

*Storia di due popolamenti di Abete rosso della Foresta di Paneveggio (Trentino) ricostruita con metodi dendroecologici**

Introduzione

L'Abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst.) è una delle specie più diffuse sull'arco alpino. In Italia forma circa 600.000 ha di boschi puri e misti. Le foreste di Abete rosso di alta montagna rivestono da sempre una grande importanza sulle Alpi per le numerose funzioni che esse assolvono. Per molti secoli, fino ad oggi, le loro principali funzioni sono state quella produttiva, ovvero di fornire legname da lavoro, e quella protettiva, ovvero di assicurare protezione idrogeologica agli insediamenti posti a fondovalle (protezione da valanghe di neve, frane e fenomeni erosivi di vario tipo, ad esempio sdruciolamenti di terreno). Dato lo stato di dissesto idrogeologico nel quale versa il nostro Paese, la funzione di protezione esplicita dai boschi di alta quota riveste oggi un ruolo di preponderante rilievo. Recentemente, inoltre, mutate le condizioni ed esigenze sociali, i boschi di alta quota hanno acquisito sempre maggiore importanza in quanto costituiscono un considerevole richiamo turistico-ricreativo. Perché le foreste possano assolvere queste funzioni, è necessaria la loro stabilità, nel tempo e nello spazio. La rinnovazione dei boschi di Abete rosso in ambiente subalpino, che garantisce la loro stabilità, risulta però particolarmente difficile. La loro rinnovazione naturale richiede infatti lunghi tempi di attesa, mentre quella artificiale è costosa e spesso offre incerte prospettive di successo. Sebbene i processi della rinnovazione dell'Abete rosso subalpino siano stati og-

getto di numerose ricerche (TREPP, 1961; MAYER, 1967; HILLGARTER, 1971; ANDRÉ *et al.*, 1986; IMBECK, OTT, 1987; PIUSSI, 1965, 1976, 1979, 1986, 1988; OTT, 1989; LÜSCHER, 1990; OTT *et al.*, 1991) e siano in parte attualmente conosciuti, il trattamento selvicolturale delle formazioni di Abete rosso in ambiente subalpino non risulta ancora chiaramente codificato, ed i procedimenti da adottare nelle peccete di alta montagna per la loro rinnovazione non sono ancora ben definiti. Un aiuto per la comprensione dei processi ecologici della pecceta subalpina e l'individuazione di adeguate forme di trattamento selvicolturale può venire dalla conoscenza della storia di questi popolamenti, della loro origine e del loro accrescimento in relazione alle azioni di disturbo (naturali e antropiche, quali, ad esempio, schianti da neve e vento e interventi selvicolturali).

Scopo della presente indagine è lo studio della struttura attuale di due popolamenti subalpini di Abete rosso e la ricostruzione della storia del loro accrescimento.

Area di indagine

L'indagine è stata svolta in due aree sperimentali situate in Valbona, nella

* Ricerca condotta in collaborazione con l'Ente Parco "Paneveggio - Pale di S. Martino" e col Servizio Parchi e Foreste demaniali della Provincia Autonoma di Trento.

Foresta di Paneveggio (Trentino). Le due aree sono adiacenti, su un versante avente la stessa esposizione, ed hanno simili caratteristiche stazionali, differendo soltanto per quanto concerne la loro altitudine. La prima area (PAN1) è posta ad una altitudine variabile dai 1700 ai 1800 metri s.l.m., la seconda (PAN2) dai 1800 ai 1900. La pendice, esposta a nord, ha una pendenza di circa 30%. Il suolo è un tipico podzol, sviluppatosi su porfidi quarziferi. La foresta, secondo Di Tommaso (1983) un *Homogyno-Piceetum subalpinum myrtilletosum*, è dominata da Abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst.), con sporadici larici (*Larix decidua* Mill.) e pini cembri (*Pinus cembra* L.). Secondo l'ultimo piano di assestamento, la particella nella quale rientrano entrambe le aree sperimentali è caratterizzata da 397 alberi ad ettaro, un'area basimetrica di 50 m²/ha, un'altezza media di 23 m, un volume di 513 m³/ha ed un incremento corrente annuale di 8,41 m³/ha. Il popolamento è disetaneo con struttura coetaneiforme, ed è formato da diverse coorti (CHERUBINI *et al.*, 1996). La vegetazione è caratterizzata dall'abbondante presenza di *Calamagrostis villosa* (Chaix) J.F. Gmelin, *Vaccinium myrtillus* L. e *Sphagnum* sp. La temperatura media annua è 2,4 °C (nel periodo 1933-'78) alla stazione meteorologica del Passo Rolle, posta a 2002 metri s.l.m., a circa 2,5 km dall'area di studio. La temperatura media nel mese più freddo (gennaio) è -5,1°C, mentre quella del mese più caldo (luglio) è 10,4°C. Alla stazione meteorologica di Paneveggio, situata a 1508 metri s.l.m. a circa 2 km dall'area di studio, la media delle precipitazioni totali annue cadute nel periodo 1922-'78 è 1207 mm, caratterizzata da un massimo estivo. La neve rimane al suolo in foresta per circa sei mesi all'anno (CAVADA, PIUSSI, 1974).

Cenni storici

Nella regione vi sono numerosi segni di attività umane svolte nel passato. Molto vicino all'area d'indagine sono state trovate tracce di attività mesoliti-

che (circa 6000 anni a.C.). A partire dal sedicesimo secolo, inoltre, sono disponibili per la foresta documenti scritti concernenti tagli effettuati nel passato ed altre azioni di disturbo di origine umana, principalmente il pascolo di bestiame. La nostra area di studio, comunque, viene descritta soltanto a partire dal piano di assestamento più vecchio a nostra disposizione (1878), che rappresenta il soprassuolo come caratterizzato da una struttura orizzontale irregolare con piccoli gruppi di alberi di età e densità estremamente variabile. Il bosco risultava composto da gruppi di giovani alberi e da isolati individui aventi una età oscillante dai cento ai trecento anni. Tagli piuttosto intensi furono effettuati probabilmente nei primi decenni del secolo scorso. La rinnovazione era presente sotto la copertura delle chiome e la rinnovazione artificiale veniva praticata tramite semine e piantagioni. Alla fine del secolo scorso questi popolamenti furono sottoposti ad intenso pascolamento da parte di bestiame, e la loro densità fu drasticamente ridotta da azioni di disturbo di origine naturale (ad esempio sradicamenti dovuti ad eccessivo carico di neve o al vento). Durante il periodo 1880-'90 furono asportati dalla foresta gli alberi più vecchi e quelli danneggiati da eventi naturali. Secondo i piani di assestamento del tempo, l'incremento medio annuo era molto basso e il volume in piedi si aggirava sui 50 - 170 mc/ha. Nel corso dell'ultimo secolo, furono effettuati alcuni tagli nel periodo 1909-'13, 1919-'21 e 1926-'33, per estrarre gli alberi danneggiati durante la Prima Guerra Mondiale e attaccati da bostrico. Durante la guerra, il fronte fra Austriaci ed Italiani correva nei pressi dell'area studiata (1915-'17), come rivelato dai numerosi resti bellici presenti in bosco. Nel periodo 1944-'46 furono effettuati ulteriori tagli. Il pascolo è rimasto presente in foresta fino agli anni settanta.

Secondo i vecchi piani di assestamento della foresta, quindi, nella particella considerata, alcuni tagli furono effettuati attorno all'ultimo ventennio dello scorso secolo e negli anni 1909-'13, 1919-'21, 1926-'33 e 1944-'46. Le operazioni di ta-

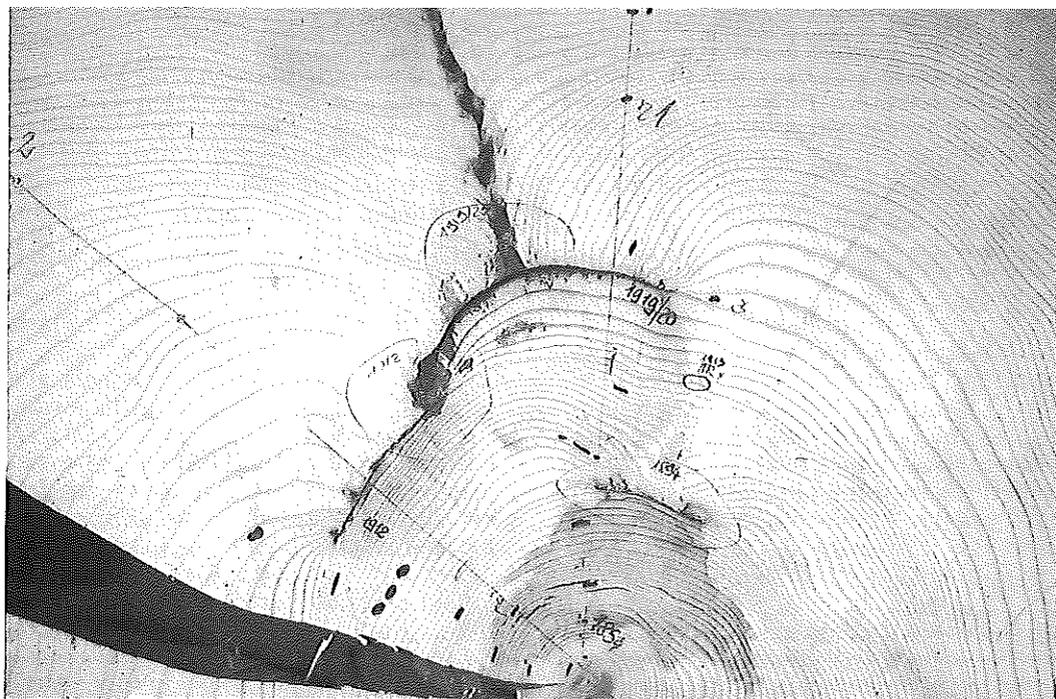


Fig. 1 - Cicatrici e brusche riprese di accrescimento datate durante l'analisi.

glio, in questa stazione, vengono usualmente effettuate durante l'estate, mentre il legname viene esboscato dalla foresta durante l'autunno e l'inizio dell'inverno, quando le condizioni del terreno facilitano lo scivolamento dei tronchi. Gli alberi in piedi vengono spesso feriti durante le operazioni di avvallamento del legname. La presenza di cicatrici (lesioni rimarginate) e di brusche riprese dell'accrescimento (fig. 1), individuabili visivamente nelle sequenze degli anelli annuali degli alberi sopravvissuti, ha permesso la ricostruzione dei tagli effettuati nel passato nelle aree esaminate (CHERUBINI, SCHWEINGRUBER, 1996; CHERUBINI *et al.*, 1996). Le lesioni rimarginate (seguite da brusche riprese dell'accrescimento) sono state datate come verificatesi negli inverni 1871-'72 e 1912-'13 a PAN1 e negli inverni 1871-'72 e 1920-'21 a PAN2. I tagli furono quindi molto probabilmente effettuati negli anni 1871 e 1912 a PAN1, e nel 1871 e 1920 a PAN2.

Nessuna brusca ripresa nell'accrescimento radiale è stata invece notata nei periodi 1926-'33 e 1944-'46, per cui sembra probabile che i tagli descritti dai documenti storici non abbiano interessato i popolamenti da noi esaminati, bensì altri popolamenti vicini, compresi nella stessa particella.

Metodi di campionamento

Nell'estate del 1993, in collaborazione con i Servizi Forestali della Provincia di Trento, sono state identificate due aree (PAN1 e PAN2) di circa 0,4 ha di superficie ciascuna. Tutti gli alberi presenti nelle aree sono stati marcati e cartografati. Di ogni albero sono stati inoltre rilevati due diametri perpendicolari a petto d'uomo, quattro raggi della proiezione della chioma (misurati secondo i quattro punti cardinali), l'altezza totale e quella

dell'inserzione della chioma. Gli alberi sono stati in seguito abbattuti, nell'ambito di una serie di ricerche condotte e dirette dall'Istituto di Selvicoltura dell'Università degli Studi di Firenze sulle forme di trattamento selvicolturale delle peccete subalpine. Durante le operazioni di taglio, sono state prelevate due rotelle per ogni albero: una dalla ceppaia, all'altezza del taglio (circa 20 cm dal livello del suolo), ed una a 4 metri di altezza dal suolo, per consentire all'Amministrazione della foresta l'utilizzazione del toppe costituito dai primi 4 metri del fusto. In totale, sono state raccolte 73 rotelle a PAN1 e 65 a PAN2 all'altezza del taglio della ceppaia, e 66 a PAN1 e 65 a PAN2 a 4 metri. Sulla rotella di base, al momento del taglio, fu marcata la direzione del nord. Le rotelle furono in seguito trasportate all'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve ed il paesaggio (WSL/FNP) di Birmensdorf (Svizzera), dove vennero stagionate per quattro mesi circa in un magazzino fresco e ben arieggiato, prima di venir preparate per le analisi con una levigatrice a nastro.

Analisi dendrocronologiche

L'ampiezza anulare è stata misurata (con la precisione di 0,01 mm), lungo un raggio, sulle rotelle prelevate a 4 metri. Sono stati utilizzati il sistema di misurazione ANIOL ed il programma CATRAS. I risultati sono stati poi elaborati con il pacchetto software DENS, messo a punto presso il WSL/FNP di Birmensdorf. Per ogni campione datato è stata costruita una curva con i valori grezzi dell'ampiezza anulare. Le curve dei singoli alberi sono state poi sincronizzate calcolando il valore della *Gleichläufigkeit* (misura della corrispondenza esistente di anno in anno tra andamenti in un determinato intervallo, basata sulla concordanza del segno della variazione - positivo, nullo, negativo -), e del *t* di Student, per determinare il grado di correlazione esistente fra le varie curve.

Sulle rotelle prelevate alla base degli

alberi, caratterizzate da sagoma irregolare a causa della presenza dei contrafforti radicali, è stato applicato il metodo dello *skeleton plot* (SCHWEINGRUBER *et al.*, 1990), dal momento che la misurazione delle ampiezze anulari avrebbe fornito risultati di difficile interpretazione. Con il metodo dello *skeleton plot*, sono stati datati il primo anello, ovvero quello immediatamente adiacente al midollo, e l'inizio e la fine delle brusche variazioni di accrescimento. Le analisi sono state condotte lungo tre raggi (il più corto, il più lungo ed uno arbitrariamente scelto quale il più regolare) della rotella prelevata alla ceppaia, e lungo il raggio della rotella prelevata a 4 metri sul quale è stata effettuata anche la misurazione delle ampiezze anulari. Gli *skeleton plots* sono stati effettuati analizzando i campioni con un binoculare (Wild M3Z Leica), secondo i metodi descritti da Stokes e Smiley (1968) e Schweingruber *et al.* (1990). La differenza fra l'età del primo anello sulla rotella a 4 metri e quella del primo sulla rotella prelevata alla ceppaia consente lo studio retrospettivo dell'accrescimento longitudinale giovanile (SCHÜTZ, 1969; PIUSSI, 1976; PALIK, PREGITZER, 1995). Una brusca variazione di accrescimento viene definita come un'improvvisa diminuzione, od un improvviso aumento, dell'ampiezza anulare media, di una sequenza di almeno quattro anelli annuali consecutivi e di un'entità pari o superiore al 40% rispetto all'accrescimento medio dei quattro anelli precedenti (SCHWEINGRUBER *et al.*, 1990).

Risultati e discussione

La datazione, ovvero l'individuazione dell'anno di formazione, dell'anello più interno sulla rotella di base, quello situato immediatamente vicino al midollo, fornisce indicazioni circa l'anno di germinazione e consente dunque la determinazione approssimativa dell'età dell'albero.

La figura 2 mostra come entrambi i popolamenti siano disetanei e sembrano consistere di differenti coorti (CHERUBINI *et al.*, 1996). Gli alberi sono a PAN2, in

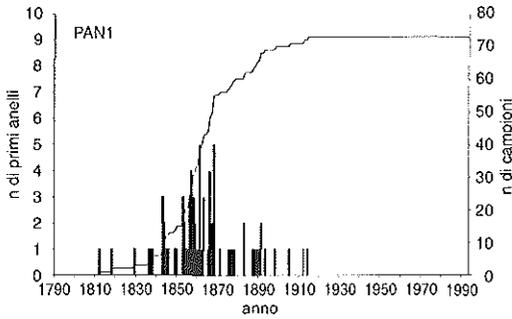
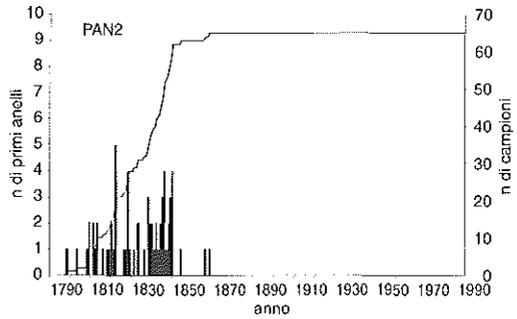


Fig. 2 - Primi anelli e numero di campioni.



— n di primi anelli — n di campioni

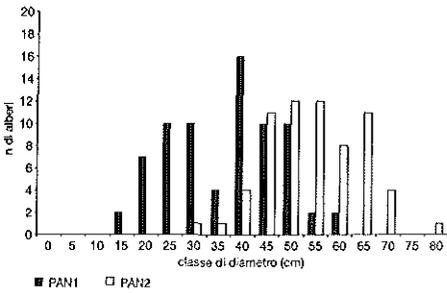


Fig. 3 - Distribuzione dei diametri.

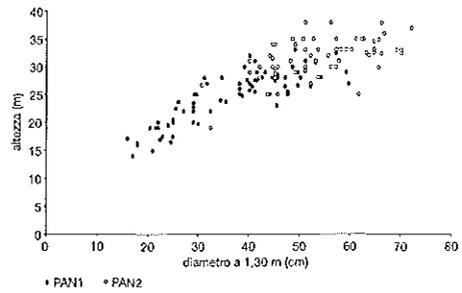


Fig. 4 - Relazioni diametro / altezza.

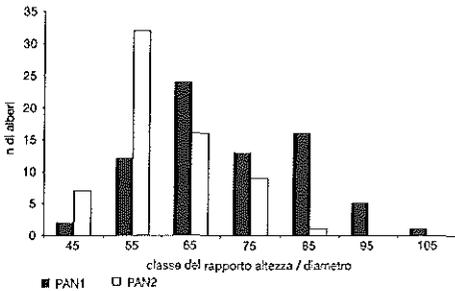


Fig. 5 - Distribuzione del coefficiente di snellezza.

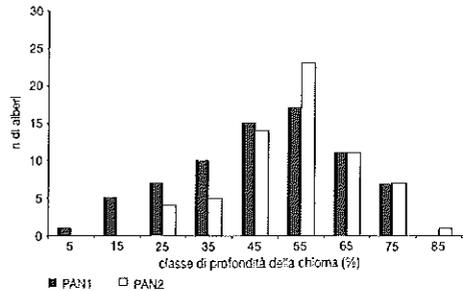


Fig. 6 - Distribuzione della percentuale di profondità della chioma.

media, di età sensibilmente più avanzata che a PAN1.

La distribuzione dei diametri (fig. 3) mostra come a PAN2, in media, gli alberi abbiano diametri maggiori che a PAN1. Le relazioni fra diametro ed altezza (fig. 4) indicano che, in media, gli alberi a PAN2 hanno altezze maggiori che a PAN1. Sulla base del più basso coefficiente di snellezza (fig. 5) e della più alta

percentuale di profondità della chioma (fig. 6) registrati a PAN2, sembra logico ritenere che, nel passato, PAN2 sia stata caratterizzata da una minore densità del popolamento rispetto a PAN1, e che a PAN2 i tagli siano stati più intensi.

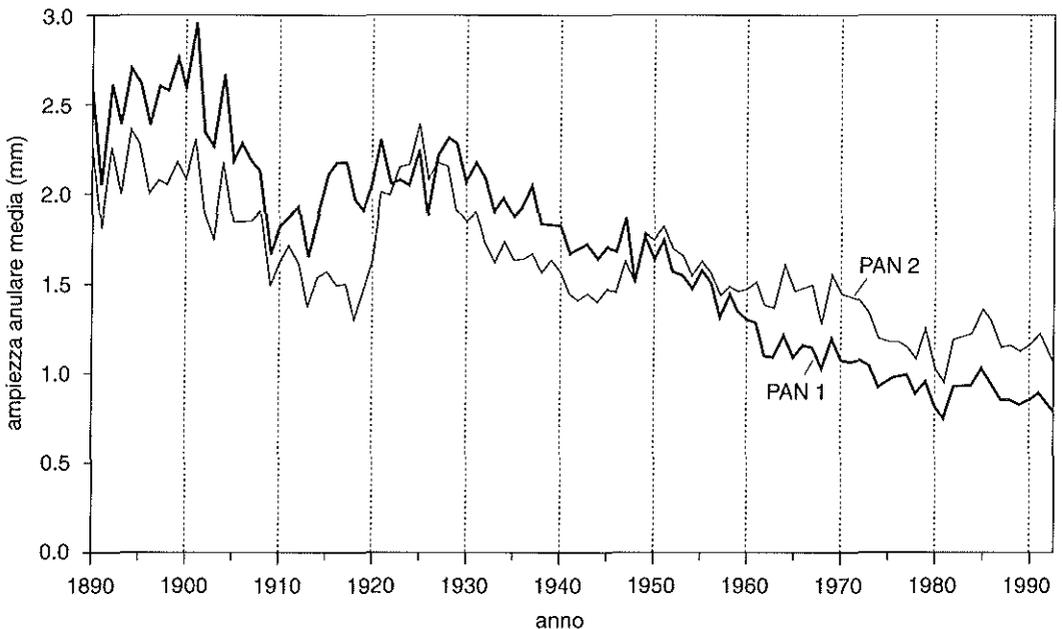
La differenza dell'età del midollo fra la rotella prelevata a 4 metri e quella prelevata alla base consente la ricostruzione dell'accrescimento longitudinale giova-

nile. A PAN1, su un totale di 66 campioni, nessun albero ha impiegato meno di 21 anni per raggiungere l'altezza di 4 metri, il 59% degli alberi ha impiegato dai 21 ai 39 anni, il 30% dai 40 ai 59 e l'11% dai 60 ai 71. In media, gli alberi hanno impiegato 39 anni per raggiungere 4 metri, con un accrescimento medio in altezza di 10 cm all'anno. A PAN2, su 65 camponi, il 4% degli alberi ha impiegato meno di 21 anni per raggiungere 4 metri, il 71% dai 21 ai 39 anni, il 25% dai 40 ai 59 anni, e nessun albero ha impiegato più di 60 anni. In media, gli alberi hanno impiegato 34 anni, con un accrescimento longitudinale medio di 12 cm ad anno. L'accrescimento longitudinale medio giovanile è stato dunque simile in entrambe i popolamenti, ma sembra che gli alberi a PAN2 siano stati liberati più efficacemente (probabilmente con tagli più intensi) dalla concorrenza di altri alberi.

Questa ipotesi pare venir confermata dalle analisi condotte sulle brusche riprese di accrescimento presenti sulle rotelle prelevate al taglio della ceppaia. A

PAN1, su un totale di 73 alberi, l'89% presenta un periodo di accrescimenti estremamente ridotti nei primi anni di vita, periodo denominato "di attesa" (Schütz, 1969), mentre a PAN2 soltanto il 43% degli alberi presentano tale caratteristica. Il tempo di attesa medio, considerando soltanto quegli alberi che presentano un periodo di attesa, è di 32 anni a PAN1 e di 36 a PAN2. Le brusche riprese di accrescimento verificatesi in seguito a questi periodi di attesa hanno consentito la ricostruzione dei tagli effettuati nel passato nel popolamento.

La presenza di un periodo di attesa in numerosi alberi suggerisce che le giovani piante siano cresciute lentamente sotto copertura, dimostrando una notevole tolleranza all'aduggiamento. Un'origine artificiale del popolamento (piantagione) può quindi essere esclusa. I semenzali erano probabilmente distribuiti in modo sparso sotto la copertura di piante più vecchie, e, dopo un periodo di attesa, la formazione di una apertura nella copertura delle chiome ha consentito la loro crescita normale. Gli alberi, sebbene domi-



12 Fig. 7 - Cronologie medie stagionali a PAN1 e PAN 2.

nati per un lungo periodo, talvolta superiore ai 60 anni, sono stati capaci di crescere come giovani piante una volta liberati dalla concorrenza di altre piante.

Le due cronologie medie stazionali (fig. 7) costruite con i valori grezzi delle ampiezze anulari a PAN1 (su un totale di 66 campioni) e a PAN2 (65 campioni) mostrano un chiaro andamento dovuto all'età (gli anelli divengono sempre più stretti all'aumentare dell'età) e brusche riprese di accrescimento in conseguenza dei tagli effettuati nel 1915 a PAN1 e qualche anno più tardi, attorno al 1920, a PAN2. Dal 1890 fino al 1950, PAN2 fa registrare un incremento medio annuo inferiore a PAN1. A partire dal 1950, gli alberi presenti a PAN2, sebbene in media di età più avanzata rispetto a quelli a PAN1, sono cresciuti in diametro più velocemente. Queste differenze nell'incremento medio annuo potrebbero essere dovute a differenti condizioni stazionali, ma sembrano comunque indicare che l'accrescimento di entrambi i popolamenti è stato fortemente influenzato dai tagli effettuati, a PAN2 in misura maggiore che a PAN1. Pare molto probabile che i tagli effettuati a PAN2 siano stati più intensi ed efficaci di quelli compiuti a PAN1.

L'Abete rosso a Paneveggio, come già evidenziato da numerosi altri Autori (ad esempio, Pussi, 1979) pare dunque essere capace di sopportare l'aduggiamento sotto copertura per molti anni e di riprendere vigorosamente il suo accrescimento una volta liberato dalla concor-

renza esercitata dalle chiome degli individui adulti circostanti. I tagli effettuati nell'ultimo secolo, anche se di forte impatto, non sembrano avere danneggiato la struttura dei popolamenti studiati.

Ringraziamenti

La ricerca è stata finanziata dall'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve ed il paesaggio (WSL/FNP) di Birmensdorf (Svizzera), dall'Istituto di Selvicoltura dell'Università di Firenze e dal Parco Naturale di Paneveggio e Pale di San Martino. I Servizi Forestali della Provincia di Trento ci hanno fornito prezioso aiuto durante il campionamento. Desideriamo ringraziare il Prof. Pietro Pussi (Istituto di Selvicoltura, Università di Firenze), il Prof. Fritz Hans Schweingruber (WSL/FNP) e la Dott.ssa Cristina Gandolfo (Servizio Foreste, Provincia di Trento) per l'aiuto pratico e teorico prestato, e il Dott. Ettore Sartori (Parco Naturale di Paneveggio e Pale di San Martino), il Dott. Francesco Della Giacoma e il Maresciallo Bruno Viola (Amministrazione Foreste demaniali, Provincia di Trento) per l'assistenza gentilmente offerta durante le fasi di campionamento.

dott. Paolo Cherubini

Istituto federale di ricerca per la foresta,
la neve e il paesaggio (WSL/FNP)
CH-8903 Birmensdorf (Svizzera)

SUMMARY

Dendroecological reconstruction of the history of two Norway spruce stands in the Paneveggio Forest (Trentino, Italy)

The purpose of this study is to provide information on subalpine spruce stand dynamics and to provide suggestions for subalpine spruce silviculture. The large-scale disturbance regime of a subalpine spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand at Paneveggio (Trentino, Italian Eastern Alps, Lat. 46°18', Long. 11°38') is

evaluated, and the recent stand history is reconstructed. An analysis of the forest structure with a fine resolution record of growth dynamics is presented, and dendroecological methods for the study of stand dynamics in other regions on the Alps are suggested.

Key words: Dendroecology - Stand dynamics - Disturbances - *Picea abies* - Norway spruce - Subalpine belt - Alps - Italy

BIBLIOGRAFIA

ANDRÉ J., GENSAC P., PELLISSIER F., TROSSET L., 1986 - *Régénération des peuplements d'épicéa en altitude: alléopathie et mycorrhization*. Revue d'Ecologie et Biologie du Sol, 24: 301-310.

CAVADA E., PIUSSI P., 1974 - *Osservazioni sull'innervamento in un taglio raso a buca*. Italia Forestale e Montana, 29: 74-79.

CHERUBINI P., SCHWEINGRUBER F.H., 1996 - *Scars as evidence of past forest cuts in a subalpine spruce forest in the Alps*. In *Tree rings, environment and humanity*, Radiocarbon: 371-378.

CHERUBINI P., PIUSSI P., SCHWEINGRUBER F.H., 1996 - *Spatiotemporal growth dynamics and disturbances in a subalpine spruce forest in the Alps: a dendroecological reconstruction*. Canadian Journal Forest Research, 26: 991-1001.

DI TOMMASO P. L., 1983 - *Contributo ad una tipologia floristico-ecologica della foresta di Paneveggio (Trento)*. Versante meridionale. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 32: 287-315.

HILGARTER F. W., 1971 - *Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatlè/Briegels*. Beiheft zu Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 48: 1-80.

IMBECK H., OTT E., 1987 - *Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen, subalpinen Fichtenwald mit spezieller Berücksichtigung der Schneebelagerung und der Lawinenbildung*. Mitteilungen des Eidgenössischen Institut für Schnee- u. Lawinenforschung, 42: 1-202.

LÖSCHER F., 1990 - *Untersuchungen zur Höhenentwicklung der Fichtennaturverjüngung im inneralpinen Gebirgswald*. Dissertation Nr. 8879, ETH, Zürich, 138 pp.

MAYER H., 1967 - *Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 118: 335-372.

OTT E., 1989 - *Verjüngungsprobleme in hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 140: 23-42.

OTT E., LÖSCHER F., FREHNER M., BRANG P., 1991 - *Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142: 879-904.

PALIK B.J., PRECITZER K.S., 1995 - *Variability in early height growth rate of forest trees: implications for retrospective studies of stand dynamics*. Canadian Journal Forest Research, 25: 767-776.

PIUSSI P., 1965 - *Alcune osservazioni ed esperienze sulla rinnovazione naturale della Picea nella foresta di Paneveggio (Trento)*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 14: 345-400.

PIUSSI P., 1976 - *Observations sur l'âge et la croissance en diamètre de certains épicéas de haute montagne*. Beiheft zu Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 57: 66-73.

PIUSSI P., 1979 - *Nuovi studi sulla rinnovazione delle peccete nella Valle di Fiemme*. Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, 23: 113-169.

PIUSSI P., 1986 - *La rinnovazione della pecceta subalpina*. Le Scienze, 215: 58-67.

PIUSSI P., 1988 - *Accrescimento e sopravvivenza del novellame di Picea in tagliate a raso a buca*. In *Scritti di Selvicoltura in onore di A. De Philippis*. Coppini, Firenze, 209-221.

SCHÜTZ J.P., 1969 - *Etude des phénomènes de la croissance en hauteur et en diamètre du sapin (Abies alba Mill.) et de l'épicéa (Picea abies Karst.) dans deux peuplements jardinés et une forêt vierge*. Dissertation ETH, Zürich, 114 pp.

SCHWEINGRUBER F. H., ECKSTEIN D., SERRE-BACHET F., BRÄKER O. U., 1990 - *Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology*. Dendrochronologia, 8: 9-38.

STOKES M. A., SMILEY T. L., 1968 - *An introduction to tree-ring dating*. University of Chicago Press, Chicago and London, 73 pp.

TREPP W., 1961 - *Die Pflanzform des Heidelbeer-Fichtenwaldes der Alpen (Piceetum subalpinum myrtilletosum)*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 112: 337-350.