

ROBERTA BERRETTI (\*) - EMANUELE LINGUA (\*\*)  
RENZO MOTTA (\*) - PIETRO PIUSSI (\*\*\*)

## CLASSIFICAZIONE STRUTTURALE DEI POPOLAMENTI FORESTALI NELLA RISERVA FORESTALE INTEGRALE DELLA VALBONA A PANEVEGGIO (TN)

FDC 182.51 : 907.12 : (450.32)

*La struttura dei popolamenti forestali presenti nella Riserva Integrale della Valbona (Paneveggio, TN) è stata descritta mediante l'applicazione di una tipologia strutturale basata su 6 classi e 14 tipi. Nei 68 punti di campionamento la classe più diffusa è quella «monoplana» estesa su oltre il 45% della superficie totale. Una discreta diffusione evidenziano anche le classi «a collettivi» e «pluriplana» presenti rispettivamente sul 21.6% e sul 17.5% della superficie. Il tipo maggiormente rappresentato è invece quello a «struttura monoplana aperta» che insiste su oltre il 34% della Riserva Integrale. Le strutture dei popolamenti attuali riflettono il tipo di gestione selvicolturale effettuato a Paneveggio in questi ultimi secoli ma evidenziano anche alcuni processi dinamici naturali avviati in questi ultimi decenni di abbandono o utilizzo marginale dell'area istituita a Riserva. Il sistema di classificazione adottato, basato su una chiave dicotomica e su parametri prevalentemente quantitativi, ha fornito dei buoni risultati applicativi permettendo una buona differenziazione anche in popolamenti quasi completamente puri e poco diversificati strutturalmente come quelli presenti in Valbona.*

### 1. INTRODUZIONE

Per struttura si intende il modo con cui le diverse parti di una comunità si distribuiscono nello spazio, nel tempo o si organizzano funzionalmente (KIMMINS, 1987). In un popolamento forestale possiamo identificare numerosi tipi di strutture dimensionali, spaziali e cronologiche. Queste strutture non sono stabili in quanto l'accrescimento dei singoli individui, la competizione, la natalità e la mortalità provocano dei continui cambiamenti sulla stes-

---

(\*) Dipartimento Agroselviter, Università degli Studi di Torino.

(\*\*) Dipartimento TESAF, Università degli Studi di Padova.

(\*\*\*) Dipartimento DISTAF, Università degli Studi di Firenze.

sa unità di superficie (OLIVER e LARSON, 1996). Nelle foreste naturali i fattori che provocano i cambiamenti sono sia dei fattori endogeni, come la competizione tra i diversi individui, e sia dei fattori esogeni come i disturbi naturali (ad esempio vento, neve, fuoco, insetti). Le differenze strutturali possono essere marcate anche ad una scala molto ridotta, o possono essere poco evidenti ma caratterizzare ampie superfici. Infatti i disturbi endogeni ed esogeni agiscono con le stesse modalità su superfici di ampiezza molto variabile e con tempi di ritorno diversi (WHITE e JENTSCH, 2001; FRANKLIN *et al.*, 2002) e, contemporaneamente, alcuni cambiamenti strutturali avvengono lungo dei gradienti climatici o altitudinali; ad esempio mentre nel piano collinare e nel piano montano inferiore la tessitura degli alberi e della rinnovazione è tendenzialmente uniforme o organizzata per grandi gruppi, con l'aumentare della quota la tessitura a collettivi diventa più frequente fino a risultare dominante nei popolamenti subalpini (OTT *et al.*, 1994).

Nelle foreste coltivate i cambiamenti, oltre che dai fattori legati alla dinamica delle popolazioni ed agli eventi meteorici, dipendono dalle modalità gestionali e dai trattamenti selvicolturali applicati. L'uomo ha agito, e tuttora spesso agisce, semplificando le strutture e modificando sia la composizione, sia l'organizzazione spaziale degli alberi al fine di massimizzare la produzione legnosa e la produzione di altri beni e servizi forniti dalla foresta. Queste semplificazioni riducono la diversità strutturale e hanno un impatto sulle popolazioni animali e vegetali che vivono in foresta. Infatti le caratteristiche strutturali di un popolamento forestale sono particolarmente importanti per gli aspetti biologici ed ecosistemici quali, ad esempio, la determinazione degli habitat potenzialmente utilizzabili dalla fauna selvatica (HANLEY, 1984; MORRISON *et al.*, 1992) e le caratteristiche della copertura vegetale del sottobosco (CANNEL e GRACE, 1993; PITKANEN, 1997). La struttura può essere interpretata come una sintesi della potenzialità biologica di un popolamento forestale ed è stata utilizzata come indice di qualità ambientale e di biodiversità (LÄHDE *et al.*, 1999; POMMERENING, 2002).

In questi ultimi anni con l'aumento delle conoscenze sui meccanismi dinamici e con la necessità di applicare modelli di gestione più adeguati alle caratteristiche ecologiche delle singole specie e degli ecosistemi forestali (KOHM e FRANKLIN, 1997) si è accresciuta l'esigenza di classificare con accuratezza la tessitura e la stratificazione. Nelle foreste coltivate la descrizione delle strutture forestali rappresenta un utile supporto per la definizione degli obiettivi gestionali e degli interventi selvicolturali: ad esempio la distribuzione verticale ed orizzontale degli alberi può fornire elementi utili per valutare in quale modo i popolamenti forestali si rinnovano, assolvono alla funzione di produzione di assortimenti pregiati (O'HARA, 1988) o alla funzione di protezione diretta (BEBI *et al.*, 2001).

Le classificazioni strutturali sono ampiamente diffuse ed utilizzate in America settentrionale dove i tipi strutturali sono prevalentemente basati su studi del dinamismo in foreste vergini ed old-growth forests (OLIVER, 1981; O'HARA *et al.*, 1996). Le caratteristiche delle foreste boreali e temperate americane, in genere uniformi su ampie superfici, e la disponibilità di popolamenti naturali di riferimento utilizzabili per lo studio dei processi dinamici, hanno favorito un esteso utilizzo di queste classificazioni nell'ambito della pianificazione forestale e della modellizzazione della dinamica forestale (CROOKSTON e STAGE, 1999; FRANKLIN *et al.*, 2002).

In Europa le classificazioni strutturali sono utilizzate da molto tempo e sono state inizialmente predisposte per foreste coltivate allo scopo di fornire una descrizione chiara ed obiettiva dei singoli individui che formano un soprassuolo e del bosco nel suo insieme: come, ad esempio, la classificazione bio-sociologica di KRAFT (1884) e quelle strutturali (BAKER, 1950; DE PHILIPPIS, 1954). Più recentemente queste classificazioni sono state redatte anche per popolamenti misti e disetanei, come ad esempio la classificazione arborea IUFRO del 1956 (PIUSSI, 1994). In un periodo successivo LEIBUNDGUT (1959), sulla base di studi effettuati in alcuni lembi di foreste vergini, ha proposto una classificazione dinamico-strutturale basata su cinque fasi silvogenetiche: fase iniziale, fase ottimale, fase terminale, fase di declino e fase di rinnovazione. A partire da questa classificazione CHAUVIN *et al.* (1994) hanno sviluppato una tipologia strutturale che è ampiamente utilizzata nelle foreste delle Alpi francesi ed in questi ultimi anni sono state proposte altre classificazioni strutturali sia nelle Alpi (BEBI *et al.*, 2001), sia in Europa centrale (PRETZSCH, 1997; POMMERENING, 2002).

In questo articolo si descrivono un metodo di classificazione strutturale, basato su una chiave dicotomica, ed un esempio di applicazione nella Foresta Demaniale di Paneveggio (TN).

Questo lavoro è parte di un progetto di ricerca di lungo periodo finalizzato allo studio dell'ecologia e della dinamica delle peccete subalpine nelle Riserva Forestale della Valbona.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. Descrizione dell'area di studio

L'area di studio si trova nella Foresta Demaniale di Paneveggio (latitudine 46°18' N, longitudine 11°45' E). La foresta appartiene alla Provincia Autonoma di Trento ed è localizzata all'interno del Parco Naturale di Paneveggio-Pale di S. Martino (Fig. 1). La foresta Demaniale di Paneveggio ha una superficie di 3491 ha ed è estesa tra 1400 m s.l.m. e 2700 m s.l.m. nel

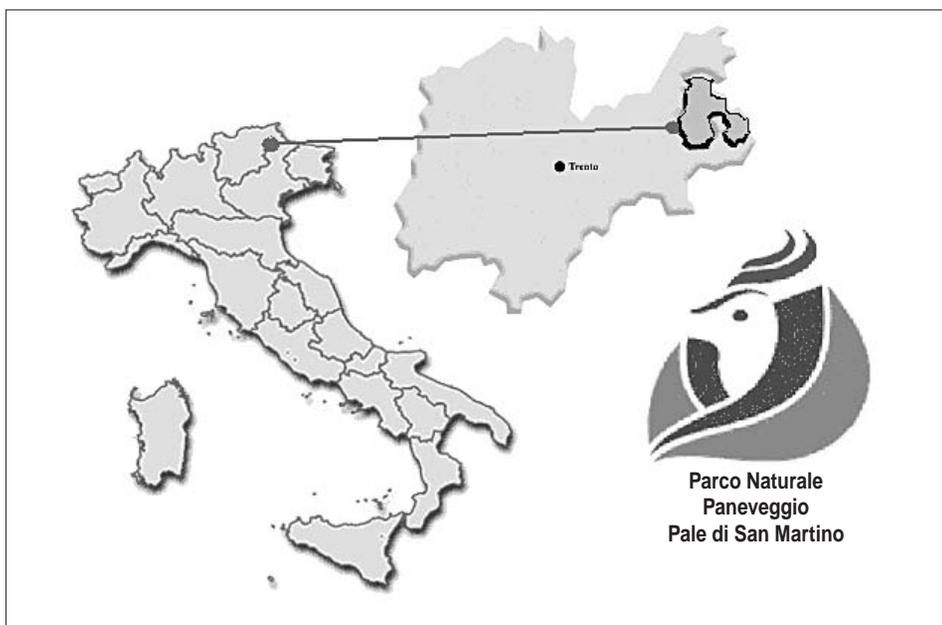


Figura 1 – Inquadramento geografico dell'area di studio.

bacino del torrente Travignolo in Val di Fiemme. Le precipitazioni annuali variano tra 1207 mm a Paneveggio (1508 m s.l.m.), e 1316 mm a Passo Rolle (2002 m s.l.m.) (GANDOLFO e SULLI, 1993) e la temperatura media annua a Passo Rolle è di 2.4 °C.

All'interno della foresta Demaniale, in occasione della revisione del Piano di Assestamento del 1990, è stata istituita la Riserva forestale della Valbona (DELLAGIACOMA *et al.*, 1996). La riserva ha una superficie di 123 ha ed è estesa tra i 1560 m s.l.m. ed i 1880 m s.l.m. Di questa Riserva circa il 65% (73,7 ha) è stato destinato a Riserva Integrale, con l'esclusione di qualsiasi intervento selvicolturale ed il monitoraggio dell'evoluzione naturale dei popolamenti forestali, mentre la restante parte è stata destinata a Riserva speciale per la ricerca ecologico-selvicolturale. All'interno della Riserva Integrale sono state definite alcune aree per lo studio delle dinamiche forestali passate, dell'influenza antropica sulle attuali strutture e di monitoraggio intensivo della dinamica forestale (MOTTA *et al.*, 2002). All'interno della Riserva la vegetazione forestale è costituita da peccete pure (*Picea abies* (L.) Karst.) con sporadica presenza di altre specie fino a circa 1900 m s.l.m. descritte come *Homogyno-Piceetum subalpinum myrtilletosum* (DI TOMMASO, 1983). Al di sopra dei 1900 m l'abete rosso è più frequentemente accompagnato da larice (*Larix decidua* Mill.) e pino cembro (*Pinus cembra* L.) fino a formare popula-

menti misti ascrivibili all'associazione *Calamagrostio villosae Pinetum cembrae piceetosum* (FILIPPELLO *et al.* 1976). In questi settori altitudinali sono presenti anche alcuni popolamenti di pino mugo (*Pinus mugo* Turra) in purezza o con sporadica presenza di larice.

## 2.2. Metodi

### 2.2.1. Rilievi dendrometrici

La struttura è stata studiata tramite un inventario con griglia sistematica di campionamento, con passo di 100 m, all'interno della Riserva Integrale della Valbona. In ognuno dei 68 vertici di campionamento è stata posizionata un'area campione quadrata avente una dimensione di 400 m<sup>2</sup>. La posizione di ogni area è stata individuata con l'ausilio di un ricevitore GPS ed è stata segnalata in modo permanente sul terreno mediante un picchetto. All'interno di ogni area sono stati individuati tutti gli alberi (diametro a 130 cm > 7.5 cm) e, di questi, è stata determinata la specie e sono stati misurati il diametro a petto d'uomo, le coordinate x e y riferite ad un sistema di assi cartesiani (nord-sud ed est-ovest), le proiezioni sul terreno della chioma in due direzioni (nord e sud), l'altezza, la profondità della chioma lungo il fusto (in 3 classi di profondità). Gli individui appartenenti alla rinnovazione (convenzionalmente individuati tra un diametro a petto d'uomo ≤ 7.5 cm ed una altezza maggiore di 20 cm) sono stati conteggiati separatamente per ogni specie presente all'interno di quattro quadranti in cui è stata suddivisa l'area di campionamento.

Per ogni punto di campionamento sono stati calcolati massa legnosa, area basimetrica, numero di alberi e numero di esemplari di rinnovazione. I valori di massa sono stati calcolati con l'ausilio delle tariffe regionali (CASTELLANI, 1982).

### 2.2.2. Tipologia strutturale

Per le affinità di obiettivi di ricerca e di tipi strutturali presenti nelle aree di studio questo lavoro ha utilizzato come base le classificazioni tipologiche di CHAUVIN *et al.* (1994) e di BEBI *et al.* (2001). Inoltre le classificazioni strutturali basate su chiavi dicotomiche, rispetto a classificazioni basate su *cluster analysis*, hanno una maggiore trasparenza e facilità di applicazione e permettono una migliore ricaduta sugli aspetti gestionali (BEBI *et al.*, 2001).

La tipologia strutturale di CHAUVIN *et al.* (1994) è stata sviluppata per le Alpi francesi con l'intento di fornire uno strumento applicativo nella redazione dei piani di gestione e nella pianificazione degli interventi selvicolturali. BEBI *et al.* (2001) hanno successivamente adattato ed applicato la tipologia strutturale per le Alpi francesi alle peccete subalpine della Svizzera. In funzione delle finalità e della potenziale futura applicazione del meto-

do in foreste aventi altre destinazione d'uso, i parametri utilizzati sono stati scelti tra quelli facilmente reperibili anche nel corso di Inventari forestali e di revisioni di Piani di Assestamento. Inoltre, in tutti i casi in cui è stato possibile, parametri quantitativi sono stati preferiti a parametri qualitativi.

La chiave utilizzata identifica 6 classi e 14 tipi (Fig. 2). L'individuazione delle classi avviene sulla base della presenza o meno di un determinato piano verticale e della sua copertura. L'ingresso nella chiave avviene utilizzando come prima discriminante la percentuale di copertura totale prodotta al suolo; un valore inferiore al 20% identifica la classe strutturale «chiarra» mentre valori superiori conducono all'interno delle rimanenti classi, identificabili a loro volta sulla base dell'altezza dominante e del grado di copertura prodotto dai diversi piani verticali del popolamento.

La suddivisione del popolamento in piani verticali è stata ottenuta adottando la formula proposta da LATHAM *et al.* (1998):

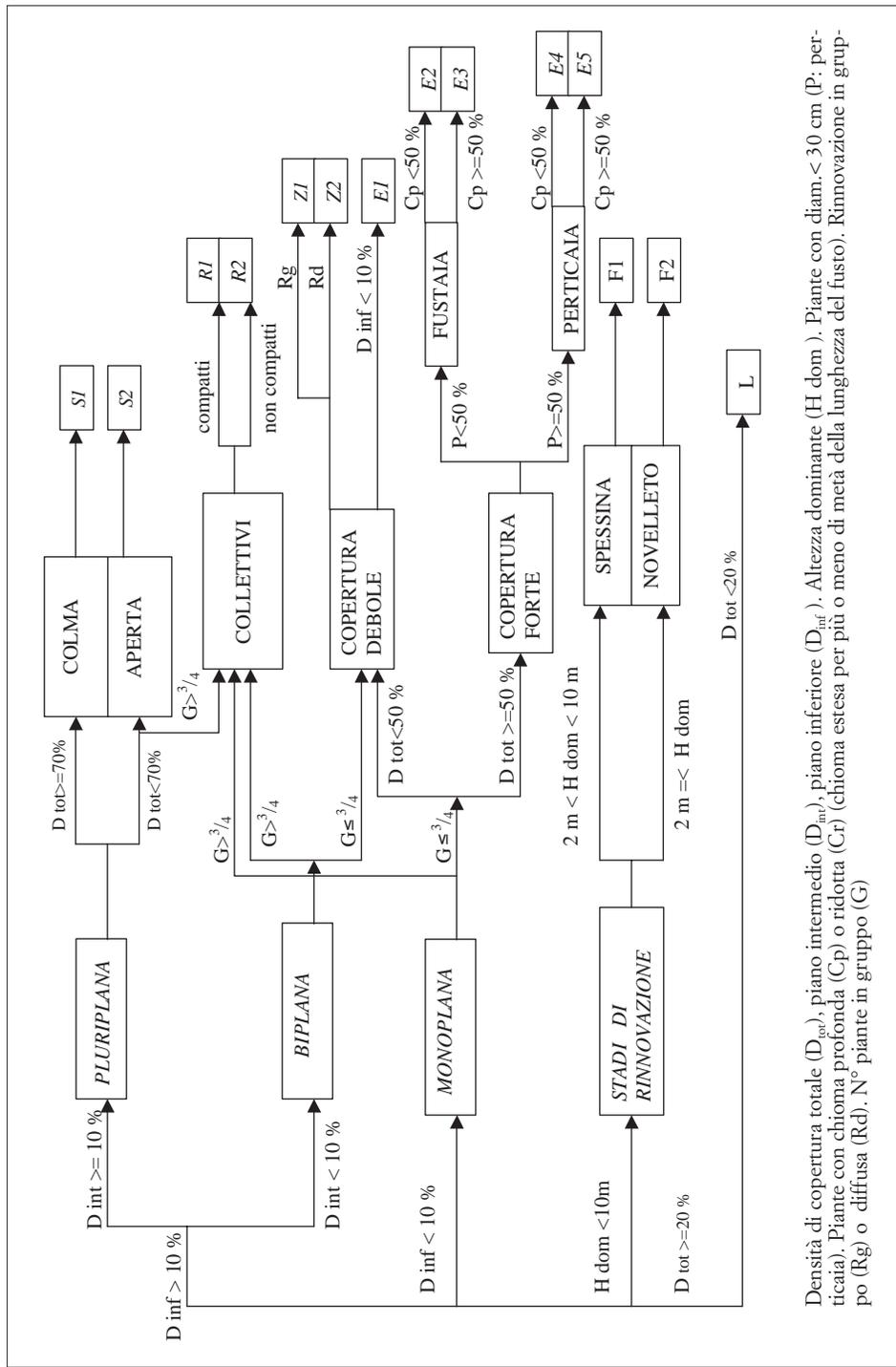
$$\text{CPS} = 0.40 \times \text{CL} + \text{HBLC} \quad \text{dove:}$$

CPS = *cut-off point* per ogni singolo strato verticale; è l'altezza alla quale viene separato un piano verticale dal resto del popolamento.

CL = profondità di chioma.

HBLC = altezza di inserzione della chioma viva.

Il fattore numerico 0,4 nasce dalla considerazione che, secondo LATHAM *et al.* (1998), la zona di competizione della chioma per la luce interessa principalmente la sua porzione superiore e precisamente il 60% superiore. La formula consente di calcolare l'altezza dal suolo alla quale è posta la linea che separa le piante appartenenti a piani diversi nella competizione del fattore luce. Tale formula viene applicata alla pianta più alta del popolamento e, a parità di altezza, a quella avente chioma più profonda. Il risultato ottenuto individua l'altezza della linea di separazione (*cut-off height*) del piano superiore del popolamento; tutte le piante aventi una altezza uguale o superiore a tale linea di separazione sono incluse nel piano superiore (Fig. 3). Il procedimento viene quindi ripetuto in modo iterativo per identificare gli altri piani verticali presenti nel popolamento a partire dalla pianta più alta tra quelle che si trovano al di sotto della *cut-off height*. In questo lavoro sono stati identificati al massimo tre piani verticali, includendo nel terzo piano eventuali altri piani sottostanti, ottenendo quindi delle foreste monoplane (un unico piano), biplane (con due piani verticali) o pluriplane (3 o più piani verticali). La tessitura a collettivi, cioè con gruppi di alberi che crescono ravvicinati tra loro su piccole superfici e formano un mantello di chiome comune (MAYER e OTT, 1991), è stata identificata sul terreno sulla base di una valutazione qualitativa ed è stata successivamente controllata mediante le rappresentazioni grafiche (Fig. 4) delle strutture orizzontali



Densità di copertura totale ( $D_{tot}$ ), piano intermedio ( $D_{int}$ ), piano inferiore ( $D_{inf}$ ), Altezza dominante ( $H_{dom}$ ). Pianta con diam. < 30 cm (P: perticaia). Pianta con chioma profonda (Cp) o ridotta (Cr) (chioma estesa per più o meno di metà della lunghezza del fusto). Rinnovazione in gruppo (Rg) o diffusa (Rd). N° pianta in gruppo (G)

Figura 2 – Chiave strutturale.

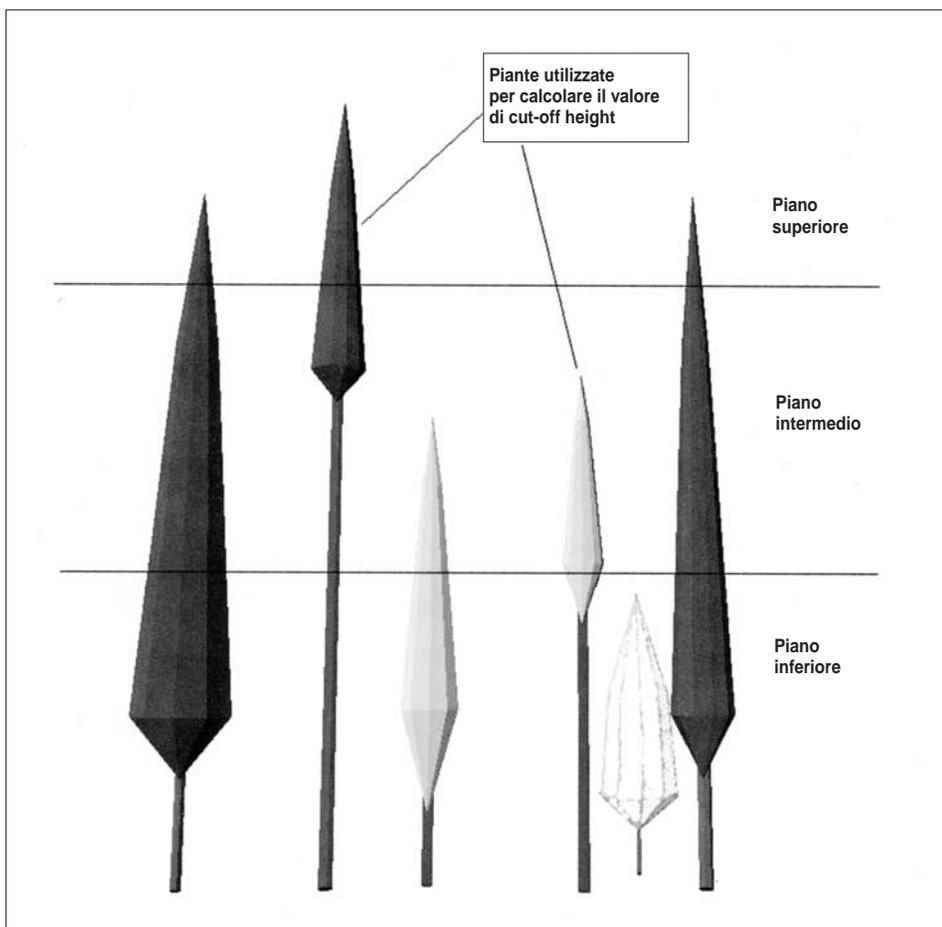


Figura 3 – Cut-off height nella divisione del popolamento in piani. Il diagramma mostra il risultato dell'applicazione del coefficiente di competizione di 0.4 per calcolare il valore di *cut-off height* e le piante i cui parametri (profondità di chioma e altezza di inserzione della chioma viva) sono stati utilizzati per determinare la suddivisione in piani verticali (da LATHAM *et al.*, 2001; modificato). La colorazione delle piante individua l'appartenenza ai diversi piani verticali.

e verticali ottenute con il software SVS (*Stand Visualization System*) (MC GAUGHEY, 1997). I collettivi sono stati riconosciuti sulla base del contatto tra le chiome e della vicinanza dei fusti; il numero minimo di piante necessarie per la formazione di un collettivo è stato posto uguale a 3.

Il grado di copertura della componente arborea sia complessiva sia suddivisa nei diversi piani verticali è stato calcolato con metodo grafico con l'ausilio del software SVS; il limite inferiore di copertura necessario alla identificazione di un piano è stato fissato convenzionalmente nel 10%. Una

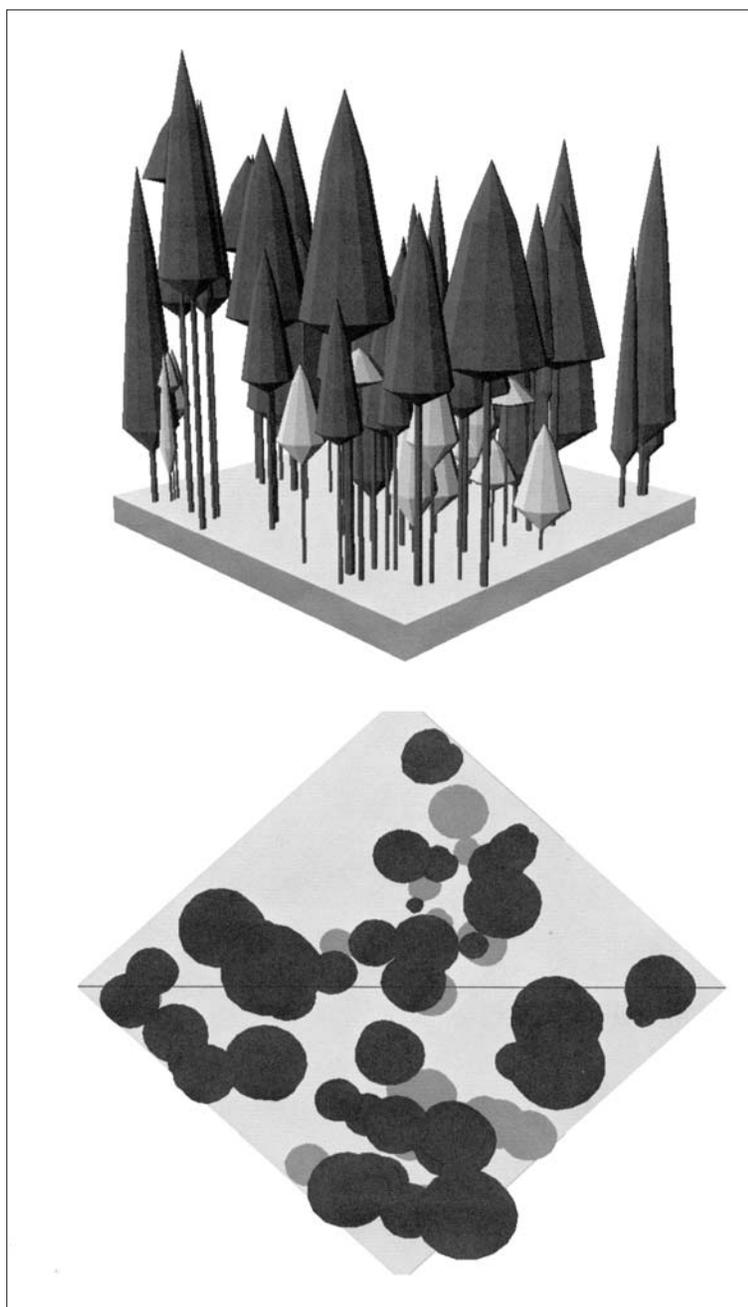


Figura 4 – Rappresentazione della struttura di un punto di campionamento con la suddivisione in piani effettuata secondo LATHAM *et al.* (2001). La diversa colorazione delle chiome individua l'appartenenza delle piante ai diversi piani verticali del popolamento. La raffigurazione della struttura orizzontale è stata utilizzata per la valutazione della presenza di collettivi.

particolare attenzione è stata dedicata al grado di copertura della rinnovazione (individui con diametro a petto d'uomo  $\leq 7.5$  cm ed altezza  $> 20$  cm) in quanto questo parametro viene di solito stimato sulla base di valutazioni soggettive. Nella classificazione applicata in Valbona si è invece scelto di stimare la copertura della rinnovazione sulla base di un indicatore quantitativo e cioè il numero di individui presenti. In diversi nuclei di rinnovazione della Valbona sono state effettuate misure di proiezione al suolo delle chiome di singoli individui distribuiti nelle diverse classi dimensionali (comprese tra 20 cm di altezza e 7.5 cm di diametro). Queste misure hanno permesso di definire la copertura media prodotta da un individuo di rinnovazione in Valbona che risultata di  $0.78 \text{ m}^2$ . Tale valore è stato utilizzato per calcolare il grado di copertura prodotto dalla rinnovazione attraverso il conteggio del numero di individui presenti all'interno di ogni area campione. Si è così potuto calcolare il numero di individui che sono necessari a produrre le due soglie di copertura di rinnovazione che sono utilizzate nella chiave: rispettivamente 1300 individui per il 10% e 2600 individui per il 20%. Nel calcolo della copertura si è ipotizzata una distribuzione al suolo priva di sovrapposizione delle chiome.

I parametri utilizzati per la classificazione dei 14 tipi strutturali sono: copertura totale, copertura del piano intermedio e del piano inferiore, altezza dominante (calcolata sulla base dell'altezza delle 4 piante di diametro maggiore presenti nell'area di saggio), percentuale di alberi allo stadio di perticaia (convenzionalmente definiti come quelli aventi un diametro a petto d'uomo inferiore a 30 cm), percentuale di alberi in collettivo, struttura dei collettivi (definiti «compatti» quando composti da piante ravvicinate e con le chiome molto unite ed intrecciate, e definiti «non compatti» quando la sovrapposizione e l'intersezione tra le chiome è più lassa), distribuzione spaziale della rinnovazione (definita raggruppata quando almeno il 75% degli esemplari di rinnovazione erano concentrati in due quadranti cioè sul 50% della superficie), percentuale di piante con chioma profonda e ridotta (chioma estesa per più o meno della metà della lunghezza del fusto) (Tab. 1).

La chiave della struttura non è stata applicata all'interno dei due punti ricadenti nella mugheta presenti alle quote superiori della riserva.

Tutti i dati raccolti sono stati quindi inseriti in una data base ed elaborati spazialmente con un G.I.S. (*Geographic Information System - Arcview 3.1*) al fine di ottenere la cartografia tematica delle strutture forestali nella Riserva Forestale della Valbona.

Tabella 1 – Variabili adottate per la classificazione strutturale.

<i>Variabile strutturale</i>	<i>Abbreviazione</i>	<i>Metodo applicato</i>	<i>Bibliografia/Fonte</i>
Stratificazione del popolamento	D	Cut-off point	LATHAM <i>et al.</i> , 1998
Copertura totale (%)	D tot	Metodo grafico	MC GAUGHEY (1997)
Copertura piano intermedio (%)	D int	Metodo grafico	MC GAUGHEY (1997)
Copertura piano inferiore (%)	D inf	Metodo grafico	MC GAUGHEY (1997)
Densità di copertura piano rinnovazione (%)		Conteggio individui	Questo lavoro
Altezza dominante (m)	H dom	Misura altezza	BERNETTI G., LA MARCA O. (1983)
Percentuale di alberi in gruppo (%)	G	Stima visiva	BEBI <i>et al.</i> (2001)
Struttura dei collettivi (compatti, non compatti)		Stima visiva	BEBI <i>et al.</i> (2001)
Percentuale di alberi in perticaia (diametro a 1,30 m < 30 cm)	P	Misura dei diametri	CHAUVIN <i>et al.</i> (1994)
Percentuale di alberi con chioma profonda	Cp	Stima visiva	BEBI <i>et al.</i> (2001)
Rinnovazione in gruppo	Rg	Conteggio individui nei quadranti	Questo lavoro

### 3. RISULTATI

La classe strutturale che presenta la maggiore frequenza è quella monoplana (Tab. 2); i popolamenti monopiani hanno una superficie complessiva di 33.8 ha pari al 45.9% della superficie totale. Una discreta diffusione evidenziano anche la classe strutturale «a collettivi» e la classe strutturale «pluriplana» presenti rispettivamente su 15.9 ha (21.6% della superficie) e 12.9 ettari (17.5% della superficie).

Il tipo strutturale maggiormente rappresentato è invece quello a «struttura monoplana aperta» (E1) caratterizzato da piante distribuite in modo relativamente uniforme ed avente copertura al suolo inferiore al 50%. Questo tipo strutturale insiste su 25.5 ha pari al 34.6% della superficie totale della Riserva Integrale. Un altro tipo strutturale ben rappresentato è quello a «struttura pluriplana aperta» (S2) che ha una estensione di 12.9 ettari (17.5 % della superficie della Riserva).

Al contrario in nessun punto di campionamento sono stati riscontrati i tipi «pluriplana colma» (S1), «monoplana, perticaia con chiome profonde» (E5) e «novelletto» (F2).

Tabella 2 – Classi e tipi strutturali presenti nella Riserva Integrale della Valbona.

<i>Classe strutturale</i>	<i>Superficie [ha]</i>	<i>Superficie %</i>	<i>Tipo strutturale</i>	<i>Superficie [ha]</i>	<i>Superficie %</i>
Struttura pluriplana	12.9	17.5	colma (S1)	0.0	0.0
			aperta (S2)	12.9	17.5
Struttura a collettivi	15.9	21.6	compatti (R1)	5.5	7.5
			non compatti (R2)	10.4	14.2
Struttura biplana	4.9	6.6	con rinnovazione concentrata (Z1)	1.0	1.3
			con rinnovazione diffusa (Z2)	3.9	5.2
Struttura monoplana	33.8	45.9	aperta (E1)	25.5	34.6
			chiusa con chiome ridotte (E2)	5.7	7.8
			chiusa con chiome profonde (E3)	1.4	1.9
			pereticaia con chiome ridotte (E4)	1.2	1.6
			pereticaia con chiome profonde (E5)	0.0	0.0
Stadi di rinnovazione	2.3	3.1	spessina (F1)	2.3	3.1
			novelletto (F2)	0.0	0.0
Chiarìa	2.0	2.7	(L)	2.0	2.7
Mugheta	1.9	2.6		1.9	2.6

La Tabella 3 evidenzia gli elevati valori di biomassa, di area basimetrica e di numero di piante ad ettaro presenti in tutti i popolamenti della Riserva Integrale della Valbona. Rispetto ad una provvigione media delle fustaie della valle di Fiemme pari a circa  $271 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  (Servizio Foreste, Provincia Autonoma di Trento), i valori medi di provvigione, nonostante la quota relativamente elevata, raggiungono nella Riserva Integrale i  $479 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ; l'area basimetrica media è di oltre  $46 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  ed il numero di alberi (diametro a petto d'uomo  $> 7.5 \text{ cm}$ ) ad ettaro supera i 600 individui. Tra le varie classi strutturali i valori più alti di provvigione ed area basimetrica sono raggiunti nella classe «a collettivi» con oltre  $613 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  di provvigione e  $56.8 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  di area basimetrica. Valori elevati sono raggiunti anche nella classe «monoplana» con quasi  $600 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  e  $46.3 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  rispettivamente. I valori di densità più elevati sono invece raggiunti nella classe «pluriplana» con oltre 882 alberi ad ettaro.

Tabella 3 – Dati dendrometrici relativi alla Riserva Integrale della Valbona ed alle classi strutturali più rappresentate.

<i>Classe strutturale</i>	<i>N°punti di campionamento</i>	<i>Massa legnosa</i> [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ]	<i>Area basimetrica</i> [ $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ]	<i>Densità</i> [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ]
Struttura pluriplana	12	$284.9 \pm 116.7$	$36.6 \pm 11.8$	$882 \pm 415$
Struttura a collettivi	14	$613.8 \pm 252.5$	$56.8 \pm 19.6$	$487 \pm 204$
Struttura biplana	5	$377.7 \pm 120.9$	$41.8 \pm 10.8$	$525 \pm 198$
Struttura monoplana	31	$598.6 \pm 336.2$	$54.0 \pm 22.1$	$644 \pm 300$
Media Riserva Integrale *	62	$479.2 \pm 316.2$	$46.35 \pm 23.2$	$606 \pm 343$

\* tutti i punti di campionamento tranne i due punti all'interno delle mughete, i due punti classificati come stadi di rinnovazione ed i due punti ricadenti in chiarie.

La cartografia delle strutture forestali della Valbona evidenzia la distribuzione delle varie classi all'interno della Riserva (Fig. 5). La classe più rappresentata, quella monoplana, è presente in tutti i settori altitudinali ma è maggiormente rappresentata alle quote inferiori (in alto nella Figura 5) che hanno le stazioni più fertili e sono più accessibili e meglio servite da strade. Al contrario le classi a collettivi (Foto 1), pluriplana e chiaria sono maggiormente rappresentate alle quote superiori.

#### 4. DISCUSSIONE

La classificazione strutturale proposta nella Foresta Demaniale di Paneveggio ha permesso di individuare diverse classi e tipi strutturali all'interno della Riserva Forestale della Valbona. L'applicazione mediante una

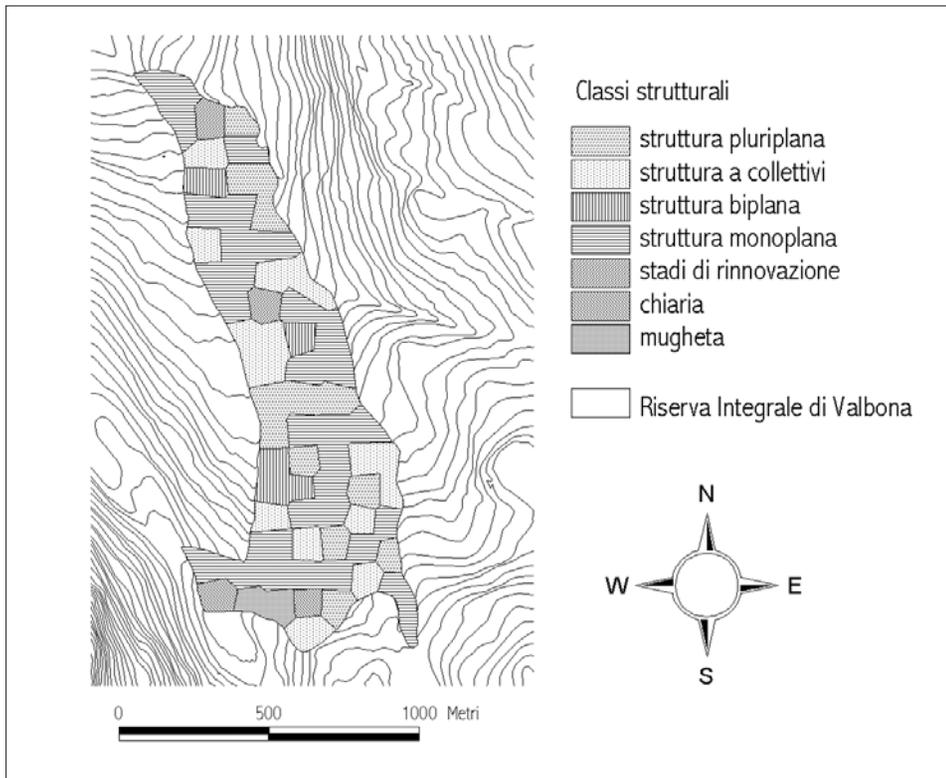


Figura 5 – Cartografia strutturale della Riserva Integrale della Valbona.

chiave è risultata agevole anche se tra i parametri utilizzati alcuni sono semplici ed efficaci mentre altri sono risultati meno oggettivi e di più difficile applicazione.

Tra i parametri ed i criteri che sono risultati efficaci e di facile applicazione possiamo annoverare la formula applicata per la suddivisione del popolamento in piani verticali, il calcolo delle diverse coperture (totale, piano intermedio e piano inferiore) che sono state effettuate graficamente con il software SVS (MC GAUGHEY, 1997), l'altezza dominante e la percentuale di alberi appartenenti convenzionalmente alla perticaia (diametro < 30 cm). Tra i parametri che sono stati applicati con maggiore difficoltà, o che richiedono una maggiore attenzione, il più importante è sicuramente la copertura dello strato di rinnovazione: non è infatti ipotizzabile, per ragioni di costo, la misura di alcuni parametri dendrometrici su tutti gli esemplari di rinnovazione e, nello stesso tempo, una semplice stima della copertura non garantisce una corretta valutazione di un parametro che svolge un ruolo importante nella chiave binaria. Il dato quantitativo utilizzato nell'a-



*Foto 1* – Esempio di struttura a collettivi.

rea della Valbona, basato sulla stima del grado di copertura medio di un esemplare di rinnovazione ed estrapolando il dato fino ad ottenere una copertura del 10 e del 20% rispettivamente, ha dei limiti legati alla grande variabilità esistente nelle dimensioni e nell'estensione della chioma tra gli esemplari di rinnovazione ed ha un valore locale non trasferibile direttamente ad altre realtà. Anche la valutazione del raggruppamento della rinnovazione rappresenta un compromesso tra la necessità di disporre di dati quantitativi ed il vincolo di non ampliare troppo i tempi di prelievo così come la valutazione del grado di raggruppamento degli alberi e della presenza di collettivi sia compatti che più lassi. Le dimensioni ridotte delle aree di campionamento non permettono l'applicazioni di parametri statistici più oggettivi per le analisi dei *patterns* (PRETZSCH, 1997; POMMERENING, 2002) ed inoltre la limitata estensione dell'area di campionamento non permette di individuare la presenza di gruppi più ampi che possono essere evidenziati in modo oggettivo solo con aree di rilievo aventi un lato di almeno 50 m con conseguenti tempi di attuazione e costi non compatibili con una applicazione estensiva. La rappresentazione grafica con SVS può costituire un utile supporto (Fig. 4) per ridurre la soggettività delle valutazioni.

In popolamenti misti e/o più differenziati strutturalmente una prima classificazione strutturale potrebbe essere effettuata mediante *remote sensing* (BEBI *et al.*, 2001; LECKIE, 1990) ma questo approccio non è stato possibile nel caso dell'area oggetto di studio poiché questo all'analisi delle foto aeree si presenta estremamente uniforme. E' quindi opportuno valutare caso per caso l'applicabilità di questo strumento.

La diversità strutturale evidenziata è la conseguenza, come nella quasi totalità delle foreste europee, più del tipo di utilizzazione della foresta da parte dell'uomo nel passato che dell'azione di fattori di disturbo naturali. Questa considerazione trova conferma nella Riserva Forestale di Paneveggio dove la disponibilità di documenti storici e le ricerche di carattere dendroecologico hanno permesso di ricostruire la storia dei popolamenti forestali attualmente presenti. Per quanto riguarda i documenti storici la principale fonte di riferimento sono i Piani di Assestamento forestale che sono stati redatti per la foresta di Paneveggio a partire dal 1847 ma che sono disponibili solo dal 1888. Nel piano del 1888 la foresta di Paneveggio era suddivisa in due comprese, distinte per tipo di trattamento: la compresa A era trattata a tagli successivi per gruppi con turno di 160 anni e sgombero dopo 20-40 anni; la compresa B era invece trattata a taglio saltuario con età degli alberi maturi di circa 200 anni. Naturalmente i termini utilizzati nel 19° secolo non hanno lo stesso significato ai quali facciamo riferimento attualmente e, inoltre, quanto dichiarato nei documenti ufficiali non sempre corrispondeva a quanto veniva messo in pratica. Sotto questo punto di

vista a Paneveggio è importante la disponibilità di aree di monitoraggio intensivo (4 aree di 1 ha di superficie) dove è stata effettuata una accurata ricostruzione spaziale e temporale della storia passata del popolamento (CHERUBINI *et al.* 1996; MOTTA *et al.*, 1999; MOTTA *et al.*, 2002). Anche grazie a queste indagini abbiamo potuto verificare che il trattamento applicato nella compresa A era quello dei tagli successivi a gruppi con taglio di sementazione molto forte e sgombero dopo alcuni decenni mentre nella compresa B veniva applicato un taglio saltuario con finalità prevalentemente commerciali (probabilmente un taglio delle piante più grosse e più belle). Nella parte della foresta che era trattata a tagli successivi per gruppi prevalgono attualmente i popolamenti monostratificati mentre nella parte che era trattata a taglio saltuario i popolamenti sono più diversificati dal punto di vista strutturale. Dopo le pesanti utilizzazioni avvenute durante e nel periodo successivo alla prima guerra mondiale (PIUSSI, 1965), e, in misura minore, dopo la seconda guerra mondiale in questi ultimi decenni le utilizzazioni nella Valbona sono state quantitativamente limitate. In questo nuovo scenario diversi piccoli disturbi naturali, in particolare schianti da neve e vento, ed interventi selvicolturali più localizzati hanno favorito una maggiore eterogeneità dei popolamenti forestali a piccola scala che è stata evidenziata dallo studio strutturale realizzato. Gli elevati valori di provvigione, di area basimetrica e di numero di alberi ad ettaro osservati in Valbona sono la conseguenza della contrazione delle utilizzazioni verificatasi in questi ultimi decenni (PIUSSI, 1965). Le nuove modalità di uso del territorio da parte dell'uomo hanno quindi consentito l'accumulo di biomassa e lo svolgimento di processi evolutivi naturali dei soprassuoli.

## 5. CONCLUSIONI

Il sistema di classificazione strutturale adottato nella Riserva Forestale della Valbona ha fornito dei buoni risultati permettendo di differenziare popolamenti quasi completamente puri e con differenze strutturali poco evidenti come quelli presenti in Valbona.

L'applicazione di una chiave, già attualmente disponibile per diverse regioni dell'arco alpino, può limitare la soggettività nella classificazione; la disponibilità di software GIS e l'utilizzo di parametri e metodi relativamente semplici può favorire un utilizzo più estensivo della classificazione strutturale.

Il monitoraggio ed il controllo della Riserva della Valbona e di ogni singola classe e tipo strutturale fornirà indicazioni utili per la gestione e la conservazione delle peccete subalpine nonché la capacità di reazione dei popola-

menti e dei singoli alberi ai cambiamenti che si possono verificare nell'ambiente. Queste conoscenze dovrebbero consentire una più corretta applicazione di una selvicoltura naturalistica (SWETNAM *et al.* 1999; STANTURF e MADSEN, 2001; MOTTA, 2002) nelle peccete subalpine delle Alpi orientali.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Fabrizio Actis, Maria Delia Rojo ed Elisa Negro per la collaborazione durante i rilievi di terreno, Guido Boetto per l'elaborazioni delle immagini, il Servizio Foreste e l'Ufficio Foreste Demaniali Fiemme e Primiero della Provincia Autonoma di Trento ed il Parco Naturale di Paneveggio-Pale di S. Martino per il sostegno a tutte le attività di ricerca effettuate nella Foresta di Paneveggio.

Si ringrazia la Provincia Autonoma di Trento «Sistema Informativo Ambiente e Territorio» per avere messo a disposizione della ricerca la cartografia informatica.

#### SUMMARY

##### **Structural classification of the forest stands in the Valbona Forest Reserve (Paneveggio, Italy)**

The structure of forest stands in the Valbona Forest Reserve (Paneveggio, Italy) is described by means of a structural typology based on 6 classes and 14 types. Among the 68 sampling points the mono-layered class is the most widespread, covering more than 45% of the total forest surface. The clumped and multi-layered classes are also well represented with 21.6% and 17.5% of surface area respectively. The most commonly found type is that of mono-layered open, which is present over 34% of the total forest reserve. The current structure of the stands reflects the fact that silvicultural management has been carried out in the Paneveggio reserve over the last few centuries, though natural dynamic processes due both to the abrupt reduction of forest utilization and silvicultural intervention observed in the recent decades are also evident. The classification system adopted provided positive results for a valid differentiation, even in stands which are almost completely pure and structurally quite similar, like those found in the Valbona Forest Reserve.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAKER F., 1950 – *Principles of silviculture*. Mc Graw, New York.
- BEBI P., KIENAST 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.
- CANNELL M.G., GRACE J., 1993 – *Competition for light: detection, measurement, and quantification*. *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 1969-1979.

- CASTELLANI C., 1982 – *Tavole stereometriche ed alsometriche costruite per i boschi italiani*: 99-102. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Villazzano (TN).
- CHAUVIN C., RENAUD J.P., RUPÉ C., LECLERC D., 1994 – *Stabilité et gestion des forêts de protection*. ONF-Bulletin Technique 27: 37-52
- CHERUBINI P., PIUSSI P., SCHWEINGRUBER F.H., 1996 – *Spatiotemporal growth dynamics and disturbances in a subalpine spruce forest in the Alps: a dendroecological reconstruction*. Can. J. For. Res. 26, 991-1001.
- CROOKSTON N., STAGE A.R., 1999 – *Percent canopy cover and stand structure statistic from the forest vegetation simulator*. USDA, Forest Service, General Technical Report , RMRS-GTR-24 April: 1-11.
- DE PHILIPPIS A., 1954 – *Appunti dalle lezioni di Ecologia forestale e Selvicoltura generale*. A.a. 1953-1954. Ciclostilato.
- DELLAGIACOMA F., MOTTA R., PIUSSI P., 1996 – *Ricerche sull'ecologia della peccata subalpina nella foresta di Paneveggio*. Dendronatura, 17 (1): 77-86.
- DI TOMMASO P.L., 1983 – *Contributo ad una tipologia flogistico-ecologica della foresta di Paneveggio (Trento).Versante meridionale*. Ann. Acc. Ital. Sc. For., 32: 217-239.
- FILIPPELLO S., SARTORI F., VITTADINI M., 1976 – *Le associazioni del cembro nel versante meridionale dell'arco alpino (introduzione e caratteri flogistici)*. Atti Istituto Botanico e Laboratorio Crittogamico Università di Pavia, 21-104.
- FRANKLIN J.F., SPIES T. A., PELT R.VAN CAREY, THORNBURGH D.A, BERG D.R., LINDENMAYER D.B., HARMON M.E., KEETON W.S., SHAW D.C., BIBLE K., CHEN J.Q., 2002 – *Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example*. Forest Ecology and Management, 155 (1-3): 399-423.
- GANDOLFO C., SULLI M., 1993 – *Studi sul clima del Trentino per ricerche dendroclimatologiche e di ecologia forestale*. Provincia Autonoma di Trento - Servizio Foreste, caccia e Pesca,Trento: 83.
- HANLEY T.A., 1984 – *Relationships between Sitka black-tailed deer and their habitat, in Portland*. Gen. Tec. Rep, Pnw:168.
- KOHM K.A, FRANKLIN J.F., 1997 – *Creating a Forestry for the 21st Century: The Science of Ecosystem Management*, Island Press, Washington D.C., 475 pp.
- KIMMINS J.P., 1987 – *Forest Ecology*. Macmillan, New York.340.
- LÄHDE E., LAIHO O., NOROKORPI Y., SAKSA T., 1999 – *Stand structure as the basis of diversity index*. Forest Ecology and Management, 115: 213-220.
- LATHAM P.A., ZUURING H.R., COBLE D.W., 1998 – *A method for quantifying vertical forest structure*. Forest Ecology and Management,104: 157-170.
- LECKIE D.G., 1990 – *Advances in remote sensing technologies for forest surveys and management*. Canadian Journal of Forest Research, 20: 464-483.
- LEIBUNDGUT H., 1959 – *Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern*. Schweiz. Z. Forstwes, 110: 111-124.
- MAYER H., OTT E., 1991 – *Gebirgswaldbau*. Schutzwaldpflege, Gustav Fischer, Stuttgart, 587 pp.

- MC GAUGHEY R.J., 1997 – *Quantifying stand structure using a percent canopy cover model (PERCOVE)*. In Teck, Richard; Moeur, Melinda; Adams, Judy. 1997. Proceeding: Fort Collins, CO. Gen.Tech.Rep.INT-GTR\_373. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station: 222p.
- MORRISON M.L., MARCOT B.G., MANNAM R.W., 1992 – *Wildlife-Habitat relationships. Concept and applications*. The University of Wisconsin, Madison.
- MOTTA R., 2002 – *Old-growth forests and silviculture in the Italian Alps: the case-study of the strict reserve of Paneveggio (TN)*. Plant Biosystems 136: 223-232.
- MOTTA R., NOLA P., PIUSSI P., 1999 – *Structure and stand development in three subalpine Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stands in Paneveggio (Trento, Italy)*. Global Ecology and Biodiversity, 8 (6): 455-473.
- MOTTA R., NOLA P., PIUSSI P., 2002 – *Long-term investigations in a strict forest reserve in the Eastern Italian Alps: spatio-temporal origin and development in two multi-layered sub-alpine stands*. Journal of Ecology, 90: 495-507.
- OLIVER C.D., 1981 – *Forest development in North America following major disturbances*. Forest Ecology and Management, 3: 153-168.
- OLIVER C.D., LARSON B.C., 1996 – *Forest Stand Dynamics*. John Wiley & Sons. New York. 520.
- O'HARA K.L., 1988 – *Stand structure and growing space efficiency following thinning in an even-aged Douglas-fire stand*. Canadian Journal of Forest Research, 18: 859-866.
- O'HARA K.L., LATHAM P.A., HESSBURG P., SMITH B.G., 1996 – *A structural classification for Inland Northwest Forest Vegetation*. Western Journal of Applied Forestry, 11: 97-102.
- OTT E., 1994 – *Particolarità selvicolturali delle peccete subalpine*. L'Italia forestale e montana, 49 (1): 17-43.
- PITKANEN S., 1997 – *Correlation between stand structure and ground vegetation: an analytical approach*. Plant Ecology, 131: 109-126.
- PIUSSI P., 1965 – *Alcune osservazioni ed esperienze sulla rinnovazione naturale della Picea nella foresta di Paneveggio (Trento)*. Ann. Acc. Ital. Sc. For. 14: 345-400.
- PIUSSI P., 1994 – *Selvicoltura generale*. UTET Torino. 128.
- POMMERENING A., 2002 – *Approaches to quantifying forest structures*. Forestry, 75, 3: 305-324.
- PRETZSCH H., 1997 – *Analysis and modeling of spatial stand structures: methodological considerations based on mixed beech-larch stands in Lower Saxony*. Forest Ecology and Management, 97: 237-253.
- STANTURF J.A., MADERSEN P., 2002 – *Restoration concepts for temperate and boreal forests of North America and Western Europe*. Plant Biosystem 136, (2): 143-158.
- SWETNAM T.W., ALLEN C.D, et al., 1999 – *Applied historical ecology: using the past to manage for the future*. Ecological Applications, 9 (4): 1189-1206.
- WHITE P.S., JENTSCH A., 2001 – *The search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystem Dynamics*. Progress in Botany, E. Kesser, et al., Editors., Berlin. 399.