

Utilizzo di strumenti GIS per l'individuazione automatica delle foreste di protezione diretta in Valle d'Aosta

Fabio MELONI , Emanuele LINGUA , Renzo MOTTA

Università di Torino, Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del territorio, Via L. Da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO). tel. 011 6708641, e-mail fabio.meloni@unito.it

Riassunto

Nel presente lavoro si presenta una metodologia automatizzata per l'individuazione delle foreste di protezione diretta (FPD) nella Regione Autonoma Valle d'Aosta attraverso metodologie GIS. Partendo dalla cartografia numerica, attraverso l'individuazione automatica di micro-bacini e l'incrocio con la pendenza, si è ottenuto che il 42,4% delle foreste di questa regione assolve alla funzione di protezione diretta.

Abstract

In this paper we present an automated methodology for the direct protection forests (FPD) detection in the Aosta Valley region by using GIS instruments. Starting from the digital cartography data, by the automatic individuation of micro-watershed and crossing the slope data, we found that the 42,4% of the region forests has a direct protective function.

Introduzione

Le foreste rappresentano per la Valle d'Aosta, così come per tutte le altre regioni di montagna, una componente integrante della vita e della cultura degli uomini. Esse infatti hanno svolto in passato, ed in parte svolgono tuttora, un'importante ruolo, non solo da un punto di vista economico (produzione di assortimenti da opera, legna da ardere per riscaldamento e usi domestici, ecc.), ma anche e soprattutto di protezione dell'uomo, dei suoi insediamenti e delle sue attività economiche. Questa funzione di protezione viene svolta nei confronti dell'erosione e di eventi quali valanghe, frane superficiali, caduta massi e alluvioni.

La maggior parte delle vallate alpine non sarebbe abitabile in modo permanente se, lungo i versanti di queste, non fossero presenti le foreste (Motta, Haudemand, 2000, Brang, 2001)

Negli ultimi decenni si è assistito ad uno sviluppo sempre più crescente del turismo soprattutto invernale e, di conseguenza, dei servizi per migliorarne la qualità, come le strutture ricettive e la viabilità. La funzione protettiva riveste di conseguenza una sempre più maggiore importanza.

In senso generico tutti i boschi esercitano una funzione di protezione nei confronti dell'erosione del suolo e della regimazione delle acque di superficie (I° livello di protezione).

A seconda delle caratteristiche morfologiche del versante su in cui sono situate, le foreste possono inoltre impedire o perlomeno limitare il distacco di valanghe, il rotolamento di massi e lo sviluppo di lave torrentizie (II° livello di protezione).

Se nell'immediata porzione di territorio situato a valle vi è la presenza di un elemento da proteggere, quale ad es. un centro abitato, una strada, una struttura sportivo-ricreativa, possiamo arrivare alla definizione di un ulteriore grado di protezione (III° livello di protezione).

Si definiscono **foreste di protezione diretta** quelle superfici boscate che difendono insediamenti abitativi permanenti, vie di comunicazione principali, aree industriali, stazioni turistiche estive e invernali e comprensori sciistici da pericoli naturali quali il distacco di valanghe, il rotolamento di massi e lo sviluppo di lave torrentizie.

L'obiettivo di questo lavoro è la messa a punto di una procedura di analisi che permetta in maniera univoca, oggettiva e automatizzata la definizione e la localizzazione delle foreste di protezione diretta applicabile su scala regionale e facilmente aggiornabile.

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), riveduta, corretta ed ulteriormente automatizzata.

Come base di partenza sono stati utilizzati i seguenti dati 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 1m), copertura di tutto il territorio regionale.

Per la lettura, l'elaborazione e la restituzione grafica dei dati, sono stati utilizzati strumenti GIS.

In particolare si sono utilizzati i software della ESRI Arcview 3.1 e ArcGis 8.3, e il software TN ShArc 4.1 di Terra Nova. Questi strumenti sono infatti in grado di effettuare analisi spaziali indispensabili per la localizzazione e la delimitazione cartografica dei boschi di protezione diretta in funzione dei parametri a disposizione. Per alcune elaborazioni si è utilizzato un software di disegno tecnico (AutoCAD 2004).

Per l'individuazione degli elementi da proteggere sul territorio regionale si è fatta una valutazione sul ruolo che i manufatti rivestono per la vita umana e per lo svolgimento funzionale e continuo delle principali attività economiche e turistico-ricreative. Dalla cartografia numerica sono stati estratti gli elementi con i seguenti attributi: centri abitati, capannoni industriali, strutture ricettive, infrastrutture turistico/sportive, viabilità stradale e ferroviaria con relative opere d'arte.

Considerando la continua evoluzione degli insediamenti e che la ctn non è aggiornata, è stato necessario effettuare una revisione degli elementi individuati. Tramite il coinvolgimento del personale delle Stazioni forestali della Regione Valle d'Aosta, interpellati in quanto conoscitori del territorio, è stato possibile eliminare tutte quelle strutture indicate, ma non differenziate, dalla CTRN che corrispondono a vecchi ruderi, impianti di risalita dismessi, alpeggi utilizzati solo stagionalmente e vecchie frazioni non più abitate.

Sono state inoltre eliminate le vie di comunicazione secondarie quali le strade poderali e interpoderali con semplice utilizzo di accesso ai seminativi, ai prati o alle vigne, o le strade che conducono agli alpeggi stagionali. Sono state inoltre inserite come elementi da proteggere le strade che recentemente hanno assunto un importante ruolo di comunicazione tra centri abitati o che servono nuove strutture turistico-ricettive e le piste per lo sci di fondo.

La carta della copertura forestale della Valle d'Aosta è stata creata partendo dalla Carta Topografica Regionale Numerica. Dal tematismo "vegetazione"(CTRN05P) sono state estratte tutte le superfici boscate.

Se nel primo livello di protezione ricadono tutte le foreste, nel secondo livello di protezione rientrano quelle superfici boscate che per la morfologia del terreno su cui sono cresciute rivestono un importante ruolo protettivo contro il distacco di valanghe, il rotolamento di massi e lo sviluppo di lave torrentizie. Il parametro morfologico che delinea queste superfici è determinato dalla pendenza del versante su cui si trovano.

Secondo quanto stabilito da una ricerca sviluppata in Svizzera (Eidgenössischen-Forstdirektionen, 1993, Lingua et al., 2003) sulla definizione delle foreste di protezione diretta, si evidenziano quattro soglie di pendenza principali:

?? < 40%: pendii in cui non esistono pericoli potenziali particolari;

?? 40 – 50%: pendii in cui esiste il pericolo potenziale di frane e colate di fango;

?? > 50%: pendii in cui esiste il pericolo potenziale di valanghe e caduta massi;

?? > 120%: pendii in cui non vi è pericolo di distacco di valanghe perché non vi è accumulo di neve al suolo.

Ai fini della nostra applicazione si è proceduto ad una ulteriore semplificazione in 2 classi, la prima comprendente quei versanti in cui non esiste un pericolo potenziale (pendenza inferiore al 40%), la seconda comprendente le pendenze in cui esiste uno dei sopra citati pericoli naturali (pendenza maggiore di 40%).

Per attuare questa classificazione si è reso necessario costruire una carta delle pendenze del territorio regionale utilizzando le curve di livello con equidistanza 10 m estratte dalla cartografia numerica (codice tema CTRN12L).

Attraverso la creazione di un TIN (*Triangulated Irregular Network*) si è ottenuto un modello spaziale di elevata precisione. Questo tipo di modellizzazione unisce i punti e i nodi di polilinee e poligoni costruendo una rete irregolare di triangoli continui e non sovrapposti a partire dall'attributo di dati vettoriali (quota) in uno spazio tridimensionale con attributi spaziali precisi e associati alle coordinate x,y del centroide dei triangoli.

L'operazione è stata effettuata con ArcView in ambiente 3D Analyst.

Vista la complessa struttura che caratterizza un TIN, si deriva un modello tridimensionale più gestibile chiamato GRID in cui l'informazione spaziale è registrata in una griglia regolare, organizzata in una serie di righe e di colonne. Ogni cella quadrata che costituisce tale griglia, ha dimensioni regolari e contiene un attributo che rappresenta, nel nostro caso, la quota e che deriva dall'interpolazione delle celle del TIN. La dimensione della cella è stata impostata a 10m.

Gli algoritmi dell'estensione Spatial Analyst permettono, a partire dal GRID-quota, di generare, attraverso il confronto tra i parametri di celle adiacenti, un GRID delle pendenze.

Attraverso la riclassificazione del grid nelle classi di pendenza sopra descritte si è ottenuta 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 secondo livello.

Per l'individuazione delle foreste che assolvono al terzo livello di protezione si è reso necessario operare ad una scala 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 piccoli bacini idrografici di numero pari alle diramazioni che la rete fluviale principale presenta.

L'operazione è stata effettuata con il software Arcgis 8.3 utilizzando l'estensione ArcHydro tools. L'algoritmo interpreta l'orografia del terreno tramite analisi del DTM (Digital Terrain Model) e ricostruisce, unendo tutti gli impluvi presenti, una rete idrografica "teorica". Per ogni singolo internodo fluviale viene delimitata l'area di raccolta delle acque superficiali di diretta pertinenza del segmento (figura 1).

Successivamente questi *catchments* sono stati suddivisi lungo l'asse dell'impluvio principale formando due sottoaree, opposte per versante.

Il territorio della regione risulta così suddiviso in circa 48.000 sottoaree con estensione media pari a 6,8 ha. Selezionando solo quelle unità con presenza di elementi da proteggere e superfici boscate che rivestono un ruolo di protezione di secondo livello, l'area di indagine stata ridotta a circa un terzo del territorio regionale (circa 119.000 ha).

All'interno di questa risultano essere presenti boschi situati sia a valle che a monte degli elementi da proteggere.

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

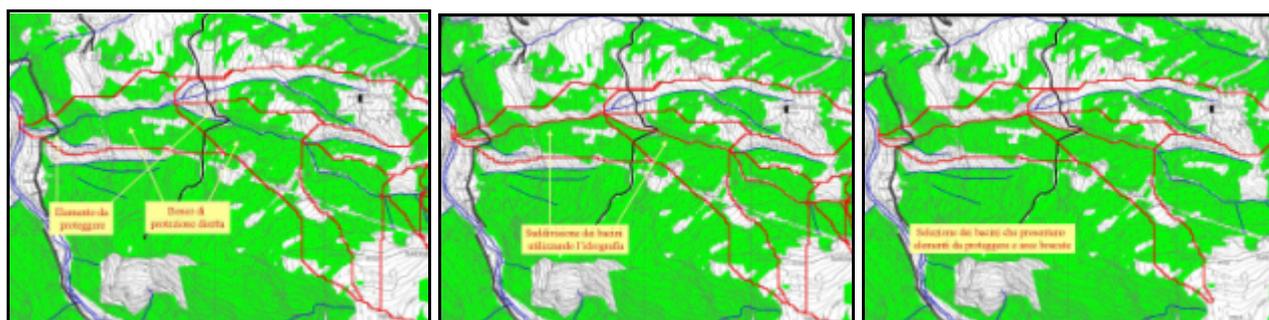


Figura 1- Da sinistra a destra: esempio di alcuni bacini generati a partire dall'idrografia superficiale; suddivisione dei bacini utilizzando la rete idrografica principale; eliminazione dei bacini che non contengono sia elementi da proteggere che superfici boscate.

Per giungere a questo obiettivo è stato utilizzato lo *script* Watershed_point, supportato da ArcView 3.2, in grado di generare bacini idrografici partendo da punti noti (figura 2). Come per l'applicazione di ArcHydro tools il dato di partenza è il modello tridimensionale del terreno. In questo caso il DEM è stato tagliato sui confini delle sottoaree precedentemente generate e selezionate, mentre come sezioni di chiusura da cui far generare i bacini, sono stati utilizzati gli elementi da proteggere.

Attraverso l'utilizzo del software AutoCAD 2004, gli elementi poligonali (ad es. fabbricati, strutture ricettive, ecc.) sono trasformati in linee (spezzate chiuse).

Queste, unitamente agli elementi lineari (ad es. strade, funivie, ecc.) sono trasformati in file di punti posti ad una interdistanza di 10 metri, corrispondente alla dimensione della cella del DEM.

L'elemento da proteggere rappresenta la sezione di chiusura del bacino, mentre il perimetro segue la naturale morfologia del terreno andando a chiudersi lungo le linee di cresta (displuvi). I confini di questi bacini sono limitati in estensione alle sottoaree individuate nei passaggi precedenti.

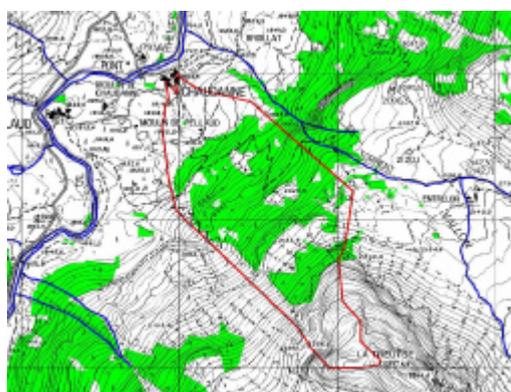


Figura 2- Esempio di bacino creato partendo dall'elemento da proteggere

La delimitazione delle foreste di protezione diretta consiste nella selezione delle superfici boscate con funzione di protezione di II° livello presenti all'interno di questi bacini idrografici generati.

Il prodotto finale riporta superfici boscate che ai fini della gestione selvicolturale possono non avere significato, come piccole isole o *gap*.

Per ovviare a questo inconveniente sul tematismo prodotto si è fatta scorrere, in ArcGis 8.3, una finestra mobile di dimensioni 50 x 50 m (5 x 5 celle) utilizzando la funzione *majority*.

Risultati

La copertura forestale della Valle d'Aosta ammonta a circa 94916 ha, corrispondente al 29.3% dell'intera superficie regionale (circa 324000 ha). Il 20,2% (19139 ha) dei boschi si trova su versanti con pendenza inferiore al 40%, mentre per il 12,4% (11752 ha) si colloca su versanti con

una pendenza compresa tra il 40-50%. Il restante 67,5% (64025 ha) delle foreste ricopre versanti con pendenze maggiori del 50% (figura 3).

Livello di protezione	Pendenze	Superficie forestale (ha)	% rispetto al totale
I°	Inferiore al 40%	19139	20,2
II°	Compreso tra il 40-50%	11752	12,4
	Maggiore del 50%	64025	67,5

Figura 3 – Tabella riassuntiva della classificazione della superficie forestale in base alla pendenza

Le foreste di protezione diretta (FPD) della Regione Autonoma (figura 4) ricoprono una superficie di 40.557 ha, che in termini di percentuale è equivalente al 12,4% dell'intero territorio regionale. Rispetto all'intera copertura forestale, il 42,7% delle foreste risulta svolgere un ruolo di protezione diretta.

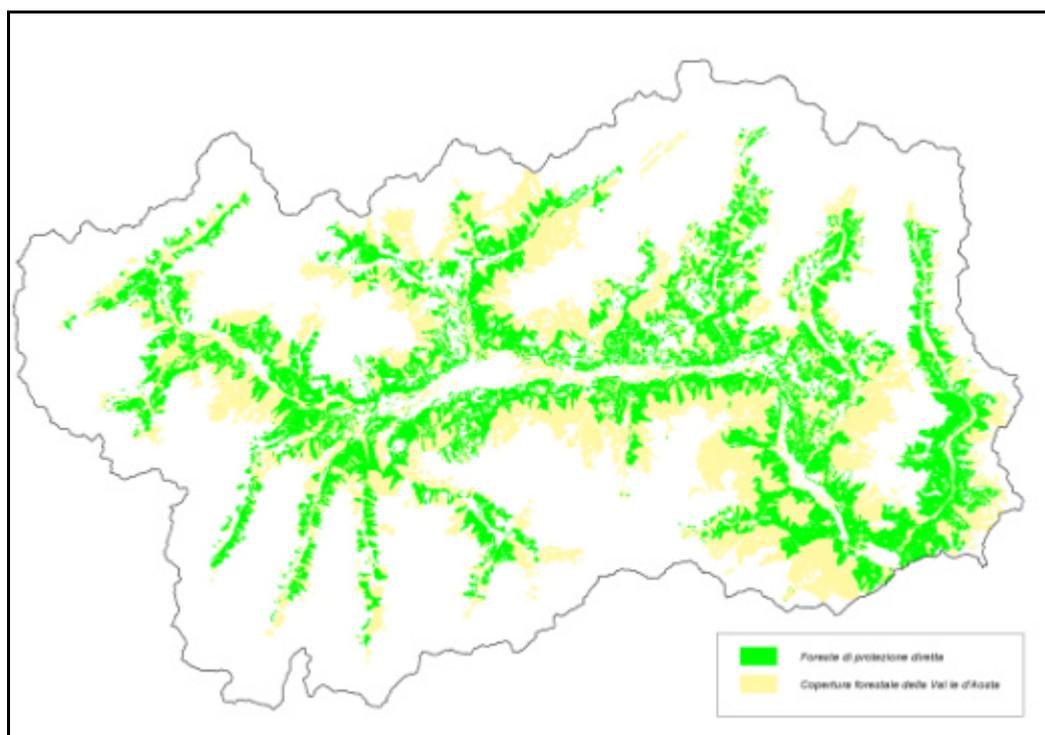


Figura 4 – carta delle foreste di protezione diretta (FPD) della Valle d'Aosta

Conclusioni

La metodologia applicata ha permesso di ottenere la “Carta delle foreste di protezione diretta” in maniera oggettiva, rendendo il lavoro il più possibile esente da errori dovuti a interpretazioni soggettive.

I procedimenti messi a punto sono quasi completamente automatizzati, ciò permette di applicare la metodologia su territori di ampia scala, in tempi relativamente contenuti e mantenendo un ottimo livello di precisione.

L'accuratezza dell'individuazione delle foreste che rivestono un ruolo di protezione diretta risulta essere strettamente correlata alla qualità del dato di partenza. La disponibilità di dati aggiornati e

precisi risulta essere il punto fondamentale per poter attuare questo tipo di analisi automatizzate. Nel presente lavoro, dopo una fase preliminare di confronto tra le ortofoto ed i dati vettoriali (CTRN), in cui si è riscontrata un'incongruenza dell'informazione (dovuta non solo al differente periodo di riferimento), è stato infatti interpellato il personale delle Stazioni Forestali della Regione che, conoscendo perfettamente il territorio, ci ha fornito le indicazioni necessarie per proseguire le elaborazioni.

Grazie ai procedimenti automatizzati, il prodotto finale può essere prontamente aggiornato ogni qualvolta vengano aggiornati i differenti *layer*, sia per quel che concerne i cambiamenti della copertura forestale, che per quelli relativi agli elementi da proteggere.

La cartografia ottenuta risulta essere un utile strumento di supporto per la programmazione degli interventi selvicolturali, necessari affinché le foreste di protezione diretta assolvano in pieno la loro funzione (Dotta, Motta, 2000, Dorren et al., 2004).

Questo documento potrà essere impiegato sia a livello regionale, sia su scala di maggior dettaglio a livello comunale o di Stazione Forestale.

Bibliografia

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.

Dorren L. K. A., Berger F., Imeson A. C., Maier B., Rey F., (2004). *Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps*. Forest Ecology and Management **195**:165-176.

Dotta A., Motta R. (2000). *Boschi di conifere montani. Indirizzi selvicolturali*. Regione Piemonte. Blu Edizioni, Peveragno, pp. 192.

Eidgenössischen-Forstdirektionen. (1993). *Teilprojekt Besondere Schutzfunktionen*. Zwischembericht, Bern, pp. 35.

Lingua E., Collatin A., Haudemand J. C. (2003). *Individuazione ed analisi delle foreste di protezione diretta (FPD) nel comune di Cogne (Valle d'Aosta)*. 7^a Conferenza Nazionale ASITA. L'informazione territoriale e la dimensione tempo, Verona, 28-31 Ottobre 2003. Atti Vol. II:1325-1330.

Motta R., Haudemand J. C., (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.