

ALESSANDRA LA NOTTE  
ALESSANDRO PALETTO

# *La funzione protettiva dei boschi del Cansiglio: una preliminare valutazione economica*

## *Introduzione*

La protezione del suolo e delle attività umane dai dissesti idrogeologici rappresenta, nei contesti di montagna, la principale funzione assolta dalle foreste dal punto di vista ecologico (PIUSSI, FARREL, 2000), ma anche socio-economico (MERLO, ROJAS BRIALES, 2000).

Gli aspetti ecologico-ambientali della funzione protettiva delle foreste di montagna sono stati ampiamente studiati allo scopo di quantificarne l'importanza e analizzarne le dinamiche evolutive (BRANG, 2001; BEBI *et al.*, 2001).

Dal punto di vista economico le ricerche concernenti le foreste di protezione risultano ancora piuttosto limitate e con risultati difficilmente comparabili in quanto fortemente condizionati dalla metodologia adottata. Nonostante queste differenze quasi tutti gli autori attribuiscono a questa funzione un valore economico superiore rispetto a quello stimato per la funzione produttiva (legnosa e non legnosa) e per quella turistico-ricreativa (MARANGON, GOTTARDO, 2000; GOIO *et al.*, 2008).

Al fine di comprendere appieno in cosa consiste la funzione protettiva delle foreste e quali sono le più idonee tecniche estimative da utilizzare per valutarla economicamente è necessario scorporarla sulla base

del tipo di funzione e del pericolo naturale evitato.

Secondo quanto asserito durante la 3<sup>a</sup> Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa (MCPFE - Lisbona, 1998) e ribadito da più autori (MOTTA, HAUDEMAMAND, 1999; MELONI *et al.*, 2006; FAO, 2006) bisogna distinguere la protezione indiretta, nei confronti del suolo dall'erosione diffusa o incanalata, dalla protezione diretta svolta nei riguardi dei pericoli naturali in cui viene fatto specifico riferimento all'uomo e alle sue attività.

Per quanto riguarda quest'ultima si può operare un'ulteriore ripartizione sulla base dei principali pericoli naturali contrastati (MOTTA, HAUDEMAMAND, 1999; BERGER, REY, 2004): (i) caduta massi, (ii) valanghe e distacco del manto nevoso (iii) erosione del suolo e (iv) frane.

Il ruolo protettivo delle foreste nei confronti della caduta massi si esplica grazie alla presenza di alberi con diametri consistenti che fungono da ostacolo al rotolamento dei massi erratici (DORREN *et al.*, 2005) e alle radici che sono in grado di trattenere i blocchi e al contempo accelerare il processo di alterazione delle rocce (attraverso gli esudati radicali e la penetrazione delle radici negli interstizi) (STOKES *et al.*, 2005). Questa funzione è influenzata principalmente dal numero di piante di grosse dimensioni pre-

sentì e dalla loro disposizione geometrica sul territorio (SCHÖNENBERGER, 2001). Nonostante questo è dimostrato come l'effetto protettivo delle foreste risulti fortemente attenuato passando dalla caduta di elementi individuali agli eventi di collasso di massa (HÉTU, GRAY, 2000; STOFFEL *et al.*, 2005).

Il distacco del manto nevoso viene parzialmente ostacolato in foresta grazie all'intercettazione delle precipitazioni da parte delle chiome degli alberi, in particolare quelle a foglia persistente (RIXEN *et al.*, 2007), ma anche grazie al minore irraggiamento solare e alla minore escursione termica che favorisce la stabilizzazione del manto nevoso (MONTESI *et al.*, 2004).

L'erosione è un processo naturale definito come distacco, trasporto e rideposizione delle particelle terrose su un'unità di versante, il materiale staccato tende a muoversi per effetto della gravità e dell'acqua corrente e ad accumularsi nelle zone più basse, fino ad arrivare al mare (BENINI, 1990). L'erosione superficiale del suolo è il tipo di dissesto idrogeologico su cui la foresta esplica il miglior contributo possibile in termini protettivi. Gli alberi consentono, attraverso l'apparato radicale, l'ancoraggio e il conferimento di una struttura porosa al suolo tale da trattenere maggiori quantità di acqua e, grazie alle chiome, l'intercettazione delle precipitazioni (BERRETTI *et al.*, 2007).

Il fenomeno delle frane profonde è solo parzialmente influenzato dalla vegetazione, mentre la morfologia e la litologia del territorio giocano un ruolo decisivo. In ogni caso una struttura boschiva pluristratificata con una tessitura fine ed un elevato grado di copertura è la condizione ideale per diminuire il rischio di innesco di fenomeni franosi profondi (STIERLIN *et al.*, 1994; KRÄUCHI *et al.*, 2000).

Sulla base di queste preliminari considerazioni si intuisce l'importanza della funzione protettiva delle foreste alpine nei confronti dei rischi naturali e la necessità di mettere a punto una metodologia di valutazione economica di detta funzione che possa fungere da supporto alle prese di decisioni di tipo politico-pianificatorio.

### ***Area di studio e organizzazione del sistema informativo***

L'area di studio è rappresentata dai boschi del Cansiglio che si estendono su una superficie di 6.570 ha di cui più della metà appartenenti al demanio della Regione Veneto.

Il Cansiglio è un altopiano carsico delle Prealpi Carniche il cui territorio ricade tra le province di Treviso, Belluno (in Veneto) e Pordenone (in Friuli Venezia Giulia). L'Altopiano si presenta come una sorta di piattaforma concava che domina la pianura veneto-friulana. La caratteristica forma a catino presenta un'area di piana localizzata alla quota minima di 898 m circondata da rilievi circostanti di altezza media pari a 1.300 m. In particolare si presenta come un altopiano ondulato che comprende tre grandi depressioni: il Pian Cansiglio vero e proprio, il Pian Cornesega e il Pian di Valmenera, derivate dall'espansione di ampie doline, chiuse da dorsali comprese tra i 1.100 e i 1.500 m di quota. Le cime più alte sono il Monte Croseraz (1.694 m s.l.m.) nella parte settentrionale ed il Monte Millifret (1.581 m s.l.m.) nella parte meridionale.

Geologicamente gli affioramenti rocciosi appartenenti interamente al gruppo delle rocce carbonatiche sono ripartibili in due gruppi, quelli a sud e sud-est sono rocce bioclastiche, mentre quelli a nord e nord-ovest appartengono alle rocce carbonatico-marnose.

Il clima è temperato con escursioni termiche che vanno da 29° a -20°, la temperatura media annua è di 6,6° e il mese più caldo (luglio) ha una temperatura media massima di 15,5°. L'umidità è elevata a causa delle abbondanti precipitazioni, ma la natura carsica del terreno non permette che le stesse diano origine a corsi o invasi d'acqua significativi. Tuttavia nel fondo delle doline i detriti danno vita a piccoli invasi d'acqua (lame) e alle torbiere. Le precipitazioni nevose si riscontrano dalla fine del mese di novembre sino al mese di marzo. Il periodo medio di innevamento oscilla fra i quattro o cinque mesi e si verifica simultaneamente su tutta la zona del Cansiglio (SPADA, TONIELLO, 1984).

A livello paesaggistico il Cansiglio è caratterizzato dall'alternanza di boschi e pascoli, questi ultimi concentrati principalmente nella piana. Secondo la classificazione CORINE Land Cover il 34,4% del territorio del Cansiglio è costituito da boschi di latifoglie, il 19,4% da piantagioni, il 29,6% da boschi misti, il 14% da pascoli e il restante 2,6% da boschi di neo-formazione (CANTARELLO, NEWTON, 2006). I boschi sono costituiti prevalentemente dai seguenti tipi forestali (DEL FAVERO, 2000): Faggeta montana tipica esalpica, Abieteto esomesalpico montano e secondariamente da Pecceta secondaria montana. Pertanto come vegetazione dominano a livello arboreo *Fagus sylvatica* e *Abies alba*, secondariamente si riscontra la presenza più o meno sporadica di *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Laburnum alpinum* e *Laburnum anagyroides*.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare dal punto di vista economico la funzione protettiva delle foreste demaniali del Cansiglio soggette a piano d'assestamento (3.347 ha), con particolare riferimento al fenomeno dell'erosione superficiale, delle frane e delle valanghe, fornendo un valore puntuale per ogni singola particella assestamentale. A questo scopo l'analisi è stata suddivisa in due parti: una prima parte incentrata sull'attribuzione del grado di protezione assolto da ogni particella forestale prendendo in considerazione una serie di parametri legati al rischio di erosione e all'efficacia di copertura, ed una seconda parte finalizzata a tradurre, ed integrare, detto valore in termini economici applicando la tecnica del valore di surrogazione.

La funzione protettiva è stata calcolata impiegando come dati di partenza le informazioni contenute nel Piano di Assestamento (2004) e nel Piano ambientale (2000) integrandoli in un secondo tempo con una serie d'ulteriori dati di tipo quali-quantitativo (tab. 1 e fig. 1). Suddette informazioni hanno consentito di valutare, in un primo tempo, la protezione del suolo dall'erosione facendo specifico riferimento alla proce-

dura QEB (Qualità Economica dei Boschi) e successivamente di sovrapporre a questi dati la ripartizione del territorio secondo le opere di ingegneria idraulico-forestali più idonee da applicare consentendo pertanto d'integrare le informazioni relative all'erosione superficiale con quelle su frane e valanghe. La sovrapposizione di questi due ordini d'informazioni ha permesso, attraverso l'applicazione del metodo del valore di surrogazione, di stimare economicamente la funzione di protezione idrogeologica dei boschi del Cansiglio.

### *Valutazione in termini fisici*

La quantificazione in termini fisici della funzione protettiva dei boschi del Cansiglio è stata condotta ricorrendo ad un indice in grado di esprimere il valore di difesa dei boschi contro l'erosione. Nello specifico si è scelto di ricorrere al modello di valutazione proposto da Giau *et al.* (1998) per la stima della "Qualità Economica dei Boschi" (QEB) e basato sull'ipotesi che il valore protettivo derivi dall'interazione fra rischio di erosione ed efficacia della copertura.

Per calcolare il rischio potenziale di erosione è stato utilizzato un modello moltiplicativo; per rischio potenziale ci si riferisce alla possibilità che si verifichi il fenomeno erosivo a causa dell'agire congiunto di fattori relativamente immutabili (clima, suolo, topografia) (BRUN, 1997). L'efficacia della copertura è stata calcolata in base ad un fattore di copertura (parametro C) che rappresenta l'azione protettiva della componente arborea, arbustiva ed erbacea. Il prodotto del rischio di erosione e dell'efficacia della copertura viene quindi suddiviso in classi ordinali di valore protettivo che costituiscono il risultato del modello.

In sintesi il Rischio Potenziale di Erosione del Suolo (P.S.E.R.) è funzione di (BRUN, FURLAN, 1998; GIAU, 1998):

$$\text{P.S.E.R.} = f(\text{Erodibilità, Erosività, Caratteristiche topografiche, Tolleranza alla perdita del suolo})$$

<b>Basi conoscitive</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Dettagli utili</b>
Fonte dei dati	Cartacei	Veneto Agricoltura: "Piano di Assestamento (2004)" ARPAV- Osservatorio Regionale Suolo: Carta dei Suoli in Veneto ARPAV- Ufficio Telerilevamento e Climatologia: dati su temperature e precipitazioni
	Digitali- formato vettoriale- ESRI ArcView	Veneto Agricoltura: "Piano ambientale (2000)"
Unità minima di riferimento	Particelle forestali (numero: 181)	Dimensioni variabili da 1 a 78 ha (dimensioni maggiori per le particelle coperte da prateria o in ricostruzione)
Elementi da valutare	Suolo	Pendenza, profondità, pietrosità, roccia madre, tessitura, presenza di frane e valanghe
	Soprassuolo	Tipologia di copertura e grado di stabilità
<b>Valutazione in termini fisici</b>		
Unità di misura	Soprassuolo: indice relativo al fattore vegetazionale 'C' (classi qualitative) Suolo: indice relativo al rischio di erosione (classi qualitative)	
Metodologia	Suolo	Calcolo progressivo di indicatori aggregati poi in un unico indice secondo la procedura QEB
	Soprassuolo	Calcolo della copertura vegetazionale aggregata alla stabilità della copertura stessa in un unico indice secondo la procedura QEB
<b>Valutazione in termini monetari (€)</b>		
Metodologia	Suddivisione del territorio in classi a seconda della tipologia d'interventi ingegneristico-forestali ed applicazione dei costi di surrogazione degli interventi stessi	Le classi territoriali per l'identificazione degli interventi sono state incrociate le classi relative al valore della funzione protettiva ed a seconda della categoria in cui rientravano le particelle sono stati identificati ed attribuiti i costi
Fonte valutazione monetaria applicata	Scapin D. Tecniche di ingegneria naturalistica (...) nelle foreste di Belluno" (2005).	Si tratta di una rassegna precisa e dettagliata di tutte le opere di ingegneria naturalistica applicabili nella macro-area che include parte del territorio qui valutato

Tabella 1 - Struttura e fonti informative per il calcolo della funzione protettiva.

Dove:

Erodibilità = è funzione di tre parametri pedologici quali tessitura, profondità e pietrosità del terreno

Erosività = è funzione della distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno e dell'aridità

Caratteristiche topografiche = morfologia e pendenza del terreno

Tolleranza alla perdita del suolo = dipende della velocità della pedogenesi.

Il P.S.E.R., i cui attributi considerati saranno descritti nella parte sottostante, è stato integrato grazie al fattore "C" così come elaborato da Wischmeier (1975) che considera il ruolo della copertura vegetale nel contrastare il fenomeno erosivo.

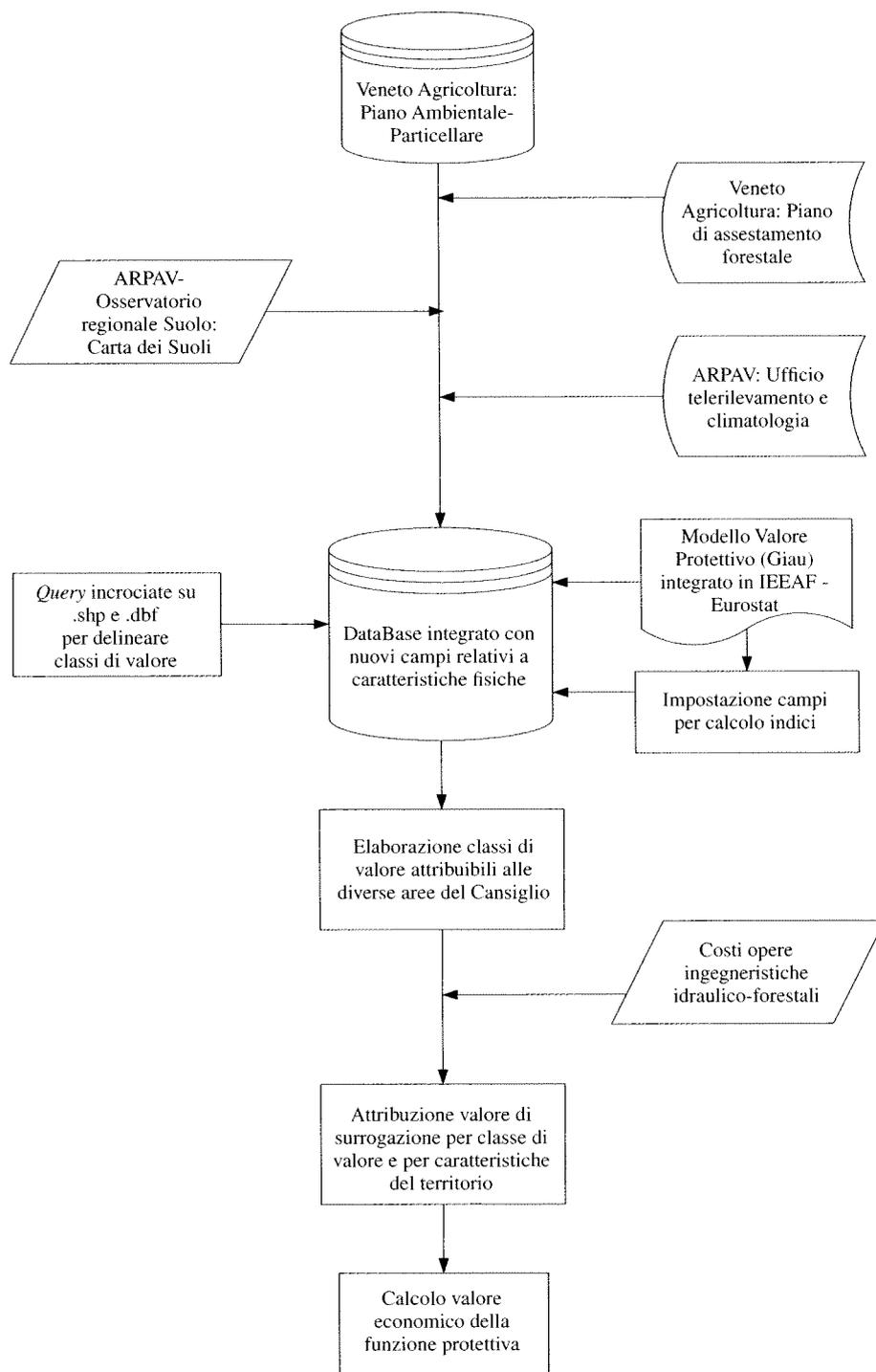


Figura 1 - Struttura dell'organizzazione informativa dei dati per il calcolo della funzione protettiva dei boschi del Consiglio.

## Erodibilità

### Tessitura

La tessitura è una proprietà fisica del suolo che indica la distribuzione percentuale delle particelle minerali con diametro inferiore a 2 mm presenti nel terreno (ZANELLA *et al.*, 2001). Tali particelle denominate “terra fine” possono essere di tre tipi: particelle sabbiose con diametro tra 2 e 0,05 mm, limo con diametro tra 0,05 e 0,002 mm e argilla con diametro inferiore a 0,002 mm. La combinazione di questi tre tipi di particelle all’interno di un terreno consentono di distinguere tre grandi gruppi di suoli (sabbiosi, argillosi e franchi). La tessitura è una caratteristica che condiziona molte proprietà del suolo quali la permeabilità, la plasticità e la capacità di trattenere acqua e quella di fornire elementi nutritivi.

In base alla tessitura i terreni sono stati suddivisi in 3 classi di erodibilità (bassa, media, alta) attribuendogli un punteggio che va da 1 (bassa) a 3 (alta). La fonte utilizzata per riconoscere la tessitura dei suoli del Consiglio è stata la “Carta dei Suoli” della Regione Veneto (ARPAV, 2005). Questo lavoro ha evidenziato tre macro-gruppi di tessitura dei suoli a cui fare riferimento per reperire i dati necessari:

- 1° gruppo: classificazione DB2.1. Si tratta di versanti lineari a media pendenza in gran parte ricoperti da depositi prevalentemente di origine glaciale. Il materiale parentale è dolomitico e la vegetazione è costituita per lo più da Peccete, Laricicembrete e Abiteti. Prevale la tessitura media, con punte di moderatamente grossolana e moderatamente fine;
- 2° gruppo: classificazione SA1.1. Si tratta di altipiani carsificati prevalentemente boscati, caratterizzati da moderati dislivelli con forte diffusione di forme carsiche a varia scala. Il materiale parentale è calcareo e la copertura del suolo è adibita a Faggete, Abiteti e pascoli;
- 3° gruppo: classificazione SA2.3. Si tratta di dorsali fortemente ondulate a media pendenza e versanti con forme arrotondate localmente erosi. Il materiale

parentale è calcareo-marnoso e si tratta di un suolo prevalentemente adibito a pascoli.

Nel secondo e terzo raggruppamento prevale la tessitura media, con punte di tessitura moderatamente fine e fine.

Sulla base di quanto rilevato dalla descrizione delle tipologie di suolo, è stata attribuito un punteggio pari a 2 (tessitura media = erodibilità media) a tutte le particelle forestali ed ai pascoli.

### Profondità del suolo

La profondità del suolo è una variabile che influenza fortemente il livello di protezione dal rischio di frane superficiali e profonde; generalmente suoli più profondi sono maggiormente favorevoli all’affermarsi di un substrato arboreo e arbustivo con maggiori proprietà di ritenzione idrica e di protezione dall’erosione superficiale.

Le classi di profondità del suolo, secondo la classificazione proposta con il metodo QEB, variano da >75 cm (ottima: 1) a <25 cm (scarsa: 3). Dal Piano di Assestamento del Consiglio sono reperibili dati sulla profondità del suolo, tuttavia la classificazione non è esattamente la stessa riportata nello standard suggerito. Pertanto, ai fini dell’assegnazione del punteggio, è stato necessario riadattarla secondo lo schema riportato in tabella 2.

	Classi Profondità (cm)	
Classificazione originaria QEB	>75	1
	25-75	2
	<25	3
Classificazione Consiglio	>70	1
	30-70	2
	<30	3

Tabella 2 - Armonizzazione dei punteggi per la profondità del suolo.

### Pietrosità

La pietrosità rappresenta la percentuale di particelle di dimensione superiore ai 2

mm (scheletro) presenti all'interno del terreno; questa caratteristica influenza la capacità idrica dei suoli, il ruscellamento e l'erosione del suolo (KOSMAS *et al.*, 1999).

Il terreno è stato suddiviso in due classi sulla base della percentuale di pietrosità (>10%: 1 e ≤10%: 2). Si tratta di un dato non reperibile dal Piano di Assestamento ma direttamente sul campo o a colloquio con i tecnici dell'azienda regionale.

A seguito di questa analisi sono stati moltiplicati i punteggi di tessitura, profondità e pietrosità ottenendo così la valutazione dell'erodibilità del suolo.

Avendo attribuito ad ogni particella i punteggi relativi ad ogni singolo parametro si sono ottenuti valori dell'erosività del suolo diversi che includono tutte e tre le classi di valore e quindi non sono assimilabili ad un'unica classe.

## Erosività

### Indice di concentrazione delle precipitazioni

L'azione meccanica della pioggia sul ter-

reno, il cosiddetto effetto battente, è influenzato non tanto dalla quantità totale d'acqua, ma dall'intensità, dalla durata e dal diametro delle gocce (BENINI, 1990). Pertanto l'impiego dell'indice di concentrazione delle precipitazioni può essere un buon indicatore dell'effetto erosivo della pioggia. Tale indice è stato calcolato in base all'indice modificato di Fournier:

$$F = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P}$$

dove:  $P_i$  = precipitazioni totali nel mese *i*-esimo

$P$  = precipitazione media totale annua

I risultati sono stati suddivisi in 5 classi (da valore <60: punteggio = 1 a valore >160: punteggio = 5).

Nel caso del Consiglio sono state prese in esame le rilevazioni provenienti da due stazioni fisse: Tramedere e Col Indes. In entrambi i casi sono state considerate le medie mensili dalla fine del 1992 al 2005.

	Mm	(mm) <sup>2</sup>	(mm) <sup>2</sup> /mm tot
Gennaio	65,7	4316,49	2,501733
Febbraio	40,6	1648,36	0,955349
Marzo	87,8	7708,84	4,467857
Aprile	173	29929	17,34612
Maggio	177,3	31435,29	18,21913
Giugno	180,3	32508,09	18,8409
Luglio	143,7	20649,69	11,96806
Agosto	167,8	28156,84	16,31902
Settembre	174,5	30450,25	17,64823
Ottobre	243,5	59292,25	34,36435
Novembre	255,8	65433,64	37,92375
Dicembre	119,2	14208,64	8,234983
Totale	1725,4		188,7895

Tabella 3 - Indice di concentrazione delle precipitazioni: dati rilevati dalla stazione fissa Tramedere.

	Mm	(mm) <sup>2</sup>	(mm) <sup>2</sup> /mm tot
Gennaio	51,1	2611,21	27,89754
Febbraio	47,6	2265,76	24,20684
Marzo	83,3	6938,89	74,13344
Aprile	153	23409	250,0962
Maggio	161,7	26146,89	279,3471
Giugno	180,9	32724,81	349,624
Luglio	164,8	27159,04	290,1607
Agosto	153,6	23592,96	252,0615
Settembre	154,9	23994,01	256,3463
Ottobre	227,2	51619,84	551,494
Novembre	205,8	42353,64	452,4962
Dicembre	93,6	8760,96	93,6
Totale	1619,8		2901,464

Tabella 4 - Indice di concentrazione delle precipitazioni: dati rilevati dalla stazione fissa Col Indes.

Sulla base dei dati riportati in entrambi i casi è stato attribuito un punteggio pari a 5.

#### Indice di aridità

Secondo la FAO l'aridità è una caratteristica di un territorio che definisce il clima di una regione in funzione della durata e frequenza di periodi siccitosi. Un possibile metodo di valutazione dell'aridità fa riferimento all'indice di Bagnoul-Gaussen (BGI):

$$BGI = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - p_i)k_i$$

dove:  $t_i$  = temperatura media del mese  $i$ -esimo (in °C)

$p_i$  = totale delle precipitazioni del mese  $i$ -esimo (in mm)

$k_i$  = parte del mese durante la quale  $(2t_i - p_i) > 0$

I risultati sono stati suddivisi in 4 classi (da valore = 0: punteggio = 1 a valore >130: punteggio = 4).

Ancora una volta si considerano i dati della stazioni di rilevamento di Tramedere e Col Indes. Sono state elaborate le medie mensili dalla fine del 1992 al 2005.

	A = mm pioggia	B = °C temp	C = B*2	D = B-A	E = D>0	F = D*E
Gennaio	65,7	-3,9	-7,8	-73,5	0	0
Febbraio	40,6	-2,7	-5,4	-46	0	0
Marzo	87,8	1,3	2,6	-85,2	0	0
Aprile	173	4,7	9,4	-163,6	0	0
Maggio	177,3	10,2	20,4	-156,9	0	0
Giugno	180,3	13,7	27,4	-152,9	0	0
Luglio	143,7	15,3	30,6	-113,1	0	0
Agosto	167,8	15,2	30,4	-137,4	0	0
Settembre	174,5	10,6	21,2	-153,3	0	0
Ottobre	243,5	7	14	-229,5	0	0
Novembre	255,8	1,6	3,2	-252,6	0	0
Dicembre	119,2	-3	-6	-125,2	0	0
Totale	1725,4					

Tabella 5 - Indice di aridità: dati rilevati nella stazione fissa Tramedere.

	A= mm pioggia	B= °C temp	C= B*2	D= B-A	E= D>0	F= D*E
Gennaio	51,1	-0,1	-0,2	-51,3	0	0
Febbraio	47,6	0,1	0,2	-47,4	0	0
Marzo	83,3	2,7	5,4	-77,9	0	0
Aprile	153	5,2	10,4	-142,6	0	0
Maggio	161,7	10,3	20,6	-141,1	0	0
Giugno	180,9	13,4	26,8	-154,1	0	0
Luglio	164,8	15,8	31,6	-133,2	0	0
Agosto	153,6	16,2	32,4	-121,2	0	0
Settembre	154,9	11,7	23,4	-131,5	0	0
Ottobre	227,2	7,8	15,6	-211,6	0	0
Novembre	205,8	3	6	-199,8	0	0
Dicembre	93,6	0,2	0,4	-93,2	0	0
Totale	1677,5					

Tabella 6 - Indice di aridità: dati rilevati nella stazione fissa Col Indes.

Il BGI risulta ovunque pari a zero, sarà quindi attribuito a tutte le particelle un punteggio pari a 1.

L'erosività del clima è risultata dal prodotto dei punteggi dei due indici attribuendo: ad un valore <4 (bassa) un punteggio = 1 e per un valore >8 (alta) un punteggio = 3.

Nel caso del Cansiglio moltiplicando i valori dell'indice di Fourier pari a 5 per i valori del BGI pari a 1 si otterrà un giudizio "medio" in merito all'erosività del clima cui corrisponde un punteggio globale pari a 2.

### **Caratteristiche topografiche**

Le caratteristiche considerate nel modello CORINE si limitano a valutare l'effetto della pendenza del terreno, considerata proporzionale al rischio di erosione; tuttavia è stata aggiunta una classe rispetto a quelle originariamente proposte in CORINE al fine di meglio rispondere alle caratteristiche del territorio del Cansiglio (da <15%: 1, a >80%: 8).

Quindi, come per la profondità del suolo, si è dovuto operare un adattamento delle classi di valore dal Piano di Assestamento allo standard del QEB (tab. 7).

	Classi Pendenza (%)	
Classe originaria QEB	<15	1
	15-30	2
	30-50	4
Classe Cansiglio	<20	1
	20-30	2
	30-50	4

Tabella 7 - Armonizzazione dei punteggi per le classi di pendenza (in gradi)

### **Tolleranza alla perdita di terreno**

La tolleranza alla perdita di terreno è stata valutata in base alla velocità della pedogenesi, processo che controbilancia le perdite dovute all'erosione. I dati a tale proposito si rilevano dalla carta geologica della zona in esame. La classificazione che consta di 3 gruppi si basa sulle caratteristiche litologiche della stazione.

Dal Piano di Assestamento è stato reperito il dato relativo alla roccia madre ed è stato attribuito un valore medio (pari a 2) quando la roccia madre è moderatamente sfavorevole ed un valore basso (pari a 3) quando la roccia madre è sfavorevole in termini di rischio idrogeologico.

Per quello che riguarda la prima parte della formulazione adottata, il rischio di erosio-

ne è stato ricavato moltiplicando tutti i punteggi fino a questo momento ottenuti in base alla collocazione entro determinate classi, potendo così formulare un grado di giudizio (da punteggio 1-4: giudizio = debole a punteggio  $\geq 30$ : giudizio = molto forte).

### Fattore Vegetazionale "C"

Il fattore "C" prende in considerazione, nella sua formulazione originaria, il grado di copertura e le pratiche colturali in modo da attribuire un valore all'efficacia della copertura che può variare da un ottimo per i terreni con scarsa propensione all'erosione, come i boschi densi a copertura colma, a suoli costantemente soggetti ad erosione (suolo nudo) (WISCHMEIER, 1975).

Si tratta di un valore parametrico stimato impiegando le tabelle relative al metodo USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Le tabelle adottate sono di due tipi: una relativa alle formazioni boschive (copertura arborea  $>20\%$  e lettiera  $>40\%$ ) e l'altra ai pascoli permanenti, estensivi e terreni incolti.

In riferimento alle tabelle è stato calcolato, in base ai dati presenti nel Piano di Assesamento, la percentuale di superficie boscata rispetto alla superficie totale della particella. Nella quasi totalità delle particelle forestali il valore di copertura è risultato massimo (punteggio pari a 6).

### Giudizio di Stabilità

A questo punto, dopo aver calcolato il rischio attuale di erosione delle particelle forestali, è stato formulato un giudizio sulla stabilità ai fini del calcolo del valore protettivo dei boschi del Consiglio.

Per stabilità s'intende la resistenza di una foresta alle influenze esterne ed interne e la sua capacità di svolgere in modo continuo e sostenuto le funzioni che le sono richieste.

Al fine di attribuire un punteggio, come richiesto dalla procedura, sono stati identificati, in collaborazione con chi lavora attivamente sul territorio, sette principali raggruppamenti di particelle, al cui interno esiste una certa omogeneità in merito alle caratteristiche territoriali.

1. particelle: 46, 47, 48, 49, 38,
2. particelle: 50, 51
3. particelle: 26, 27, 28, 53, 54, 55, 57, 58, 52, 56, 59
4. particelle: 15, 32, 34, 13, 14
5. particelle: 35, 36, 41, 37, 40, 42, 43
6. particelle: 1, 2, 24, 25
7. particelle: 3, 4, 5, 6, 21, 22, 23, 20, 31

Il giudizio di stabilità per i sette raggruppamenti riferito a ciascuno dei parametri presi in considerazione è riportato in tabella 8.

Parametri	1	2	3	4	5	6	7
a.1 stazione	9	8	10	8	9	9	10
b.1 origine, governo e trattamento	10	10	10	10	10	10	10
c.1 stabilità intrinseca specie	10	5	10	5	10	10	10
c.2 forma degli alberi e portamento	10	5	10	5	10	10	10
c.3 ancoraggio al suolo	10	5	8	5	8	10	10
c.4 vitalità e stato sanitario	10	8	10	8	10	10	10
d.1 struttura orizzontale	8	8	8	8	8	8	8
d.2 struttura verticale	7	7	10	7	7	7	10
d.3 densità	8	8	8	8	8	8	8
e.1 rinnovazione esistente	10	10	10	10	10	10	10
e.2 condizioni di germinazione, concorrenza, fattori di disturbo	10	10	10	10	10	6*	6*
f.1 tendenza evolutiva e giudizio globale	10	7	10	7	10	10	10
TOTALE	112	91	114	91	110	108	112

\* Il fattore di disturbo è costituito dalla presenza di ungulati

Tabella 8 - Parametri di stabilità rapportati ai macro-raggruppamenti di particelle forestali.

Dai risultati ottenuti è stato possibile attribuire il relativo punteggio come riportato in tabella 9.

Gruppi particelle	Somma	Giudizio	Punti
1, 3, 5, 6, 7	>96	ottima	5
2, 4	85-95	buona	4

Tabella 9 - Attribuzione punteggi sulla stabilità.

Moltiplicando i punteggi della copertura e della stabilità si perviene al giudizio di sintesi sull'efficacia della copertura che risulta pressoché ovunque ottimo.

A questo punto il calcolo delle classi di valore protettivo del bosco si ottiene moltiplicando il rischio di erosione per l'efficacia di copertura. Il risultato di tale operazione può essere inquadrato in 5 classi (da punteggio 1-2 = molto scarso: classe 0 a punteggio 16 = molto elevato: classe 4). Il risultato dell'applicazione è riportato in figura 2.

Si può constatare come il valore della funzione protettiva sia generalmente elevato per i boschi del Cansiglio, in quanto essendo la copertura vegetale abbondante e pressoché uniforme su quasi tutte le particelle, è l'alto rischio di erosione a renderla così preziosa.

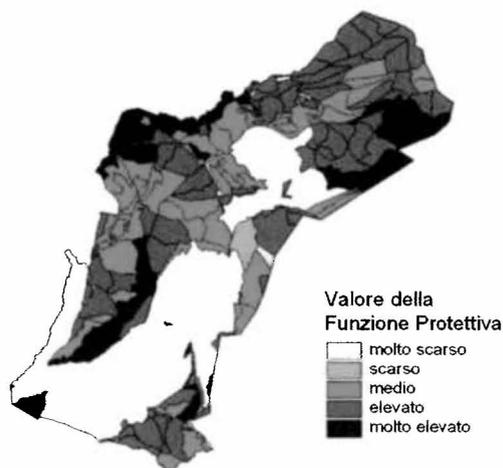


Figura 2 - Classi di valore per la funzione protettiva secondo il metodo del QEB (1998).

### Valutazione in termini monetari

Le tecniche presenti in letteratura per la stima della funzione protettiva dei boschi sono molteplici, ognuna delle quali basata su degli assunti che ne limitano l'applicazione ad ambiti d'analisi specifici. Tra le più diffuse merita ricordare (NOTARO, PALETTA, 2004):

- valore di costo (spese di ripristino): si riferisce ai costi di ricostruzione del bosco allo scopo che possa erogare al meglio i propri servizi, in questo modo si assume che il valore del bene/servizio sia pari ai costi sostenuti per ricostruirlo (MATERO, SAASTAMOINEN, 1993; PETTENELLA, BAIGUERA, 1997);
- valutazione contingente (*contingent valuation*): tecnica estimativa che consente di ricostruire la curva della domanda di una funzione senza mercato, quale la protezione idrogeologica, chiedendo ad un campione rappresentativo di beneficiari la disponibilità a pagare per continuare ad usufruire di quel servizio (STELLIN, ROSATO, 1998);
- valore edonistico (*hedonic price*): criterio che cerca di risalire al valore delle esternalità sulla base del loro effetto sui prezzi di beni oggetto di mercato (MATERO, SAASTAMOINEN, 1993). Nella stima della funzione di protezione idrogeologica può essere applicato per isolare, a parità di altre condizioni, il valore protettivo dei boschi facendo riferimento al prezzo degli immobili ubicati in prossimità di zone a rischio di dissesti idrogeologici manifesti;
- valore di surrogazione: viene stimato il valore economico della funzione di protezione idrogeologica dei boschi facendo riferimento al prezzo/costo di possibili surrogati (sostituti) del bene (MERLO, 1991).

Per il presente lavoro si è deciso di utilizzare il valore di surrogazione adoperando come possibili sostituti del bosco le opere di ingegneria naturalistica. La scelta è caduta sul valore di surrogazione perché è stato possibile rispettare i requisiti base di applicazione di detta tecnica (FREEMAN III, 2003):

il sistema artificiale di sostituzione fornisce un servizio qualitativamente equivalente alla funzione naturale e rappresenta l'alternativa economicamente più efficiente per raggiungere tale scopo.

La stima è stata condotta secondo i prezzi di mercato attualizzati per le opere di ingegneria naturalistica e di sistemazione a verde (SCAPIN, 2005) facendo riferimento ai prezzi unitari. Sulla base di questi dati e delle superfici delle particelle forestali è stato possibile stimare i costi per la realizzazione delle differenti opere ad ettaro e per l'intera superficie boscata. Tutti i dati stimati sono stati riportati su un database georeferenziato (costo/ha). Per ognuno degli interventi è stata ipotizzata una durata massima utile per calcolare una quota d'ammortamento annuale. È stato applicato un tasso di sconto sociale del 1,5%.

$$C_{S1} = C_{S2} \left( \frac{r}{q^n - 1} \right)$$

Dove:

$C_{S1}$  = quota di ammortamento annuale

$C_{S2}$  = costo totale dell'opera

$r$  = tasso di sconto

$q^n = (1+r)$

$(1/q^n - 1)$  = fattore di sconto

$n$  = durata dell'intervento di surrogazione espressa in numero di anni

L'identificazione delle possibili opere di ingegneria naturalistica applicabili è stata condotta attraverso una preliminare classificazione del territorio sulla base di una serie di attributi quali: pendenza, profondità del suolo, dimensioni, prossimità alle vie d'accesso percorribili da mezzi meccanici, rischio di frane e rischio di valanghe. Il lavoro di classificazione ha individuato tre classi con un livello d'intensità decrescente:

A - classe che necessita di interventi di tipo integrato in grado di fronteggiare un livello di rischio alto;

B - classe che necessita di interventi più sporadici e meno costosi rispetto alla classe precedente, in quanto il fattore di rischio è minore;

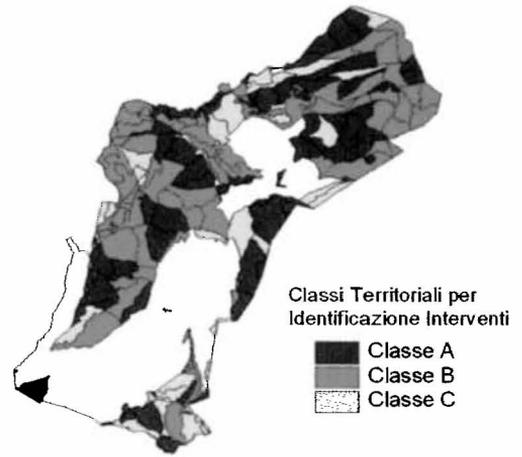


Figura 3 - Ripartizione del territorio a seconda dei tipi di opere di ingegneria idraulico-forestale applicabili.

C - classe in cui gli interventi sono più blandi poiché le condizioni del territorio non sono particolarmente rischiose.

L'identificazione di queste classi è funzionale al riconoscimento di gruppi di opere ingegneristico-forestale realizzabili. Poiché le opere realizzabili sono molteplici, così come il range di costo per ciascuna di esse, all'interno di ogni classe il valore della funzione protettiva è funzione dell'indice precedentemente calcolato e sulla base di questo è stato attribuito un costo di surrogazione.

Le particelle che rientrano nella classe A sono quelle in cui i valori della funzione protettiva vanno da medio a molto elevato. Nelle particelle con valore medio della funzione protettiva si è ipotizzata la costruzione di una graticciata con una durata 10 anni. Ciascuna fila di paletti in legno di castagno sarà associata a materiale di riempimento morto (ramaglia, alberi morti e pietrame) e vivo, con un'interdistanza lungo il versante di 5 m.

Per le particelle con valore elevato della funzione protettiva si è optato per la realizzazione di una copertura diffusa con ramaglia viva e durata di 10 anni.

Per le particelle con valore molto elevato della funzione protettiva si ipotizza la co-

struzione di una grata in legname con talee (o grata viva) e durata 15 anni. La grata viva è stata scelta per quelle aree con elevata pendenza prevedendo un'altezza dell'opera non superiore ai 5 m lungo tutto il versante della particella e un'interdistanza verticale di 8 m.

Alle particelle soggette a frane rientranti in questa classe si attribuisce un costo di surrogazione pari al valore medio della realizzazione di terre rinforzate rivegetate e durata di 30 anni.

All'interno della classe B sono presenti valori della funzione protettiva che coprono tutte le classi di rischio. Il primo degli interventi ipotizzati è quello dell'idrosemina con valori variabili fra i più bassi (1,11 €/m<sup>2</sup>) e durata decennale nelle particelle con valore della funzione protettiva basso (e molto basso) e più alto (1,65 €/m<sup>2</sup>) e durata decennale nelle particelle con valore della funzione protettiva medio.

Inoltre, all'interno di questa classe, sono state impostate delle *query* spaziali al fine di individuare quelle particelle isolate e di piccole dimensioni nonché le particelle distanti più di 200 m dalle strade accessibili con mezzi meccanici (fig. 4). Per via delle caratteristiche particolari di queste particelle sono state individuate delle opere di ingegneria forestale a loro maggiormente idonee.

Per le particelle con valore della funzione protettiva elevato è stata ipotizzata la realizzazione a costo minimo (5,16 €/m<sup>2</sup>) e durata di 12 anni di supporti antierosivi di fibre naturali e sintetiche nelle semine; stesso intervento a valore massimo e durata di 6 anni è stato ipotizzato per le particelle con valore della funzione protettiva molto elevato (6,2 €/m<sup>2</sup>).

All'interno della classe B sono state estrapolate le particelle soggette a frane e valanghe. Nel primo caso si è ipotizzata la costruzione di una palificata viva ad una sola parete con interdistanze lungo la scarpata pari a 10 m e una durata funzionale dell'opera di 40 anni. Per le particelle soggette a rischio valanghe si è optato per delle opere di difesa attiva, partendo dall'assunto che il bosco d'alto fusto è la soluzione migliore per impedire il distacco del manto ne-

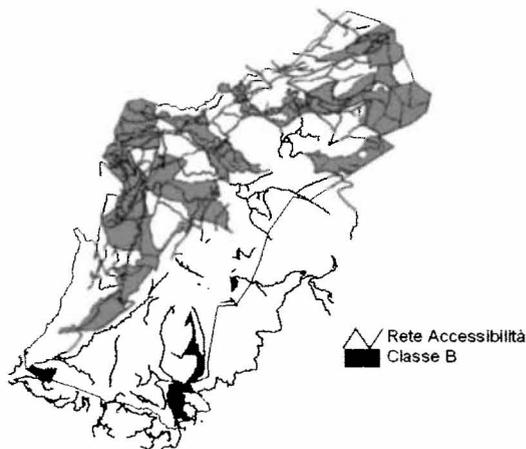


Figura 4 - Identificazione delle particelle isolate e distanti dalle vie di accesso.

voso. Quale opera di difesa attiva sono previste griglie da neve disposte a scacchiera con una durata funzionale di 25 anni.

La *query* relativa al valore della funzione protettiva per la classe C ha permesso di ripartire il territorio in zone a crescente intensità protettiva (da molto scarsa ad elevata). Questo ha consentito di ipotizzare interventi di semina a spaglio a costo minimo (0,44 €/m<sup>2</sup>) e durata ventennale per le particelle con valore protettivo molto scarso e scarso ed a costo massimo e durata ventennale per le particelle con valore protettivo medio (0,77 €/m<sup>2</sup>). Si attribuirà un valore medio per l'intervento di semina con fiorame (1,04 €/m<sup>2</sup>) e durata ventennale a quelle particelle in cui il valore protettivo risulta elevato. Da questo insieme di particelle indicate come a protezione generica del suolo sono state estrapolate le particelle in cui è presente il rischio di frane e valanghe applicando delle opere di difesa analoghe a quelle descritte per la classe B, ma con alcuni accorgimenti operativi tali da renderle meno costose.

Alle singole particelle forestali analizzate è stata attribuita una classe relativa all'opera da realizzare ed una seconda concernente il valore protettivo di quel bosco; la combinazione di queste due informazioni ha consentito la stima del valore monetario di ciascuna particella e per unità di superficie.

Classe valore funzione protettiva Classe territoriale degli interventi	Valore molto scarso e scarso	Valore medio	Valore elevato	Valore molto elevato
<b>Classe A</b>				
Interventi generali protezione del suolo		7	49	3
Interventi specifici per frane			1	3
Interventi specifici per valanghe		2	1	
<b>Classe B</b>				
Interventi generali protezione del suolo	1	33	6	27
Interventi specifici per frane			3	4
Interventi specifici per valanghe			1	
Interventi specifici su particelle isolate e distanti dalla rete viaria	2	4		
<b>Classe C</b>				
Interventi generali protezione del suolo	2	18	13	
Interventi specifici per frane			1	
Interventi specifici per valanghe			1	

Tabella 10 - N. di particelle ripartito per valore delle funzione protettiva e classe d'intervento.

Dal calcolo delle quote di ammortamento dei valori di surrogazione risulta un valore medio ad ettaro pari a circa 14.000 € corrispondente ad un valore complessivo

dei boschi del Cansiglio di 47 milioni di € (tab. 11) con una ripartizione fortemente diversificata tra le varie particelle forestali (fig. 5).

	Superficie (ha)	Valore totale (€)	Valore ad ettaro (€/ha)
Classe A	1.278	37.134.762	29.056,9
Classe B	1.514	9.468.437	6.253,9
Classe C	555	426.172	767,9
<b>TOTALE</b>	<b>3.347</b>	<b>47.029.371</b>	

Tabella 11- Stima monetaria del valore della funzione protettiva.

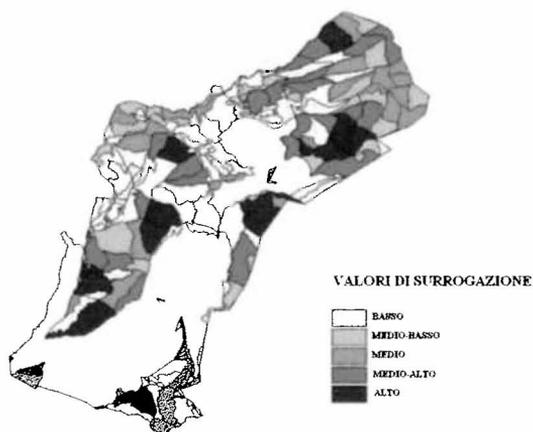


Figura 5 - Classi di attribuzione monetaria relative alla funzione protettiva.

## Conclusioni

La valutazione monetaria della funzione di protezione delle foreste dal rischio di dissesti idrogeologici è un importante strumento di supporto alla pianificazione territoriale in quanto consente di integrare gli aspetti ecologici con quelli economici. Nonostante l'importanza di uno strumento di questo tipo le indagini per mettere a punto una metodologia universalmente riconosciuta che possa fungere da standard nazionale e/o internazionale sono ancora piuttosto limitate. Il principale motivo è da ricercarsi nella variabilità dei principali metodi di stima applicabili: alcuni metodi possono dare dei risultati pregevoli, quali la

valutazione contingente e il *choice modeling*, però risultano troppo costosi per essere applicati nella pianificazione forestale e risentono del limite legato all'oggettiva difficoltà da parte dei beneficiari, principalmente la comunità locale in zone limitrofe a boschi protettivi, di comprendere appieno e conseguentemente quantificare esattamente una funzione di questo tipo. Altre tecniche più speditive quali le spese di ripristino o il valore di surrogazione possono portare a risultati compresi in un *range* di valori ampio e fortemente legato alle scelte tecniche intraprese. Tali metodi hanno però il vantaggio di essere speditivi, di non richiedere particolari rilievi aggiuntivi rispetto a quelli che vengono normalmente fatti per l'elaborazione dei piani d'assessamento, ma soprattutto consentono di sensibilizzare i non addetti ai lavori sull'importanza di un servizio svolto dalle foreste, ma non remunerato dal mercato.

Sulla base di queste considerazioni, al fine di superare i limiti sopraelencati, è necessario quando si applicano queste tecniche lavorare ad una scala d'indagine non troppo ampia e collaborare con i tecnici locali al fine di scegliere delle opere idonee al sito e che quindi rappresentino al meglio la funzionalità effettiva del bosco oggetto di stima. Nella presente ricerca si è cercato di procedere in questa direzione operando a scala di particella forestale e scegliendo le opere di ingegneria idraulico-forestale in collaborazione con gli esperti. Queste scelte hanno portato ad un valore elevato, rispetto ad altre sperimentazioni analoghe condotte in contesti territoriali più ampi, per due ordini di ragioni: in primo luogo l'area presenta un elevato valore protettivo in sé per la contemporanea presenza di differenti rischi naturali (frane, valanghe ed erosione superficiale) e in secondo luogo perché lavorando ad una scala locale è stato possibile scegliere in modo più mirato gli interventi da realizzare sul territorio.

In conclusione si può asserire che è importante continuare a sviluppare ricerche volte a quantificare economicamente le funzioni non monetarie del bosco non a puro fine di ricerca, ma allo scopo di mettere a

punto una metodologia che funga da standard nazionale/internazionale e da ausilio alla pianificazione forestale.

### **dott.ssa Alessandra La Notte**

Università degli Studi di Torino  
Dipartimento di Economia  
via Verdi 8 - 10124 Torino  
email: alessandra.lanotte@unito.it

### **dott. Alessandro Paletto**

Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione  
in Agricoltura  
Unità per il Monitoraggio e la Pianificazione  
Forestale (CRA-MPF)  
P.za Nicolini 6 - 38100 Trento località Villazzano (TN)  
tel. 0461/381115  
email: alessandro.paletto@entecra.it

## **BIBLIOGRAFIA**

ARPAV, 2005 - *Carta dei Suoli in scala 1:250.000 per la Regione Veneto*. Osservatorio Suoli e Rifiuti.

APAT, 2004 - *Carta della natura alla scala 1:50.000. Metodologia di realizzazione*. Manuali e linee guida, 30/2004

BEBI P., KIENAST T.F., SCHÖNENBERGER W., 2001 - *Assessing structures in mountain forests as a basis for investigating the forests' dynamics and protective function*. Forest Ecology and Management, 145: 3-14.

BENINI G., 1990 - *Sistemazioni idraulico-forestali*. UTET, Torino, 283 pp.

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.

BERRETTI R., CAFFO L., CAMERINO P., DE FERRARI F., DOMAINE A., DOTTA A., GÖTTERO F., HAUDEMANT J.C., LETEY C., MELONI F., MOTTA R., TERZUOLO P.G., 2007 - *Selvicoltura nelle foreste di protezione*. Sherwood, 134: 11-38.

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.

BRUN F., 1997 - *Il valore protettivo del bosco, con particolare riferimento all'erosione: discussione e metodi utilizzabili per la sua valutazione*. L'Italia Forestale e Montana, 6: 429-441.

BRUN F., FURLANG G., 1998 - *La carta della Qualità Economica dei Boschi della Val Germanasca*. Pubblicazione RAISA n. 3046, Edizioni Bosco e ambiente, Frontone.

- CANTARELLO E., NEWTON A., 2006 - *Towards cost-effective indicators to maintain Natura 2000 sites in favourable conservation status. Preliminary results from Cansiglio and New Forest*. *Forest@*, 3 (4): 574-583.
- DORREN L.K.A., 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.
- FAO, 2006 - *Global Forest Resources Assessment 2005*. FAO Forestry Paper 147, Rome.
- FREEMAN III A.M., 2003 - *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the Future, Washington, D.C.
- GIAU B. (ed.), 1998 - *Manuale per la valutazione della qualità economica dei boschi e per la sua rappresentazione*. Pubblicazione RAISA n. 3047, Edizioni Bosco e ambiente, Frontone.
- GOIO I., GIOS G., POLLINI C., 2008 - *The development of forest accounting in the Province of Trento (Italy)*. *Journal of Forest Economics* (in press).
- HÉTU B., GRAY J.T., 2000 - *Effects of environmental change on scree slope development throughout the postglacial period in the Chic-Choc Mountains in the northern Gaspé Peninsula, Québec*. *Geomorphology*, 32: 335-355.
- KOSMAS C., FERRARA A., BRIASOULI H., IMESON A., 1999 - *Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification*. In: *The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification* (Kosmas C., Kirkby M., Geeson N. eds). European Union, 18882: 31-47.
- KRÄUCHI N., BRANG P., SCHÖNENBERGER W., 2000 - *Forests of mountainous regions: gaps in knowledge and research needs*. *Forest Ecology and Management*, 132: 73-82.
- MARANGON F., GOTTARDO E., 2000 - *La valutazione monetaria del danno ai boschi del Friuli-Venezia Giulia*. In: *La valutazione dei beni ambientali come supporto alle decisioni pubbliche* (Tempesta F., Marangon F. eds). Ed. Forum, Udine.
- MATERO J., SAASTAMOINEN O., 1993 - *Economic evaluation of environmental impacts of forestry on water-based values in Finland*. Proceedings Conference of the Scandinavian Society of Forest Economics, Gilleleje, Denmark.
- 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.
- MERLO M., 1991 - *Elementi di economia ed estimo forestale-ambientale*. CusI Nuova Vita, Padova, 545 pp.
- MERLO M., ROJAS BRIALES E., 2000 - *Public goods and externalities linked to Mediterranean forests: economic nature and policy*. *Land Use Policy*, 17: 197-208.
- MONTESI, J., ELDER, K., SCHMIDT, R.A., DAVIS, R.E., 2004 - *Sublimation of intercepted snow within a subalpine forest canopy at two elevations*. *Journal of Hydrometeorology*, 5: 763-773.
- MOTTA R., HAUDEMAMAND J.C., 1999 - *Selvicoltura nelle foreste di protezione diretta delle Alpi. Il bosco "Ban de Ville" di Courmayeur (AO)*. *Monti e Boschi*, 3-4: 5-14.
- NOTARO S., PALETTO A., 2004 - *Economic evaluation of the protective function of mountain forests: a case study from the Italian Alps*. *EFI Proceedings*, 52: 75-85.
- PETTENELLA D., BAIGUERA M., 1997 - *La contabilità ambientale delle risorse forestali: un'applicazione alla Regione Lombardia*. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 347-366.
- PIUSSI P., FARRELL E.P., 2000 - *Interactions between society and forest ecosystems: challenger for the near future*. *Forest Ecology and Management*, 132: 21-28.
- RIXEN C., HAAGS S., KULAKOWSKI D., BEBI P., 2007 - *Natural avalanche disturbance shapes plant diversity and species composition in subalpine forest belt*. *Journal of Vegetation Science*, 18: 735-742.
- SCAPIN D., 2005 - *Tecniche di ingegneria naturalistica ed indagine comparata dei costi di tre interventi eseguiti dai servizi forestali regionali di Belluno*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova.
- SCHÖNENBERGER W., 2001 - *Cluster afforestation for creating diverse mountain forest structures - a review*. *Forest Ecology and Management*, 145: 121-128.
- SPADA G., TONIELLO V., 1984 - *Il Cansiglio: gruppo del Cavallo, Prealpi Venete*. Tamari, Bologna.
- STELLIN G., ROSATO P., 1998 - *La valutazione economica dei beni ambientali*. Città Studi Edizioni, Torino, 165 pp.
- STIERLIN H.R., BRÄNDLI U.B., HEROLD A., ZINGGELER J., 1994 - *Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Felddaufnahmen der Erhebung 1993-1995*. Eidgenöss. Forsch. Ast. Wald Schnee Landsch., Special issue, 204 pp.
- STOFFEL M., SCHNEUWLY D., BOLLSCHWEILER M., LIÈVRE I., DELALOYE R., MYINT M., MONBARON M., 2005 - *Analyzing rockfall activity (1600-2002) in a protection forest - a case study using dendrogeomorphology*. *Geomorphology*, 68: 224-241.
- STOKES A., SALIN F., KOKUTSE A.D., BERTHIER S., JEANNIN H., MOCHAN S., DORREN L., KOKUTSE N., GHANI M.A., FOURCAUD T., 2005 - *Mechanical resistance of different tree species to rockfall in the French Alps*. *Plant and Soil*, 278: 107-117.
- WISCHMEIER W.H., 1975 - *Estimating the Soil Loss Equation's Cover and Management Factor for Undisturbed Areas*. In: *Proceedings, Sediment Yield Workshop*, Oxford, Miss-ARS-40. New Orleans, LA: U.S.D.A., Agricultural Research Service, Southern Region: 118-124.
- ZANELLA A., TOMASI M., DE SIENA C., FRIZZERA L., JABIOI B., NICOLINI G., 2001 - *Humus Forestali. Manuale di Ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione - applicazione alle Faggete*. Edizioni Centro di Ecologia Alpina, Trento, 321 pp.

## Riassunto

Il presente articolo descrive l'importanza della funzione di protezione idrogeologica dei boschi alpini. La funzione protettiva dei boschi, sia quella indiretta nei riguardi del suolo e delle acque sia quella diretta nei confronti dell'uomo e delle attività antropiche, è stata riconosciuta a livello europeo nel corso delle Conferenze Ministeriali per la Protezione delle Foreste in Europa (MPCFE). Dalla MCPFE di Lisbona (1998) le ricerche scientifiche finalizzate ad incrementare le conoscenze sull'importanza ecologica e sulle dinamiche evolutive delle foreste di protezione sono aumentate, mentre gli studi concernenti la stima economica di tale funzione sono ancora piuttosto limitati. Il presente lavoro, grazie ad una sperimentazione condotta sui boschi del Cansiglio (Veneto), presenta una possibile metodologia di valutazione monetaria della funzione protettiva dei boschi al fine di evidenziare l'importanza di integrare strumenti estimativi nei processi decisionali di pianificazione e gestione territoriale.

## Summary

*This paper describes the importance of protective function of the alpine forests. The protective function is divided in two sub-categories: indirect protection on soil erosion and water quality and direct protection on human activities. In Europe this forest function has been recognized during the Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MPCFE). Since the Lisbon MCPFE (1998) the scientific research to improve the knowledge of ecological importance and dynamic evolution of protective forest are increasing, while the studies on economic evaluation of protective role of forests are still only a few. This paper shows the method and results concerning a research on monetary evaluation of woodlands in Cansiglio (Veneto). The results highlight the importance of integrating economic tools in forest planning and management decision making.*

*Key-words: Funzione protettiva, valore di surrogazione, foresta demaniale del Cansiglio (Regione Veneto).*