



Le foreste vetuste: criteri per l'identificazione e la gestione

Alfredo Di Filippo,^{a,*} Gianluca Piovesan,^a Bartolomeo Schirone^a

^aDAF, Università della Tuscia, Via S. C. De Lellis snc, 01100 Viterbo, Italia

Abstract

Le foreste vetuste, in cui l'impatto dell'uomo risulta essere minimo, rappresentano un'opportunità unica per studiare le dinamiche naturali. L'analisi dendrometrica e dendroecologica di alcune faggete vetuste scoperte in Italia ha consentito di definirne i principali attributi strutturali e di comprendere i processi naturali che ne sono all'origine. E' stato, in particolare, indagato il ruolo che il regime di disturbo e la competizione hanno nel dinamismo di queste comunità arboree. La dominanza della rigenerazione per piccole buche tende a generare nel lungo periodo una faggeta disetanea in equilibrio dinamico già alla scala di pochi ettari, contraddistinta da un'elevata articolazione della struttura verticale ed orizzontale. Tuttavia, disturbi di maggiore severità possono intervenire occasionalmente su scala secolare determinando una sincronizzazione delle dinamiche e, quindi, una fluttuazione più ampia degli attributi. Questi studi costituiranno la base conoscitiva necessaria per l'identificazione di nuovi nuclei di foresta vetusta, per il loro monitoraggio e la loro gestione, con particolare riferimento alle unità minime di paesaggio necessarie per la conservazione di questi preziosi lembi di territorio. Gli attributi strutturali delle foreste vetuste, inoltre, forniscono un inestimabile metro di paragone per valutare il grado di sostenibilità della moderna selvicoltura e l'effetto degli interventi di ripristino della naturalità.

© 2004 SItE. All rights reserved

Parole chiave: Foreste vetuste; attributi strutturali; processi ecologici; identificazione; gestione; ripristino.

1. Introduzione

Negli studi di ecologia la scoperta di una foresta vetusta rappresenta un'opportunità unica. L'assenza per un periodo sufficientemente prolungato di impatto significativo legato alle attività umane consente alle dinamiche naturali di esprimersi fino ai limiti della potenzialità stazionale, dando luogo a cenosi strutturalmente complesse e ricche di biodiversità. L'uomo manipola le comunità forestali in maniera diretta (p.e. selvicoltura) ed indiretta (p.e. pascolo) intervenendo sui principali processi naturali, come la nascita, la crescita, la competizione e la morte. Così, nella maggior parte dei boschi il regime

di disturbo artificiale domina rispetto a quello naturale, generando ecosistemi semplificati in composizione, struttura e funzionalità. Appare, quindi, evidente che i rari lembi di foresta vetusta presenti nella nostra penisola sono di fondamentale importanza per comprendere le proprietà delle foreste in condizioni naturali.

Nondimeno, l'esclusione dai cicli colturali della fase caratterizzata dalla vetustà-senescenza e dalla morte di individui di grandi dimensioni preclude la creazione di habitat, come alberi cavi e morti in piedi e legname atterrato in vari stadi di decomposizione, essenziali per la sopravvivenza di molti esseri viventi. Le foreste vetuste rappresentano, quindi, un elemento chiave delle strategie di conservazione della biodiversità. Esse costituiscono il metro di paragone

* Autore corrispondente. Tel.: +39-(0)761-357387; fax: +39-(0)761-357413; e-mail: difilippo@unitus.it.

per poter valutare l'impatto delle attività selvicolturali sugli ecosistemi forestali e, quindi, la loro sostenibilità, nonché il modello di riferimento da seguire nei progetti di rinaturalizzazione di foreste antropizzate.

Questa nota si propone di descrivere i principali attributi strutturali di due faggete vetuste centro-italiane, di confrontarne i valori con quelli noti per le foreste vetuste temperate decidue, di comprendere i principali processi che ne regolano le dinamiche e, in base alle informazioni ottenute, di iniziare a definire alcune linee guida utili per la gestione ed il ripristino delle foreste vetuste nel nostro Paese.

2. Materiali e Metodi

Una foresta vetusta è “un ecosistema caratterizzato da alberi vetusti e dai relativi attributi strutturali” (Spies 2004). In seguito ad un evento di disturbo di grande severità, una comunità forestale evolve nel tempo passando attraverso quattro stadi principali di sviluppo strutturale (Frelich 2002): colonizzazione (*initiation*), autodiradamento (*stem exclusion*), transizione demografica (*demographic transition*) e multicoorte (*multi-aged*). Le foreste vetuste appartengono agli ultimi due stadi. In particolare, i popolamenti descritti di seguito sono stati scelti perché appartengono a due diversi stadi evolutivi: la faggeta del Monte Cimino si trova nello stadio di transizione demografica, in cui la maestosa struttura coetanea incomincia a decadere dando inizio a nuove coorti; la faggeta della Valle Cervara appartiene allo stadio multicoorte, con una struttura disetanea generata da una tessitura fine di coorti di età anche molto diversa tra loro (Piovesan et al. 2003; Di Filippo et al. 2004; Piovesan et al. in stampa).

2.1. La faggeta del Monte Cimino

Il Monte Cimino, con i suoi 1053 m s.l.m., costituisce la vetta più alta dei Monti Cimini. Esso emerge come un'isola in mezzo alla campagna maremmana e tiberina ed è, quindi, particolarmente esposto a tutti i venti. La faggeta si estende su circa 58 ha, nel Comune di Soriano nel Cimino (VT), tra i 925 ed i 1053 m s.l.m. La roccia madre, di origine vulcanica, dà luogo a terreni evoluti a mull, caratterizzati da notevole fertilità. La vegetazione è ascrivibile al

Corydali-Fagetum (Filesi 1992), associazione tipica dell'Italia centro-settentrionale. Tra le specie arboree si rinvencono in maniera sporadica aceri (*Acer pseudoplatanus* ed *A. opalus*), castagno (*Castanea sativa*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*).

La faggeta presenta una struttura tendenzialmente monoplana con individui di dimensioni maestose, la cosiddetta “fustaia a cattedrale”, tipica di popolamenti lasciati evolvere per decenni in assenza di disturbi antropici. Qui le ultime utilizzazioni forestali risalgono, infatti, al periodo 1947-1949. Così, l'abbandono delle attività selvicolturali ha consentito che si verificasse, a partire dai primi anni settanta, la morte di diversi individui dominanti.

Tabella 1. Monte Cimino. Principali descrittori strutturali. I numeri in pedice indicano la soglia diametrica usata nelle analisi.

	Media	Deviazione Standard	Min	Max
N ₁₅ (n/ha)	132	36	59	204
G ₁₅ (m ² /ha)	42	7	28	55
V ₁₅ (m ³ /ha)	555	97	356	732

Le indagini dendrometriche, i cui metodi sono descritti in dettaglio in Piovesan (1997), hanno riguardato esclusivamente la biomassa viva. Non è stato possibile caratterizzare la struttura della biomassa morta (necromassa), poiché la maggior parte del materiale caduto a terra viene ordinariamente asportato. In compenso, grazie ai dati raccolti a partire dal 1973 dalla Stazione CFS di Soriano nel Cimino (VT) è stato possibile monitorare il numero di individui morti per anno e la relativa modalità di morte (sradicamento, scalzamento, stroncatura, morte in piedi). Il processo di mortalità è stato, quindi, messo in relazione al regime di disturbo naturale.

2.2. La faggeta della Valle Cervara

La Valle Cervara è situata nel territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, nel comune di Villavallelonga (AQ). La valle si estende in direzione Est-Ovest, circondata a sud da Monte Schiena di Cavallo (1982 m) e a nord da Monte Marcolano (1940 m). Dal punto di vista geologico, dominano gli affioramenti calcarei del Cretaceo, che hanno dato origine a suoli di tipo bruno forestale.

La faggeta vetusta si estende per circa 24 ha, su un pendio molto ripido sotto la vetta di Schiena di Cavallo, ad una quota compresa tra i 1600 ed i 1850 m s.l.m. Costituita da un soprassuolo dominato dal faggio, a cui si associano sporadicamente l'acero di monte (*Acer pseudoplatanus*) ed il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*), è riconducibile al *Polysticho-Fagetum sylvaticae*, associazione vegetale tipica di stazioni fertili e mesofile della montagna appenninica.

Tabella 2. Valle Cervara. Principali descrittori strutturali. I numeri in pedice indicano la soglia diametrica usata nei rilievi.

	Media	Deviazione Standard	Min	Max
N ₅ (n/ha)	1590	1031	272	3857
G ₅ (m ² /ha)	41	7	31	53
V ₅ (m ³ /ha)	497	97	381	654
Necromassa ₁₀ (m ³ /ha)	Totale	65	50	0
	In piedi	24	24	0
	A terra	41	37	0

Questo popolamento è caratterizzato da una struttura disetanea altamente evoluta, dotata di un'elevata articolazione della struttura verticale ed orizzontale già alla scala di pochi ettari. Al suo interno si possono ritrovare tutte le fasi del ciclo silvologico delle foreste naturali di clima temperato (Emborg et al. 2000). Le differenti coorti di rinnovazione sono generate dalla morte scalare di individui appartenenti alla volta forestale, che qui possono raggiungere e superare i 500 anni di età (Piovesan et al. 2003). La morte di individui dominanti genera un'abbondante quantità di necromassa in piedi e a terra.

Indagini dendrometriche hanno riguardato la caratterizzazione della struttura della biomassa sia viva sia morta. Per i dettagli metodologici si rimanda a Piovesan et al. (in stampa). La necromassa è stata distinta in due classi principali: piante morte in piedi o troncate (necromassa in piedi), e detriti legnosi (necromassa a terra). Per ogni elemento è stato rilevato anche il grado di decomposizione (secondo la scala di Rubino e McCarthy 2003) e, nei tronchi atterrati, la direzione di caduta. Il prelievo di carote legnose con la trivella di Pressler ha permesso di indagare, per mezzo del metodo dendroecologico, la storia del disturbo di alcuni alberi dominanti e codominanti ed il suo effetto sulle dinamiche di

strutturazione della comunità (Di Filippo et al. 2004; Piovesan et al. 2004).

3. Risultati

3.1. La faggeta del Monte Cimino

I valori medi delle principali variabili dendrometriche testimoniano l'imponenza di questo soprassuolo (Tabella 1). Il ridotto numero di piante ad ettaro (N), il notevole diametro medio (43 cm) e la quantità elevata di biomassa sono tipici della fase a cattedrale. L'altezza dominante è di 35 m, con individui che superano i 40 m. Va però notata la variabilità che i descrittori dendrometrici presentano tra diverse aree di saggio. Il numero medio di piante ad ettaro è 132, con un campo di variazione compreso tra 59 e 204. L'area basimetrica (G) è in media pari a 42 m²/ha ed oscilla tra 28 e 55; il volume (V) medio è 555 m³/ha, variabile tra 356 e 732. Questa variabilità è legata, oltre che alla storia colturale ed all'eterogeneità ambientale, all'occorrenza del fenomeno degli schianti, che sottraggono biomassa viva al popolamento e, aprendo la volta arborea, favoriscono la rinnovazione naturale, instaurando così l'inizio di un nuovo ciclo silvologico. La curva di distribuzione diametrica è descritta, in corrispondenza delle classi diametriche medio-grandi, da una gaussiana, tipica dei boschi coetanei, e nelle classi inferiori ai 30 cm da una curva ad andamento iperbolico, in conseguenza del reclutamento di nuove coorti innescato dagli eventi di disturbo naturale (Figura 1).

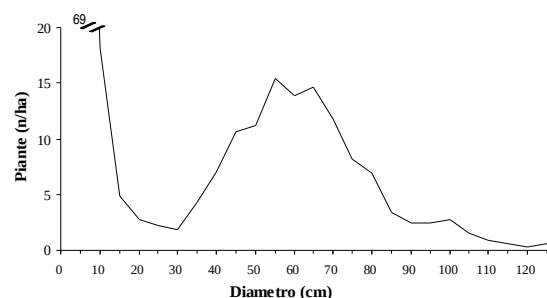


Fig. 1. Monte Cimino. Distribuzione diametrica in classi di 5 cm.

Il monitoraggio negli ultimi 30 anni del processo di mortalità ha mostrato che in questo periodo sono

morti 240 alberi, circa il 3% della popolazione adulta (Figura 2). Sebbene un numero minimo di alberi perisca quasi ogni anno, in alcuni anni eventi climatici di tipo catastrofico causano schianti su estesi tratti del popolamento. Nella notte tra il 20 ed il 21 Aprile 1997, ad esempio, un gelicidio ha provocato la morte di circa 50 alberi e l'apertura di diverse buche nella volta forestale, tra le quali una chiara di circa 4000 m² dovuta alla morte di 28 piante vicine (Piovesan 1997). La caduta di individui di grandi dimensioni (diametro ad 1.3 m da terra o $d_{1.3} = 60-75$ cm) ha innescato lungo il pendio un effetto domino, in cui lo schianto ha interessato fino ad 8 grandi piante allineate, provocandone lo sradicamento o la stroncatura. Un altro evento di forte intensità si è verificato nel 1999, in concomitanza con il passaggio dell'uragano Lothar in Centro Europa, quando una tromba d'aria ha provocato lo schianto di 73 piante. In questi contesti, quindi, piuttosto che per senescenza, la mortalità è intimamente legata ad eventi climatici estremi.

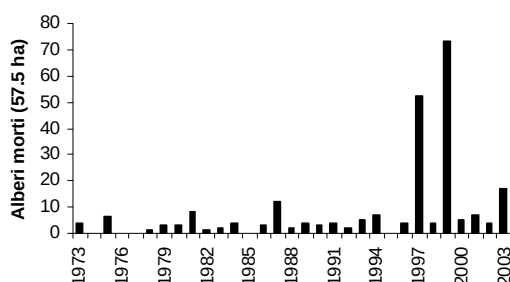


Fig. 2. Monte Cimino. Individui morti nel periodo 1973-2003

3.2. La faggeta della Valle Cervara

La densità media riscontrata è di 1590 alberi ad ettaro (Tabella 2). La statura del popolamento è 30 m. L'area basimetrica media è 42 m²/ha, il volume medio delle piante viventi è 497 m³/ha. La ripartizione del volume nelle varie classi diametriche ha una distribuzione riferibile ad una gaussiana, con picco nelle classi di 55-60 cm. Il 55% del volume appartiene agli alberi con $d_{1.3} > 52.5$ cm, il 25% a quelli compresi tra 32.5 e 52.5 cm ed il 20% a quelli inferiori a 32.5 cm. Gli alberi di dimensioni molto grandi ($d_{1.3} > 70$ cm) sono in media 20 ad ettaro e detengono il 24% del volume.

Per quanto riguarda la necromassa in piedi, la densità media è 19 piante ad ettaro ed il volume medio è 24 m³/ha, concentrato in individui con $d_{1.3} > 50$ cm (92% del totale). La densità media di necromassa a terra è 40 tronchi ad ettaro; il relativo volume è 41 m³/ha, distribuito tra le diverse classi diametriche. Nel complesso, la necromassa totale (in piedi + a terra) è 65 m³/ha; al materiale atterrato appartiene il 63%. Il volume totale della biomassa viva e morta risulta uguale 562 m³/ha, con l'88% in individui viventi e il 12% in necromassa. Anche in questo caso è da sottolineare la variabilità dei descrittori tra aree di saggio.

La distribuzione diametrica degli alberi vivi in classi di 5 cm può essere descritta da una curva di tipo sigmoide-ruotato, tipica di foreste vetuste, ben rappresentata da una polinomiale di quarto ordine in seguito a trasformazione logaritmica dei dati in ordinata (Figura 3A; Goff e West 1975). Anche l'unione di due distribuzioni Weibull dà buoni risultati (Piovesan et al. in stampa).

La storia del disturbo ricostruita con il metodo dendroecologico ha messo in evidenza un regime di disturbo misto, in cui domina la dinamica a piccole buche, mentre su scala secolare si verificano eventi di maggiore severità (Di Filippo et al. 2004; Piovesan et al. in stampa).

4. Discussione

In entrambi i popolamenti, le dimensioni massime in diametro e in altezza raggiunte sono confrontabili con il range accreditato per le foreste temperate decidue: 25-45 m in altezza e 100 cm in $d_{1.30}$ (Peterken 1996; Greenberg et al. 1997). Le dimensioni imponenti dei faggi del Cimino sono da mettere in relazione alla notevole fertilità stazionale, mentre per la Valle Cervara va considerato che il popolamento vegeta al limite forestale superiore in Appennino. I valori dei principali descrittori strutturali impiegati rientrano all'interno dei campi di variazione stabiliti per gli attributi delle foreste vetuste temperate decidue. Keddy e Drummond (1996) considerano 29 m²/ha come soglia (controllo/normale) per l'area basimetrica di foreste vetuste. Entrambe le faggete studiate soddisfano questo requisito. Gli alberi molto grandi sono ben rappresentati: sul Cimino costituiscono la maggior parte delle piante e del

volume presente; in Valle Cervara, pur non superando il minimo di densità stabilito da Nilsson et al. (2003) di 30 piante ad ettaro, rispettano i valori relativi al volume (20-30% del volume totale; Brown et al. 1997). Questi alberi, spesso dotati di cavità, costituiscono un habitat fondamentale per il rifugio, la riproduzione e la nutrizione di un gran numero di animali selvatici (Keddy e Drummond 1996). La densità ed il volume di necromassa riscontrati in Valle Cervara sono compresi nel campo di variazione riportato per ecosistemi simili (Greenberg et al. 1997; Nilsson et al. 2003; Piovesan et al. in stampa).

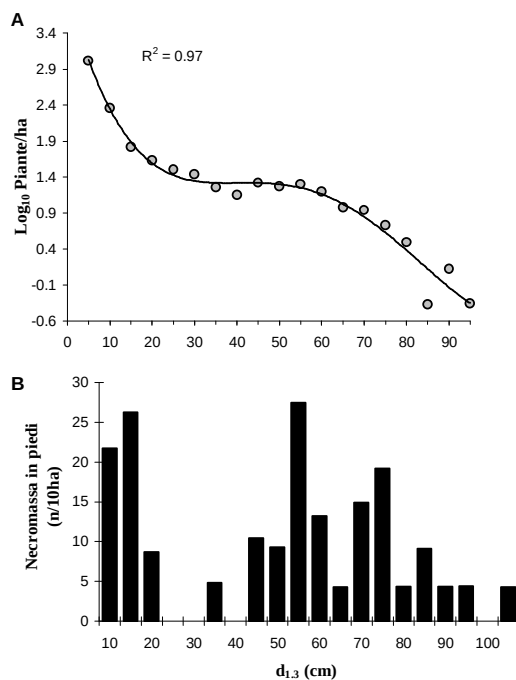


Fig. 3. Valle Cervara. (A) Distribuzione del logaritmo decimale del numero di piante ad ettaro per classi di 5 cm interpolata con una polinomiale di quarto grado. (B) Densità della necromassa in piedi per classi diametriche di 5 cm.

L'abbondanza di necromassa, come conseguenza dell'assenza delle utilizzazioni forestali, è uno degli elementi più rappresentativi della vetustà di una foresta. In Valle Cervara la necromassa totale è all'interno dell'intervallo di 50-200 m³/ha delle faggete europee (Piovesan et al. in stampa) e rappresenta il 12% del volume totale, contro il 4% stimato per i boschi italiani (Wolinski 2001). L'importanza di questa caratteristica risiede nel ruolo

cruciale che essa ha non solo nel garantire la sopravvivenza di rare specie vegetali ed animali, legate al ciclo di decomposizione del legno, ma anche perché la degradazione dei detriti legnosi favorisce i processi pedogenetici ed il mantenimento della fertilità dei suoli. Inoltre, la frequenza di necromassa in piedi di grandi dimensioni fornisce un habitat essenziale per specie rare come i picchi o i gufi. I detriti legnosi a terra contribuiscono al quantitativo totale della necromassa in maggior quantità della necromassa in piedi (secondo Nilsson et al. 2003, il 20-40% del volume della necromassa appartiene ad alberi morti in piedi o troncati; 37% in Valle Cervara). Essi, trovandosi a contatto con il terreno, in un ambiente caratterizzato da umidità elevata e dalla presenza di organismi saproxilici, presentano un grado di decomposizione più avanzato rispetto alla necromassa in piedi (Nilsson et al. 2003).

Le caratteristiche strutturali delle due faggete sono strettamente in relazione con lo stadio di sviluppo. In Valle Cervara l'eterogeneità spaziale della struttura è legata innanzitutto alla scalarità degli eventi di disturbo di bassa severità (dinamica a buche). Sia il monitoraggio di campo che gli studi dendroecologici (Di Filippo et al. 2004; Piovesan et al. in stampa) hanno mostrato che queste faggete possiedono un regime di disturbo misto: a fianco di buche di piccole dimensioni, generate dalla morte di una o poche piante, occasionalmente intervengono eventi di maggiori severità che, uccidendo molti alberi dominanti, liberano grandi quantità di biospazio rendendolo disponibile per lo sviluppo di nuove coorti. Il fenomeno assume caratteristiche vistose in popolamenti cosiddetti "a cattedrale", come quello del Cimino, dove la maggior parte degli individui presenti è potenzialmente suscettibile, cosicché eventi estremi determinano la morte sincrona di numerosi alberi. Tra i principali tipi di disturbo che interessano questi ecosistemi si annoverano estati particolarmente siccitose, trombe d'aria e gelicidi.

La faggeta del Cimino si trova nella fase di transizione demografica e, quindi, il suo maestoso aspetto di fustaia coetanea "a cattedrale" è interessato da processi di decadimento della volta forestale. Ciò comporta il passaggio della distribuzione diametrica dalla tipica curva gaussiana ad una curva bimodale, caratteristica della fase di transizione demografica (Frelich 2002). Tuttavia, nella maggior parte della superficie è ancora diffusa la struttura coetanea, con ridotto numero di piante ad ettaro, notevole diametro

medio e quantità elevata di biomassa per unità di superficie. Sebbene la maggior parte della biomassa sia ancora quasi totalmente concentrata negli individui di grosse dimensioni, la biomassa totale è destinata a decrescere fino a raggiungere un livello di quasi-equilibrio, man mano che gli eventi di disturbo faranno evolvere la struttura verso lo stadio multicoorte (Shugart e West 1981).

La faggeta della Valle Cervara, invece, presenta una struttura molto più evoluta: la distribuzione diametrica di tipo sigmoide-ruotato, infatti, è tipica delle foreste vetuste (Goff e West 1975). La genesi della sigmoide-ruotata è molto complessa, essendo il risultato delle dinamiche di reclutamento, crescita e morte (Coomes et al. 2003). Nelle foreste vetuste i tassi di mortalità e di accrescimento possono variare molto nelle diverse classi diametriche (e.g. Leak 2002; Piovesan et al. in stampa). La curva di mortalità in funzione del diametro assume spesso una tipica forma ad U (Goodburn e Lorimer 1999; Figura 2): le piante di piccole dimensioni, posizionate nello strato dominato, muoiono a causa della competizione asimmetrica per la luce (autodiradamento); le classi diametriche intermedie, grazie ad una posizione sociale più favorevole, presentano minori tassi di mortalità (Goff e West 1975); infine, le classi diametriche maggiori, composte da piante dominanti con chioma molto espansa e direttamente esposta agli eventi climatici, sono di fatto le più vulnerabili agli eventi di disturbo naturale, che ne possono determinare la morte.

5. Implicazioni per la gestione e la conservazione

5.1. Identificazione e monitoraggio

Lo studio delle foreste vetuste in Italia si trova ancora in una fase preliminare. Allo stato attuale, appare fondamentale identificare quanti più casi studio possibile, per garantirne la protezione, per descriverne i principali attributi biofisici e comprendere i processi che ne sono alla base. In questo contesto sarebbe opportuno istituire una “rete delle foreste vetuste”, per raggiungere una comprensione organica del fenomeno attraverso aree di studio permanenti in diversi ecosistemi ed aree geografiche. Le faggete vetuste descritte

rappresentano il primo caso in cui viene affrontata un’analisi integrata della struttura e dei processi ecologici che ne sono all’origine. I loro attributi sono in accordo con i valori rilevati nelle foreste temperate decidue in altre parti del mondo: questo studio costituisce, quindi, il primo passo per la definizione degli attributi delle foreste vetuste del nostro Paese. Una raccolta sufficiente di casi per ogni tipo forestale consentirà di precisare il campo di variazione di ciascun descrittore (p.e. Tyrrell et al. 1998). Questi potranno costituire una base empirica per l’identificazione in campo e la protezione di tali ecosistemi da parte del personale tecnico di istituzioni addette alla protezione della natura (Frelich e Reich 2003).

5.2. Gestione

La gestione delle foreste vetuste deve essere esclusivamente di tipo conservativo e l’accesso all’uomo deve essere consentito solo per motivi di studio scientifico. A questo proposito, è fondamentale arrivare a definire la superficie minima necessaria alla loro conservazione. In ecosistemi simili alle faggete descritte, Emborg et al. (2000) hanno trovato che 10 ha possono bastare per soddisfare i criteri necessari a raggiungere uno stato di quasi-equilibrio (Jentsch et al. 2002). Secondo Shugart e West (1981), la superficie deve essere uguale a 50 volte quella interessata dal disturbo medio: per arrivare a definire questa variabile è, quindi, fondamentale studiare il regime di disturbo naturale di questi ecosistemi.

Dal punto di vista applicativo, lo studio delle foreste vetuste offre un’opportunità unica per controllare gli effetti di una “selvicoltura a basso impatto ambientale”, cioè un uso delle risorse forestali capace di conservare in parte gli attributi legati alla vetustà. Ciò garantirebbe la sostenibilità delle utilizzazioni forestali, ossia la tutela della biodiversità, l’integrità dei cicli biogeochimici e la funzionalità - stabilità degli ecosistemi. Inoltre, le conoscenze sulle foreste vetuste, permetteranno lo sviluppo di progetti di ricostituzione boschiva finalizzati al ripristino di attributi legati alla vetustà in boschi secondari. Tali interventi potrebbero essere effettuati in quelle che sono definite “foreste potenzialmente vetuste”, ossia comunità forestali che sono prossime al raggiungimento dello stato di vetustà. Così, in una visione dinamica degli ecosistemi forestali, gli stadi

preliminari che portano alla formazione delle foreste vetuste acquistano particolare valore (Trombulak 1996), essendo la riserva da cui si possono generare, in tempi più o meno brevi, le future foreste vetuste. Infine, la conservazione delle foreste vetuste va pienamente integrata nella pianificazione delle risorse naturali, destinando una quota della superficie forestale nazionale alla loro tutela ed al loro ripristino.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Stazione del Corpo Forestale dello Stato di Soriano nel Cimino (VT) per aver gentilmente fornito i dati utilizzati in questo lavoro.

Bibliografia

- Brown, S.L., Schroeder, P. e Birdsey, R. (1997) Aboveground biomass distribution of US eastern hardwood forests and the use of large trees as an indicator of forest development. *Forest Ecology and Management*, **96**, 37-47.
- Coomes, D.A., Duncan, R.P., Allen, R.B. e Truscott, J. (2003) Disturbances prevent stem size-density distributions in natural forests from following scaling relationships. *Ecology Letters*, **6**, 980-989.
- Di Filippo, A., Piovesan, G. e Schirone, B. (2004) La dendroecologia applicata alle foreste vetuste: il caso delle faggete italiane. *Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia*, pp. 49-54. Aracne, Roma.
- Emborg, J., Christensen, M. e Heilmann-Clausen, J. (2000) The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *For. Eco. Man.*, **126**, 173-189.
- Filesi, E. (1992) La vegetazione del comprensorio dei Monti Cimini. *L'ambiente nella Tuscia laziale - aree protette e di interesse naturalistico della Provincia di Viterbo* (eds. M. Olmi e M. Zapparoli), pp. 233-238. Union Printing Edizioni, Viterbo.
- Frelich, L.E. (2002) *Forest dynamics and disturbance regimes, studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Frelich, L.E. e Reich, P.B. (2003) Perspectives on development of definitions and values related to old-growth forests. *Environmental Review.*, **11**, 9-22.
- Goff, F.G. e West, D. (1975) Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *Forest Science*, **21**, 98-108.
- Goodburn, J.M. e Lorimer, C.G. (1999) Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept. *Forest Ecology and Management*, **118**, 11-29.
- Greenberg, C.H., McLeod, D.E. e Loftis, D.L. (1997) *An old-growth definition for western and mixed mesophytic forests. GTR-SRS-16*. USDA For. Serv. Tec. Rep., Southern Research Station, Asheville, NC, USA.
- Jentsch, A., Beierkuhnlein, C. e White, P.S. (2002) Scale, the dynamic stability of forest ecosystems, and the persistence of biodiversity. *Silva Fennica*, **36**, 393-400.
- Keddy, P.A. e Drummond, C.G. (1996) Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystems. *Ecological Applications*, **6**, 748-762.
- Leak, W.B. (2002) *Origin of sigmoid diameter distributions. NE-718*. USDA For. Serv. Res. Pap., Northeastern Research Station, Newton Square, PA, USA.
- Nilsson, S.G., Niklasson, M., Hedin, J., Aronsson, G., Gutowski, J.M., Linder, P., Ljungberg, H., Mikusiński, G. e Ranius, T. (2003) Densities of large and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*, **161**, 189-204.
- Peterken, G.F. (1996) *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Piovesan, G. (1997) *Analisi di problemi assestamentali nella foresta montana dell'Appennino Centrale*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- Piovesan, G., Bernabei, M., Di Filippo, A., Romagnoli, M. e Schirone, B. (2003) A long-term tree-ring beech chronology from a high-elevation old-growth forest of Central Italy. *Dendrochronologia*, **21**, 13-22.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F. e Schirone, B. (in stampa). Structure, dynamics and dendroecology of an Apennine old-growth beech forest. *Journal of Vegetation Science*.
- Rubino, D.L., e McCarthy, B.C. (2003) Evaluation of coarse woody debris and forest vegetation across topographic gradients in a southern Ohio forest. *Forest Ecology and Management*, **183**, 221-238.
- Shugart, H.H. e West, D.C. (1981) Long-term dynamics of forest ecosystems. *American Scientist*, **69**, 647-652.
- Spies, T.A. (2004) Ecological concepts and diversity of old-growth forests. *Journal of Forestry*, **102**, 14-20.
- Trombulak, S.C. (1996) The restoration of old-growth: why and how. *Eastern Old-growth forests* (ed. M.B. Davis), pp. 305-320. Island Press, Washington.
- Tyrrell, L.E., Nowacki, G.J., Crow, T.R., Buckley, D.S., Nauertz, E.A., Niese, J.N., Rollinger, J.L. e Zasada, J.C. (1998) *Information about old growth for selected forest type groups in the eastern United States. GTR-NC-197*. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station., St. Paul, MN, USA.
- Wolynski, A. (2001) Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile. *Sherwood*, **67**, 5-12.