
Articolo scientifico

La valutazione della multifunzionalità del bosco nella pianificazione di livello territoriale. Il caso studio della Comunità Montana del Matese (CB)

Umberto Di Salvatore^{1*}, Fabrizio Ferretti¹, Paolo Cantiani², Alessandro Paletto³, Isabella De Meo⁴, Ugo Chiavetta²

Ricevuto 18/11/2013 – Accettato 20/12/2013

Riassunto - L'obiettivo principale del presente lavoro è quello di mettere a punto un metodo speditivo e di semplice applicabilità per la valutazione della multifunzionalità delle foreste. L'approccio metodologico proposto, basato sulla valutazione di un indice del livello di multifunzionalità delle foreste, mira a stimare la capacità di assolvimento delle diverse funzioni da parte di una foresta. Lo scopo del metodo è di fornire supporto ai tecnici forestali chiamati a definire le linee guida di gestione e le pratiche selviculturali più idonee nell'ambito di una Pianificazione Forestale Territoriale di Indirizzo (PFTI). L'area di studio dove il metodo è stato testato è nell'Appennino meridionale nella zona del Matese. La metodologia utilizzata prevede la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle diverse categorie forestali presenti nel territorio attraverso la realizzazione di rilievi inventariali su punti campione. In ciascun punto è stata individuata un'area di 0,5 ha all'interno della quale si è proceduto alla compilazione di una scheda descrittiva delle caratteristiche del bosco: condizioni stazionali, composizione specifica, origine e struttura del popolamento, forma di governo e trattamento, stato fitosanitario, presenza di microhabitat. In ogni punto di campionamento è stato valutato il livello di multifunzionalità della foresta e l'effetto di opzioni gestionali alternative circa la capacità del bosco di fornire beni e servizi ecosistemici. L'introduzione del termine "capacità di assolvimento della funzione" e del concetto di livello di priorità, tramite il quale si delinea una classifica delle diverse funzioni all'interno di ciascun punto inventariale, costituiscono i principali elementi distintivi della presente metodologia. La metodologia consente di valutare al meglio il livello di multifunzionalità forestale in corrispondenza del punto di campionamento, tenendo però conto della foresta considerata nella sua totalità. Valutare le caratteristiche funzionali delle foreste con questo approccio riduce la soggettività di giudizio e permette di ottenere informazioni utili ai pianificatori forestali nella definizione di linee guida di gestione coerenti con lo stato attuale dei boschi e con i possibili scenari di sviluppo evolutivo.

Parole chiave - multifunzionalità forestale; Piano Forestale Territoriale di Indirizzo (PFTI); capacità di assolvimento della funzione; forma di governo; Comunità Montana Matese (CB).

Introduzione

La Gestione Forestale Sostenibile (GFS), così come introdotta dal Processo di Montreal (1987) e definita nel corso della seconda Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste (MCPFE) in Europa (1993), ha come obiettivo prioritario l'uso delle risorse forestali in modo da mantenere, ora e in futuro, l'assolvimento delle funzioni sociali, economiche ed ecologiche (Wyder 2001, Tabbush 2004, Garcia-Fernandez et al. 2008).

Lo sviluppo teorico e pratico del concetto di gestione forestale multi-obiettivo o multi-uso (*Multiple-Use Forest Management*) ha origine in Nord America ed è stato successivamente riformulato in Europa ponendo maggiore enfasi al concetto di funzione delle foreste, invece, che di uso delle foreste.

Nix (2012) definisce la gestione forestale multi-obiettivo come "la gestione dei boschi per più di uno scopo, come ad esempio la produzione di legna, il miglioramento della qualità dell'aria e dell'acqua, il mantenimento di condizioni adeguate per la fauna

selvatica, la ricreazione e gli aspetti estetico paesaggistici".

Secondo la definizione questo tipo di gestione forestale si basa quindi sulla capacità dell'ecosistema forestale di svolgere una molteplicità di funzioni (multifunzionalità forestale).

In Europa il concetto di multifunzionalità forestale è stato coniato nel 1953 in Germania grazie alla "Teoria delle funzioni forestali" elaborata da Viktor Dieterich dell'Università di Monaco di Baviera. In questa teoria, il concetto di uso multiplo è stato sviluppato e ampliato attraverso una visione meno antropocentrica in cui le funzioni hanno un'importanza intrinseca (la vitalità e la salute dell'ecosistema) indipendentemente dall'utilità che esse svolgono per l'uomo.

L'uso multiplo delle risorse forestali è un concetto in continua evoluzione nel tempo e nello spazio (Angelstam et al. 2005, Straka 2009), e negli ultimi decenni ha assunto sempre di più il ruolo di alternativa alle strategie gestionali legate esclusivamente alla valorizzazione della funzione produttiva legnosa.

¹ Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Apennines Forest Research Unit (CRA-SFA), Isernia, Italy

² Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura , Forestry Research Centre (CRA-SEL), Arezzo, Italy

³ Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura , Forest Monitoring and Planning Research Unit (CRA-MPF), Villazzano di Trento, Italy

⁴ Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura , Agrobiology and Pedology Centre (CRA-ABP), Firenze, Italy

* autore corrispondente: umberto.disalvatore@entecra.it

Alcuni autori sottolineano come l'inclusione di molteplici funzioni e molteplici attori interessati potrebbe dare alla GFS un impulso molto forte dal punto di vista sociale ed economico (Campos et al. 2001, Hiremath 2004, Kant 2004, Wang e Wilson 2007). L'integrazione nel processo decisionale dei molteplici interessi in gioco è il cardine della GFS (Kant 2007); inoltre, una visione moderna della pianificazione forestale richiede foreste in grado di soddisfare le esigenze dei molteplici attori sociali attraverso l'erogazione di più prodotti e servizi (Kant 2004, Cantiani 2012).

Riassumendo, la gestione multifunzionale delle foreste ha come scopo quello di integrare nel processo decisionale le esigenze produttive con i problemi non produttivi del bosco, così come pure gli aspetti socio-culturali e ambientali (Vincent e Binkley 1993, Kangas e Store 2002). Bisogna tenere presente che, date tali premesse, scegliere un processo decisionale e di pianificazione in grado di giungere alla scelta gestionale finale diventa molto complicato (Pukkala 2002).

Per questi motivi, la definizione e la sperimentazione di una metodologia di valutazione della multifunzionalità delle foreste è uno strumento di supporto necessario alla GFS (Paletto et al. 2012).

Da qualche anno in Italia la pianificazione forestale non è più affidata soltanto ai classici piani di assestamento o ai piani forestali regionali, ma si stanno progressivamente diffondendo i Piani Forestali Territoriali di Indirizzo (PFTI) come strumenti atti a definire ed indirizzare la gestione delle risorse

forestali a livello sovra-aziendale. Lo scopo di questo tipo di pianificazione non è quello di definire "dove" e "quando" effettuare determinati interventi selvicolturali, quanto piuttosto di definire scenari alternativi per la gestione globale della foresta (Agnoloni et al. 2009).

Molti autori hanno riconosciuto nei sistemi di pianificazione forestale su scala territoriale lo strumento ideale per analizzare la complessità del sistema foresta e definire le linee guida di gestione (Kant 2003, Kennedy e Koch 2004, Farcy e Devillez 2005, Cubbage et al. 2007, Schmithüsen 2007).

I PFTI affrontano i problemi di gestione forestale a lungo termine, con particolare attenzione alle problematiche ambientali che non possono essere adeguatamente considerate facendo riferimento ad una singola unità di gestione forestale.

Inoltre, i PFTI offrono suggerimenti e linee guida di gestione selvicolturale per ciascuna categoria forestale e forma di governo del bosco, e queste vengono poi successivamente dettagliate per ogni funzione svolta dal bosco (Paletto et al. 2012).

La scala di pianificazione dei PFTI è quindi, a nostro avviso, quella in cui la valutazione del livello di multifunzionalità dei boschi risulta più efficace.

Il presente lavoro costituisce un affinamento della metodologia già presentata da Paletto et al. (2012). Lo scopo del metodo proposto è quello di definire la multifunzionalità dei boschi da un punto di vista tecnico-manageriale.

L'obiettivo principale di questo articolo è quello di sviluppare ulteriormente il metodo precedentemente proposto, inserendo alcuni aspetti fondamentali per



Figura 1 - L'area di studio e i comuni coinvolti.

Tabella 1 - La distribuzione delle categorie forestali nell'area di studio.

Categorie forestali	Area (ha)	%
Faggete	4.785	29,7
Cerrete	6.644	41,2
Querceti a roverella	290	1,8
Ostrieti	1.556	9,7
Castagneti	320	2,0
Formazioni riparie	842	5,2
Lecete	18	0,1
Altri boschi di latifoglie	1.020	6,3
Arbusteti	406	2,5
Rimboschimenti di conifere	212	1,3
TOTALE	16.094	100,0

un'utile applicazione pratica da parte dei tecnici forestali. I principali aspetti innovativi proposti sono:

- i) l'inserimento di ciascuna funzione del bosco nella scala di valutazione del livello di priorità delle funzioni, quindi non esistono più funzioni con livello di priorità zero, ma solamente funzioni più o meno importanti in considerazione del fatto che il bosco è intrinsecamente multifunzionale;
- ii) l'introduzione di un nuovo indice di valutazione del livello di multifunzionalità dei boschi (capacità di assolvimento);
- iii) l'individuazione delle funzioni del bosco da prendere in considerazione realizzata attraverso un processo di partecipazione pubblica che coinvolge i diversi portatori di interesse individuati nell'area oggetto di indagine.

Inoltre, l'applicazione del metodo in un contesto forestale diverso da quello del precedente lavoro (Paletta et al. 2012) costituisce un elemento in grado di fornire utili informazioni per un ulteriore miglioramento della metodologia.

Materiali e metodi

Area di studio

L'area oggetto di studio è situata nel territorio della Comunità Montana del Matese nella Regione Molise (Fig. 1), si estende su una superficie complessiva di 36.500 ha e comprende 11 comuni. L'altitudine del territorio varia tra i 422 m s.l.m. del fondovalle del comune di Spinete e i 2.050 m s.l.m. di Monte Miletto. Nell'area sono presenti 15.687 ha di terreni boscati e 407 ha di altre terre boscate (Chirici et al. 2011).

Il grado di copertura dei boschi è pari quindi al 43% per il territorio dell'intera area in esame e varia fra il 75% del Comune di Guardiaregia ed il 19% del Comune di Cercepiccola. Nello specifico la superficie coperta da boschi occupa senza soluzione di continuità tutto il versante nord-orientale del massiccio del Matese, mentre nella zona nord-occidentale i boschi sono più radi e lasciano spazio alle aree urbane ed ai seminativi concentrandosi per lo più nelle zone collinari.

Le principali categorie forestali con le rispettive superfici sono riportati in Tabella 1. I boschi di cerro

(*Quercus cerris* L.) sono la categoria forestale maggiormente rappresentata (41,2 % delle foreste), spesso costituita da popolamenti pressoché puri, di ottima fertilità caratterizzati da individui di ottimo portamento. La cerrete si suddividono nelle seguenti tipologie forestali: i) cerreta mesofila: boschi chiusi, a prevalenza di cerro e per lo più monospecifici, sviluppatisi in stazioni ad elevata fertilità; ii) cerreta mesoxerofila: boschi a prevalenza di cerro con presenza rilevante di specie mesoxerofile e più raramente mesofile, come i carpini, gli aceri e la roverella.

I boschi di faggio (*Fagus sylvatica* L.), con una superficie complessiva di 4.785 ha (29,7% dell'intera superficie forestale), sono la seconda categoria forestale per rappresentatività. Le faggete si suddividono nelle seguenti tre tipologie (Chirici et al. 2011): i) faggeta altomontana: si riscontra soprattutto al limite della vegetazione arborea, su pendii molto acclivi o in zone cacuminali, in stazioni con presenza di affioramenti rocciosi dove la maggiore esposizione ai venti, l'erosione superficiale e l'elevato drenaggio accentuano l'aridità del suolo; ii) faggeta montana: boschi puri di faggio in buone o ottime condizioni di crescita; il sottobosco arbustivo è quasi assente o rado; iii) faggeta submontana: soprassuoli a prevalenza di faggio riscontrabili nelle aree di transizione fra la cerreta e la faggeta, talvolta a contatto anche con l'ostrieto.

Altre categorie forestali significativamente presenti sono gli ostrieti (9,7% delle foreste), e gli "altri boschi di latifoglie" (6,3% delle foreste). Va inoltre segnalata la presenza alle quote più basse e lungo i corsi d'acqua della categoria "formazioni riparie" (5,2% delle foreste).

Considerando che le cerrete e le faggete costituiscono il 70,9% dei boschi dell'intero comprensorio, e vista l'importanza economica e sociale di queste formazioni, lo studio della multifunzionalità forestale è stato realizzato su queste due categorie forestali.

Metodo di indagine

Le due categorie forestali oggetto di analisi sono state caratterizzate attraverso la raccolta di dati

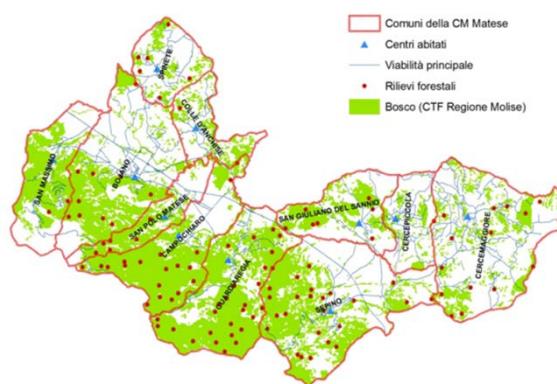


Figura 2 - Distribuzione dei punti inventariali sulla superficie forestale nell'area di studio.

Tabella 2 - Portatori di interesse intervistati durante la prima fase del processo di partecipazione pubblica.

Stakeholder	Numero
Sindaci	10
Ditte boschive	8
Associazioni	7
Agriturismo	3
Liberi professionisti	4
Gruppi di azione locale	3
Vivaisti	1
Segherie	1
Azienda agroalimentare	1

quantitativi e qualitativi in 117 punti inventariali.

La rete di punti è stata individuata basandosi su un disegno campionario sistematico non allineato analogo a quello dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC, 2004).

È stata generata una griglia quadrata georiferita con 1 km di lato e con punto di origine casuale. All'interno di ciascuna maglia della griglia è stato generato un punto di coordinate casuali. Tutti i punti generati (oltre 10.000) sono stati sovrapposti alla carta delle tipologie forestali del Molise (Chirici et al. 2011) e poi sono stati estratti 117 punti inventariali ricadenti in cerreta ed in faggeta (Fig. 2).

Attorno a ciascun punto è stata individuata un'area di 0,5 ha e le caratteristiche del bosco così individuato sono state descritte compilando una scheda appositamente strutturata nei seguenti paragrafi: condizioni stazionali, composizione specifica, origine e struttura del popolamento, forma di governo e trattamento, stato fitosanitario, presenza di microhabitat.

In seguito, in ciascun punto inventoriale è stata valutata la multifunzionalità dei boschi in esame e degli effetti dei diversi scenari gestionali ipotizzabili in relazione ai vari beni e servizi ecosistemici erogati dal bosco.

Dei 117 punti inventariali 63 sono stati classificati come cerrete (53,8%) e 54 come faggete (46,2%). Per quanto riguarda la forma di governo 65 punti ricadono in boschi cedui (55,6%) e 52 punti in fustaie (44,4%).

All'interno delle fustaie si riscontra una prevalenza della struttura monoplana e coetaneiforme (32,5%) che fa presumere che il trattamento a tagli successivi sia quello maggiormente applicato. Si riscontra, tuttavia, una discreta presenza di fustaie con strutture verticali maggiormente articolate: fustaie biplane (10,3%) e fustaie pluriplane (8,5%).

Valutazione della multifunzionalità forestale

La multifunzionalità dei boschi è stata valutata da tecnici forestali all'interno di ciascun punto di campionamento attraverso l'assegnazione di un valore a due parametri: i) il livello di priorità della funzione e ii) la capacità di assolvimento.

Il livello di priorità stabilisce una graduatoria delle funzioni ritenute prioritarie per ciascun punto di

campionamento nel particolare contesto territoriale nel quale il bosco è inserito. La scala di valori impiegata va da 1 a n , dove n è il numero delle funzioni forestali prese in considerazione, assegnando il valore più alto alla funzione considerata prioritaria con la possibilità di attribuire lo stesso valore a quelle funzioni aventi la stessa priorità. Si rammenta che nella prima versione del metodo (Paletto et al. 2012) le funzioni ritenute non rilevanti per il punto inventoriale oggetto di valutazione potevano essere escluse dall'assegnazione del livello di priorità.

La capacità di assolvimento della funzione costituisce un giudizio circa la capacità di un certo tipo di bosco ad assolvere a una certa funzione. Questo parametro costituisce una stima di quanto ogni funzione viene assolta da un bosco in un determinato punto in rapporto al livello di assolvimento medio di quella funzione dalla foresta nella sua generalità. Il giudizio è espresso secondo una scala di valori che va da 0 (nessuna possibilità di assolvimento di quella funzione) a 10 (massima capacità di assolvimento possibile per quel tipo di bosco nel contesto considerato).

Le funzioni prese in considerazione nell'area di studio sono state selezionate tenendo conto di quattro aspetti:

- i) il contesto ecologico, sociale ed economico dell'area di studio;
- ii) le funzioni forestali riconosciute dalla letteratura nazionale e internazionale;
- iii) il processo di partecipazione pubblica, attraverso il coinvolgimento di 39 attori locali (Tab. 2) intervistati al fine di individuare le funzioni forestali più rilevanti per l'area oggetto di indagine;
- iv) lo studio dei piani di assestamento esistenti per i boschi in esame.

Al termine di questa indagine preliminare sono state identificate sette funzioni prioritarie:

- Conservazione del paesaggio: considerando il paesaggio come il risultato dell'integrazione tra l'attività umana e l'ambiente naturale (Brady, 2003), la gestione del paesaggio è basata su una molteplicità di valori che include aspetti ecologici, economici, culturali e percettivi (Sepp et al., 1999). I criteri di valutazione sono l'importanza relativa di quel paesaggio forestale nel contesto culturale locale e la visibilità dello stesso da reti stradali e sentieri;
- Produzione di legna da ardere e di biomasse ai fini energetici: il materiale legnoso impiegabile a fini energetici (es. legna da ardere e residui dei tagli di utilizzazione);
- Produzione di legname da opera: tutti gli assortimenti legnosi non impiegati a fini energetici;
- Produzione di prodotti non legnosi: insieme dei prodotti non legnosi forniti dal bosco quali tartufi, funghi, frutti del bosco e sottobosco, selvaggina, ecc.;
- Protezione suolo e acque: questa funzione comprende la protezione diretta ed indiretta nei

Tabella 3 - Opzioni selvicolturali

cedui	1) ceduzione: utilizzazione a taglio raso del soprassuolo con rilascio di "matricine" a funzione presunta di disseminazione e di difesa idrogeologica (Perrin, 1954);
	2) avviamento all'alto fusto: l'insieme delle tecniche preparatorie alla conversione del ceduo in fustaia. Gli interventi conducono il popolamento ceduo ad assumere la fisionomia di una fustaia (Bennetti, 2005);
	3) evoluzione naturale del soprassuolo.
fustaie	1) trattamenti per la rinnovazione naturale in fustaie coetanee di superficie variabile: tagli successivi, tagli a strisce o a gruppi (Kimmings, 2004);
	2) integrazione ceduo/fustaia; interventi volti ad ottenere una fustaia a rinnovazione permanente: tagli saltuari per una struttura disetaneiforme a piede d'albero; tagli a buche e tagli successive a strisce per una struttura disetaneiforme per piccoli gruppi (Helms, 1998);
	3) evoluzione naturale del soprassuolo
	4) evoluzione naturale del soprassuolo

confronti di diversi tipi di rischi naturali quali alluvioni e valanghe, erosione esercitata dal vento e dall'acqua, fenomeni di desertificazione, ecc. (Führer, 2000);

- Funzione turistico-rivisitativa: le foreste sono l'ambiente ideale per svolgere alcune attività ricreative non impattanti per l'ambiente quali l'escursionismo, il *birdwatching*, l'*orienteering* e il riconoscimento di specie vegetali ed animali (Krieger, 2001);

- Tutela ambientale: questa funzione considera l'effetto positivo delle foreste sulla qualità dell'aria e dell'acqua. Come riconosciuto a livello internazionale l'ecosistema forestale riveste un ruolo determinante nella mitigazione del cambiamento climatico in atto e nella lotta all'inquinamento (FAO, 2006).

In una prima fase i punti di rilievo sono stati stratificati aggregandoli per forma di governo (ceduo e fustaia) e per categoria forestale (cerrete e faggete). Nel corso di una seconda fase sono confrontati i livelli di multifunzionalità espressi dai diversi strati utilizzando i due indicatori di seguito descritti.

Valore medio del livello di priorità e della capacità di assolvimento per ciascuna funzione:

$$\bar{v}_{f_i} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{f_i}}{n}$$

dove:

n = numero totale dei punti di campionamento per strato;

v_{f_i} = livello di priorità o capacità di assolvimento della funzione f nel i -esimo punto di campionamento.

Questo indicatore valuta il livello di priorità e la capacità di assolvimento per ogni categoria forestale, o forma di governo, e per ciascuna funzione. In altre parole esprime la multifunzionalità in modo disaggregato e fornisce indicazioni utili alle strategie

gestionali a livello di singolo strato.

Valore medio complessivo del livello di priorità e della capacità di assolvimento di tutte le funzioni:

$$\bar{V}_{FT} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{v}_{f_j}}{m}$$

dove:

m = numero totale delle funzioni selezionate;

\bar{v}_{f_j} = media del livello di priorità o della capacità di assolvimento di uno strato per la funzione j -esima.

Questo indicatore valuta la multifunzionalità nel suo complesso e per ogni singolo strato considerato. Inoltre è utile per comparare il livello di multifunzionalità di diverse forme di governo e diverse categorie forestali.

L'analisi di questi indicatori fornisce un quadro di sintesi sul livello attuale della multifunzionalità per forma di governo e categoria forestale, base di partenza per analizzare i futuri indirizzi selvicolturali (Paletto et al., 2012).

Valutazione della performance delle opzioni selvicolturali

Nel presente lavoro è stata valutata la capacità dei diversi trattamenti selvicolturali di soddisfare l'espletamento delle funzioni richieste, ossia quanto ciascuna modalità di trattamento può incidere sul perseguimento delle funzioni nel breve e nel medio-lungo periodo (Agnoloni et al. 2009).

Per ciascun punto di campionamento sono state prese in considerazione le opzioni selvicolturali riportate in Tabella 3.

Una squadra composta da due tecnici forestali con esperienza nel contesto di analisi ha valutato ogni opzione selviculturale, procedendo all'assegnazione di un giudizio sintetico indicativo della capacità di ogni trattamento selviculturale di assolvere una specifica funzione forestale. In Tabella 4 è indicata la corrispondenza tra i giudizi assegnati e la loro suddivisione in sette classi di punteggio.

Il giudizio N.P. è stato utilizzato nel caso in cui un determinato trattamento selviculturale non sia in grado di garantire l'espletamento di una specifica funzione (ad esempio, la produzione di legna da ardere nell'opzione di lasciare il bosco all'evoluzione naturale).

Tabella 4 - Punteggi utilizzati per valutare la capacità di assolvimento delle funzioni da parte delle opzioni selvicolturali.

Giudizio	Punteggio
Buona	5
Medio-buona	4
Media	3
Medio-scarsa	2
N.P. = Non perseguitabile	1
N.A. = Non attuabile	0

Tabella 5 - Valori medi del livello di priorità e della capacità di assolvimento delle funzioni per forma di governo.

Funzione/Forma di governo	Livello di priorità		Capacità di assolvimento	
	Cedui	Fustaie	Cedui	Fustaie
Conservazione paesaggio	4,98	4,52	7,19	7,13
Produzione legna da ardere/biomasse	6,03	4,31	6,86	6,28
Produzione legname da opera	2,70	4,31	4,29	6,06
Produzione prodotti non legnosi	4,00	3,61	6,00	5,85
Protezione suolo e acque	4,24	4,50	6,90	6,98
Funzione turistico/riconosciuta	3,52	4,07	5,94	6,44
Tutela ambientale	3,81	4,07	6,37	6,57
Valore medio	4,18	4,20	6,22	6,47
Deviazione standard (σ)	1,07	0,32	0,97	0,46

Il giudizio N.A. è stato utilizzato nel caso in cui un determinato trattamento selvicolturale non sia applicabile nel contesto in esame (ad esempio, la ceduazione nel caso in cui il popolamento abbia superato il limite di età stabilito dalle leggi forestali).

Le valutazioni sono state effettuate considerando gli effetti determinati da ciascun trattamento selvicolturale sia nel breve (validità del piano di assestamento forestale, tipicamente 10 anni) che nel medio periodo (20-30 anni).

Per ciascuna categoria forestale (cerrete e faggete) è stato calcolato l'indice di espletamento della capacità funzionale, ovvero il grado di espletamento di una funzione forestale da parte di un trattamento selvicolturale.

L'indice è calcolato come la media del prodotto tra il livello di priorità della funzione e la capacità del trattamento selvicolturale di espletare quella funzione per tutti i punti di campionamento relativi allo strato considerato:

$$C_{ss\ ft\ f} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} I_f i \cdot c_s i}{n}$$

dove:

n = numero complessivo di punti di campionamento per strato;

$I_f i$ = livello di priorità della funzione f nel punto i ;

$c_s i$ = capacità del trattamento selvicolturale c di espletare la funzione f nel punto i ;

La valutazione espressa dai tecnici assume una particolare importanza ai fini della pianificazione forestale, in quanto essi valutano direttamente in campo gli effetti dei diversi trattamenti selvicolturali ipotizzabili in relazione alle funzioni espletabili dagli ecosistemi forestali (Paletto et al. 2012).

Considerando il basso numero di osservazioni e la distribuzione non normale dei dati si è stata effettuata un'analisi statistica di tipo non parametrico. In particolare è stato eseguito il test di Mann-Whitney (U) con $\alpha = 0,01$ (Mann e Whitney 1947) per indagare la significatività delle differenze tra le categorie forestali (cerrete e faggete) e le forme di governo (ceduo e fustaia).

Risultati

Livello di priorità e capacità di assolvimento

La valutazione della multifunzionalità totale (V) per le forme di governo ha prodotto i seguenti risultati: per i cedui il livello di priorità è 4,18 ($\sigma = 1,10$) e la capacità di assolvimento 6,18 ($\sigma = 0,82$), mentre per le fustaie il livello di priorità è 4,22 ($\sigma = 0,82$) e la capacità di assolvimento 6,54 ($\sigma = 0,63$) (Tab. 5).

Considerando la media dei valori per singole funzioni (v) si nota che la produzione di legna da ardere è la funzione prioritaria per i boschi cedui, mentre è al terzo posto per le fustaie. Tale differenza tra cedui e fustaie è risultata, inoltre, statisticamente significativa applicando il test non-parametrico di Mann-Whitney ($U = 2466,5$, valore atteso = 1701, $p < 0.0001$).

La conservazione del paesaggio e la protezione del suolo sono considerate funzioni con alto livello di priorità per entrambe le forme di governo.

In merito alla capacità di assolvimento delle singole funzioni, le fustaie assolvono in misura maggiore le funzioni meno legate agli aspetti produttivi del bosco quali, in ordine di importanza: la conservazione del paesaggio, la protezione del suolo, la tutela ambientale e il turismo e ricreazione in bosco.

Un altro risultato che merita evidenziare è l'alto livello di priorità della funzione di conservazione del paesaggio per i boschi cedui; inoltre essi presentano buoni livelli di protezione del suolo e regimazione delle acque.

Sia per i cedui sia per le fustaie la capacità di assolvimento della funzione produzione di legname da opera è valutata ai livelli più bassi. Ciò è spiegabile col fatto che la quasi totalità del materiale legnoso proveniente dai tagli di utilizzazione eseguiti all'interno del territorio oggetto dello studio, a prescindere dagli assortimenti potenzialmente ritraibili, viene destinata a legna da ardere. In ogni caso, come era prevedibile, la funzione produzione di legname da opera è risultata maggiormente prioritaria nella fustaie rispetto ai cedui. Questa differenza è statisticamente significativa ($U = 1037,5$, valore atteso = 1,701, $p = 0,0001$), inoltre, la capacità di assolvimento di questa funzione è significativamente

Tabella 6 - Valori medi del livello di priorità e della capacità di assolvimento delle funzioni per categoria forestale.

Funzione/Categoria forestale	Livello di priorità		Capacità di assolvimento	
	Cerrete	Faggete	Cerrete	Faggete
Conservazione paesaggio	5.37	4.02	7.20	7.12
Produzione legna da ardere/biomasse	5.98	4.31	6.74	6.40
Produzione legname da opera	2.89	4.13	4.60	5.73
Produzione prodotti non legnosi	4.05	3.54	5.97	5.88
Protezione suolo e acque	3.82	5.04	6.54	7.44
Funzione turistico/riconosciuta	3.54	4.08	6.03	6.35
Tutela ambientale	3.58	4.42	6.16	6.87
Valore medio	4.18	4.22	6.18	6.54
Deviazione standard (σ)	1.10	0.46	0.82	0.63

Tabella 7 - Risultati della matrice obiettivi-trattamenti per le cerrete.

Trattamento														
	Ceduo (solo ceduo)		Conversione (solo ceduo)		Trattamenti fustaia coetanea (solo fustaia)		Integrazione ceduo/fustaia (solo fustaia)		Fustaia rinnovazione permanente (solo fustaia)		Evoluzione naturale (ceduo e fustaia)			
Funzione	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo
Conservazione paesaggio	23.5	23.9	24.6	25.7	22.3	22.4	9.7	10.0	18.9	19.0	26.7/26.7	25.3/25.6		
Produzione legna da ardere/biomasse	29.8	30.5	19.9	23.5	20.3	21.2	6.2	6.8	10.4	10.9	0/0	0/0		
Produzione legname da opera	4.5	5.2	4.8	8.3	13.0	16.1	2.9	3.6	8.7	11.1	0/0	0/0		
Produzione prodotti non legnosi	13.3	14.7	14.2	15.8	14.3	15.0	5.7	5.0	11.4	11.8	13.3/13.5	13.6/13.8		
Protezione suolo e acque	15.5	15.8	16.9	17.6	15.7	16.2	7.1	7.2	14.5	14.7	17.5/17.6	17.4/18.0		
Funzione turistico/ricreativa	10.6	10.9	12.8	15.0	12.8	13.8	4.0	4.8	10.5	11.4	11.3/11.6	12.8/12.9		
Tutela ambientale	12.5	12.6	14.0	15.3	13.4	13.2	6.2	6.4	12.9	13.1	15.9/16.0	17.4/17.6		
Valore medio	15.7	16.2	15.3	17.3	16.0	16.9	5.8	6.3	12.5	13.2	12.1/12.2	12.4/12.6		
Deviazione standard (σ)	8.4	8.4	6.2	5.8	3.8	3.6	2.2	2.1	3.4	2.9	9.6/9.6	9.4/9.5		

più alta nelle fustaie rispetto ai cedui ($U = 839$, valore atteso = 1,701, $p = 0,0001$).

La valutazione della multifunzionalità totale (V) per le due categorie forestali ha prodotto i seguenti risultati: per le cerrete il livello di priorità è 4,18 ($\sigma = 1,07$) e la capacità di assolvimento 6,22 ($\sigma = 0,97$), invece per le faggete il livello di priorità è 4,2 ($\sigma = 0,32$) e la capacità di assolvimento 6,47 ($\sigma = 0,46$) (Tab. 6).

Per quanto concerne, invece, il livello di priorità delle funzioni prese singolarmente (v), nelle cerrete quella più importante è la produzione di legna da ardere.

Per questa funzione le cerrete hanno valori più elevati di priorità rispetto alle faggete, e questa differenza è statisticamente significativa ($U = 2447,5$, valore atteso = 1,690, $p < 0,0001$). Inoltre le cerrete hanno un livello di priorità della funzione di conservazione del paesaggio molto più alto rispetto alle faggete ($U = 2311$, valore atteso = 1,690, $p = 0,001$).

D'altro canto nelle faggete altre due funzioni sono prioritarie: la protezione del suolo e delle acque ($U = 1098$, valore atteso = 1,690, $p = 0,001$) e secondariamente la tutela ambientale. Per quest'ultima funzione non si sono riscontrate delle differenze statisticamente significative tra le due categorie forestali.

I risultati riflettono la diversa collocazione delle due categorie forestali sul territorio. Le cerrete sono localizzate a quote più basse e in stazioni con ridotte pendenze, mentre le faggete sono presenti a quote maggiori (spesso al limite superiore della

vegetazione) e in aree a maggiore vocazione turistica sia nella stagione estiva sia in quella invernale.

Rispetto agli aspetti produttivi le faggete hanno valori del livello di priorità in media significativamente più alti delle cerrete per la funzione produzione di legname da opera ($U = 1203$, valore atteso = 1,690, $p = 0,006$). Nelle cerrete, inoltre, la produzione di legname da opera è la funzione con il livello di priorità più basso tra quelle considerate.

Le faggete hanno mostrato di assolvere meglio le funzioni non strettamente legate ad aspetti produttivi: la protezione del suolo e delle acque, la conservazione del paesaggio e la tutela ambientale.

In particolar modo le faggete hanno, rispetto alle cerrete, valori significativamente più alti della capacità di assolvimento della funzione protezione del suolo e delle acque ($U = 910,5$, valore atteso = 1,690, $p < 0,0001$) e di tutela ambientale ($U = 1113$, valore atteso = 1,664, $p = 0,002$).

Per entrambe le categorie forestali la capacità di assolvimento della produzione di legname da opera è all'ultimo posto. Tuttavia le faggete assolvono meglio a questa funzione, e il test non-parametrico di Mann-Whitney ha evidenziato significatività ($U = 1153,5$, valore atteso = 1,690, $p = 0,003$).

In merito agli aspetti produttivi, per le categorie forestali, è possibile confermare le stesse considerazioni già fatte per la forma di governo: la legna da ardere è, nella maggior parte dei casi, l'unico assortimento che attualmente ha mercato. Questa considerazione vale in maggior misura per i boschi di cerro.

Tabella 8 - Risultati della matrice obiettivi-trattamenti per le faggete.

Trattamento	Ceduo (solo ceduo)		Conversione (solo ceduo)		Trattamenti fustaia coetanea (solo fustaia)		Integrazione ceduo/fustaia (solo fustaia)		Fustaia rinnovazione permanente (solo fustaia)		Evoluzione naturale (ceduo e fustaia)	
	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo	Breve periodo	Lungo periodo
Funzione												
Conservazione paesaggio	11.6	12.4	14.8	15.8	15.0	15.4	8.9	9.3	13.1	13.5	18.7/19.7	16.8/17.2
Produzione legna da ardere/biomasse	16.3	16.1	16.2	16.6	15.9	16.2	10.8	12.8	12.7	13.8	0/0	0/0
Produzione legname da opera	4.3	4.3	6.3	9.8	17.7	20.7	5.1	6.2	14.2	16.8	0/0	0/0
Produzione prodotti non legnosi	10.5	10.5	12.8	13.8	12.8	12.8	10.2	10.1	11.5	11.4	13.9/14.5	13.4/14.1
Protezione suolo e acque	14.7	15.9	22.7	22.9	19.2	20.3	13.3	13.7	19.1	19.2	24.0/22.9	22.6/21.7
Funzione turistico/ricreativa	7.6	7.6	9.3	11.8	17.2	18.4	7.1	7.9	15.2	15.4	11.1/11.9	18.7/17.9
Tutela ambientale	9.2	9.4	16.5	20.1	16.9	17.6	10.9	11.7	16.5	17.0	20.8/22.4	19.9/20.1
Valore medio	10.6	10.9	14.1	15.8	16.4	17.3	9.4	10.2	14.6	15.3	12.7/13.1	13.0/13.0
Deviazione standard (σ)	4.1	4.3	5.3	4.6	2.1	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	9.6/9.8	9.4/9.2

Opzioni selviculturali e multifunzionalità

I risultati relativi alla capacità di espletamento della funzione calcolati per ciascun trattamento selviculturale, mostrano per le cerrete (Tab. 7) valori molto elevati per la funzione di produzione di legna da ardere/biomasse attraverso la scelta culturale della ceduazione. Questa capacità aumenta dal breve (29,8) al lungo periodo (30,5).

La ceduazione consente al contempo di mantenere buoni valori anche per la protezione del suolo suole e delle acque (15,5-15,8) e soprattutto per la conservazione del paesaggio (23,5-23,9).

I risultati inoltre evidenziano come sia la ceduazione sia i trattamenti della fustaia coetanea (quindi i trattamenti presi in considerazione singolarmente) hanno valori più elevati dell'indice rispetto all'integrazione ceduo/fustaia (ceduo composto, fustaia sopra ceduo) e questo è valido per tutte le funzioni del bosco analizzate.

Riguardo alla produzione di legname da opera è da notare come, per tutti i trattamenti in esame, risulta una crescita dell'indice di espletamento di questa funzione dal breve al lungo periodo. Ciò è particolarmente evidente nei trattamenti della fustaia coetanea, nei quali la capacità di assolvimento della funzione di produzione di legname da opera passa da 13,0 nel breve periodo a 16,1 nel lungo periodo.

Inoltre, l'evoluzione naturale è risultata essere la soluzione ottimale per valorizzare contemporaneamente la tutela ambientale, la protezione del suolo e delle acque e la conservazione del paesaggio.

Per le faggete (Tab. 8) la funzione di produzione di legna da ardere in corrispondenza del trattamento di ceduazione ha valori dell'indice pari a circa la metà di quelli delle cerrete.

Questo risultato è imputabile al fatto che i cedui di faggio del Matese sono per lo più boschi di alta quota, con livelli di produttività medio-bassi, in parte interessati dalla conversione naturale verso formazioni di alto fusto.

La ceduazione, la conversione all'alto fusto e i trattamenti della fustaia coetanea hanno, per la produzione di legna da ardere, valori della capacità di espletamento della funzione molto simili.

Così come già visto per le cerrete, anche nelle faggete, in corrispondenza dei trattamenti della fustaia coetanea, la capacità di espletamento della funzione di produzione di legname da opera migliora dal breve (17,7) al lungo periodo (20,7).

Questa opzione selviculturale mantiene abbastanza elevati i valori della capacità di espletamento delle funzioni non produttive quali: la protezione del suolo e delle acque, la funzione turistico-rivisitativa, la tutela ambientale e la conservazione del paesaggio.

Anche per le faggete l'evoluzione naturale è risultata essere la soluzione ottimale, sia nel breve sia nel lungo periodo, per la valorizzazione di quattro funzioni in particolare: la conservazione del paesaggio, la produzione di prodotti non legnosi, la protezione del suolo e delle acque e la tutela ambientale.

Discussione e conclusioni

La pianificazione forestale in Molise è stata, ed è ancora oggi, particolarmente attiva. Già a partire dalla seconda metà del XX secolo gran parte dei boschi regionali risultano gestiti tramite piani di assestamento, realizzati tramite una metodologia standardizzata di pianificazione forestale a scala regionale che si è poi protratta nel tempo (Cantiani et

al. 2010).

Questa considerazione vale anche per il territorio del Matese e, oltre ad influenzare la struttura e lo stadio di sviluppo dei popolamenti forestali, condiziona anche le scelte future dei selvicoltori e dei pianificatori.

Per quanto riguarda le fustaie di cerro la loro lunga tradizione selvicolturale e gestionale è stata fortemente legata alla produzione delle traversine ferroviarie. Ne sono conseguiti boschi d'alto fusto per lo più monoplani originatisi a seguito di tagli successivi uniformi che successivamente, a seguito della non corretta esecuzione degli interventi di diradamento e dei tagli di rinnovazione, hanno subito una perdita di regolarità della struttura e con la progressiva affermazione di specie secondarie che sta creando forti limitazioni alla rinnovazione (Cantiani et al. 2010).

Solo nel 36% dei punti di rilievo in fustaia di cerro è stata riscontrata la presenza di nuclei di rinnovazione. Nel restante 64% il processo è da considerarsi non in atto.

Sulla base di queste valutazioni i tecnici hanno considerato la conservazione del paesaggio tra le funzioni prioritarie per le fustaie di cerro. La cerreta è stata ritenuta un elemento fondamentale del paesaggio del Matese, da mantenere attraverso la messa in rinnovazione dei popolamenti situati nelle stazioni più fertili.

La tecnica selvicolturale più opportuna a questo scopo è insieme alla evoluzione naturale, il trattamento a tagli successivi (sia uniformi sia per gruppi): oltre alla rinnovazione del soprassuolo questo tipo di trattamento è in grado di mantenere buoni valori di protezione idrogeologica e di tutela ambientale.

In merito agli aspetti produttivi, le fustaie di cerro appaiono al momento legate esclusivamente al mercato della legna da ardere. Tuttavia, l'espletamento delle funzione di produzione di legname da opera migliora dal breve al lungo periodo.

Ciò sta ad indicare come una gestione selvicolturale più attenta (diradamenti selettivi a favore degli individui migliori) e lo sviluppo di indagini sulle qualità tecnologiche ed i possibili impieghi del legno di cerro possano, col tempo, portare ad una valorizzazione di questa risorsa.

Considerazioni selvicolturali molto simili possono essere fatte per le fustaie di faggio. Si tratta, anche in questo caso, di popolamenti soggetti per decenni al trattamento dei tagli successivi uniformi (trattamento previsto per le fustaie di faggio in tutti i piani di assetramento redatti in quest'area) e nei quali, pure essendo giunta in molti casi la maturità biologica e produttiva, il processo di rinnovazione non è stato ancora avviato attraverso opportuni interventi selvicolturali.

L'analisi della multifunzionalità di questi boschi ha evidenziato una forte prevalenza, rispetto alle cerrete, delle funzioni meno legate ad aspetti produttivi. In particolar modo, l'evoluzione naturale è stata ritenuta

dai tecnici l'opzione colturale in grado di massimizzare funzioni come il turismo e la ricreazione, la protezione idrogeologica, la tutela ambientale e la conservazione del paesaggio.

Bisogna tuttavia tenere presenti gli importanti aspetti produttivi legati alla gestione delle fustaie di faggio, ed in particolare i buoni livelli di capacità di assolvimento della funzione di produzione di legna da ardere e di legname da opera delle faggete. A questo proposito il trattamento a tagli successivi è stato ritenuto quello in grado di massimizzare la produttività, pur mantenendo ottimi valori anche per le altre funzioni non produttive del bosco.

Molte meno analogie tra cerrete e faggete ci sono per i boschi cedui. Nell'area di studio i cedui di cerro, a differenza di quelli di faggio, sono risultati essere boschi a tutt'oggi in gran parte normalmente gestiti. Questa considerazione è avvalorata dal basso numero (20%) di cedui di cerro che ha superato l'età massima consentita per la ceduazione, rispetto a quello rilevato per i cedui di faggio (40%).

La tendenza verso la normale gestione dei cedui di cerro è collegata sia alla assenza di difficoltà operative che rende facili le operazioni di utilizzazione, sia all'importanza che la legna da ardere ha per la zona.

Queste considerazioni trovano riscontro anche negli indici di multifunzionalità: la produzione di legna da ardere è per i cedui di cerro quella con i valori più alti del livello di priorità. Va sottolineato inoltre come l'opzione colturale della ceduazione mantenga dei valori molto elevati della conservazione del paesaggio: le tagliate dei cedui di cerro sono state considerate come tessere importanti del mosaico paesaggistico del Matese.

Nei cedui di faggio la produzione di legna da ardere raggiunge valori pari circa alla metà di quelli del cerro. Si tratta, come ricordato in precedenza, di cedui di alta quota, con livelli di fertilità medio-bassi e in parte soggetti a conversione naturale. La conversione all'alto fusto o l'evoluzione naturale sono, sia nel breve che nel lungo periodo, le opzioni culturali ritenute ottimali per una gestione più efficiente di questa tipologia di bosco. Così come già evidenziato in Paletto et al. (2012) anche in questo studio il calcolo degli indicatori sintetici di multifunzionalità forestale ha prodotto alcune informazioni utili per le successive fasi del processo di pianificazione:

1. il valore complessivo della multifunzionalità dei boschi in esame aumenta con il gradiente altimetrico, crescendo dai boschi di cerro a basse altitudini alle faggete situate a quote maggiori;
2. il valore economico delle foreste del Matese è da considerarsi piuttosto basso e limitato alla produzione di legna da ardere;
3. la forma di governo a fustaia garantisce l'assolvimento del maggior numero di funzioni;
4. la conversione da ceduo a fustaia dei boschi del Matese potrebbe portare ad un aumento complessivo dei livelli di multifunzionalità di questi boschi, visto l'incremento contemporaneo

delle funzioni di protezione, turistiche e produttive.

L'introduzione della capacità di assolvimento della funzione e la modificazione del concetto del livello di priorità – tramite il quale si valuta quanto è importante una funzione rispetto alle altre facendo esclusivamente riferimento a quel punto – rappresentano un'importante evoluzione metodologica rispetto a quanto proposto da Paletto et al. (2012). Questi elementi consentono di leggere lo stato attuale del bosco e le sue potenzialità in base a quanto rilevato in ogni punto inventoriale inquadrandolo nel contesto complessivo della foresta. L'aver quantificato, attraverso l'approccio proposto, le caratteristiche funzionali dei boschi oggetto dell'indagine, anche confermando i risultati attesi, non è un risultato banale in quanto consente di supportare le opinioni dei tecnici con dati oggettivi.

Il metodo proposto consente di elaborare utili informazioni relative alla multifunzionalità e di supportare i tecnici pianificatori nell'individuare linee di gestione dei boschi coerenti con lo stato attuale e le potenzialità evolutive dei soprassuoli.

Ringraziamenti

Questo lavoro è parte della ricerca realizzata nell'ambito della Convenzione fra Consiglio per la Ricerca e sperimentazione in Agricoltura (CRA) e Regione Molise (Accordo di programma quadro pluriennale per attività di ricerca e sviluppo nel settore forestale).

Sono stati utilizzati la metodologia ed il sistema informativo denominati "ProgettoBosco" frutto dell'attività di CRA-MPF e CRA-SEL nell'ambito del Progetto Finalizzato "Ri.Selv.Italia" - Subproject 4.2 "Sistema informativo geografico per la gestione forestale" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MIPAF) di concerto con le Regioni.

Gli autori desiderano ringraziare gli anonimi revisori per l'attenta revisione del testo.

Gli autori hanno contribuito in parti uguali al presente lavoro.

Bibliografia

- Agnoloni S., Bianchi M., Bianchetto E., Cantiani P., De Meo I., Dibari C., Ferretti F. 2009 - I piani forestali territoriali di indirizzo: una proposta metodologica. *Forest@* 6: 140-147.
- Angelstam P., Kopylova E., Korn H., Lazdinis M., Sayer J., Teplyakov V., Törnblom J. 2005 - Changing forest values in Europe. In: *Forests in landscapes. Ecosystem Approaches to Sustainability* (Sayer J.A., Maginnis S., eds), Earthscan 59: 59-74.
- Bernetti G. 2005 - Atlante di Selvicoltura. UTET Torino, 495 p.
- Brady E. 2003 - *Aesthetics for the natural environment*. Edinburgh: Edinburgh University Press Ltd., 263 p.
- Cantiani M.G. 2012 - Forest planning and public participation: a possible methodological approach. *iForest* 5: 72-82. <http://dx.doi.org/10.3832/ifor0602-009>
- Cantiani P., Ferretti F., Pelleri F., Sansone D., Tagliente G. 2010 - Le fustaie di cerro del Molise. Analisi del trattamento del passato per le attuali scelte selviculturali. *Annali CRA - Centro di ricerca per la Selvicoltura*. 36: 25-36.
- Chirici G., Di Martino P., Ottaviano M., Santopuoli G., Chiavetta U., Toni D., Garfi' V. 2011 - *La Carta Forestale Su Basi Tipologiche*. In: *Tipi Forestali E Preforestali Della Regione Molise*. Alessandria: Edizioni Dell'orso, ISBN: 978-88-6274-280-1: 145-152
- Cubbage F., Harou P., Silsia E., 2007 - Policy instruments to enhance multi-functional forest management. *Forest Policy and Economics* 9 (7): 833-851.
- Dieterich V. 1953 - *Forstwirtschaftspolitik: eine Einführung*, 398 p.
- FAO 2006 - *Global Forest Resources Assessment 2005*. Rome: FAO Forestry, Paper, 147 p.
- Farcy C., Devillez F. 2005 - New orientations of forest management planning from an historical perspective of the relations between man and nature. *Forest Policy and Economics* 7 (1): 85-95.
- Führer E. 2000 - Forest functions, ecosystem stability and management. *Forest Ecology and Management* 132 (1): 29-38.
- Garcia-Fernandez C., Ruiz-Perez M., Wunder S. 2008 - Is multiple-use forest management widely implementable in the tropics? *Forest Ecology and Management* 256: 1468-1476.
- Helms J. A. 1998 - *The dictionary of Forestry*. The Society of American Foresters, 210 p.
- Hiremath A. J. 2004 - The ecological consequences of managing-forests for non-timber products. *Conservation & Society* 2 (2).
- INFC 2004 - Il disegno di campionamento. *Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche. Corpo forestale dello Stato, ISAFA, Trento.
- Kangas J., Store R. 2002 - *Socio-ecological Landscape Planning: An Approach to Multi-Functional Forest Management*. *Silva Fennica* 36 (4): 867-871.
- Kant S. 2003 - Extending the boundaries of forest economics. *Forest Policy and Economics* 5: 39-56.
- Kant S. 2004 - Economics of sustainable forest management. *Forest Policy and Economics* 6: 197-203.
- Kant S. 2007 - Economic perspectives and analyses of multiple forest values and sustainable forest management. *Forest Policy and Economics* 9: 733-740.
- Kennedy J.J., Koch N.E. 2004 - Viewing and managing natural resources as human- ecosystem relationships. *Forest Policy and Economics* 6: 497-504.

- Kimmins J.P. 2004 - Forest Ecology. A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry. Third edition. Prentice Hall, 612 p.
- Krieger D.J. 2001 - Economic Value of Forest Ecosystem Services: A Review. Washington: The Wilderness Society, 30 p.
- Mann H.B. and Whitney D.R. 1947 - On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. Annals of Mathematical Statistics 18 (1): 50–60. <http://dx.doi.org/10.1214/aoms/1177730491>
- Nix S. 2012 - Multiple use [Online]. Available at: http://forestry.about.com/cs/glossary/g/multi_use.htm [2013].
- Paletto A., Ferretti F., Cantiani P., De Meo I. 2012 - Multi-functional approach in forest landscape management planning: an application in Southern Italy. Forest Systems 21 (1): 68-80.
- Perrin H. 1954 - Sylviculture (Tome II). Le Traitement des Forets, Théorie et Pratique des Techniques sylvicoles. Ecole Nationale des Eaux et Forets. Nancy, 411 p.
- Regione Molise Direzione Generale III^a delle Politiche agricole, alimentari e forestali. 2002 - Piano Forestale Regionale 2002-2006.
- Schmithüsen F. 2007 - Multifunctional forestry practices as a land use strategy to meet increasing private and public demands in modern societies. Journal of Forest Science 53 (6): 290-298.
- Sepp K., Palang H., Mander U., Kaasik A. 1999 - Prospects for nature and landscape protection in Estonia. Landscape and Urban Planning 1-3: 161-167.
- Straka T.J. 2009 - Evolution of Sustainability in American Forest Resource Management Planning in the Context of the American Forest Management Textbook. Sustainability 1: 838-854. <http://dx.doi.org/10.3390/su1040838>
- Tabbush P. 2004 - Public money for public good? Public participation in forest planning. Forestry 77: 145-156.
- Vincent J.R., Binkley C.S. 1993 - Efficient Multiple Use Forestry may require Land Use specialization. Land Economics 69 (4): 370-376.
- Wang S., Wilson B. 2007 - Pluralism in the economics of sustainable forest management. Forest Policy and Economics 9: 743-750
- Wyder J. 2001 - Multifunctionality in the Alps: Challenges and the potential for conflict over development. Mountain Research and Development 21: 327-330.