

**Sezione Speciale: Atti 5° Congresso SISEF: Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie**  
(a cura di: E. Lingua, R. Marzano, G. Minotta, R. Motta, A. Nosenzo, G. Bovio)

## **Analisi della funzione protettiva delle foreste: l'esempio della "Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta"**

**Meloni F\*, Lingua E, Motta R**

*Dip. AGROSELVITER (Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio), Università degli Studi di Torino, Via L. Da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (TO) - \*Corresponding Author: Fabio Meloni - fabio.meloni@unito.it*

**Abstract:** *Analysis of the protective function of forests: a study case in the Aosta Valley (Italy).* The Aosta Valley is a densely populated mountainous area in which interaction between natural hazards and human activities has been shaping the development of settlements and infrastructure for centuries. The forests cover almost 30% of the total surface (326088 ha) and have been providing protection against avalanches, rock fall and floods. During the past decades, the importance of the forests as a protection against natural hazards in Aosta Valley, and more in general in the whole European Alps, has increased. Remote valleys, that were formerly avoided during winter, are now expected to be permanently accessible for tourists, settlements have been spreading into areas that were considered unsafe and transports crossing the Alps have strongly increased. The forests that directly protect settlements, railways, main roads and socio-economical infrastructures represent a priority in the forest and landscape management at the regional scale since the direct protective role of forests needs to be efficiently and continuously effective. Protective forest mapping is the first step of a sustainable long-term silvicultural management. Starting from a digital terrain model (DTM) in a raster format with a spatial resolution of 10 m, other numerical maps and forest information, a regional map (1:10000) of the forests that play a direct protection has been developed. The forests that potentially play a protective role and the forests that play a potentially direct protective role cover respectively 79.8% and 42.7% of the forest cover.

**Keywords:** Direct-protection forests, Aosta Valley, Geographic Information System - GIS, Digital elevation model.

*Received: Jan 30, 2006 - Accepted: Jun 11, 2006*

**Citation:** Meloni F, Lingua E, Motta R, 2006. Analisi della funzione protettiva delle foreste: l'esempio della "Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta". *Forest@* 3 (3): 420-425. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

### **Introduzione**

Le foreste di montagna sono ecosistemi ecologicamente stabili, che si possono autoperpetuare nel tempo, senza necessitare di intervento antropico (Dotta & Motta 2000, Dorren et al. 2004). Questa stabilità è riferita all'ecosistema nel suo insieme, ma diviene relativa se considerata a diverse scale spazio-temporali (Peterson et al. 1998). Nei confronti dell'uomo, le foreste hanno da sempre svolto diverse funzioni. Le varie funzioni che il bosco assolve risultano essere espletate al massimo in alcune fasi evolutive dei pro-

cessi dinamici che avvengono a scala di popolamento mentre sono svolte con minore efficacia o disattese in altre. Per quanto riguarda la funzione di protezione vi è l'esigenza, da parte dell'uomo, che il ruolo protettivo venga svolto in modo costante dal bosco. In una foresta non gestita, soggetta ad evoluzione naturale, la funzione di protezione non viene svolta in modo continuo dai popolamenti forestali (Motta & Haudemand 1999, Dorren 2002). Le foreste di montagna possono quindi fornire un livello sufficiente di protezione continuo nel lungo periodo solo se ven-

gono gestite in modo attivo e adeguato (Kräuchi et al. 2000, Motta & Haudemand 2000, Brang 2001). Gli interventi selvicolturali nei boschi con prevalente funzione protettiva risultano essere generalmente a macchiatico negativo, onerosi, in quanto questi popolamenti sono comunemente situati in condizioni di elevata pendenza e, in genere, limitata fertilità.

Gli interventi in questo tipo di foreste sono quindi orientati alla minimizzazione dei costi e, per questo motivo, sono stati indicati con il termine "cure minime" (Wasser et al. 1996, Mori 2002) volendo significare gli interventi necessari a raggiungere un livello minimo di efficacia protettiva del bosco compatibile con gli oggetti da proteggere.

La funzione di protezione in senso lato viene svolta in modo generico da tutti i popolamenti forestali, ad esempio nei confronti dell'erosione superficiale e nella regimazione delle acque superficiali (I livello di protezione). Quando il popolamento forestale si trova al di sopra di una certa soglia di pendenza, allora il bosco può svolgere una funzione di mitigazione o contenimento nei confronti di caduta e rotolamento massi, colate di fango e distacco di valanghe (II livello di protezione). Se le foreste che hanno queste caratteristiche si collocano a monte di insediamenti umani o vie di comunicazione permanenti, vengono definite foreste di protezione diretta (III livello di protezione - Schönenberger 1998, Motta & Haudemand 2000).

L'individuazione delle foreste di protezione diretta risulta essere un passo importante nel definire le priorità di intervento nella gestione selvicolturale dei boschi di montagna. Ad esempio in Austria circa 12000 ha di foresta sono ufficialmente registrati come boschi di protezione (*ban forest*), mentre 161000 ha sono stati individuati come foreste con funzione di protezione diretta che necessitano di interventi selvicolturali (Weiss 2000).

In una regione come la Valle d'Aosta, in cui il 91.45 % del territorio ha una quota superiore ai 1000 m s.l.m. ed il 59.18 % superiore ai 2000 m s.l.m, e la copertura forestale si attesta intorno al 30% della superficie regionale, la gestione delle foreste di protezione assume un'importanza fondamentale, vista anche la vocazione turistica dell'area.

Risulta quindi importante individuare quali popolamenti svolgono una funzione di protezione diretta e necessitano di un monitoraggio continuo nel tempo e di adeguate cure culturali. Obiettivi di questo lavoro sono la messa a punto di una metodologia semi-automatica per l'individuazione dei popolamenti forestali che assolvono al III livello di protezione e l'in-

dividuazione delle foreste di protezione diretta in Valle d'Aosta attraverso questa metodologia.

## Materiali e metodi

Per la definizione delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta si è utilizzata la metodologia illustrata da Lingua et al. (2003), modificata, integrata ed ulteriormente automatizzata. La metodologia adottata, basata su elaborazioni successive, è sintetizzata in fig. 1.

Il nostro studio ha considerato la funzione di protezione della foresta soltanto nelle zone di distacco o di innesco potenziale di caduta massi e valanghe. Per la caduta massi l'azione di controllo e mitigazione del bosco può venire svolta in modo efficace anche nella zona di transizione e di accumulo (Brauner et al. 2005, Dorren et al. 2005), mentre per le valanghe e le frane l'azione del bosco è limitata alla zona di distacco (Berger & Rey 2004).

Come dati di partenza sono stati utilizzati i seguenti *layer* informativi forniti dal servizio cartografico regionale della Valle d'Aosta in formato numerico:

- Carta Topografica Regionale Numerica (CTRN): costituita dalla rappresentazione grafica in formato vettoriale degli elementi geografici, morfologici, urbani, vegetazionali e idrografici del territorio regionale;
- DTM: modello digitale del terreno a maglia di 10 metri;
- Foto aeree volo IT2000: ortofoto digitali (pixel 1 m), copertura di tutto il territorio regionale.

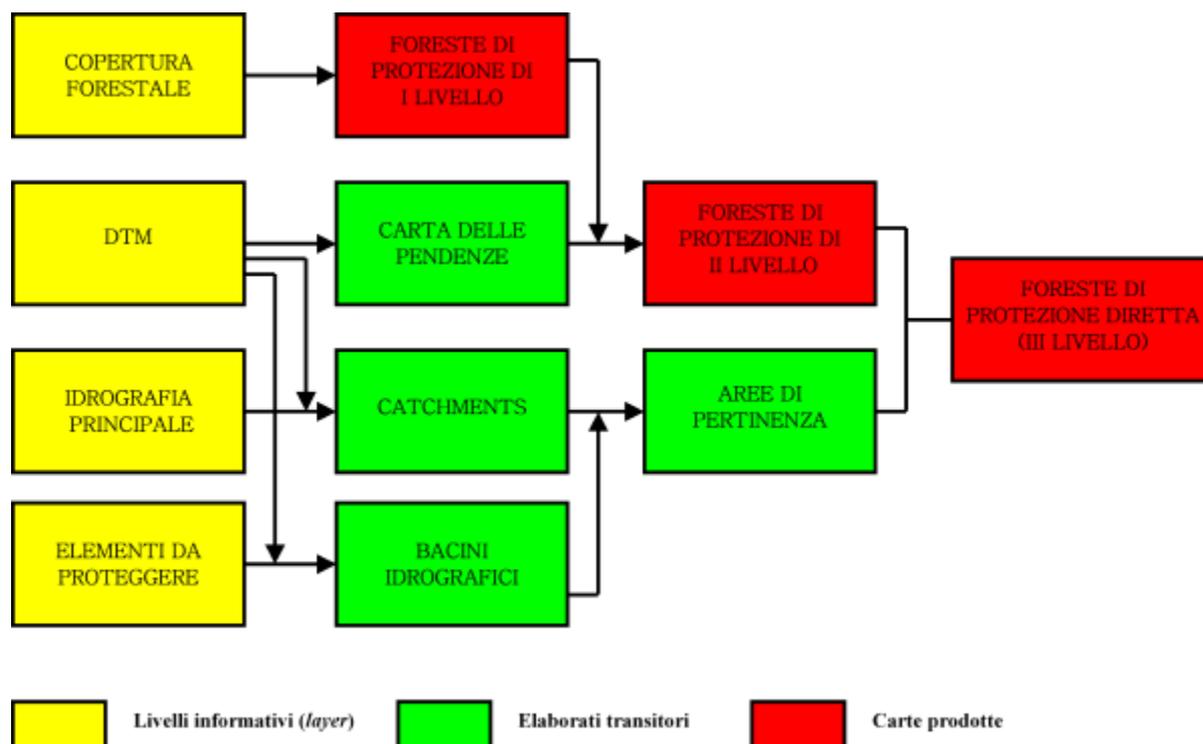
Per la lettura, l'elaborazione e la restituzione grafica dei dati, sono stati utilizzati strumenti GIS, quali *Arcview 3.1* e *ArcGis 8.3* di proprietà della ESRI, e il software *TN ShArc 4.1* di Terra Nova.

Per alcune elaborazioni si è utilizzato un software di disegno tecnico (*AutoCAD 2004*).

Per la definizione del secondo livello di protezione, nel quale rientrano quelle superfici boscate che, per la morfologia del terreno su cui sono cresciute, rivestono un ruolo protettivo contro i pericoli naturali, si è utilizzato il parametro morfologico più importante e cioè la pendenza del versante (Eidgenössischen-Forstdirektionen 1993).

Sulla base di ricerche effettuate in precedenti lavori (Lingua et al. 2003, Motta et al. 2003) si sono stabilite due classi di pendenza dei versanti:

- la prima comprendente quei versanti in cui non esiste un potenziale pericolo naturale nei confronti di distacco e caduta massi e di scivolamento di masse nevose (pendenza inferiore al 40%);



**Fig. 1** - Schema riassuntivo delle fasi dell'elaborazione della carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta.

- la seconda comprendente le pendenze in cui esiste uno dei sopra citati pericoli naturali (pendenza maggiore di 40%). Le pendenze superiori a 120% non costituiscono più un pericolo per le valanghe (Eidgenössischen-Forstdirektionen 1993), ma sono state incluse in questa classe di pendenza in quanto mantengono un pericolo di caduta massi.

Attraverso operazioni in ambiente GIS 3D si è ottenuta una classificazione del modello digitale del terreno in classi di pendenza utilizzata per definire la carta dei pericoli potenziali.

Sovrapponendo il *layer* della copertura forestale con la carta dei pericoli potenziali si sono individuate le superfici forestali che rivestono una funzione di protezione di II livello.

All'interno di queste, per poter individuare le foreste che assolvono al III livello di protezione si è reso necessario operare ad un livello di maggior dettaglio. L'intero territorio regionale è stato suddiviso in superfici di estensione limitata che rappresentano e racchiudono l'unità di distacco e scorrimento di frane, valanghe e di rotolamento massi.

Queste superfici sono rappresentate da *catchments*, o bacini di raccolta, generati dall'interpretazione dell'orografia del terreno basata sul DTM, di numero pari alle diramazioni che la rete idrografica superficiale presenta e successivamente suddivisi lungo

l'asse dell'impiuvio principale. Per ulteriori approfondimenti si veda Meloni et al. (2005).

Tale operazione effettuata su tutta la superficie regionale (3264 Km<sup>2</sup>) ha dato origine a oltre 48000 unità. Da queste si sono quindi estrapolate soltanto quelle unità che presentavano al loro interno sia elementi da proteggere che superfici boscate che rivestono un ruolo di protezione di II livello.

La successiva fase del procedimento è consistita nell'individuazione delle superfici forestali che, trovandosi nell'immediata porzione di territorio a monte degli elementi da proteggere, all'interno del *catchment*, svolgono una funzione di protezione diretta.

Gli elementi da proteggere sono stati individuati estraendo dalla cartografia tecnica regionale i fabbricati e la viabilità. All'interno di queste categorie si sono selezionate le infrastrutture (abitazioni, centri sportivi, infrastrutture turistiche, ecc.) tuttora utilizzate (in modo permanente) e le vie di comunicazione principali.

All'interno delle superfici precedentemente selezionate, si sono generati dei bacini idrografici le cui sezioni di chiusura sono rappresentate dai singoli elementi da proteggere (trasformati in elementi puntuali), mentre il perimetro è determinato dalla naturale morfologia del terreno andando a chiudersi lungo le linee di cresta (displuvi). I bacini idrografici

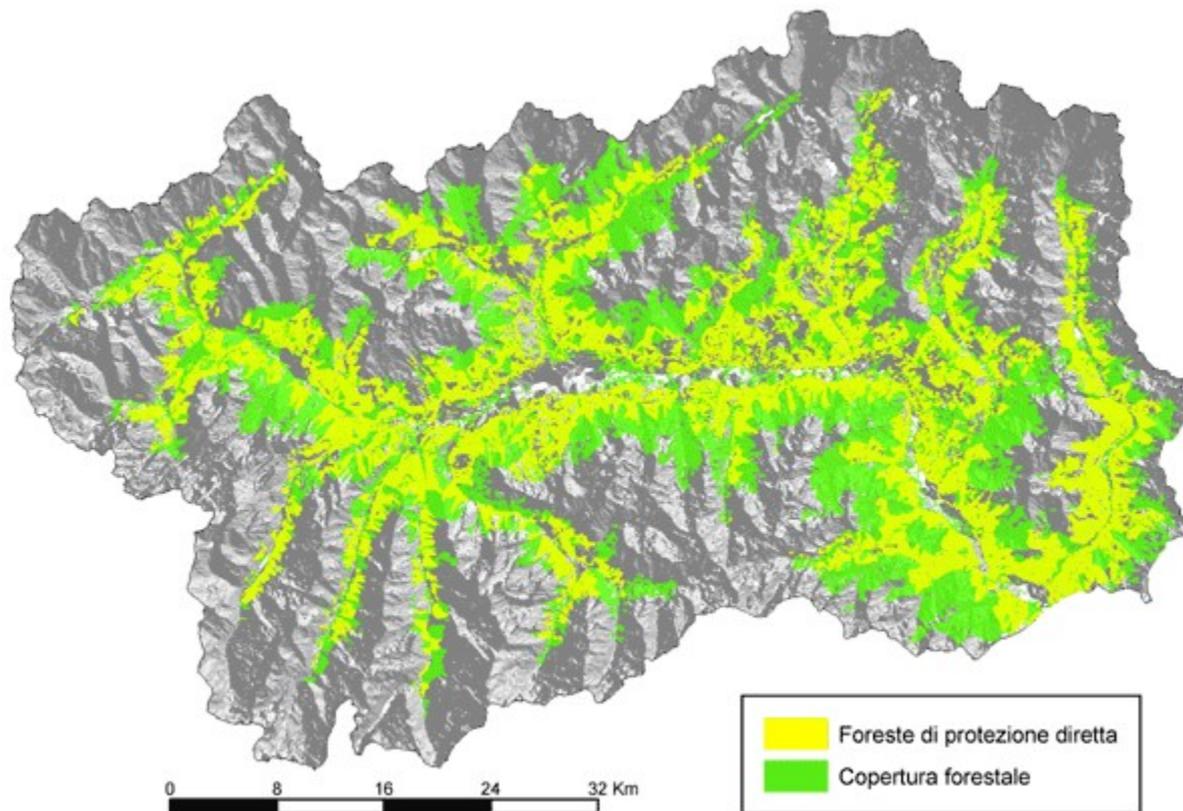


Fig. 2 - Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta.

così generati sono stati successivamente limitati dai confini dei *catchments*, per individuare le aree di pertinenza.

La delimitazione delle foreste di protezione diretta (III livello) è quindi consistita nella selezione delle superfici boscate con funzione di protezione di II livello presenti all'interno di queste aree di pertinenza (fig. 1).

Essendo l'obiettivo della cartografia prettamente gestionale, le isole ed i *gap* di dimensioni ridotte (<0.25 ha) sono stati eliminati in modo automatico mediante l'uso di una finestra mobile.

Unendo tutte le informazioni georeferenziate sulle categorie e sulle tipologie forestali disponibili per la Regione Valle d'Aosta, provenienti da diverse fonti (Regione Valle d'Aosta, Piani economici, IPLA), si è successivamente prodotta una classificazione delle foreste di protezione in funzione del tipo forestale.

## Risultati

La Valle d'Aosta ha una copertura forestale di circa 94916 ha, che rapportata alla superficie totale rappresenta circa il 29.3%. Il 79.8% di questi boschi svolge una funzione di protezione di II livello, in quanto si collocano su una pendenza maggiore del 40%.

Le foreste che svolgono una funzione di protezione

diretta (III livello) sono il 42.7% dell'intera superficie forestale valdostana (40557 ha - fig. 2).

Per l'80% circa delle foreste di protezione diretta è stato possibile procedere alla classificazione per categoria forestale (tab. 1). In questo campione analizzato, risulta che la maggior parte delle foreste con funzione di protezione diretta è costituita da larici-cembrete (40.3%), peccete e pinete di pino silvestre (entrambe con circa il 15%). Tra le formazioni di latifoglie, predominano gli acero-tiglio-frassineti (9.2%) ed i castagneti (6.5%).

## Discussione

La "Carta delle foreste di protezione diretta della Regione Valle d'Aosta" è stata redatta attraverso l'applicazione di una metodologia oggettiva ed automatica, che ha permesso in tempi relativamente brevi di analizzare un territorio a scala regionale. L'individuazione di tali foreste ha permesso di fornire un utile strumento di pianificazione selvicolturale, individuando quei popolamenti che prioritariamente dovranno essere monitorati ed analizzati e che, se lo stato attuale della foresta non è in grado di fornire il livello di protezione necessario, dovranno essere soggetti di interventi selvicolturali (Brang 2001).

Il risultato dell'utilizzo di metodologie automati-

**Tab. 1** - Suddivisione delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta nelle categorie forestali. I dati sono disponibili solo per una parte del territorio valdostano che copre il 79.4% delle foreste di protezione diretta.

Categorie	Foreste di protezione diretta (FPD) (ha)	Percentuale FPD sulla copertura forestale della categoria (%)
Abetine	746	50
Acero-frassineti	2975	52
Alneti di ontano bianco e nero	50	29
Boscaglie di invasione	1517	43
Castagneti	2097	58
Faggete	201	41
Lariceti	12927	28
Alneti di ontano verde	529	17
Peccete	4652	40
Pinete di pino mugo	202	8
Pinete di pino silvestre	4906	42
Querceti di rovere e roverella	858	48
Rimboschimenti	525	35
Totale	32191	-

che per l'individuazione di popolamenti forestali che assolvono una particolare funzione è strettamente condizionato dalla disponibilità e dalla qualità del database di partenza. La disponibilità di dati geografici aggiornati risulta essere in effetti il collo di bottiglia in questo tipo di analisi. Le diverse competenze in materia di gestione del territorio (urbanistica, foreste, agricoltura, ambiente) con i diversi attori coinvolti, complica ulteriormente la possibilità di avere una base di dati geografici omogenea, completa e aggiornata. Con l'evoluzione turistica da un lato e l'abbandono delle aree marginali dall'altro, i territori di montagna hanno subito notevoli cambiamenti negli ultimi vent'anni, che non risultano sempre essere già registrati nelle cartografie tecniche regionali.

La carta delle foreste di protezione della Valle d'Aosta riveste un ruolo importante come strumento di supporto alle decisioni nella pianificazione forestale regionale. La cartografia ottenuta, grazie alla metodologia semiautomatica impiegata, potrà essere prontamente aggiornata ogni qualvolta vengano prodotti o aggiornati i differenti livelli informativi, sia per quel che concerne i cambiamenti della copertura forestale, che per quelli relativi agli elementi da proteggere.

Questo documento potrà essere impiegato sia a livello regionale, sia a scala di maggior dettaglio a livello degli enti locali preposti alla gestione, permettendo di indirizzare e programmare l'utilizzo di risorse umane ed economiche per mantenere e valoriz-

zare la funzione protettiva delle foreste valdostane.

### Bibliografia

- Berger F, Rey F (2004). Mountain protection forests against natural hazards and risks: new french developments by integrating forests in risk zoning. *Natural Hazards* 33: 395-404.
- Brang P (2001). Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management* 145: 107-119.
- Brauner M, Weinmeister W, Agner P, Vospernik S, Hoesle B (2005). Forest management decision support for evaluating forest protection effects against rockfall. *Forest Ecology and Management* 207: 75-85.
- Dorren LKA (2002). Mountain Geoecosystem. GIS modeling of rockfall and protection forest structure. University of Amsterdam, Amsterdam.
- Dorren LKA, Berger F, Imeson AC, Maier B, Rey F (2004). Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management* 195: 165-176.
- Dorren LKA, Berger F, Le Hir C, Mermin E, Tardif P (2005). Mechanisms, effects and management implications of rockfall in forests. *Forest Ecology and Management* 215: 183-195.
- Eidgenössischen-Forstdirektionen (1993). Teilprojekt Besondere Schutzfunktionen. Zwischembericht, Bern.
- Dotta A, Motta R (2000). Boschi di conifere montani. Blu edizioni. Peveragno.

- Kräuchi N, Brang P, Schönenberg W (2000). Forests of mountainous regions: gap in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management* 132: 73-82.
- Lingua E, Collatin A, Haudemand JC (2003). Individuazione ed analisi delle foreste di protezione diretta (FPD) nel comune di Cogne (Valle d'Aosta). Atti della 7<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA: "L'informazione territoriale e la dimensione tempo". Verona, 28-31 Ottobre 2003, pp. 1325-1330.
- Meloni F, Lingua E, Motta R (2005). Utilizzo di strumenti GIS per l'individuazione automatica delle foreste di protezione diretta in Valle d'Aosta. Atti della 9<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA. Catania, 15-18 Novembre 2005, pp. 1499-1504.
- Mori P (2002). Cure minime per i boschi di protezione. *Sherwood* 78: 17-24.
- Motta R, Actis F, Collatin A, Dovigo L, Haudemand JC, Lingua E (2003). Selvicoltura e foreste di protezione diretta (FDP) nel comune di Cogne (Valle d'Aosta). *Sherwood* 94: 9-15.
- Motta R, Haudemand JC (1999). Selvicoltura nelle foreste di protezione diretta delle Alpi. Il bosco "Ban de Ville" di Courmayeur (AO). *Monti e boschi* 50: 5-14.
- Motta R, Haudemand JC (2000). Silvicultural planning in protective forests in the European Alps: an example of planning in the Aosta Valley. *Mountain Research and Development* 20: 74-81.
- Peterson G, Allen CR, Holling CS (1998). Ecological resilience, biodiversity, and scale. *Ecosystems* 1: 6-18.
- Schönenberger W (1998). Adapted silviculture in mountain forests in Switzerland. IUFRO Inter-Divisional Seoul Conference: "Forest Ecosystem and Land Use in Mountain Areas". Seoul, Korea, pp. 142-147.
- Wasser B, Frehner M, Frey HU, Ott E (1996). Cure minime per boschi con funzione protettiva. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna.
- Weiss G (2000). Evaluation of policy instruments for protective forest management in Austria. *Forest Policy and Economics* 1: 243-255.