie basifile sono quelle con F (indice di umidità) ≤ 2 . *Sesleria varia* pur avendo F = 2 è stata esclusa da tale gruppo per via della sua elevata plasticità ecologica (Pignatti & Pignatti, 1975; Ravazzi, 1992; Poldini *et al.*, 2009). Ril. 1 = bosco, Ril. 2 = vegetazione post-incendio, m = coefficiente di maturità (Taffetani & Rismondo, 2009).

chamaedrys subsp. *chamaedrys*, *Teucrium montanum*, *Cytisus purpureus* e *Peucedanum oreoselinum*. Il grafico CSR di figura 7 mostra che la comunità post-incendio possiede più specie stress-tolleranti e ruderali (C = 50,5%, S = 41,5%, R = 8,0%) rispetto al bosco (C = 73,2%, S = 24,2%, R = 2,6%) che, d'altra parte, presenta una percentuale maggiore di specie competitive. Dal punto di vista fitosociologico il rilievo 2 è caratterizzato da una povertà di specie forestali (*Quercus robur*-*Fagetum sylvaticae* e *Erica carnea*-*Pinetum sylvestris*) e di mantello (*Rhamnus cathartica*-*Prunetum spinosae*) mentre dispone di numerose specie aridofile delle praterie basifile (*Festuca valesiaca*-*Brometum erecti*, *Festuca-Seslerietum*) e degli orli forestali (*Trifolium medii*-*Geranium sanguineum*) assenti nel rilievo 1 (Tab. 3). Tale aspetto si ripercuote sul valore di IM che è pari a 8,09 per la vegetazione del rilievo 1 e 5,59 per quella del rilievo 2.

DISCUSSIONE

Il bosco (rilievo 1) rappresenta un querceto di roverella in cui nello strato arboreo sono presenti, oltre che a *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia* (specie dominante) e *Fraxinus ornus* in accordo con le potenzialità vegetazionali dell'area di studio. La prevalenza del carpino nero sulla roverella trova giustificazione nel fatto che in gran parte delle aree prealpine è stato favorito dall'uomo che, specialmente negli ultimi due secoli, l'ha coltivato nei boschi cedui per la produzione di legna da ardere in quanto specie dall'eccellente attitudine pollonifera (Gobet *et al.*, 2000). La presenza di vari arbusti che compongono i mantelli periferostali è indicatrice di un bosco che non ha raggiunto la piena maturità. Tale caratteristica è confermata dal valore di IM che, pur elevato, non raggiunge il valore che caratterizza i boschi climatofili (IM max = 9). Supponendo che la vegetazione del rilievo 1 dovesse essere presente anche nell'area in cui è stato condotto il rilievo 2 (prima dell'incendio), è stato possibile comprendere gli effetti che ha avuto il fuoco sulla composizione floristica e sulla fisionomia della vegetazione. Dal punto di vista strutturale l'incendio avrebbe eliminato, o quantomeno ridotto in termini di copertura, gran parte delle fanerofite (alberi e altoarbusti) lasciando un bosco rado caratterizzato da uno strato erbaceo ben sviluppato con la presenza di varie ceppaie morte e poche piante arboree sopravvissute. L'analisi biologica evidenzia che l'incendio avrebbe penalizzato le specie legnose di grossa taglia (fanerofite) mentre avrebbe favorito gli arbusti di piccola taglia (camefite). Tale aspetto è giustificato dal fatto che le camefite del rilievo 2 hanno esigenze ecologiche alquanto differenti rispetto alle fanerofite forestali del rilievo 1, infatti i basso-arbusti che caratterizzano l'area post-incendio (*Teucrium chamaedrys*, *Cytisus purpureus*, *Teucrium montanum* e *Globularia cordifolia*) sono tipici di praterie secche e basifile (Tab. 3). La variazione floristica più rilevante ha interessato la componente erbacea della vegetazione che, a seguito dell'incendio, ha subito un impoverimento di specie nemorali di *Quercus robur*-*Fagetum sylvaticae* rimpiazzate da altre più eliofile facenti capo a *Festuca-Seslerietum* e *Festuca valesiaca*-*Brometum erecti* in particolare. La presenza di un nutrito contingente di specie dei *Festuca valesiaca*-*Brometum erecti*, di cui alcuni elementi con valori di copertura elevati (*Teucrium chamaedrys*, *Peucedanum oreoselinum* e *Centaurea stoebe*), è indicatrice di un

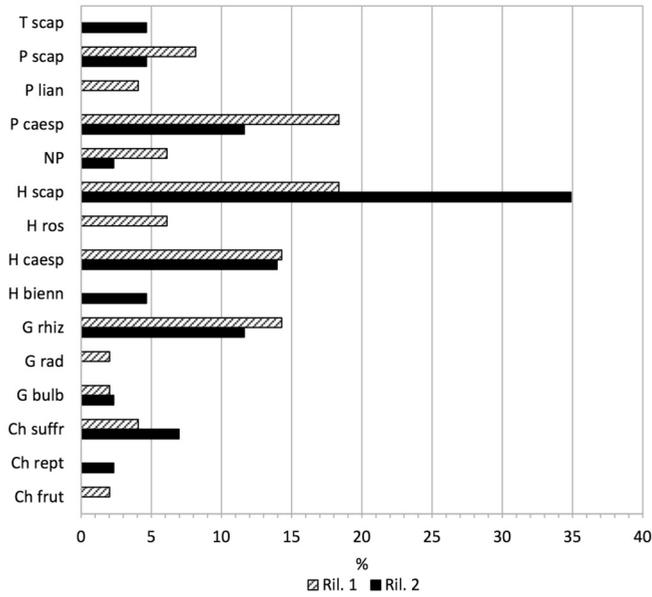


Fig. 4. Spettri biologici normali. Ril. 1 = bosco, Ril. 2 = vegetazione post-incendio.

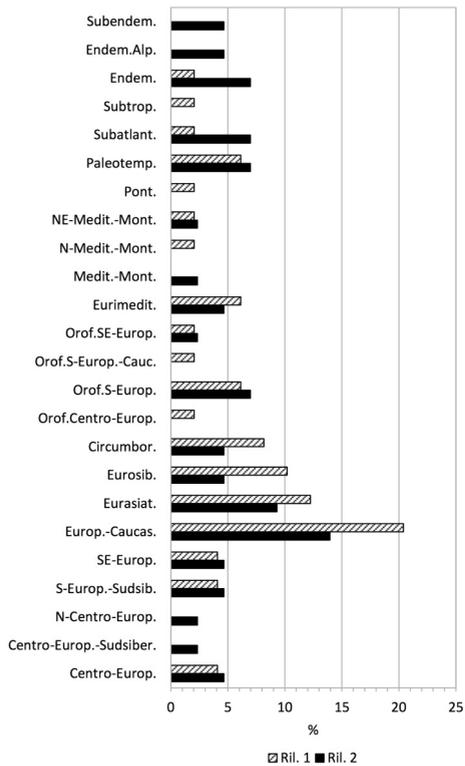


Fig. 5. Spettri corologici normali. Ril. 1 = bosco, Ril. 2 = vegetazione post-incendio.

ambiente secco (aridità edafica) così come conferma il valore di F nell'ecogramma di figura 6. La scarsa disponibilità di acqua nel suolo sarebbe dovuta ad una perdita di struttura dello stesso che, secondo De Lillis (1995), rappresenta uno degli effetti provocati dal calore del fuoco. In seguito all'incendio il suolo può inoltre perdere plasticità ed elasticità a causa della combustione della sostanza organica che però viene restituita nel giro di pochi anni attraverso l'attività metabolica dei microrganismi (Giovannini *et al.*, 1990). A tal proposito l'indice H (Fig. 6) evidenzia un leggero incremento di specie adattate a vivere su suoli poveri in humus che confermerebbe una perdita di sostanza organica negli orizzonti pedologici superficiali. Dopo il passaggio del fuoco il suolo diviene temporaneamente idrorepellente a causa dell'azione congiunta della cenere che ne satura i pori e del marcato disseccamento dovuto alla rimozione della copertura vegetale (Letey, 2001). Ciò provoca un maggior deflusso dell'acqua superficiale che, oltre a favorire fenomeni erosivi, comporta un generale dilavamento delle sostanze nutritive presenti nel terreno e nelle ceneri di combustione (De Lillis, 1995; Moretti & Conedera, 2005). In effetti, come evidenzia l'indice N (Fig. 6), nell'area colpita dall'incendio sarebbero presenti più specie oligotrofe che non nel bosco.

Oltre alle essenze aridofile delle praterie bisifile il passaggio del fuoco avrebbe favorito *Molinia arundinacea*, graminacea eliofila assai frequente nelle praterie arbustate prealpine. L'elevata frequenza che assume molinia nelle comunità vegetali post-incendio del settore esalpico è documentata da uno studio di Gallinaro *et al.* (2001) relativo agli effetti prodotti sulla vegetazione da incendi verificatisi in diverse aree montane della provincia di Lecco. Il fuoco avrebbe favorito *Molinia arundinacea* anche in alcune aree incendiate del Piemonte, dove è risultata essere la specie dominante negli stadi immediatamente successivi agli incendi (Ascoli & Bovio, 2010), e della Svizzera sudalpina (Moretti & Conedera, 2005). Ravazzi (1992) tratta ampiamente del ruolo che *Molinia arundinacea* può esercitare sui substrati calcareo-dolomitici delle Prealpi lombarde dove tale graminacea, oltre che a partecipare alla formazione di praterie basifile fresche (seslerio-molinieti), può divenire specie dominante nelle praterie su versanti ripidi ed aridi, esposti a sud, su suoli provvisti di orizzonte a tessitura fine, impermeabili, caratterizzati da buona ritenzione idrica e a pH neutro o acido. L'autore descrive anche la composizione floristica e l'ecologia di due tipologie di molinieti neutro-acidofili diffusi in ambiente prealpino: molinieti su suoli alcalini o neutri (Terra Fusca e colluvi di Terra Rossa) e molinieti su suoli acidi profondi (Terra Rossa o depositi glaciali pedogenizzati). Nel caso in esame il rilievo 2 rappresenta un molinieto di suoli alcalini o neutri vista la presenza di varie specie (*Anthericum ramosum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Cytisus purpureus* e *Teucrium chamaedrys*) che caratterizzano tale tipologia. Secondo Ravazzi (1992) questo tipo di molinieto rappresenta una vegetazione di sostituzione dei boschi di latifoglie termofili (*Quercetalia pubescenti-petraeae*) e sarebbe spesso originato proprio dall'incendio.

La principale causa dell'incremento di specie pregiate (endemiche e subendemiche) nell'area incendiata sarebbe da attribuire al diradamento del bosco che avrebbe consentito la diffusione della luce fino al suolo e favorito la comparsa di specie eliofile della classe *Festuco-Seslerietea* fra cui alcune con areale circoscritto che generalmente sono presenti nelle praterie basifile prealpine dell'orizzonte montano e subalpino

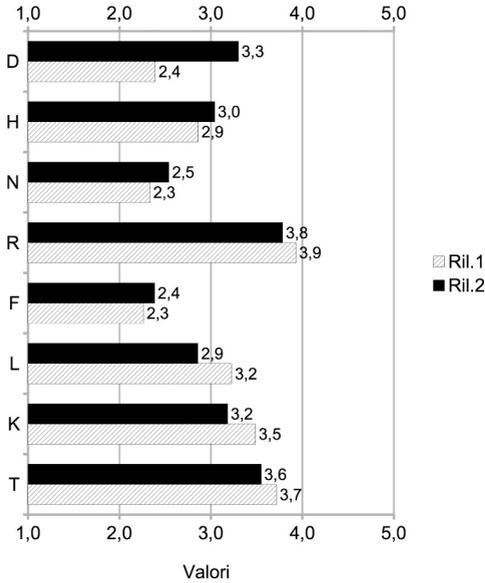


Fig. 6 – Spettri ecologici ponderati (T = temperatura, K = continentalità, L = intensità luminosa, F = umidità del suolo, R = reazione del substrato, N = nutrienti, H = humus, D = aerazione). Ril. 1 = bosco, Ril. 2 = vegetazione post-incendio.

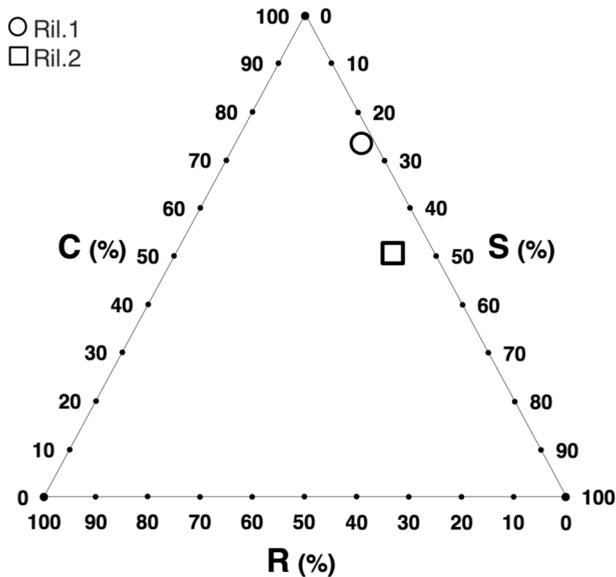


Fig. 7 – Grafico a tre assi CSR. Ai vertici del triangolo sono localizzate le tre strategie primarie (C = competitive, S = stress-tolleranti, R = ruderali), al centro è ubicata la strategia secondaria CSR (indifferenti) e negli spazi intermedi sono localizzate le restanti strategie secondarie (CR = competitive ruderali, SC = stress-tolleranti competitive; SR = stress-tolleranti ruderali). Ril. 1 = bosco; Ril. 2 = vegetazione post-incendio.

(*Caricion austroalpinae*) (Sutter, 1962; Pignatti & Pignatti, 1975). Tali praterie rappresentano ecosistemi vulnerabili ai cambiamenti di gestione del territorio e, in particolare, all'espandersi dei boschi (Palombo *et al.*, 2014). Nel caso in esame l'incendio avrebbe dunque favorito la conservazione di specie compromesse proprio della graduale sostituzione delle praterie con i boschi, fenomeno comune a tutto l'arco alpino legato all'abbandono delle terre alte.

Come evidenziato dal grafico CSR (Fig. 7) l'incendio ha rappresentato un fattore di disturbo dell'ecosistema che ha causato un aumento, seppur lieve, di specie ruderali. Considerato che in una comunità vegetale la presenza di specie ruderali risulta tanto maggiore quanto il disturbo (distruzione di biomassa) è intenso e frequente (Grime, 2001), si può dedurre che l'incendio che ha coinvolto l'area di studio sia stato poco violento ed abbia rappresentato un evento eccezionale. Oltre alle ruderali sono aumentate le specie stress-tolleranti, ovvero quelle adattate a vivere in ambienti con fattori in grado di limitare la produzione di biomassa. Nel caso in esame i fattori limitanti dipenderebbero dagli effetti che avrebbe avuto il fuoco sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo (destrutturazione, ridotta capacità di ritenzione dell'acqua e impoverimento in elementi nutritivi e sostanza organica). In questo lavoro il grafico CSR è stato elaborato estrapolando le strategie delle singole specie da Landolt *et al.* (2011), analisi restituite da misure dirette (morfologiche e fisiologiche) in grado di attribuire ogni singola specie presente la propria strategia potrebbero supportare in maniera più solida i risultati restituiti, quindi l'interpretazione degli stessi.

Dal punto di vista della dinamica di vegetazione il fuoco ha portato all'instaurarsi di una serie regressiva in quanto la comunità post-incendio rappresenta uno stadio meno evoluto (IM più basso) e meno strutturato rispetto al bosco. Se nei prossimi anni l'area incendiata sarà colpita da ulteriori incendi che porteranno ad una progressiva erosione del suolo, la vegetazione potrebbe regredire verso tipologie con *Molinia arundinacea* cespitosa e con elementi di *Festuco valesiacae-Brometea erecti* e di *Potentilletalia caulescentis* (nel caso dovesse affiorare il regolite), tale situazione è stata osservata da Ravazzi (1992) sul versante orientale e meridionale del Pizzo Frol (Val Seriana). Se viceversa l'area di studio non sarà più colpita dal fuoco la vegetazione potrebbe gradualmente acquisire le caratteristiche che aveva prima del disturbo nel giro di qualche decennio, ciò andrebbe però verificato da uno studio diacronico della dinamica di vegetazione visto che non sempre le azioni di disturbo come l'incendio risultano essere reversibili.

CONCLUSIONI

L'incendio che si è abbattuto sull'area di studio ha rappresentato un fattore di disturbo con effetti contrastanti sul sistema vegetazione. Da un lato ha determinato la destrutturazione del bosco, l'eliminazione di specie nemorali e l'avvio di una serie dinamica regressiva, dall'altro ha favorito la comparsa di un molinieta con specie erbacee delle classi *Festuco valesiacae-Brometea erecti* e *Festuco-Seslerietea* che, con alcuni elementi di pregio (specie endemiche e/o rare), hanno contribuito a diversificare la copertura vegetazionale del versante incrementandone il valore naturalistico.

RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato supportato da “Accordo di Programma affermazione in Edolo del Centro di Eccellenza Università della Montagna” MIUR - Università degli Studi di Milano (prot. n. 386 1293 - 05/08/2011).

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 2002 – Carta geologica della provincia di Bergamo 1:50.000. A cura di: Settore politiche del Territorio della Provincia di Bergamo, Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR, Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologiche dell’Università degli Studi di Milano Bicocca, Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università degli Studi di Milano. Bergamo.
- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D. M. & THEURILLAT J.-P., 2004 – Flora alpina. 3 Bde. Haupt Verlag, Bern-Stuttgart-Wien.
- ANDREIS C., 1993 – Il manto vegetale nell’ultimo millennio. *Storia Economica e Sociale di Bergamo*, 1: 267-290.
- ASCOLI D. & BOVIO G., 2010 – Appraising fuel and fire behavior for prescribed burning application in heathlands of Northwest Italy, pp. 11. In: Viegas D.X. (ed.). *Proceedings of the “VI International Conference on Forest Fire Research”*, Coimbra (Portugal) 15-18 Nov. 2010.
- ASCOLI D. & BOVIO G., 2013 – Prescribed burning in Italy: issue, advances and challenges. *iForest*, 6: 79-89.
- ASCOLI D., MARZANO F., BEGHIN R. & BOVIO G., 2007 – The need for a prescribed burning expertise in Italy: north-western moorlands conservation management by fire, pp. 12. In: *Proceedings of the “IV International Wildland Fire Conference”*, Sevilla (Spain) 13-17 May 2007.
- ASCOLI D., MARZANO F. & BOVIO G., 2006 – Fuoco prescritto sperimentale per la gestione conservativa della brughiera. *Il Perito Agrario*, 4: 25-33.
- BIONDI E. & BLASI C., 2015 - Prodrómo della vegetazione d’Italia. Sito internet: <http://www.prodromo-vegetazione-italia.org>
- BIONDI E., BLASI C., ALLEGREZZA M., ANZELLOTTI I., AZZELLA M., CARLI E., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., FACIONI L., GALDENZI D., GASPARRI R., LASEN C., PESARESI S., POLDINI L., SBURLINO G., TAFFETANI F., VAGGE I., ZITTI S. & ZIVKOVIC L., 2014. Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrómo. *Plant Biosystems*, 148 (3-4): 728-814.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., GUIDA D., MOLLO B., SMIRAGLIA D. & ZAVATTERO L., 2014 - Classification and mapping of the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems*, 148 (5-6): 1255-1345.
- BOTELHO H., FERNANDES P., RIGOLOTT E., VEGA J.A., REGO F., MOLINA D., PRODON R., LEONE V., GOUMA V., GUARNIREI F. & BINGGELI F., 1999 – Fire torch: towards improved prescribed burning knowledge and use in Europe. In: *Proc. DELFI International Symposium “Forest Fires: Needs & Innovation”*, Athens (Greece) 18-19 Nov. 1999.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932) 1964 – *Pflanzensoziologie*. 3° ed. Springer-Verlag, Wien.
- DE LILLIS M., (1995) – Ecologia del fuoco, pp. 297-318. In: Pignatti S. (ed.). *Ecologia vegetale*, UTET, Torino.
- DEL FAVERO R. (a cura di), 2002 – *I tipi forestali della Lombardia*. Cierre edizioni, Verona.
- DEL FAVERO R., 2004 – *I boschi delle regioni alpine italiane*. CLUEP, Padova.
- GALLINARO N., BARCELLA M. & CANTINI M., 2001 – Analisi degli effetti prodotti sulla vegetazione e la fauna dagli incendi verificatosi in provincia di Lecco negli anni 1997 e 1998. “*Il Naturalista Valtellinese*” *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Morbegno*, 12: 157-192.
- GIOVANNINI G., LUCCHESI S. & GIACHETTI M., 1990 – Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality, pp. 95-102. In: Goldammer J.C. & Jenkins M.J. (eds.) *Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and Northern Perspectives*, SPB Academic Publishing, The Hague.

- GOBET E., TINNER W., HUBSCHMID P., JASEN I., WEHRLI M., AMMANN B. & WICK L., 2000 – Influence of human impact and bedrock differences on the vegetational history of the Insubrian Southern Alps. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 9: 175-178.
- GRIME J.P., 2001 – *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. 2 ed. John Wiley & Sons, Chichester.
- HUNT R., HODGSON J. G., THOMPSON K., BUNGENER P., DUNNETT N. P. & ASKEW A. P., 2004 – A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. *Applied Vegetation Science*, 7: 163-170.
- LANDOLT E., 1977 - *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Geobotanisch Institut ETH, Zurich.
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER R.W., NOBIS M., RUDMANN-MAYREE K., SCHWEINGRUBER H.F., THEURILLAT J.P., URMI E., VUST M. & WOHLGEMUTH T., 2010 - *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen* (Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps). Haupt Verlag, Bern-Stuttgart-Wien.
- LETEY J., 2001 – Causes and consequences of fire-induced soil water repellency. *Hydrol. Process.*, 15: 2867-2875.
- MARAZZI S., 2005 – *Atlante orografico delle Alpi*. SOIUSA. Priuli & Verlucca, Pavone Canavese (Torino).
- MARTINI F. (ed.), BONA E., DANIELI S., FANTINI G., FEDERICI G., FENAROLI F., MANGILI L., PERICO G., TAGLIAFERRI F. & ZANOTTI E., 2012 – *Flora vascolare della Lombardia centro-orientale*. 2 voll. LINT, Trieste.
- MONTIEL C. & KRAUS D. (eds.), 2010 – *Best practice of fire use – prescribed burning and suppression fire programmes in selected case-study regions in Europe*. European Forest Institute Research Report 24, WS Bookwell Oy, Porvoo (Finland).
- MORETTI M. & CONEDERA M., 2005 – Ecologia degli incendi nella Svizzera sudalpina: effetti su suolo, vegetazione e fauna. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 156 (9): 338-344.
- MORETTI M., STAEHLI C. & GILLET F. 2008 – Determinants for the conservation of a vulnerable fire-dependent species at its marginal range. *Plant Ecol.*, 199: 89-98.
- MUCINA L., GRABHERR G., ELLMAUER T. & WALLÖFER S. (Eds.), 1993 - *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I, II, III*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PALOMBO C., MARCHETTI M. & TOGNETTI R., 2014 - Mountain vegetation at risk: Current perspectives and research needs. *Plant Biosystems*, 148 (1-2): 35-41.
- PIGNATTI E. & PIGNATTI S., 1975 - Syntaxonomy of the *Sesleria varia*-grasslands of the calcareous Alps. *Vegetatio*, 30 (1): 5-14.
- PIGNATTI S. & MENGARDA F., 1962 - Un nuovo procedimento per l'elaborazione delle tabelle fitosociologiche. *Acc. Naz. dei Lincei, Rend. cl. Sc. Mat. Fis. Nat. s. VIII*, 32: 215-222.
- PIGNATTI S., 1982 – *Flora d'Italia*. 3 voll. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., 1998 – *I boschi d'Italia*. UTET, Torino.
- POLDINI L., GIOVAGNOLI L. & TASINAZZO S., 2009 - I seslerieti di forra a *Sesleria cerulea* delle Prealpi sud-orientali. *Fitosociologia*, 46 (2): 23-34.
- PYNE S. J., ANDREWS P. L. & LAVEN R. D., 1996 – *Introduction to Wildland Fire*. 2° ed. John Wiley & Sons, New York.
- RAUNKIAER C., 1934 - *The life form of plants and statistical plant geography*. The Clarendon Press, Oxford.
- RAVAZZI C., 1992 - Lineamenti fisionomici, ecologia e fattori edafici della vegetazione di alcuni massicci calcareo-dolomitici delle Prealpi lombarde. *Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia*, 27 (1990-91): 11-49.
- RAVAZZI C., ACETI A., DONEGANA M., PINI R., TANZI G. & ZANNI M., 2007 – Il quadro ambientale del territorio bergamasco negli ultimi 130 mila anni: vegetazione, clima e uomo. *Storia Economica e Sociale di Bergamo*, 1: 237-247.
- REISIGL H. & KELLER R., 1990 – *Fiori e ambienti delle Alpi*. Arti Grafiche Saturnia, Trento.
- RISMONDO M., LANCIANI A. & TAFFETANI F., 2011 – Integrated tools and methods for the analysis of agro-ecosystem's functionality through vegetational investigations. *Fitosociologia*, 48 (1): 41-52.

- RIVAS-MARTÍNEZ S., 2004 – Global Bioclimatics. Clasificación Bioclimática del la Tierra (Bioclimatic classification of the world). Available from: <http://www.globalbioclimatics.org>.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., DIAZ T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., IZCO J., LOIDI J., LOUSA M. & PENAS A., 2002 – Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, 15 (2): 433-922.
- SUTTER R., 1962 – Das *Caricion austroalpinae* ein neuer insubrisch-sudalpiner *Seslerietalia*-Verband Mitt. Ostalp. Din. Pflanzensoz. Arbeitsgem., 2: 18-22.
- TAFFETANI F. & RISMONDO M., 2009 – Bioindicator system for the evaluation of the environmental quality of agro-ecosystems. *Fitosociologia*, 46 (2): 3-22.
- TINNER W., HUBSCHMID P., WEHRLI M., AMMANN B. & CONEDERA M., 1999 – Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *Journal of Ecology*, 87: 273-289.
- UBALDI D., 2008a – Le vegetazioni erbacee e gli arbusteti italiani. Tipologie fitosociologiche ed ecologia. Aracne editrice, Bologna.
- UBALDI D., 2008b – La vegetazione boschiva d'Italia: manuale di fitosociologia forestale. 2° ed. Clueb, Bologna.
- VERDE S., ASSINI S. & ANDREIS C. 2010 – Le serie di vegetazione della Regione Lombardia, pp. 53-82. In: Blasi C. (ed.). *La Vegetazione d'Italia*, Palombi & Partner S.r.l., Roma.

Indirizzo degli autori:

Luca Giupponi
Centro Interdipartimentale di Studi Applicati per la Gestione
Sostenibile e la Difesa della Montagna – Ge.S.Di.Mont.,
Università degli Studi di Milano
Via Morino 8, 25048 Edolo (BS)
e-mail: luca.giupponi@unimi.it

Annamaria Giorgi
Centro Interdipartimentale di Studi Applicati per la Gestione
Sostenibile e la Difesa della Montagna – Ge.S.Di.Mont.,
Università degli Studi di Milano, Via Morino 8, 25048 Edolo (BS);
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione,
Territorio e Agroenergia, Università degli Studi di Milano
Via Celoria 2, 20133 Milano (MI).
e-mail: anna.giorgi@unimi.it