

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

**DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELL'AMBIENTE FORESTALE E DELLE SUE RISORSE
Di.S.A.F.Ri.**

**CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA
ECOLOGIA FORESTALE
XXI CICLO**

**ANALISI STRUTTURALE E GESTIONE DELLE FAGGETE
DELL'APPENNINO MERIDIONALE
SSD AGR/05**

Coordinatore: Prof. Paolo De Angelis

Firma

Tutors: Prof. Giuliano Menguzzato

Firma

Prof. Paolo De Angelis

Firma

Dottoranda: Francesca Gentile

Firma

“When a tree falls by itself it is for a good cause; a spirit has struck it, struck it through the elderberry shrubs. Do not be afraid, if it crashes by your side. All dead trees must fall. Falling they yield an opening for the spider-like feet of the sun, that the pale flowers underneath may turn into ripe fruit”.

Kamalmuk, 1888 – *Exile Lament of Kamalmuk* – in Barbeau C.M., 1928 – *The Downfall of Temlaham*. – Macmillan, Toronto

“Lasciate il mondo un po’ migliore di come l’avete trovato”.

Robert Baden-Powell (1857-1941)

Ringraziamenti

Desidero ringraziare i miei tutors per la guida e il supporto, i miei colleghi del dipartimento GESAF per la preziosa collaborazione nella raccolta e nell’elaborazione dei dati e tutti coloro che, condividendo con me la passione per l’ambiente e l’impegno per il raggiungimento di un obiettivo comune, mi hanno sostenuta lungo questa strada.

INDICE

<i>Quadro introduttivo – Obiettivi della ricerca – Struttura della tesi</i>	6
---	---

PARTE I – GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE E STRUTTURA

1 – LA GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE	8
2 – IL PERCORSO INTERNAZIONALE DELLA GFS	11
3 – LA BIODIVERSITÀ	15
4 – GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE E PIANIFICAZIONE IN AMBIENTE MEDITERRANEO	18
5 – LA STRUTTURA	21
5.1 – <i>La struttura spaziale</i>	21
5.1.1 – <i>La struttura verticale</i>	22
5.1.2 – <i>La struttura orizzontale</i>	23
5.2 – <i>La Struttura temporale (Fenologia)</i>	23
5.3 – <i>La Struttura temporale (Evoluzione)</i>	24
5.4 – <i>La struttura in foreste naturali e foreste coltivate</i>	26
5.5 – <i>Tipologie strutturali</i>	29
5.6 – <i>Struttura e Biodiversità</i>	32
5.7 – <i>Attributi strutturali come indicatori di biodiversità</i>	33
6 – I NUOVI APPROCCI SELVICOLTURALI	36
6.1 – <i>Gap-based Management</i>	36
6.2 – <i>La riscoperta e l'applicazione del Traditional Ecological Knowledge</i>	38
6.3 – <i>Il Sistema Modulare</i>	39
7 – ECOLOGY OF LEARNING	40
7.1 – <i>L'Ecology of Learning e la cultura della complessità</i>	41
7.2 – <i>L'Ecology of Learning e le nuove frontiere dell'educazione</i>	43
8 – STABILITA' DEL SISTEMA	45
8.1 – <i>Fattori di disturbo</i>	46
8.2 – <i>Biodiversità, stabilità, produttività</i>	47

PARTE II – FAGGIO E FAGGETE

1 – IL FAGGIO	48
1.1 – <i>Tassonomia e Morfologia</i>	48
1.2 – <i>Corologia</i>	51
1.3 – <i>Autoecologia</i>	52
1.4 – <i>Sinecologia</i>	55
1.5 – <i>Governo, trattamento e produzione</i>	56
2 – LE FAGGETE	62
2.1 – <i>Le faggete italiane</i>	62
2.2 – <i>Le faggete calabresi</i>	65
2.3 – <i>Tipologie fitosociologiche</i>	69

PARTE III – MATERIALI E METODI – CASI DI STUDIO

1 – OBIETTIVI DELLA RICERCA	73
2 – MATERIALI E METODI	74
2.1 – <i>Ricerca bibliografica e stato dell'arte</i>	74
2.2 – <i>Individuazione delle aree</i>	74
2.3 – <i>Rilievi strutturali</i>	75
2.4 – <i>Indici di struttura</i>	76
2.4.1 – Indice di LATHAM	76
2.4.2 – Sistema NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices	79
2.4.2.1 – Uniform Angle Index – UAI (NBSI)	80
2.4.2.2 – Indice di Mescolanza Specifica – <i>Species Mingling</i> – SM (NBSI)	81
2.4.2.3 – Indice di dominanza diametrica – DBHD (NBSI)	81
2.4.2.4 – Distanza tra l'albero di riferimento e quello ad esso più vicino DIST (NBSI)	81
2.4.3 – Indice di MORISITA	82
2.5 – <i>Incrementi</i>	84
3 – CASI DI STUDIO	85
3.1 – <i>Bosco di Monte Scorda</i>	86
3.2 – <i>Bosco della Ferdinanda</i>	88
3.3 – <i>Bosco di Spirito Santo</i>	91
3.4 – <i>Bosco di Colle Vespa</i>	91
4 – ANALISI DEI DATI E DISCUSSIONE	93
4.1 – <i>Bosco di Monte Scorda</i>	93
4.1.1 – Faggeta monoplana	93
4.1.2 – Faggeta pluristratificata	94
4.1.3 – Fustaia mista faggio-abete pluristratificata	96
4.1.4 – Indici di struttura	98
4.1.4.1 – NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices	98
4.1.4.2 – Indice di MORISITA	99
4.1.4.3 – Indice di LATHAM	100
4.1.5 – Studio degli incrementi	101
4.1.5.1 – Incremento Percentuale	101
4.1.5.2 – Incremento Corrente	101
4.1.5.3 – Tempi di Passaggio	102
4.1.6 – Grafici e Tabelle	103
4.2 – <i>Bosco della Ferdinanda</i>	126
4.2.1 – Faggeta pluristratificata	126
4.2.2 – Fustaia mista faggio-abete pluristratificata	127
4.2.3 – Indici di struttura	129
4.2.3.1 – NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices	129
4.2.3.2 – Indice di MORISITA	130
4.2.3.3 – Indice di LATHAM	130

4.2.4 – Studio degli incrementi	131
4.2.4.1 – Incremento Percentuale	131
4.2.4.2 – Incremento Corrente	132
4.2.4.3 – Tempi di Passaggio	132
4.2.5 – Grafici e Tabelle	133
4.3 – <i>Bosco di Spirito Santo</i>	148
4.3.1 – Indici di struttura	149
4.3.1.1 – NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices	149
4.3.2 – Grafici e Tabelle	150
4.4 – <i>Bosco di Colle Vespa</i>	154
4.4.1 – Indici di struttura	155
4.4.1.1 – NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices	155
4.4.1.2 – Indice di LATHAM	156
4.4.2 – Grafici e Tabelle	157
5 – OSSERVAZIONI CONCLUSIVE E PROPOSTE DI GESTIONE	163
6 – BIBLIOGRAFIA	167

QUADRO INTRODUTTIVO – OBIETTIVI DELLA RICERCA

STRUTTURA DELLA TESI

La presente tesi ha avuto per oggetto l'analisi di alcuni popolamenti puri e misti di faggio in ambiente mediterraneo, con l'obiettivo di identificare le diverse tipologie strutturali e di procedere ad una loro descrizione, anche mediante l'uso di indici sintetici, al fine di individuare forme di gestione sostenibile, in grado di conservare la diversità biologica e strutturale e la complessità dell'ecosistema forestale, mantenendo contemporaneamente i valori storici, culturali, paesaggistici, oltre che economici, che l'uomo ha tradizionalmente attribuito al bosco.

Struttura, biodiversità e complessità del sistema sono concetti strettamente collegati. La struttura stessa viene considerata un elemento fondamentale della diversità a livello di popolamento e, pertanto, il suo studio fornisce informazioni importanti sullo stato di salute e sul livello di complessità/semplificazione del bosco, permette di verificare la risposta del popolamento agli interventi passati e consente di formulare indicazioni per la gestione.

In quest'ottica sono state individuate quattro aree campione, rappresentative della realtà dei boschi di faggio presenti lungo l'Appennino meridionale, anche in rapporto alla gestione attuata nel passato:

- Bosco di Monte Scorda (Aspromonte – Comune di Oppido Mamertina);
- Bosco della Ferdinandea (Serre Catanzaresi – Comune di Stilo);
- Bosco di Spirito Santo (Sila Grande – Comune di Spezzano Piccolo);
- Bosco di Colle Vespa (Sila Piccola – Comune di Petronà).

Sono state delimitate aree di saggio (*transect*), all'interno delle quali, oltre ai tradizionali rilievi selvicolturali e dendro-auxometrici, sono state condotte osservazioni sulla struttura e sulla rinnovazione. L'elaborazione dei dati raccolti ha permesso la caratterizzazione dei vari popolamenti oggetto d'indagine e l'individuazione delle differenti tipologie strutturali presenti. L'analisi è stata condotta non solo mediante osservazioni e descrizioni di tipo qualitativo, ma anche attraverso l'applicazione di indici strutturali sintetici, in grado di descrivere quantitativamente la struttura spaziale dei soprassuoli. L'applicazione di tali indici, ha consentito di descrivere e rappresentare le caratteristiche dei popolamenti e, soprattutto, di effettuare dei confronti tra le diverse

situazioni riscontrate. Gli indici presi in considerazione sono quelli del gruppo NBSI, sistema integrato di indici basato sulle interrelazioni tra alberi vicini (**N**eighbourhood **B**ased **S**tructural **I**ndices), in particolare l'indice UAI o di WINKELMASS (**U**niform **A**ngle **I**ndex), l'indice SM o di mescolanza specifica, l'indice DBHD o di dominanza diametrica e l'indice DIST o di distanza. Questi indici forniscono informazioni sulla struttura orizzontale così come l'indice di dispersione di MORISITA, utilizzato per un'ulteriore descrizione del popolamento. Per l'analisi della struttura verticale è stato, infine, applicato l'Indice di LATHAM.

Nella prima parte della tesi, introduttiva della tematica di ricerca, è stata sviluppata una breve analisi dell'evoluzione della selvicoltura e delle problematiche legate alla gestione dei sistemi forestali che, alla luce della necessità di perseguire uno sviluppo sostenibile, hanno condotto all'elaborazione dei principi e dei criteri che stanno alla base della cosiddetta gestione forestale sostenibile e della selvicoltura sistemica. L'analisi è proseguita mettendo in evidenza lo stretto legame che intercorre tra biodiversità, complessità, stabilità e gestione forestale, fissando l'attenzione sull'importanza della struttura come elemento di monitoraggio, come componente della diversità del sistema, come risposta e come presupposto all'intervento selvicolturale.

Nella seconda parte è stata sviluppata una descrizione dal punto di vista botanico, ecologico e selvicolturale del faggio e, conseguentemente, una valutazione delle principali tipologie strutturali segnalate per questa specie.

La metodologia seguita nell'individuazione delle aree e i rilievi condotti sono stati esposti nella terza parte della tesi, in cui sono dettagliatamente illustrate anche le tipologie strutturali riscontrate, facendo riferimento agli indici di struttura esaminati. Inoltre, particolare attenzione è stata data all'esame degli interventi attuati nel passato, che hanno determinato le attuali condizioni strutturali.

Infine sono stati discussi i risultati ottenuti, alla luce di possibili proposte di gestione forestale sostenibile, specifiche per ciascuna realtà rilevata.

PARTE I
GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE E STRUTTURA

1 – LA GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE

I boschi, e in particolare quelli mediterranei, sono il frutto della millenaria coevoluzione fra realtà ecologica e realtà socio-economica del nostro Paese. Essi si presentano fortemente modificati nella struttura e nella composizione, per effetto della gestione che li ha interessati, soprattutto in un recente passato, ispirata da obiettivi primari di natura economica.

Per garantire una produzione annua massima e costante l'assestamento forestale e la selvicoltura hanno determinato la semplificazione del bosco, che si è manifestata con la riduzione della complessità e della biodiversità del sistema (SPIES, 1997; CIANCIO e NOCENTINI, 2002, 2003 a, b). In casi estremi, si sono raggiunte situazioni inverosimili di degrado fino alla desertificazione, mentre in altri, laddove le condizioni stazionali non rappresentavano di per sé limiti insormontabili (valori intensi di temperatura, disponibilità idriche e caratteristiche geo-pedologiche), il dinamismo successionale ha consentito la restaurazione degli ecosistemi forestali (GIANNINI e SUSMEL, 2006).

La storia del bosco, dunque, è stata caratterizzata dai continui interventi di utilizzazione da parte dell'uomo che aveva la necessità di soddisfare i propri bisogni; solo in un recente passato tali interventi hanno cominciato ad essere regolamentati. Comunemente, si fa risalire al XVIII secolo la nascita della selvicoltura moderna, allorquando le utilizzazioni, effettuate senza limitazioni, portarono a un progressivo impoverimento e degrado delle foreste, con una forte diminuzione anche della loro estensione.

Per reagire a tale situazione e assicurare la sostenibilità della produzione legnosa, la scuola tedesca prima, quella francese poi, e successivamente anche quella italiana, individuarono alcune soluzioni, mutate dai metodi agronomici, per soddisfare le esigenze e le aspettative della nascente società industriale.

Gli esponenti della scuola forestale tedesca, per riuscire facilmente ad aumentare le produzioni legnose, avevano proposto la creazione di fustaie coetanee di conifere, per piantagione o per semina, gestite ed utilizzate secondo schemi rigidi, basati sul taglio a raso e rinnovazione artificiale posticipata.

La scuola francese, seppur nettamente contrapposta nei sistemi e nei metodi colturali, (anche perché molto diverse erano le tipologie di bosco a cui ci si rivolgeva e le condizioni ecologiche in cui si operava), perseguiva le stesse finalità gestionali: l'ottenimento del bosco normale, considerato l'unico strumento per assicurare *“per ogni forma di governo e per ogni specie legnosa e stazione, un prodotto, oltre che annuo e costante, anche massimo”* (PATRONE, 1944; CIANCIO *et al.*, 1994, 1995).

Questa teoria è stata senz'altro una guida preziosa per pervenire agli obiettivi prefissati, ma è rimasta sempre e comunque la proposta di un modello ideale al quale tendere, nella consapevolezza di avere di fronte una meta irraggiungibile.

La scuola italiana, formatasi dopo l'unità d'Italia, recepì gran parte delle idee della scuola tedesca, adattandole alla situazione forestale del nostro Paese. Si è proseguito, dunque, con un uso intensivo del bosco che, a partire dalla fine del XIX secolo, è risultato facilitato, ed esasperato, grazie al miglioramento del sistema delle vie di comunicazione.

Solo nella seconda metà del XX secolo è iniziato un cambiamento sostanziale nei criteri di gestione del bosco, in concomitanza con l'affermazione di nuove correnti di pensiero e con la diffusione dei movimenti ambientalisti, nati e sviluppatisi contestualmente alla presa di coscienza di una disponibilità limitata delle risorse naturali.

I rigidi schemi assestamenti e selvicolturali, che avevano accompagnato e condizionato per quasi due secoli la gestione dei boschi, sono stati gradualmente abbandonati fino a giungere alla cosiddetta “selvicoltura su basi naturalistiche” (SUSMEL, 1971; CIANCIO, 1991; CIANCIO e NOCENTINI, 1996 a, b), con la quale si tendeva a imitare i processi naturali, ponendoli come modelli da seguire, senza però poterli mai raggiungere completamente. Si puntava a una soluzione di compromesso plasmando l'ecosistema in tipi o modelli colturali (SUSMEL, 1955, 1959, 1970, 1971) a imitazione di analoghe strutture naturali. Nella linea naturalistica, dunque, i tipi colturali erano ecosistemi naturaliformi che riprendevano alcuni elementi somatici dei modelli naturali, con una struttura cronologica più giovane e una modificazione parziale del livello degli autotrofi (composizione floristica che, a vantaggio delle specie economicamente più pregiate, doveva rimanere promiscua; statura e densità dello strato arboreo ridotte), mantenendo i livelli dei consumatori e dei bioriduttori.

Negli ultimi decenni, ha iniziato a prevalere l'ottica secondo la quale la selvicoltura debba essere un'attività colturale che riguarda direttamente il soggetto della coltivazione, ovvero il sistema bosco, che è sottoposto a delle leggi da cui non si può prescindere. Il concetto di bosco, come sistema complesso, è alla base della filosofia che accompagna la selvicoltura sistemica. Essa riguarda la coltivazione e l'ordinamento dei sistemi forestali naturali e sub-naturali, al fine di conservarne o aumentarne l'efficienza funzionale e accrescerne la diversità biologica. Un sistema è un'entità costituita da tante componenti che si integrano tra loro, in modo che la funzione di ognuno di essi sia la premessa indispensabile per il funzionamento di ogni altro.

Il sistema è qualcosa di più della somma delle sue componenti (PERRY e AMARANTHUS, 1997): esso vive di vita propria e funziona fino a che l'integrazione fra i vari elementi non subisce alterazioni tali da comprometterne l'equilibrio. La selvicoltura sistemica è configurabile con l'attività che l'uomo svolge come parte essenziale del sistema bosco, il quale non si può considerare come un bene strumentale, un oggetto da piegare agli interessi dell'uomo, ma un'entità che ha valore in se: un soggetto di diritti (CIANCIO e NOCENTINI, 1996 c, d).

La selvicoltura sistemica prevede la rinnovazione naturale continua e l'adozione di interventi a basso impatto ambientale, mirati a conservare e aumentare la biodiversità del sistema, assecondandone la disomogeneità, la diversificazione strutturale e compositiva, in modo da accrescere la capacità di auto-organizzazione e di integrazione di tutti i suoi componenti, biotici, abiotici e merobiotici. La selvicoltura sistemica è la nuova frontiera della Gestione Forestale Sostenibile, la quale così si definisce perché considera il bosco una risorsa rinnovabile che, per essere mantenuta tale, deve essere utilizzata entro un certo limite. Il bosco va, cioè, gestito rispettando il suo ciclo naturale di rinnovazione, garantendo a noi stessi, e soprattutto alle generazioni future, la possibilità di continuare ad utilizzarlo. Quando l'uso travalica nell'abuso si hanno forti diminuzioni del capitale naturale che, a sua volta, genera la modifica degli habitat, il decremento della capacità di accumulo del carbonio, la perdita o il degrado del suolo, l'inquinamento e la riduzione dell'acqua, la contrazione della microflora e della microfauna, il calo della presenza della macrofauna, con danni ambientali talvolta irreversibili (CIANCIO, 2002).

2 – IL PERCORSO INTERNAZIONALE DELLA GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE

Nonostante gli obiettivi della gestione forestale siano profondamente cambiati nel tempo e specialmente negli ultimi decenni, il concetto di sostenibilità è sempre stato noto ai gestori forestali. Già nel 1795, HARTIG espresse la necessità di garantire alle generazioni future la possibilità di derivare profitti dalle foreste, almeno nella stessa misura in cui ne godevano le generazioni contemporanee. Ovviamente si trattava di una considerazione che faceva riferimento soprattutto a valutazioni di carattere economico e che era ben chiara anche alla scuola francese con LORENTZ e PARADE (COLPI, 2005).

Alla fine del secolo scorso, constatata la fragilità del nostro Pianeta, si è assistito a una vera e propria rivoluzione culturale che ha messo in discussione la pratica millenaria di sfruttamento delle risorse naturali a vantaggio dello sviluppo delle civiltà umane.

Il primo evento di carattere globale durante il quale è stato affrontato apertamente l'argomento *Sviluppo Sostenibile*, è stata la Conferenza ONU sull'ambiente tenutasi a Stoccolma nel 1972. In quell'occasione è stato sancito che “Un paese non può raggiungere lo sviluppo economico quando il suo ambiente è degradato, né può risanare il suo ambiente in assenza di sviluppo economico”.

Sempre nel '72, nel documento noto come “Rapporto Meadows”, venne ribadita la necessità di “porre dei limiti allo sviluppo”.

La definizione di sviluppo sostenibile, universalmente accettata, è stata formulata dalla Commissione Brundtland (World Commission Environment and Development, 1987). Esso venne definito come “uno sviluppo che riesce a soddisfare i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere tale possibilità anche per le generazioni future”.

A partire da questi primi importanti eventi, si è assistito a un susseguirsi di Conferenze, Summit internazionali e Incontri, i quali hanno prodotto un rinnovamento culturale che si è presto tradotto nel tentativo di adattare le pratiche di gestione delle risorse ambientali ai nuovi obiettivi della sostenibilità.

I problemi ambientali sono stati affrontati in maniera approfondita durante la Conferenza su Ambiente e Sviluppo delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro (United Nations

Conference Environment and Development – UNCED, 1992). Dall'UNCED scaturirono cinque Convenzioni Globali:

- “Dichiarazione sull'Ambiente e lo Sviluppo”, che definì in 27 punti i diritti e le responsabilità delle nazioni nei riguardi dello sviluppo sostenibile;
- “Agenda 21”, per l'applicazione della Dichiarazione di Rio, la quale individuò lo sviluppo sostenibile come prospettiva da perseguire a livello globale e locale;
- “Dichiarazione dei principi sulle foreste” (*Forest Principles*), che sancì il diritto degli Stati di utilizzare le foreste secondo le proprie necessità, senza però lederne i principi di conservazione e di sviluppo;
- “Convenzione quadro sui cambiamenti climatici” (UNFCCC), che pose obblighi di carattere generale per il contenimento della produzione di gas e la riduzione dell'effetto serra;
- “Convenzione sulla diversità biologica”, che individuò l'obiettivo di tutelare le specie animali e vegetali nei loro habitat e la riabilitazione di quelle in via di estinzione.

Nel Capitolo 11 di Agenda 21, i governi hanno formulato una serie di “Criteri e linee guida per la Gestione, la Conservazione e lo Sviluppo sostenibile di tutti i tipi di foreste”. Sicuramente il documento che riveste maggiore importanza a livello forestale è la “Dichiarazione dei Principi sulle Foreste” la quale, al principio 2b, ha affrontato il concetto di Gestione Forestale Sostenibile: “Le risorse forestali ed i territori forestali dovrebbero essere gestiti in modo sostenibile per rispondere ai bisogni sociali, economici, ecologici, culturali e spirituali delle presenti e future generazioni”.

La “Convenzione quadro sui cambiamenti climatici” (UNFCCC) è rimasto un documento generico fino alla firma del protocollo di Kyoto (1997), con cui vennero individuate le tipologie di interventi che gli Stati firmatari avrebbero dovuto attuare per raggiungere gli obiettivi generali individuati dalla convenzione. Finalmente, dopo anni di difficoltà politiche, il protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, a seguito della ratifica da parte della Russia, avvenuta durante la COP10 di Montreal (la X Conferenza delle parti della UNFCCC).

Il Protocollo di Kyoto (art. 3.3 – Forest Management e art. 3.4 Afforestation, Reforestation, Deforestation – ARD) attribuisce un ruolo particolare alle attività forestali nel perseguimento degli impegni nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra: esse sono considerate dei *sinks*, cioè dei pozzi di assorbimento. Tali attività possono essere

attuare dai singoli Paesi all'interno del territorio nazionale oppure al di fuori dei propri confini, attraverso i cosiddetti meccanismi flessibili (a cui si può ricorrere solo in misura supplementare). Essi sono il commercio delle emissioni (ET – **Emission Trade**), il meccanismo di sviluppo pulito (CDM – **Clean Development Mechanism**) e l'implementazione congiunta (JI – **Joint Implementation**), i quali si basano sulla considerazione che i cambiamenti climatici sono un fatto globale e ogni riduzione dei gas serra è efficace, indipendentemente dal luogo del pianeta in cui viene realizzata.

Le ultime azioni importanti, relative al Protocollo di Kyoto, sono state intraprese proprio a Montreal (2005). Dalla discussione sulle prospettive del post 2012 (data di scadenza degli impegni presi dalle parti) sono scaturite molte "Decisioni", alcune delle quali riguardano i settori di interesse forestale, in particolare quelli inerenti:

- modalità e procedure per l'attuazione dei progetti di attività di imboscamento e riforestazione sotto il CDM (Meccanismo di Sviluppo Pulito), su larga e piccola scala;
- uso e cambiamenti d'uso del suolo, selvicoltura e buone prassi per le attività ad essi relative.

A livello internazionale, molto importanti sono stati anche i documenti legati al Processo paneuropeo sulle Foreste, elaborati dalle quattro Conferenze Interministeriali sulla protezione delle foreste in Europa tenutesi, rispettivamente, a Strasburgo (1990), Helsinki (1993), Lisbona (1998) e Vienna (2003).

Dalla Conferenza Interministeriale di Helsinki (1993), in particolare, sono scaturite quattro risoluzioni, che interessano la discussione globale sulle foreste:

- H1 Linee-guida generali per la gestione sostenibile delle foreste in Europa;
- H2 Linee-guida generali per la conservazione della biodiversità delle foreste europee;
- H3 Cooperazione forestale con i Paesi aventi un'economia in fase di transizione;
- H4 Strategie per un processo di adattamento a lungo termine delle foreste europee al cambiamento del clima.

Con le risoluzioni H1 e H2, i Paesi firmatari hanno riconosciuto che la conservazione e il potenziamento della biodiversità sono un elemento essenziale della gestione sostenibile delle foreste. La stessa definizione di Gestione Forestale Sostenibile ha subito un approfondimento ed è stata riformulata come segue: "Per Gestione Forestale Sostenibile si intende il governo e l'uso delle foreste e dei terreni boscosi secondo modalità e ritmi che

ne mantengono la biodiversità, la produttività, la capacità di rigenerazione, la vitalità e il potenziale, al fine di adempiere attualmente e in futuro alle proprie funzioni ecologiche, economiche e sociali, sul piano locale, nazionale e globale, e che non causino alcun danno ad altri ecosistemi”.

Nello stesso periodo si è svolto ad Antalya (Turchia) l’XI congresso forestale mondiale, nell’ambito del quale è stata prodotta la “Dichiarazione di Antalya”, documento che invitava a un approccio multifunzionale e cooperativo, finalizzato a una gestione sostenibile delle foreste e che analizzava il livello di implementazione dei criteri e degli indicatori di sviluppo sostenibile.

Negli ultimi anni, il dialogo mondiale sulla sostenibilità si è riaperto; un evento molto importante è stato il WSSD (World Summit on Sustainable Development), la Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile, tenutasi a Johannesburg, nel 2002, durante la quale sono stati sottoposti a verifica gli obiettivi prefissati in occasione della conferenza di Rio de Janeiro.

Gli ultimi avvenimenti degni di nota sono stati i Summit internazionali che dal 2005 hanno riunito le COP e le MOP (Conferenze delle parti dell’UNFCCC e Meeting delle Parti, cioè dei Paesi che hanno rispettivamente firmato e ratificato il protocollo di Kyoto).

Le conferenze e i meeting del 2005 (Montreal), 2006 (Nairobi), 2007 (Bali) e 2008 (Accra) hanno consentito un dialogo costante sullo sviluppo sostenibile. In particolare, a Bali si è giunti a un accordo internazionale noto come *Road Map* contenente le modalità di negoziazione per definire i temi del nuovo trattato, che succederà a quello di Kyoto, e di cui si riparerà nel 2009 a Copenhagen.

L’evoluzione del concetto di gestione forestale in ambito internazionale, dimostra come la maggior parte dei governi del mondo si sia resa conto che, se si vuole raggiungere uno sviluppo sostenibile, è necessario riconoscere che l’umanità vive in un pianeta inserito in una delicata e intricata rete di relazioni ecologiche, sociali, economiche e culturali che regolano le esistenze di tutti; pertanto, si dovrà dimostrare una maggiore coscienza nei confronti degli ecosistemi, dai quali dipende ogni forma di vita, e una maggiore responsabilità verso la generazione attuale e quelle che la seguiranno.

3 – LA BIODIVERSITÀ

Al concetto di Gestione Forestale Sostenibile (CIANCIO, 1998 a, b, c) si associa quello di conservazione della biodiversità (CIANCIO e NOCENTINI, 2002, 2003 a, b). I principi di sostenibilità e di biodiversità non sono indipendenti, ma strettamente correlati. La diversità è un segno distintivo della natura e costituisce la base della stabilità ecologica. Il concetto di biodiversità proietta il problema molto al di là della protezione di singole specie o di biotopi; interessa gli ecosistemi e il loro funzionamento e include i processi coevolutivi tra i componenti che li costituiscono. Non ci può essere diversità senza complessità (CIANCIO, 2002).

La biodiversità viene definita come “la diversità della vita in tutte le sue forme e in tutti i suoi livelli di organizzazione” (HUNTER, 1990). Si distinguono tre livelli primari di organizzazione della biodiversità: livello genetico, livello di specie e livello di ecosistema (HUNTER, 1999). Secondo WHITTAKER (1972), ai livelli superiori di diversità, si possono individuare tre aspetti: α -diversità, riferendosi alla diversità strutturale che interessa una comunità o un ecosistema; β -diversità, confrontando il gradiente temporale o spaziale fra diversi habitat; γ -diversità, se l’osservazione viene condotta a livello di unità territoriali, in cui il paesaggio è composto da tante tessere elementari.

Secondo l’art. 2 della Convenzione sulla diversità biologica (UNCED, 1992) per biodiversità si intende la “variabilità degli organismi viventi di qualsiasi fonte, inclusi, tra l’altro, gli ecosistemi terrestri, marini e gli altri ecosistemi acquatici e i complessi ecologici dei quali fanno parte; essa comprende la diversità all’interno di ogni specie, tra le specie e degli ecosistemi”.

Nella Direttiva Habitat, emanata dall’Unione Europea nel 1997, si legge che è fondamentale “promuovere il mantenimento della biodiversità, tenendo conto, al tempo stesso delle esigenze economiche, sociali, culturali e regionali”.

Con la dichiarazione V5 emanata a conclusione della IV Conferenza Interministeriale sulla protezione delle foreste in Europa di Vienna, si è affermato che “la conservazione e il miglioramento della biodiversità in tutti i tipi di foreste sono un elemento essenziale ai fini della loro gestione sostenibile” (MCPFE, 2003).

Nel mondo forestale si riscontrano ecosistemi caratterizzati da bassi valori di biodiversità, molto spesso diretta conseguenza di un tipo di gestione del passato basata sul massimo reddito finanziario che i boschi erano chiamati a fornire. Per garantire la

perpetuità di questi soprassuoli e dei servizi da essi forniti, è necessario impostare un sistema di gestione basato sui concetti di sostenibilità.

Al fine di sviluppare strategie di intervento finalizzate alla salvaguardia e al ripristino della biodiversità, è opportuno distinguere all'interno dei popolamenti forestali tre componenti essenziali: *struttura*, *composizione* e *funzione*. Dalla loro conservazione dipende la sopravvivenza a lungo termine delle specie forestali ad esse legate (CIANCIO *et al.*, 2001).

Numerosi sono i fattori che influenzano la biodiversità; tra essi: temperatura, precipitazioni, composizione specifica della componente arborea, presenza/assenza di legno morto, criteri di gestione, livello di antropizzazione, passaggio del fuoco ecc.

La grande sfida del XXI secolo consiste nell'individuare quelle azioni che permettano di intervenire concretamente per conservare la diversità e la complessità degli ecosistemi forestali. Le difficoltà sono, però, molteplici e legate innanzitutto alla dinamicità della natura, che si evolve a scale temporali e spaziali diverse da quelle che stiamo osservando, ma anche alla necessità di mantenere i valori economici, storici, culturali e paesaggistici che sono stati attribuiti al bosco dall'uomo.

La gestione va, quindi, attuata a diverse scale spazio-temporali favorendo la presenza di quegli elementi che possono fungere da collegamento fra le diverse scale (NOCENTINI, 2005).

La gestione a scala di popolamento interessa soprattutto la diversità strutturale. In generale, più è diversificata la struttura verticale di un bosco, maggiore è la diversità di specie (BELL *et al.*, 1991). Un altro parametro che a scala di popolamento influenza la diversità di specie e processi è l'età degli alberi (struttura cronologica). La ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta con l'aumentare dell'età della componente arborea e soprattutto passando attraverso fasi successionali via via più mature. Questo dipende dal fatto che la complessità verticale dei soprassuoli forestali cresce con l'età e con la fase di sviluppo (BROKAW e LENT, 1999). Alberi grandi e vecchi offrono habitat per una molteplicità di specie vegetali e animali.

A scala spaziale più ampia, la pianificazione può favorire la creazione e il mantenimento di un mosaico mobile o *shifting mosaic* (PERRY e AMARANTHUS, 1997), cioè di un insieme di tessere di età, composizione e struttura differenti, contribuendo alla diversità a livello di paesaggio.

Per consentire la continuità fra le diverse scale spazio-temporali occorre tener conto del ruolo e dell'importanza dei corridoi ecologici, delle zone ecotonali e delle cosiddette

eredità biologiche (FRANKLIN *et al.*, 1985; PERRY e AMARANTHUS, 1997). Con quest'ultimo termine si intende qualsiasi componente di un ecosistema, come semi, parti di apparati radicali o gemme basali, funghi micorrizanti o altri microbi del suolo, legno morto ecc., che a seguito di un fattore di disturbo viene tramandato alla fase successiva. Chiazze di bosco (*patch*) che sopravvivono a un evento perturbativo possono essere considerate eredità biologiche a livello di ecosistema, perché permettono a certe specie di permanere mentre il resto del paesaggio si ricostituisce. Queste eredità contribuiscono a indirizzare le traiettorie di recupero dopo il fattore di disturbo e sono di fondamentale importanza per conservare nel tempo la diversità biologica. Nella gestione degli ecosistemi forestali è, quindi, importante preservare quegli elementi che possano fungere da eredità biologica sia a livello di paesaggio (ad esempio i cosiddetti boschi vetusti – *old-growth forest*), sia a livello di popolamento (alberi vecchi e morti) (DE BELL *et al.*, 1997).

Da questa breve analisi risulta evidente che le funzioni ecosistemiche sono strettamente legate alla biodiversità. LAWTON (1994), ha individuato quattro ipotesi relative a tale legame:

- ipotesi delle specie ridondanti – la maggior parte delle specie sono ridondanti nel loro ruolo; esiste solo un numero limitato di specie chiave (*keystones*) la cui presenza è critica per il resto del sistema;
- ipotesi delle componenti – tutte le specie contribuiscono a determinate funzioni ecosistemiche: “Ogni cosa dipende da tutte le altre cose”;
- ipotesi della risposta idiosincratICA – diversità e funzioni dell'ecosistema sono collegate, ma la complessità dell'organizzazione ecosistemica rende impossibile prevedere come un dato sistema potrà rispondere all'eliminazione di alcune specie (eccetto casi eclatanti);
- ipotesi nulla – le funzioni dell'ecosistema non sono influenzate dall'aggiunta o dalla rimozione di specie.

E' ovvio che quest'ultima ipotesi non sia condivisa dalla comunità scientifica, ma riguardo alla reale influenza che le singole specie, o gruppi di specie, hanno sull'ecosistema, esistono ancora dei dubbi. L'ipotesi della risposta idiosincratICA è probabilmente corretta, ma non aiuta a definire una linea strategica nei confronti della conservazione della biodiversità. Il dibattito scientifico si concentra sulle prime due ipotesi, e dunque sulla necessità di individuare i livelli critici di biodiversità in grado di garantire la stabilità dell'ecosistema (PERRY e AMARANTHUS, 1997; MC ELHINNY *et al.*, 2005).

4 – GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE E PIANIFICAZIONE IN AMBIENTE MEDITERRANEO

In ambiente mediterraneo, il perseguimento della gestione sostenibile non può prescindere dalla soluzione dei conflitti fra conservazione ambientale e uso economico e sociale delle risorse naturali. Lo sviluppo sostenibile deve tradursi, dal punto di vista operativo, in una serie di interventi a impatto ambientale minimo che, siano in grado, contemporaneamente, di innescare lo sviluppo economico del territorio. Ciò può essere realizzato solamente con la conservazione delle caratteristiche ambientali e delle peculiarità paesaggistiche, culturali, artigianali e artistiche del territorio. Quelli che sinteticamente possono essere definiti come i *saperi locali* (CIANCIO *et al.*, 2001).

Nel corso dei secoli, in molte zone del nostro Paese, sono state messe a punto forme peculiari di coltivazione del bosco, sostenute istituzionalmente dagli stessi utenti, basate sull'attenta osservazione della realtà naturale locale, sulla valutazione delle retroazioni, sull'applicazione di metodi flessibili, sul monitoraggio delle risorse e sulla differenziazione della produzione (in senso qualitativo, oltre che quantitativo). Tutto ciò è avvenuto quasi sempre grazie all'attuazione dei suddetti *saperi locali*, definiti anche *sapere ecologico tradizionale* (*Traditional Ecological Knowledge* – TEK) (BERKES *et al.* 2000) e, quindi, al di là degli strumenti di pianificazione elaborati secondo i canoni della selvicoltura classica.

La riscoperta e la definizione di norme colturali relative a tali pratiche possono contribuire alla gestione sostenibile dei sistemi forestali e alla conservazione della biodiversità che comprende anche la diversità di tradizioni e culture, anzi spesso dipende da essa.

La proposta di nuove strategie di gestione forestale deve essere fondata su un solido e condiviso quadro teorico, all'interno del quale i risultati delle indagini sperimentali possano essere prima interpretati e poi coerentemente tradotti in indicazioni gestionali. Ciò perché qualsiasi ipotesi di gestione delle risorse naturali deve avere il consenso di molteplici portatori di interesse. Abbiamo visto che il problema della conservazione della complessità e della biodiversità nei sistemi forestali deve essere affrontato all'interno di una visione dinamica della realtà: infatti, non si può prescindere dalla storia naturale e colturale di ogni bosco. Gli ecosistemi forestali sono sistemi biologici complessi nei quali

interagiscono fattori naturali e fattori antropici. La pianificazione forestale è un'arma preziosa per differenziare nel tempo e nello spazio gli interventi, in modo da garantire, attraverso un'accurata lettura delle varie situazioni stazionali, compositive e strutturali, il mantenimento della stabilità alle diverse scale spazio-temporali. La pianificazione consente, inoltre, di recuperare e valorizzare, modulandole nel tempo e nello spazio, forme di governo e trattamento del bosco che fanno parte del patrimonio storico e culturale del nostro Paese (NOCENTINI, 2005).

La pianificazione forestale, nell'accezione di BIANCHI (1993), è un "atto tecnico che serve ad indirizzare la gestione del bosco verso il raggiungimento consapevole di determinati obiettivi". Sostanzialmente è un'attività tecnico-politica avente come fine la razionalizzazione del rapporto fra uomo e bosco. Essa, per essere attuata, ha bisogno di essere supportata da una politica forestale che ne fissi gli obiettivi generali, prescriva gli interventi da adottare e metta a disposizione gli strumenti per il loro conseguimento.

La pianificazione forestale si può sviluppare a diversi livelli e precisamente:

- Territoriale – livello di primo ordine; è di competenza delle Regioni, le quali dovrebbero realizzare il Piano di Gestione Territoriale (PGT), un documento programmatico pluriennale con cui sono individuati gli obiettivi strategici da perseguire, gli indirizzi per la loro realizzazione e sono allocate le risorse necessarie per raggiungerli.
- Di comprensorio o di area forestale – livello di secondo ordine; con esso si produce il Piano di Gestione Comprensoriale (PGC), un documento di pianificazione integrato, operativo e di indirizzo, che interessa un ambito sovra-comunale. Esso può essere redatto da organismi pubblici delegati dalle Regioni o da Enti pubblici consorziati tra loro e con privati, oppure da associazioni di privati. I piani di gestione comprensoriale devono confrontarsi ed integrarsi con altri strumenti di pianificazione e valutazione quali i piani di bacino, i piani paesistici, i piani di sviluppo socio-economico delle comunità montane, i piani di gestione delle aree protette ecc.
- Di azienda – livello di terzo ordine; si identifica con il Piano di Gestione di Azienda o Piano di Assestamento o Piano Economico, un documento di pianificazione dettagliata degli interventi che si intendono realizzare, redatto nell'ambito delle destinazioni, degli obiettivi e delle prescrizioni contenute nel PGC di riferimento. La sua realizzazione spetta a Enti pubblici e a privati, sia singoli che associati, ed è richiesta nel caso in cui una pianificazione più approfondita di quella offerta dal PFT sia effettivamente vantaggiosa, economicamente sostenibile e comporti un reale incremento del valore

complessivo del bosco. Questi piani, a seguito dell'analisi della situazione attuale, sulla base dei risultati conseguenti alla gestione attuata in passato e in considerazione delle aspettative dei proprietari (pubblici o privati), hanno il compito di regolare, nel tempo e nello spazio, gli interventi da attuare nel sistema bosco, agendo direttamente sulle unità di gestione – particella, tipologia forestale (DEL FAVERO e LASEN, 1993), popolamento forestale – sempre nel rispetto degli interessi della collettività.

La pianificazione deve essere basata sulla cura del bosco in modo da soddisfare le esigenze produttive e assicurarne la perpetuità, la complessità e la biodiversità. Emerge, dunque, la necessità di disporre di strumenti per la valutazione della biodiversità in modo da orientare la gestione a fini conservativi. La varietà degli aspetti che influenzano la biodiversità richiederebbe un lavoro di analisi molto dettagliato non sempre compatibile con le esigenze più pratiche delle attività forestali.

A tale fine, alcuni autori propongono la messa a punto e la sperimentazione di sistemi di indicatori di biodiversità, quali il tipo forestale, la ricchezza specifica, la struttura del popolamento, la presenza di microambienti, i fattori antropici, come supporto per la pianificazione forestale. In questa nuova visione la pianificazione forestale dovrebbe prevedere una sequenza di fasi operative. La prima, è una fase conoscitiva, volta ad individuare e definire il capitale naturale critico, lo stadio evolutivo e il grado di complessità del sistema. La seconda fase, di sintesi, fornisce le indicazioni per le scelte operative e definisce i caratteri dell'intervento colturale (CIANCIO, 1998 b).

La pianificazione, l'organizzazione e la gestione del territorio sono attività che stanno subendo una notevole evoluzione in tempi estremamente brevi a seguito dei rapidissimi progressi in campo tecnologico. Cambiamenti che in pochi anni potranno ulteriormente favorire tali attività riducendo i costi dei rilievi, affinando le capacità e possibilità di analisi e verifica della dinamica evolutiva dei popolamenti e dei risultati degli interventi selvicolturali. Gli strumenti principali di tale trasformazione sono alcuni software applicativi dedicati. Tramite software GIS (*Geographical Information System*) è oggi possibile trasferire su supporto informatico tutte le informazioni di carattere, fisico, biologico, ecologico e selvicolturale che un tempo venivano considerate separatamente e che adesso possono essere incrociate, elaborate, interrogate reciprocamente. I GIS costituiscono uno strumento versatile, pratico, veloce per tutte le analisi che competono alla pianificazione, in quanto è possibile, praticamente in tempo reale, valutare le conoscenze degli interventi attuati nel territorio.

5 – LA STRUTTURA

Per struttura si intende il modo con cui le diverse parti di una comunità (popolazioni o parti di esse) si distribuiscono nello spazio, nel tempo o si organizzano funzionalmente (KIMMINS, 1987). La conoscenza della struttura è molto utile per la comprensione delle interrelazioni tra diverse popolazioni, ossia delle modalità con cui esse si ripartiscono le risorse (PIUSSI, 1994). Essa rappresenta l'aspetto esterno che assume un popolamento come conseguenza dell'evoluzione naturale, dei trattamenti effettuati, del modo in cui è stata ottenuta la rinnovazione (forma di governo), dell'età del popolamento (evoluzione nel tempo) ecc. (CAPPELLI, 2000).

È evidente che alla definizione di struttura del bosco concorrono varie componenti, ma in campo forestale, quasi sempre, viene presa in considerazione principalmente quella arborea. In questo caso, la struttura si identifica con la distribuzione nello spazio di singoli alberi e/o di alberi costituenti popolamenti sovrapposti (CIANCIO *et al.*, 1994, 1995).

Considerando l'ecosistema nel suo complesso, invece, la struttura scaturisce dall'interazione delle sue unità elementari.

È utile distinguere due aspetti della struttura dei sistemi: *architetturale* e *sociale*.

L'architettura rappresenta l'aspetto fisico della struttura ed è sovente considerata nello studio dell'organizzazione spaziale delle comunità vegetali. Elementi caratteristici sono, ad esempio, il numero di strati della copertura, oppure l'irregolarità della distribuzione della specie o delle classi di età.

La struttura sociale si riferisce, invece, allo schema secondo il quale individui, specie e gruppi di specie interagiscono tra di loro e con il sistema nel suo complesso. Essa è identificata, ad esempio, dai rapporti di predazione e mutualismo, oppure dalle modalità di allocazione delle risorse delle diverse specie (CIANCIO *et al.*, 2001).

5.1 – La struttura spaziale

La struttura spaziale definisce l'organizzazione in senso verticale (struttura verticale o stratificazione) e in senso orizzontale (struttura orizzontale o tessitura) di un sistema. Essa è strettamente legata alle forme biologiche delle specie presenti e alla proporzione con cui gli individui le rappresentano.

5.1.1 – La struttura verticale

In una comunità forestale è possibile individuare una serie di strati e piani, più o meno nettamente distinti tra loro, posizionati a diverse altezze dal suolo (erbaceo, arbustivo, uno o più arborei). Questa distribuzione deriva dalla compresenza di specie con diverse caratteristiche morfologiche ed esprime il modo di fruire dell'energia luminosa da parte delle popolazioni vegetali e quindi i rapporti di competizione tra le specie.

Usualmente le chiome degli alberi formano uno o più strati o piani che esercitano una copertura più o meno continua. Tuttavia non sfruttano totalmente le risorse ambientali disponibili, cosicché al di sotto delle chiome è possibile l'esistenza di altri organismi vegetali e non. La struttura verticale di una comunità condiziona la distribuzione della radiazione solare da cui dipende il bilancio energetico.

Nei boschi sono spesso presenti uno strato arbustivo (nano, micro e mesofanerofite) e uno erbaceo (emicriptofite, terofite e geofite), le cui densità sono inversamente proporzionali a quella delle chiome del piano arboreo. Arbusti ed erbe sono in genere più abbondanti nel sottobosco di specie eliofile, mentre possono mancare quasi totalmente nel sottobosco delle foreste sciafile. I muschi e i licheni occupano uno strato ancora più prossimo alla superficie del suolo, ma spesso prosperano anche sui tronchi degli alberi.

Il sottobosco rappresenta un ambiente particolare: le piante possono vivere qui al riparo da estremi termici, dall'esposizione al vento e dal disseccamento del suolo, in un'atmosfera particolarmente ricca di anidride carbonica proveniente dalla respirazione del suolo. Le foglie espanse indicano l'assenza di forti fattori di stress climatico; la crescita lenta è una risposta alla scarsità di elementi nutritivi dovuta alla concorrenza o a condizioni ecologiche sfavorevoli quali quelle che si hanno alle quote elevate; la frequente disposizione delle foglie parallela, o quasi, al terreno facilita l'intercettazione della radiazione luminosa e della CO₂ che proviene dal suolo. Per poter sfruttare queste particolari condizioni, le piante devono adattarsi a vivere ad un livello di luminosità molto basso o a svolgere, nel caso di boschi di specie caducifoglie, la maggior parte della loro attività nel corso della primavera quando le chiome degli alberi sono ancora spoglie e una elevata frazione della radiazione solare può raggiungere il suolo.

Un altro meccanismo di adattamento è quello delle piante rampicanti o liane, relativamente poco comuni nelle foreste delle alte e medie latitudini (ma nella macchia mediterranea se ne contano parecchie), ma frequenti, numerose e vigorose nelle foreste

della fascia intertropicale. Per queste piante il risparmio dei carboidrati necessari ai tessuti di sostegno avviene attaccandosi con organi adatti al tronco e ai rami degli alberi.

Esiste pure una stratificazione degli apparati radicali che assicura un più equilibrato sfruttamento delle risorse del suolo. Le diverse forme degli apparati radicali rappresentano, in effetti, un meccanismo adattativo di grande importanza per ridurre la competizione nei riguardi dell'acqua e delle sostanze nutritive tra popolazioni diverse.

5.1.2 – La struttura orizzontale

La struttura orizzontale o tessitura, in una comunità costituita da numerose popolazioni, risulta assai più complessa rispetto alla struttura verticale. Per quanto riguarda lo strato arboreo, la combinazione nello spazio di popolazioni diverse dà origine a vari tipi di mescolanza.

A una certa uniformità dello strato arboreo, che dipende in genere più strettamente dalle condizioni del macroclima, può corrispondere una vasta gamma di situazioni diverse negli strati inferiori. Gli arbusti, e ancor più le erbe e i muschi, riflettono facilmente differenze di ambiente edafico a scala di dettaglio, come affioramenti rocciosi, diversa disponibilità di acqua o di sostanze nutritive.

La distribuzione delle piante sul terreno è fortemente legata ai meccanismi di propagazione; le modalità di disseminazione delle singole specie possono condizionare il tipo di mescolanza.

Le vicende subite dai singoli aspetti di una comunità forestale, in particolare gli sconvolgimenti provocati dalla morte e dal crollo di piante di grandi dimensioni, possono modificare localmente le condizioni di ambiente e condizionare la tessitura della comunità. Un maggiore afflusso di luce e di calore e una maggiore disponibilità d'acqua favoriscono la comparsa di nuove specie la cui distribuzione spaziale è quindi legata alla storia della cenosi. Nei boschi sottoposti ad utilizzazioni regolari le modifiche di tessitura sono invece determinate dai tagli.

5.2 – La Struttura temporale (*Fenologia*)

Le varie popolazioni svolgono nel corso dell'anno attività diverse. Periodi di riposo si alternano a periodi di dinamismo durante i quali hanno luogo i più importanti processi biologici. Nella maggior parte dei vegetali delle medie e alte latitudini si verifica una netta

distinzione tra un periodo di riposo invernale, durante il quale molti alberi perdono le foglie o rallentano significativamente il livello di attività, e un periodo di primaverile-estivo che coincide con il massimo di produzione e con la riproduzione. I diversi processi acquistano un significato nel contesto della comunità e quindi rappresentano elementi della struttura in quanto consentono uno sfruttamento più prolungato nel tempo delle risorse dell'ambiente.

La fenologia studia la distribuzione nel tempo dei principali fenomeni biologici quali, la schiusa delle gemme, la fioritura, la fruttificazione, la caduta delle foglie ecc. Le variazioni di calore, di umidità e di lunghezza del fotoperiodo sono le cause dei grandi cambiamenti che subisce la vegetazione nelle medie e alte latitudini, dove il ritmo stagionale è ben scandito. Uno dei principali meccanismi utilizzati dagli organismi che non hanno la possibilità di spostarsi per evitare un ambiente ostile o letale, è dato dalla scalarità con cui si verificano alcuni fenomeni quali la dormienza del seme, l'entrata in vegetazione delle gemme degli alberi, oppure gli episodi di fioritura e di fecondazione del fiore.

Attraverso la fenologia è possibile determinare il ritmo di sviluppo di una singola specie (autofenologia); il confronto con le fenofasi di specie diverse permette di definire il ritmo biologico di una comunità vegetale (sinfenologia) e quindi di ricercare una correlazione tra l'andamento dei fenomeni fenologici all'interno della comunità vegetale e la sua struttura spaziale.

5.3 – La Struttura temporale (Evoluzione)

La struttura è un carattere temporaneo ed è in parte funzione dell'età, ma anche delle modalità di insediamento, delle condizioni della stazione, dell'accrescimento durante i primi anni di vita e degli episodi di disturbo che hanno caratterizzato la vita del popolamento stesso.

La struttura verticale del soprassuolo si evolve attraverso il tempo e dà luogo a diversi stadi evolutivi, ciascuno dei quali è caratterizzato da aspetti dimensionali, organizzazione spaziale, condizioni di accrescimento e, di conseguenza, problemi colturali suoi propri.

Secondo SPIES (1997), nei popolamenti forestali naturali è possibile individuare degli stadi evolutivi, i cui confini sono molto vaghi, ma che possono essere considerati universalmente validi:

- fase di affermazione o di attivazione del popolamento (*Establishment or Stand Initiation*);
- fase di sfoltimento o liberazione graduale degli individui (*Thinning or stem exclusion*);
- fase di transizione (*Transition*), in cui distinguiamo diverse fasi intermedie che tendono al raggiungimento della struttura complessa (come nei boschi vetusti o biostatici o *old-growth forests*);
- mosaico mobile (*shifting mosaic*) (PERRY E AMARANTHUS, 1997; NOCENTINI, 2005) di tessere di età, composizione e struttura diverse.

In ambienti fortemente antropizzati questo tipo di successione non può verificarsi e, per quanto l'azione selvicolturale tenda ad imitare l'andamento evolutivo naturale dei soprassuoli, questi risultano sempre molto semplificati. Un caso estremo è rappresentato dalla fustaia pura coetanea, in cui possiamo distinguere degli stadi evolutivi ben precisi:

- insediamento del novellame;
- novelleto o posticcia (se artificiale) – fase caratterizzata da una forte densità che si riduce nel tempo per effetto dei fenomeni di concorrenza interspecifica e della mortalità per cause avverse fino al raggiungimento di un'altezza media di circa 2 m;
- spessina o forteto – in questa fase prevalgono i fenomeni di concorrenza intraspecifica, soprattutto in funzione alle esigenze di luce e si assiste alla riduzione (o scomparsa) della vegetazione erbacea al suolo e a una consistente autopotatura. La fase si conclude con il raggiungimento di 8-10 m di altezza;
- perticaia – fase in cui l'accrescimento diametrico e longitudinale sono ancora molto forti (si raggiungono i 15-20 m), mentre la concorrenza intraspecifica si riduce notevolmente dopo essersi manifestata attraverso la creazione di un piano dominante e uno dominato;
- fustaia – il soprassuolo è adulto, non è interessato da forti accrescimenti o da fenomeni di concorrenza, la densità si regolarizza ed è nuovamente possibile l'affermarsi delle specie erbacee.

5.4 – La struttura in foreste naturali e foreste coltivate

L'osservazione e l'analisi dei popolamenti forestali naturali ci offre una guida nell'individuazione di parametri strutturali a cui riferirsi nella gestione dei territori forestali.

In Europa è molto difficile trovare foreste naturali o caratterizzate da elementi di naturalità, quali le cosiddette foreste “vergini”, in cui la struttura estremamente complessa è un chiaro indice di stabilità ed equilibrio. Esse sono riscontrabili solo in alcuni lembi esenti dalla forte antropizzazione e sono state ampiamente studiate e descritte da LEIBUNDGUT (1960), SUSMEL (1970, 1971, 1980), HOFMANN (1985) e più recentemente da DI FILIPPO *et al.* (2004 a e b).

Dall'analisi strutturale di tali realtà si è osservato che la distribuzione uniforme in natura è molto rara. La più comune è quella aggregata che risente della variabilità, anche a piccolo raggio, dei numerosi caratteri biotici e abiotici del sistema e bene si adatta all'etologia e all'ecologia della maggior parte delle specie. È comunque possibile ricondurre la distribuzione spaziale degli ecoidi di una popolazione arborea forestale a cinque modelli:

- uniforme;
- casuale (individuale – casuale);
- per aggregati casualmente distribuiti;
- per aggregati uniformemente distribuiti;
- per aggregati a loro volta riuniti in aggregati (SUSMEL, 1980).

La distribuzione della rinnovazione naturale, che determina la struttura del popolamento arboreo nelle foreste vergini, è legata alla dimensione delle buche in cui essa si insedia. Secondo SUSMEL (1980), se l'area del novellato è minima (100-200 m²), la sua evoluzione porta più probabilmente alla struttura “per piede d'albero”; se è abbastanza estesa (400-600 m²) porta invece alla struttura per piccoli gruppi di alberi che nascono paracoetanei.

Si può ammettere che nei climi temperati medi e caldi la tendenza evolutiva del popolamento arboreo alla struttura disetanea (o disetaneiforme) sia costante, anche se questa non viene sempre e dappertutto raggiunta a causa delle perturbazioni ed interruzioni (oscillazioni ecologiche) di natura abiotica e biotica che il processo può subire. Nelle

regioni dove tali cause sono continue e abbastanza attive (per esempio in climi temperati freddi e subartici) l'evoluzione si arresta a fasi immature e, come l'osservazione dimostra, in condizioni di naturalità conduce normalmente a strutture coetaneiformi o irregolari.

Dalla letteratura, ed in particolare da quella sviluppata nelle Scuole di ecologia forestale degli Stati Uniti e del Canada, emerge che i punti di riferimento conoscitivo per una comprensione delle interazioni intercorrenti tra funzionalità dell'ecosistema e diversità, siano le strutture riscontrabili nelle cosiddette *old-growth forests* in quanto considerate gli ecosistemi forestali con il più alto valore conservativo di specie. Infatti, queste foreste possono fornire la più alta variabilità di habitat capaci di sostenere ampie catene trofiche di vita naturale (ACKER *et al.*, 1998; GOODBOURN e LORIMER, 1999; DI FILIPPO *et al.*, 2004 a e b; ZENNER, 2004; MCELHINNY *et al.*, 2005).

Ad esse è riconosciuto sia un alto valore biologico che un valore sociale, quest'ultimo percepito sia come aspetto puramente economico, dovuto alla presenza di piante che si distinguono per le grandi dimensioni (diametro, altezza), ma soprattutto paesaggistico-culturale. La letteratura specialistica riporta alcuni criteri considerati utili per definire le *old-growth forests*. E' condivisibile quanto indicato da HUNTER (in BORGHETTI e GIANNINI, 2001) che le identifica come soprassuoli forestali in cui la composizione specifica si è stabilizzata, l'incremento medio annuo di massa legnosa è prossimo allo zero (biostasi), l'età media è significativamente superiore al tempo medio intercorrente tra la fase di disturbo/rinnovazione e la fase di degradazione, gli alberi del piano dominante hanno un'età equivalente a quella della vita media attesa per una specie in una particolare stazione, l'azione di utilizzo è quasi assente o molto limitata, nessuna azione è intervenuta circa eventuali cambiamenti da altri tipi di ecosistemi (CIANCIO e NOCENTINI, 1996 a).

Ritornando al concetto di bosco disetaneo, va detto che nell'accezione più comune esso è costituito da un aggregato di alberi di diversa età e varie dimensioni (diametro e altezza), intimamente mescolati per piede d'albero. Esso è legato al trattamento a taglio saltuario, o da dirado, o a scelta, che prevede interventi frequenti, ripetuti ogni n anni, corrispondenti al periodo di curazione, con i quali si asportano contemporaneamente sia le piante che hanno raggiunto il diametro di recidibilità, sia le piante più piccole di età avanzata o più giovani che vivono in condizioni precarie e sono senza avvenire. Questa operazione è definita "taglio di curazione". Una siffatta fustaia si riscontra nella realtà solo raramente su ampie

superfici e, laddove presente, costituisce il massimo di colturalità (e non naturalità). PATRONE (1979) definisce “puntiforme” o “per pedale” questo tipo di fustaia.

Un secondo modo di intendere la fustaia disetanea è quello di un aggregato di micropopolamenti coetanei di superficie inferiore ai 1000 m² (SUSMEL, 1980), più comune e più facilmente riscontrabile nella realtà. Dal punto di vista selvicolturale, quest’ultimo tipo di situazione è stata perseguita con i tagli a buche, purché sufficientemente distanziati tra loro nel tempo e nello spazio (CAPPELLI, 2000), tanto da rappresentare quasi una forma di transizione tra il taglio a raso vero e proprio e il taglio saltuario (PAVARI, 1953). Dal punto di vista tecnico, la buca, circolare, ellittica o quadrata (ma a volte anche di forma piuttosto irregolare), dovrebbe avere un diametro (o lato) pari o inferiore a una volta – una volta e mezza l’altezza degli alberi dominanti (DEL FAVERO *et al.*, 1998).

Ancora diverse sono le condizioni determinate dai “tagli a scelta a piccoli gruppi” (CIANCIO *et al.*, 2004), poiché l’apertura creata attraverso l’intervento, ha le caratteristiche di una piccolissima buca di superficie inferiore ai 100 m² (ottenuta con il taglio di 2-3 piante) e conduce a una struttura disetanea per piccoli gruppi.

In effetti, la struttura naturale è estremamente variabile e, per tale motivo, non assimilabile a un modello. Pertanto, essa non è definibile nello spazio e nel tempo, soprattutto a scala ridotta. Ciò comporta che la struttura della fustaia disetanea, ottenuta con l’intervento colturale, si configura sempre e comunque come una semplificazione della realtà naturale. La fustaia a struttura disetanea, infatti, si realizza allorquando la normalizzazione è spinta al massimo livello, cosicché il disordine è più apparente che reale: il bosco è costretto, ingabbiato dalla cosiddetta norma.

In realtà, il concetto di struttura disetanea non è di immediata comprensione, né sempre di facile individuazione sul terreno. Nulla vieta di considerare tra la compresa coetanea teorica ed il teorico soprassuolo disetano “per piede d’albero”, una successione di forme strutturali intermedie, che comunemente si riscontrano nella realtà. La maggiore o minore distanza dai due estremi sembra potersi essenzialmente correlare all’estensione delle aggregazioni che costituiscono il complesso. C’è, tuttavia, un’estensione limite delle aggregazioni al di là della quale la struttura coetanea di un complesso si evolve in quella disetanea e viceversa. Un limite evidentemente non troppo rigido, né immutabile, poiché lo si può supporre funzione simultanea del clima regionale, dell’ecologia della stazione, del temperamento degli alberi che formano il complesso e di molti altri fattori (SUSMEL, 1971).

5.5 – Tipologie strutturali

Nelle molteplici realtà forestali riscontrabili sul territorio e che ritraggono le possibili fasi di transizione tra i due estremi rappresentati dalle foreste vergini (o dai boschi biostatici) e le foreste coltivate pure e coetanee, è possibile individuare una serie di tipologie strutturali che caratterizzano i diversi soprassuoli e che sono, allo stesso tempo, frutto della storia del popolamento (oltre che delle peculiarità specifiche ed ecologiche) e punto di partenza per la futura gestione.

Come afferma PIUSSI (1994), se si osservasse una sezione verticale di un soprassuolo, in base al modo in cui si manifesta la distribuzione spaziale delle componenti di un popolamento (con particolare riferimento a quella arborea), si potrebbero distinguere diverse situazioni che schematicamente sono così riassumibili:

- Boschi monoplani: fanno riferimento a popolamenti coetanei nei quali le altezze dei singoli alberi non sono molto diverse fra loro e le chiome verdi sono raccolte in un unico piano, ben distinto dalla zona sottostante in cui sono presenti solo i fusti e, più in basso ancora, la vegetazione arbustiva ed erbacea;
- Boschi biplani: anche in questo caso si tratta di boschi coetanei nei quali le chiome delle piante sono raccolte in due piani sovrapposti ben distinti;
- Boschi stratificati: fanno riferimento a boschi disetanei o, più in generale, a boschi a struttura complessa, nei quali le chiome delle piante tendono a saturare tutto il biospazio in rapporto alla loro età e alle loro dimensioni e si collocano ad altezze diverse, talvolta affiancate, talvolta sovrapposte.

La struttura stratificata, secondo BAKER (1950), si origina quando la copertura arborea di un popolamento coetaneo maturo comincia ad aprirsi (creazione di *gaps*) e sussistono condizioni favorevoli alla rinnovazione. Si può verificare anche quando una specie sciafila secondaria si insedia sotto copertura di una specie eliofila e le piante che costituiscono i due strati hanno età differenti. È la distribuzione normale delle foreste umide equatoriali, dove i piani possono essere anche più di due. La struttura stratificata è ancora normale nella fase di rinnovazione della fustaia trattata a tagli successivi, quando il taglio di sgombero, eccessivamente ritardato, non viene più eseguito per non danneggiare la rinnovazione. Si viene allora a creare un popolamento a due piani di cui il piano dominante

è formato da alberi della vecchia fustaia mentre la rinnovazione occupa il piano dominato. Talvolta può essere confusa con la struttura coetanea con riserve.

La descrizione della struttura verticale si combina con quella della composizione specifica in quanto, in un bosco misto, le singole specie possono occupare piani diversi.

Anche l'esame di una immaginaria sezione orizzontale, in grado di mettere in evidenza la posizione della base delle singole piante e la proiezione delle chiome alle varie altezze, fornisce importanti indicazioni. La struttura orizzontale (o tessitura) delle chiome consente di valutare il grado di copertura. Le chiome possono trovarsi a contatto più o meno serrato, oppure separate tra loro. Gli spazi tra le chiome, che sono talvolta il risultato di tagli colturali, ma possono anche risultare da eventi meteorici o da condizioni di degrado, indicano che l'energia in arrivo viene solo in parte sfruttata dagli alberi e può dare origine ad un'abbondante copertura erbacea o arbustiva, oppure consentire l'affermarsi della rinnovazione.

La struttura può tenere conto anche della distribuzione dei diametri del soprassuolo. Il diametro di un albero, misurato a 1,30 m da terra, è correlato alla sua altezza e quindi la distribuzione dei diametri di un soprassuolo fornisce indicazioni relative alla struttura spaziale.

La struttura per età, invece, permette di indagare sulle modalità di insediamento e sulla produttività del bosco. In relazione a questo carattere si distinguono:

- boschi coetanei: caratterizzati dalla presenza di alberi che hanno la stessa età o che, più frequentemente, sono nati a breve distanza di tempo, così che le condizioni in cui sono cresciuti, in particolare per quanto riguarda la concorrenza, si possono considerare uniformi. È la struttura tipica dei popolamenti (fustaie, cedui) trattati a taglio raso o a tagli successivi (solo fustaie);
- boschi disetanei: nei quali sono rappresentate in teoria tutte le età, da quella della giovane rinnovazione fino a quella dell'albero più vecchio, con un numero di individui progressivamente decrescente al crescere dell'età. Dal punto di vista selvicolturale, questo tipo di struttura è tipica delle fustaie trattate a taglio saltuario. Essa rispecchia quella di una popolazione stabile e si riscontra raramente anche in boschi comunemente definiti disetanei, data la tendenza degli alberi a fruttificare abbondantemente a intervalli di qualche anno così che la natalità non si verifica con regolarità annuale. In

più è possibile che gli individui nati in un determinato anno siano soggetti a una forte mortalità, cosicché in breve tempo un'intera generazione sparisce. Di conseguenza per la costruzione della struttura delle età, si utilizzano generalmente classi dell'ampiezza di dieci o più anni. La descrizione del carattere "età" è laboriosa, pertanto spesso si definisce la struttura delle età in base alla struttura dei diametri, per via della evidente correlazione tra i due parametri. Si impiegano in tal caso, i termini coetaneiforme e disetaneiforme, poiché l'età non viene direttamente misurata ma interpretata;

- strutture intermedie: in natura si riscontrano forme strutturali intermedie tra il tipo strettamente coetaneo e quello strettamente disetaneo. Tra queste BAKER (1950) individua:
 - struttura irregolare: si sviluppa in seguito a tagli irrazionali succedutisi con criteri diversi nel tempo e nello spazio o in seguito alla morte di gruppi o di singoli alberi. La rinnovazione, in questi casi, ha possibilità di affermazione solo sulle superfici liberate dalla concorrenza. A differenza del caso precedente, gli alberi delle classi diametriche inferiori, anziché formare il piano dominato, uniformemente distribuito sulla particella, occupano le piccole radure. In qualche caso la distribuzione degli alberi per classi diametriche può essere simile al precedente;
 - struttura disetanea a gruppi: questa distribuzione è caratteristica della maggior parte delle foreste vergini dei climi temperati. La rinnovazione non è continua, ma per lo più a gruppi, di età diversa, irregolarmente distribuiti nello spazio all'interno dell'area d'insidenza in precedenza liberata dalla morte di singoli alberi stravecchi o di gruppi di alberi deceduti per attacchi parassitari. Pertanto, la disetaneità dell'intero popolamento spesso è dovuta a gruppi di alberi coetanei fra loro. La struttura disetanea per gruppi può essere anche conseguenza del trattamento (tagli a scelta, a gruppi, ecc.);
 - struttura coetanea con riserve: è conseguente al trattamento selvicolturale, allorché alla scadenza del turno o col taglio di sgombero, si rilascia sulla superficie un certo numero di alberi per produrre assortimenti con diametri eccezionali. La stessa distribuzione è spesso prodotta naturalmente quando gli incendi o le avversità meteoriche non distruggono tutto il soprassuolo, e gli alberi, che rimangono vitali, vengono lasciati fino alla scadenza del turno successivo.

5.6 – Struttura e Biodiversità

Da quanto scritto finora appare chiaro che esiste un legame molto stretto tra la struttura e la biodiversità di un popolamento forestale. La diversità strutturale stessa (α -diversità, WHITTAKER, 1972), rappresenta uno dei principali aspetti della biodiversità dei soprassuoli forestali (OLIVER E LARSON, 1996).

La struttura orizzontale si traduce in una variabilità della composizione specifica, sia per quanto riguarda la componente arborea, che per quella arbustiva ed erbacea; le caratteristiche del suolo e la sua fertilità sono molto legate alla struttura degli apparati radicali; l'alternanza tra copertura arborea e spazi aperti nel soprassuolo determina differenti condizioni microclimatiche, che possono innescare o meno processi di competizione e/o sviluppo di determinate specie, sia animali che vegetali; una struttura diversificata fornisce una ricchezza di habitat e nicchie ecologiche; tutte le funzioni ecosistemiche sono connesse alla diversità strutturale (CIANCIO *et al.*, 2005; CORONA *et al.*, 2005; SPIES, 1997), la quale può essere misurata, in termini spaziali, attraverso l'applicazione di indici (CORONA *et al.*, 2005; MIURA e YAMAMOTO, 2003; LATHAM *et al.*, 1998; BERRETTI *et al.*, 2004; POMMERENING, 2002, 2006).

La struttura dei popolamenti è la risultante delle interazioni tra fattori bio-ecologici ed attività antropica ed è un importante elemento per l'analisi e la gestione degli ecosistemi forestali. La sua conoscenza consente di esaminare l'eterogeneità spaziale o *patchiness*, la dinamica temporale della vegetazione, i fattori della rinnovazione e della dinamica dei *gaps*, di valutare le variazioni microclimatiche, di definire le esigenze di nicchia della fauna selvatica. In sintesi, lo studio della struttura permette di individuare e definire lo stadio evolutivo del bosco e il grado di complessità del sistema (CIANCIO e NOCENTINI, 1994 a, b; PIGNATTI, 1998), e viene ritenuta una chiave caratteristica e un elemento distintivo delle grandi successioni delle foreste. Le diverse condizioni strutturali di un bosco sono riconducibili a fasi attraverso le quali si sviluppa il processo dinamico dell'ecosistema. In termini gestionali, l'analisi dei diversi tipi strutturali consente di valutare gli effetti degli interventi selvicolturali che negli anni si sono succeduti in bosco. Essa rappresenta il punto di partenza per la definizione di modalità di gestione in grado di migliorare e promuovere la complessità strutturale dei popolamenti e l'efficienza funzionale del sistema.

5.7 – *Attributi strutturali come indicatori di biodiversità*

Per osservare e descrivere la struttura di un popolamento forestale e avere poi, attraverso la sua analisi, gli strumenti per definire i legami con la biodiversità e la complessità/semplificazione del sistema, è necessario individuare in maniera chiara quali siano gli attributi strutturali da tenere in considerazione.

Gli attributi strutturali di un popolamento sono spesso collegati a quelli funzionali e composizionali (FRANKLIN *et al.*, 2002; FERRIS e HUMPHREY, 1999; NOSS, 1990). Per esempio, un attributo strutturale come il legno morto può essere un buon indicatore di attributi funzionali, come la decomposizione e i cicli dei nutrienti (FRANKLIN *et al.*, 1981). Similarmente, gli attributi di composizione, come la distribuzione delle specie e l'abbondanza, possono rimandare alla stratificazione della copertura, attributo strutturale (FRANKLIN *et al.*, 2002), o alla fioritura, attributo funzionale (KAVANAGH, 1987).

Gli attributi strutturali a cui la letteratura fa riferimento sono molteplici e sono stati sapientemente descritti in un'interessante *review* di MC ELHINNY *et al.* (2005), di cui si riporta una tabella riassuntiva che rappresenta una guida fondamentale nell'analisi strutturale dei popolamenti (Tabella 1).

Nell'ambito di questo lavoro si è posta particolare attenzione all'analisi dell'eterogeneità strutturale come indice di biodiversità e come base per la gestione sostenibile dei popolamenti, attraverso il rilievo e la descrizione dei principali parametri dendrometrici e strutturali, ponendo l'attenzione sull'applicazione di alcuni indici, in grado di esprimere quantitativamente e in maniera sintetica la struttura spaziale dei popolamenti.

L'utilizzo di tali indici, certamente riduttivi se considerati singolarmente, permette di descrivere agevolmente i popolamenti e, soprattutto, di procedere a dei confronti tra le diverse aree rilevate. Essi rappresentano uno strumento rapido per il monitoraggio di uno degli aspetti fondamentali della diversità sistemica in ambito forestale.

Elemento	Attributo
Chioma	Diversità di altezza della chioma
	Numero di strati
	Densità di chioma nei diversi strati
Copertura	Copertura
	Dimensione media dei vuoti (<i>Gaps</i>) e proporzione Copertura/Vuoti
	Proporzione (percentuale) di piante con cimali spezzati o morti
Diametro delle piante	Diametro a petto d'uomo – diametro medio
	Deviazione standard del diametro
	Diversità dimensionale degli alberi
	Variazione orizzontale del diametro
	Distribuzione delle frequenze delle piante in classi di diametro
	Numero di alberi grandi
Altezza degli alberi	Altezza del piano dominante
	Deviazione standard delle altezze
	Variazione orizzontale delle altezze
	Ricchezza in classi di altezza
Distribuzione spaziale degli alberi	Clark Evans Index
	Set di indici per l'analisi strutturale (NBSI - LATHAM - MORISITA)
	Percentuale di piante in cluster
	Numero di piante ad ettaro
Biomassa popolamento	Area basimetrica e Volume del popolamento
Presenza di diverse specie di alberi	Diversità e/o ricchezza in specie
	Abbondanza relativa di specie chiave
Sottobosco	Copertura erbacea e/o sua variazione
	Copertura arbustiva
	Altezza dello strato arbustivo
	Copertura totale e ricchezza del sottobosco
	Numero di individui di rinnovazione ad ettaro
Legno morto	N, V o G dei residui (suddivisi per classi di decomposizione e classi di d)
	V delle ceppaie (fusti a terra) per classi di decomposizione o di diametro
	Lunghezza o copertura delle ceppaie (dei fusti a terra)
	Coefficiente di variazione della densità di ceppaie (fusti a terra)
	Copertura della biomassa da lettiera

Tabella 1 – Elementi e attributi strutturali (da MC ELHINNY *et al.*, 2005 – modificata)

Gli indici applicati sono i seguenti:

- Indici del gruppo NBSI (CORONA *et al.*, 2005; POMMERENING, 2006): sistema integrato di indici basato sulle interrelazioni tra alberi vicini (*neighbourhood-based structural indices*), in particolare l'indice UAI o di Winkelmass – Uniform angle index (VON GADOW *et al.*, 1998; VON GADOW, 1999), l'indice SM o di mescolanza specifica (FÜLDNER, 1995; VON GADOW e HUI, 1999; AGUIRRE *et al.*, 2003), l'indice DBHD o di dominanza diametrica (AGUIRRE *et al.*, 2003; CORONA *et al.*, 2005) e l'indice DIST (CORONA *et al.*, 2005). Tali indici sono opportuni nell'analisi della struttura orizzontale.
- Indice di MORISITA: un indice di dispersione in grado di fornire informazioni sulla struttura orizzontale (MORISITA, 1959; MIURA e YAMAMOTO, 2003).
- Indice di LATHAM: un indice che consente di suddividere il popolamento in piani verticali e, pertanto, utile nell'analisi della struttura verticale (LATHAM *et al.*, 1998; BERRETTI *et al.*, 2004).

6 – I NUOVI APPROCCI SELVICOLTURALI

Le attuali esigenze della Gestione Forestale Sostenibile hanno messo in luce l'inadeguatezza dei sistemi selvicolturali tradizionali (COATES e BURTON, 1997; KHOM e FRANKLIN, 1997; SPIES, 1997), che nonostante siano stati arricchiti nel tempo di numerose varianti, si sono dimostrati troppo rigidi e assolutistici. I forestali hanno abitualmente gestito le foreste con metodologie che prescrivevano l'omogeneità dei popolamenti per garantire e ottimizzare la crescita degli alberi. La produzione di legname, come obiettivo primario, ha ormai lasciato spazio a più ampi obiettivi quali la sostenibilità delle funzioni e delle dinamiche dell'ecosistema, il mantenimento della diversità e della resilienza, o la protezione delle specie a rischio, e allo stesso tempo garantire tutta quella varietà di servizi che l'ecosistema è in grado di fornire all'umanità.

Pertanto, la selvicoltura del XXI secolo non può basarsi soltanto su approcci di validità generale, ma dovrà individuare soluzioni appropriate a problematiche specifiche (KHOM e FRANKLIN, 1997). Lo sviluppo di una conoscenza precisa (*learning process*) del popolamento oggetto di interesse, l'attuazione di una gestione adattativa e il monitoraggio delle risposte del sistema agli interventi a cui è sottoposto, rappresentano il punto di partenza per l'indicazione di una serie di nuovi modelli selvicolturali.

Tra i nuovi approcci con i quali la selvicoltura sta gestendo alcuni popolamenti forestali, quelli che meglio si adattano alle esigenze di gestione sostenibile in ambiente mediterraneo, ma non solo, e che sono state descritte ampiamente in letteratura sono:

- Il *Gap-based management* ossia la gestione basata sull'apertura di vuoti nella copertura arborea;
- La riscoperta e l'applicazione del *Traditional Ecological knowledge* (i *saperi locali*);
- Il *sistema modulare*.

6.1 – *Gap-based Management*

L'interruzione della copertura arborea, su superfici più o meno ampie, innesca processi di successione della vegetazione e crea un *pattern* spaziale che può avere una forte influenza sulla dinamica delle popolazioni e sui processi nell'ecosistema. L'apertura di

vuoti nella copertura può produrre un “mosaico mobile” di tessere di età, composizione e struttura diverse, contribuendo alla diversità a livello di paesaggio (OLIVER e LARSON, 1996; PERRY e AMARANTHUS, 1997; NOCENTINI, 2005). Sono molte le applicazioni concrete e recenti basate sulle dinamiche dei *gaps* (COATES e BURTON, 1997; KHOM e FRANKLIN, 1997; EMBORG, 1998; CIANCIO *et al.*, 2004; PORTOGHESI *et al.*, 2005).

Nei boschi naturali le aperture sono determinate dalla caduta di alberi; esse consentono l'introduzione e l'affermarsi della rinnovazione naturale. Il selvicoltore ha percepito questa dinamica sin dall'inizio e ha codificato forme di governo e trattamento, dedicando attenzione a singole piante o a gruppi di queste, la cui utilizzazione, ad intervalli di tempo diversificati, doveva soddisfare in modo positivo la preoccupazione di mantenere e usare in modo corretto la potenzialità produttiva della stazione. I criteri selvicolturali basati sull'imitazione dei processi naturali, però, sono stati nella quasi totalità sacrificati a favore di quelli economici, e gli interventi sul bosco hanno spesso assunto la forma di semplici utilizzazioni piuttosto che di gestione attiva volta all'uso, alla conservazione e alla perpetuità del bosco attraverso la rinnovazione naturale.

Oggi si tende nuovamente ad osservare con molta attenzione le dinamiche che si instaurano nelle foreste naturali in seguito all'apertura di *gaps*, per verificare la possibilità di intervenire in maniera simile anche nelle foreste coltivate. La dimensione delle aperture è particolarmente importante perché influenza le condizioni stazionali locali (radiazione solare, temperatura, condizioni idriche, vento, suolo), la disponibilità di fonti di seme e l'aspetto paesaggistico.

Nelle radure e nelle lacune più vaste, che si producono in seguito alla caduta degli alberi deperienti, si creano condizioni ecologiche simili a quelle delle tagliate a raso di superfici comunque limitate. Il popolamento arboreo che vi si insedia assume una struttura coetanea o paracoetanea, con densità che permangono elevate a tutte le età. Radure e lacune di ampiezza inferiore a 1000 m², (CAPPELLI, 2000) ma più comunemente fra 200 e 600 m², conservano invece condizioni di bioclimate e di suolo meno diverse rispetto a quelle del bosco chiuso. Nei novelleti che qui si insediano e che sono poco densi, l'evoluzione segue tendenze diverse determinando una più marcata riduzione numerica e una più intensa selezione promossa dal “contorno” (competizione, protezione laterale, illuminazione diretta discontinua, maggiore umidità, microclima marginale, ecc.), ovvero dal competitivo ambiente in cui il novelletto deve svilupparsi. Tale processo è tanto più attivo quanto minori e più frazionate sono, nelle strutture complesse, le aree del novelletto. La maggiore concorrenza permette agli individui meglio dotati di emergere precocemente e di dominare

gli altri circostanti, raggiungendo dimensioni che non si osservano nelle ordinarie strutture coetanee, salvo in quelle fortemente diradate (GIANNINI e SUSMEL, 2006).

Dal punto di vista tecnico, per la gestione dei popolamenti forestali basata sulla dinamica dei *gaps*, la letteratura riporta diverse indicazioni sulla sequenza dei tagli, che devono essere sufficientemente distanziati nel tempo e nello spazio e sulla dimensione dei tagli. La maggior parte degli Autori (DE PHILIPPIS, 1948; PERRIN, 1954; SCHUTZ, 1997) concorda sul fatto che una buca non dovrebbe mai superare 1500 m². Indicazioni precise sono fornite da PIUSSI (1994) e DEL FAVERO *et al.* (1998), i quali ritengono che il diametro (o il lato) della buca debba essere pari o inferiore a 1 – 1,5 volte l'altezza delle piante dominanti circostanti, determinando ampiezza comprese tra 600 e 1500 m². CAPPELLI (2000) indica $D=1/2 H$ (500-1000 m²).

Altri autori (ROUSSEL, 1972; ROJO SAIZ, 1977; BOUDRU, 1989; MATTEWS, 1989) considerano anche dimensioni pari a 2H, laddove siano necessarie maggiori quantità di luce per assicurare lo sviluppo dei semenzali di specie non tolleranti l'ombra.

Ai fini di questa tesi, è interessante osservare come in presenza di popolamenti di determinate specie (ad esempio il faggio) si assista a un importante dinamismo legato all'insediamento e allo sviluppo della rinnovazione naturale in buche di dimensioni ancora inferiori (< 100 m²), all'interno delle quali è possibile riscontrare delle condizioni estremamente favorevoli per l'affermazione del novellame. Tale dinamismo è perseguibile con l'applicazione del taglio a scelta a piccoli gruppi (CIANCIO *et al.*, 2004).

6.2 – La riscoperta e l'applicazione del Traditional Ecological Knowledge – I saperi locali

L'identificazione, la descrizione e la presa in considerazione delle forme colturali, che non rientrano nella selvicoltura classica e che, in diversi ambienti e con varie modalità, sono state sviluppate e salvaguardate dai privati, ha l'indubbio vantaggio di arricchire la selvicoltura di nuovi modelli in grado di conseguire le finalità della proprietà, di fornire occasioni di lavoro alle popolazioni locali e di corrispondere alle esigenze di ordine paesaggistico e culturale sempre più pressanti della società (CIANCIO *et al.* 2004).

Secondo BERKES *et al.* (2000), alcuni aspetti del *sapere ecologico tradizionale*, appaiono particolarmente rilevanti ai fini di una gestione sostenibile delle risorse naturali:

- la gestione delle risorse segue regole definite localmente, sostenute istituzionalmente dagli stessi utenti;

- l'utilizzazione delle risorse tende a essere flessibile: si basa su metodi di rotazione delle superfici e su restrizioni periodiche all'uso;
- attraverso la valutazione delle retroazioni (*feedback*), gli utilizzatori accumulano una conoscenza ecologica che aiuta a monitorare lo status della risorsa e a tener conto delle variazioni;
- si usano risorse diversificate in modo da mantenere aperte più opzioni e da ridurre i rischi;
- la gestione delle risorse è di tipo qualitativo: si basa sulla valutazione delle retroazioni e dei cambiamenti nell'ecosistema e non su un predeterminato obiettivo di produzione;
- la conservazione delle attività tradizionali (agro-silvo-pastorali) può essere considerata, in senso lato, anche una forma di conservazione della diversità, in quanto in esse si identifica il riconoscimento di un valore di protezione dovuto alla presenza di emergenze antropologiche, storico-tradizionali e paesaggistiche.

6.3 – Il Sistema Modulare

Al concetto di gestione sostenibile, attraverso la selvicoltura sistemica, ben si affianca la teoria del sistema modulare (CIANCIO *et al.*, 1981-82; CIANCIO, 1999), con il quale si tende a ottenere un bosco in grado di auto-organizzarsi e di favorire la rinnovazione naturale sotto copertura, superando i concetti di turno e diametro di recidibilità e attivando processi di rinaturalizzazione (CIANCIO e NOCENTINI, 1996 a). L'intento è anche quello di invertire la tendenza secondo la quale le esigenze finanziarie risultano preminenti rispetto a quelle bio-ecologiche. I tagli modulari sono una forma colturale in grado di assecondare l'aumento della complessità del sistema. Essi sono definiti da una sequenza di tagli, costituente un insieme armonico ed organico, in cui, in funzione delle modificazioni provocate nel popolamento e delle reazioni di questo ai singoli eventi, ciascun taglio varia nel tempo e nello spazio al fine di controllare, orientare e guidare il processo evolutivo del soprassuolo forestale nell'intento di ottimizzare il fenomeno della rinnovazione naturale.

I tagli modulari, basati su interventi cauti, continui e capillari, assolvono ai tre assiomi della selvicoltura (funzionalità biologica, perpetuità e uso del bosco).

Il sistema si può applicare ai due casi ideali di boschi di origine naturale o a piantagioni legnose da convertire o trasformare in boschi autonomi e autosufficienti e alle diverse forme intermedie riscontrabili.

7 – ECOLOGY OF LEARNING

La gestione forestale oggi deve corrispondere ai bisogni della società, perseguendo l'obiettivo dell'equità intragenerazionale e intergenerazionale. Essa, cioè, deve consentire l'accesso alla risorsa rinnovabile bosco sia agli attuali beneficiari, sia a coloro che, per vari motivi, al momento non possono beneficiarne. Deve consentire pari opportunità anche a coloro che dovranno beneficiarne in futuro. È necessario quindi un cambiamento su più fronti: culturale ed etico, scientifico e tecnologico, politico e normativo, oltre che economico e sociale (CIANCIO, 2002).

Tale cambiamento, tanto auspicato da coloro che sostengono la visione olistica dell'ambiente e in particolare dell'ecosistema bosco, e che promuovono la selvicoltura sistemica come soluzione alle nuove esigenze del panorama forestale, per potersi avverare necessita di una vera e propria rivoluzione culturale che dovrà interessare tutti gli ambiti del sapere umano e che dovrà partire da un differente modo di percepire la natura e gli ecosistemi di cui facciamo parte.

Solo intervenendo sui concetti di apprendimento e di cultura e agendo, pertanto, sull'educazione delle nuove generazioni e sulle concezioni di coloro che operano attualmente nei vari settori della società, nel nostro caso con particolare riferimento al settore forestale, si potrà giungere a un diverso modo di interpretare la natura e la relazione che intercorre tra questa e l'uomo, individuando così nuovi metodi per interagire con essa, non più in un'ottica antropocentrica bensì sistemica. La nuova sfida non è di natura tecnica o scientifica, ma assolutamente di natura culturale; bisogna agire sul comune sentire, sulla visione del mondo da parte della collettività puntando sui giovani e sulla loro capacità di apprendimento e di adattamento.

Il cambiamento culturale a cui dobbiamo tendere viene caldeggiato e promosso dagli esperti di ecologia dell'apprendimento: *Ecology of Learning*.

Questa definizione, spesso considerata sinonimo di *Ecology of education* o di *Ecologia Umana*, ha dato luogo a diversi dibattiti sul piano sociologico, tecnologico e anche religioso.

Essa può essere intesa come una branca delle scienze dell'educazione, interessata dallo spirito di rinnovamento globale, e caratterizzata da un forte approccio ecologico

(TURPEINEN, 2005). I precursori di questa nuova filosofia, con cui si tende a permeare di una visione ecologica la scienza moderna e, prima ancora la conoscenza e la cultura, sono stati MATURANA e VARELA (1985, 1987) e LINCOLN e GUBA (1985). Diversi sono gli Autori che nell'arco degli ultimi anni dello scorso secolo hanno tentato questo "salto di qualità" anche nella disciplina definita sociobiologia, tra questi SEGERSTRALE (2000).

Normalmente l'ecologia è considerata una scienza biologica, un approccio sistematico basato sui processi e sulle strutture presenti in natura. Esiste però una tradizione che applica l'approccio ecologico anche nelle scienze umanistiche, sebbene la tradizione scientifica europea sia stata sempre principalmente basata sulla visione antropocentrica.

Per TURPEINEN (2005) è fondamentale chiedersi: come è possibile trasferire l'approccio ecologico, finora di dominio di un'élite scientifica, anche nel processo educativo scolastico e nella formazione in età adulta? Come è possibile fare in modo che l'*Ecology of Learning* diventi la nuova prospettiva culturale ai fini di una gestione sostenibile delle risorse?

7.1 – L'*Ecology of Learning* e la cultura della complessità

L'*Ecology of learning* è una scienza interdisciplinare, non più basata sul positivismo o sul riduzionismo, ma piuttosto sulla teoria del caos e sulla cultura della complessità.

L'approccio riduzionistico, che certamente è stato molto utile in passato per lo studio di molti fenomeni e che ne ha permesso, in molti casi, una parziale, e più raramente una totale comprensione, è inappropriato nel contesto di studi attuali (COLQUHOUN, 2003) e dovrebbe lasciare il posto all'approccio integrato e alla visione olistica.

In un sistema, il concetto di complessità fornisce una chiara cornice di come gli individui e le organizzazioni si comportano, interagiscono, si relazionano ed evolvono in un contesto sociale sempre più ampio. La complessità permette anche di comprendere perché gli interventi sugli ecosistemi spesso danno origine a conseguenze molto diverse da quelle attese. L'intricata interrelazione tra gli elementi all'interno di un sistema complesso da origine a molteplici vincoli di dipendenza e i cambiamenti avvengono a tutte le scale.

La teoria della complessità si presta ad essere applicata ai sistemi naturali così come a quelli sociali, poiché è ugualmente utile nell'esame delle comunità (comunque esse siano definite o intese). Essa ci permette di avvicinarci alla comprensione delle motivazioni che conducono il sistema a reagire in maniera inattesa (vedi sopra) e che determinano i meccanismi adattativi delle sue componenti.

È l'etimologia della parola stessa a venirci incontro in tal senso: *com-plexus* significa “ciò che è tessuto insieme”, e quindi il concetto di complessità implica, a un tempo, distinzione, cooperazione e tensione delle parti in gioco in una totalità emergente, che tutte le parti, singolarmente, irriducibilmente e attraverso le loro relazioni contribuiscono a creare: “*La vita è una delicata trama intessuta; tocca un filo ed essa vibrerà tutta*” (FOLEY, 1988 in COLQUHON, 2003).

Secondo alcuni fautori dell'*Ecology of Learning* (COLQUHON, 2003), la conoscenza e, solo di conseguenza, la scienza e la tecnica, dipendono da tre fattori fondamentali interrelati: il contesto, il significato e il comportamento. Il fruitore di un'azione educativa o culturale, assume un comportamento preciso in funzione del valore (significato) che riconosce a un determinato contesto (ambientale, sociale, lavorativo...). Basti pensare al differente atteggiamento che ognuno di noi tiene in contesti molto diversi quali la famiglia, la scuola, il lavoro, lo svago. Si presume, pertanto, che rivoluzionando il contesto culturale di riferimento, assegnandogli il “giusto valore” (con l'abbandono della visione antropocentrica in favore di quella sistemica), [valore strumentale e valore intrinseco – CIANCIO e NOCENTINI, 2001 a, b; NOCENTINI, 2001 (a) e (b)] sia possibile modificare sostanzialmente il comportamento umano nei confronti dell'ambiente.

Ecco il nocciolo della questione, lo scopo dell'*Ecology of Learning*. Indirizzare gli individui alla comprensione del giusto valore da assegnare alle diverse componenti del sistema, di cui essi stessi fanno parte, non in qualità di dominatori, ma in qualità di esseri in equilibrio con esso. Dopo secoli di cultura riduzionistica, volta all'interpretazione della realtà attraverso la separazione delle diverse componenti; utilitaristica, volta all'assegnazione del valore di un bene in base all'utilità che se ne può ricavare; antropocentrica, volta all'affermazione della razza umana su qualsiasi altra componente, è necessario adesso agire sul sentire comune, attraverso la diffusione di una diversa cultura, che favorisca l'espansione della visione olistica, che si contrappone nettamente a tutto ciò.

Certamente l'uomo come componente dell'ecosistema, solo in linea teorica potrà essere assimilato a qualsiasi altro elemento, poiché possiede caratteristiche uniche in virtù delle quali si trova ad avere un ruolo particolare nel cosmo: è dotato di coscienza di sé, ragione e libertà, che lo rendono capace di comprendere l'ordine intrinseco alla complessità della natura, e di scegliere “se” e “come” trasformarla secondo un proprio progetto (CORONA e PORTOGHESI, 1996).

Pertanto, se le componenti di un ecosistema si organizzano in modo tale che esso possa essere descritto sulla base di relazioni, strutture, confini e gerarchie, ciò non è sufficiente

quando si considera l'uomo come componente essenziale. Esiste, infatti, un ulteriore fattore da analizzare e cioè il "senso di appartenenza", (KICKBUSCH, 1989) che deriva dalla sopracitata coscienza di sé.

È su questa coscienza, su questo senso di appartenenza, che deve puntare l'*Ecology of Learning* per mirare l'azione educativa e porre l'uomo nella giusta prospettiva nei confronti della natura.

Un'ulteriore considerazione va fatta. L'impegno educativo è fondamentale perché il cambiamento su più fronti, tanto auspicato dalla comunità scientifica e culturale in generale, può essere frutto solo di una libera scelta, la quale potrà essere fatta solo dopo l'acquisizione di un'opportuna conoscenza. In tutti i campi, però, le scelte sono spesso dettate, se non addirittura imposte, da considerazioni (più o meno consapevoli) di ordine economico e finanziario. Spesso è il mercato che orienta in maniera profonda le nostre scelte. Questa verità è ampiamente dimostrata dal percorso intrapreso dal pensiero forestale, che si è evoluto molto nell'arco dei secoli, ma che è sempre stato guidato fondamentalmente da concetti rigidi quali quello del bosco normale, in grado di fornire un prodotto annuo, massimo e costante. È dunque necessario svincolarsi dalla visione utilitaristica che tanto è radicata nella nostra società, perché essa non consentirà a lungo andare, l'uso sostenibile delle risorse e la salvaguardia dell'ambiente.

La cultura è libertà; la conoscenza, e soprattutto l'approccio ecologico nella sua acquisizione, saranno la chiave che ci permetterà di aprire le porte di un futuro sostenibile, che altrimenti ci rimarrà precluso.

7.2 – *L'Ecology of Learning e le nuove frontiere dell'educazione*

Il nuovo approccio all'educazione si basa sulla connessione che esiste tra i fruitori dell'azione educativa e i fenomeni associati all'ambiente naturale.

L'ambiente naturale è contemporaneamente oggetto di studio e fonte di apprendimento. È necessario imparare ad applicare le nostre conoscenze per tessere una migliore relazione con l'ambiente e nel medesimo tempo apprendere dall'ambiente stesso come intessere tale relazione. Sarà l'ambiente a divenire "educante".

La cultura dominante si è basata finora su un'assunzione: "l'uomo è in grado di modificare l'ambiente e pertanto è perfettamente comprensibile che lo faccia". L'azione

antropica nei confronti del mondo naturale ha causato problemi ambientali significativi. Noi abbiamo completamente stravolto l'ecologia naturale dei sistemi viventi, alterando fondamentalmente la nostra relazione con essi. Però, mentre è sempre stato chiaro che l'uomo ha il potere di influenzare e modificare l'ordine delle cose, non è mai stato altrettanto chiaro che tale comportamento determina spesso conseguenze negative.

Con riferimento all'azione educativa, tale riflessione conduce alla possibilità di modificare noi stessi e il nostro comune sentire, agendo sull'ambiente educante (ambiente come fonte di apprendimento).

Il mondo contemporaneo pone molteplici sfide, affascinanti, drammatiche, in ogni caso ineludibili: la sfida della convivenza; dell'innovazione; della qualità; del progetto; dell'interdipendenza globale; della complessità tecnologica ed ecologica.

Tutte queste sfide impongono di formulare e di affrontare nuovi tipi di problemi; invitano a capire quali presupposti, pregiudizi, specialismi, barriere comunicative siano oggi di ostacolo alla concezione e alla progettazione di nuove forme di convivenza e di cooperazione fra saperi e culture; offrono prospettive originali e innovative, che nelle crisi presenti ci consentano di rinvenire anche opportunità impreviste. In altre parole, esse impongono uno sforzo transdisciplinare e interculturale per un'educazione alla complessità (CALLARI GALLI *et al.*, 2000).

8 – STABILITÀ DEL SISTEMA

La stabilità dell'ecosistema è definita da due proprietà separate ma correlate: la resistenza e la resilienza (LARSEN, 1995; PERRY e AMARANTHUS 1997).

La resistenza è l'abilità del sistema di assorbire piccole perturbazioni e di prevenire che esse si ingrandiscano fino a trasformarsi in disturbi di vasta entità. La resilienza è la capacità di ritornare a un dato stato del sistema (definito dalla tipologia strutturale e dai processi), in seguito all'evento perturbativo. Naturalmente lo stato a cui gli ecosistemi stabili ritornano non è mai un'esatta replica di quanto esisteva prima, ma esso contiene gli stessi elementi di base (ricchezza specifica, habitat, fertilità del suolo ecc.) e supporta i medesimi processi chiave. In altre parole, l'ecosistema è stabile quando la sua integrità è mantenuta anche dopo un evento di disturbo (LARSEN, 1995; PERRY e AMARANTHUS 1997; GIANNINI e SUSMEL, 2006).

La stabilità dell'ecosistema, che è un sistema aperto, non è mai legata ad un equilibrio statico, bensì ad un equilibrio dinamico che garantisce il bilancio tra scambi di energia e materia. Lo stato di equilibrio dinamico è soggetto a oscillazioni più o meno evidenti, determinate dalle azioni di disturbo e che il sistema è in grado di controbilanciare grazie proprio alla resilienza.

I fattori di disturbo nei sistemi forestali si realizzano attraverso un'ampia varietà di micro-meso scale che determinano il contesto spaziale e temporale per i diversi processi (CIANCIO e NOCENTINI, 2003 a). Molti dei processi che producono e sostengono la diversità biologica di un popolamento si riferiscono ad eventi che si sono verificati in un lontano passato o in zone del paesaggio esterne all'area in esame (*presente invisibile e posto invisibile*) (MAGNUSON, 1990; SWANSON e SPARKS 1990). Particolarmente importante è il ruolo svolto dai disturbi naturali, estremamente variabili in tipologia e intensità, nel regolare le proprietà dell'ecosistema, la dominanza specifica e l'innescio di meccanismi di successione (BIANCHI *et al.*, 2005; BOVIO *et al.*, 2005; DE BELL *et al.*, 1997; EMBORG, 1998; PERRY e AMARANTHUS, 1997; TAPPEINER *et al.*, 1997; WOHLGEMUTH *et al.*, 2002; ZERBE, 2002).

La diversità, essendo una componente chiave della complessità e, dunque, della stabilità, degli ecosistemi, contribuisce notevolmente ai meccanismi di resistenza e

resilienza. Quando specie differenti svolgono funzioni simili a scale anche molto diverse si verifica un rafforzamento funzionale dell'ecosistema che aumenta la sua capacità di recupero dopo eventi perturbativi (HOLLING *et al.*, 2002).

8.1 – Fattori di disturbo

La diversità è originata e controllata anche dalla frequenza dei fenomeni di disturbo che in relazione alla loro periodicità ed intensità possono alterare la funzione competitiva e, quindi, l'organizzazione della struttura e della dinamica degli ecosistemi. Il verificarsi di un disturbo non è necessariamente un evento destabilizzante. Se i disturbi sono piccoli, come ad esempio la morte e/o la caduta di una o poche piante, nonché ripetuti nel tempo anche in successione frequente, rientrano nella normale evoluzione del sistema foresta e possono determinare una grande diversità anche su superfici ridotte.

I fattori di disturbo possono essere naturali o di origine antropica; questi ultimi imitano e spesso amplificano gli effetti che comunemente sono causati dai primi e ai quali il sistema, generalmente è in grado di reagire. I fattori naturali principali sono: il fuoco, il vento forte, le precipitazioni nevose eccezionali, la siccità, le patologie; tra i più imponenti ed eccezionali: le eruzioni vulcaniche, le valanghe, le alluvioni. In particolare, gli incendi boschivi, che sono per lo più dovuti al dolo o alla negligenza umana, sono un grave fattore di disturbo per gli ecosistemi forestali, soprattutto in ambiente mediterraneo, dove il fenomeno assume elevata frequenza (BOVIO *et al.*, 2005).

Tra gli eventi perturbativi “non naturali”, ossia di origine antropica, quella che più agisce sul popolamento forestale è senz'altro la gestione selvicolturale. Nel bosco coltivato, vengono favorite una o più specie in relazione a peculiari caratteristiche quali la facoltà pollonifera, la rapidità di accrescimento, la qualità e la quantità della produzione legnosa, la rusticità. La coltivazione influenza la struttura del bosco, i processi di rinnovazione, la distribuzione in classi di età. Può anche provocare la frammentazione degli habitat, arrecare disturbo alla fauna selvatica, causare l'asportazione di humus, il rimescolamento degli orizzonti del suolo, l'insorgere di fenomeni erosivi. La semplificazione dei soprassuoli forestali antropizzati, inoltre, li rende più suscettibili agli attacchi parassitari e agli incendi.

8.2 – Biodiversità, stabilità, produttività

E' stato già accennato che, se si considera l'ipotesi di un effetto positivo della biodiversità, la resistenza e la resilienza dovrebbero aumentare (a livello di sistema) con la ricchezza in specie, in quanto un maggiore numero di queste può permettere un più elevato range di risposte alle perturbazioni. Tra l'altro, una maggiore ricchezza aumenta la probabilità che alcune specie a basso tasso di performance (è il caso delle specie altamente specializzate) aumentino la propria presenza essendo compensate da altre. Le risposte di un ecosistema ad una perturbazione dipendono comunque dalla forma e dalle relazioni esistenti tra variabilità della risposta e biodiversità. Per alcuni ecosistemi naturali (ad esempio le praterie) la produzione di biomassa è un'importante risposta variabile associata con la ricchezza di specie vegetali e, quindi, di fatto, un discreto parametro di valutazione e misurazione indiretta dei valori di biodiversità. Non si può escludere la possibilità di pervenire a conclusioni simili anche per le foreste per le quali sarà necessario considerare il completo ciclo successionale delle fasi di sviluppo e le loro durate temporali. Per queste ultime è stato evidenziato sperimentalmente che in condizioni prive di stress ambientali, le specie caratterizzate da bassi valori del sistema resistenza/resilienza hanno capacità di produrre livelli minori di biomassa rispetto a quelle caratterizzate da un sistema più efficiente (PFISTERER e SCHMID, 2002).

PARTE II

FAGGIO E FAGGETE

1 – IL FAGGIO

Il faggio è una delle specie più importanti in Europa e in Italia per l'estensione dei suoi boschi, per l'efficacia paesaggistica e naturalistica, per l'uso del legno nell'industria del mobile. Ha esigenze ecologiche molto peculiari di cui si deve tenere conto nella conservazione delle faggete, nella scelta e gestione dei popolamenti con attitudine produttiva (BERNETTI, 1995), negli interventi di naturalizzazione e nelle conversioni dei cedui.

Fra le specie legnose divide il primato, in termini di superficie, con il castagno (HOFFMANN, 1991), ma domina nettamente in qualità di “specie naturale”, come espressione biologica, cioè, dei fattori ecologici operanti in un determinato ambiente.

1.1 – Tassonomia e Morfologia

La famiglia delle *Fagaceae* DUMORTIER è formata da circa 600 specie, arboree e arbustive, riunite in otto generi e diffuse prevalentemente nelle regioni tropicali e temperate dell'emisfero settentrionale, ma presenti anche nelle regioni equatoriali dell'Asia sud-orientale e, con il genere *Nothofagus*, anche nell'emisfero australe.

Si tratta di specie monoiche con ramificazioni e foglie spiralate, dorsoventrali, semplici, pennate, alterne, decidue o persistenti. I fiori femminili sono portati in cime costituite generalmente da pochi elementi (1-15), a loro volta riunite in gruppi di 1-3 (7) attraverso una brattea ascellante detta cupola; gli ovuli sono bitegumentati; il frutto è una noce monosperma che matura in 1 o 2 anni; la cupola rimane presente anche durante lo sviluppo del seme e a maturazione racchiude totalmente o parzialmente il frutto (i frutti). I fiori maschili hanno (6) 8-20 (40) stami e sono riuniti in infiorescenze erette o pendule (GROSSONI e BUSSOTTI, 1999).

Gli 8 generi vengono riuniti in tre sottofamiglie:

- *Castanoideae*: *Castanea* Miller, *Castanopsis* Spach, *Chrysolepis* Hjelmqvist, *Lithocarpus* Blume;
- *Quercoidae*: *Quercus* L., *Trigonobalanus* Forman;
- *Fagoideae*: *Fagus* L., *Nothofagus* Blume.

Il genere *Fagus* L. è esclusivo dell'emisfero boreale e conta in tutto otto specie (BERNETTI, 1995) di cui: una nordamericana, *F. grandifolia* Ehrhart, cinque esclusive della Cina e del Giappone (*F. engleriana* Seemen, *F. longipetiolata* Seemen, *F. lucida* Rehder & Wilson, *F. japonica* Maximowicz e *F. crenata* Blume), una specie tipicamente europea (*Fagus sylvatica* L.) e una specie del sud-est europeo e dell'Asia Anteriore (*F. orientalis* Lipsky – da alcuni autori considerato una subsp. del *F. sylvatica*) (GROSSONI e BUSSOTTI, 1999). Secondo PETERS (1997) alcune varietà possono essere elevate al rango di specie, annoverandone addirittura 13.

Il faggio orientale differisce dal faggio europeo per le foglie più grandi, per la presenza di brattee fogliari caduche alla base della cupola, per la maggiore facoltà pollonifera e per il temperamento più termofilo; il suo areale inizia in Romania, Bulgaria e Grecia e, attraverso la Turchia settentrionale, arriva al Caucaso e alla Crimea. Nella transizione col faggio europeo si differenziano due entità: *F. taurica* Popl., della Turchia e del Caucaso, più affine al faggio orientale e *F. moesiaca* (K. Maly) Czecz., più vicino al faggio europeo, proprio dei Balcani e della Grecia; si ritiene che alcune popolazioni dell'Appennino settentrionale abbiano i caratteri (cupola tomentosa-cenerina) di questa entità (PIGNATTI, 1982). Anche in questo caso alcuni Autori riconoscono queste due forme sotto specifiche come varietà, con caratteristiche intermedie tra la specie *F. sylvatica* e la subsp. *F. orientalis* (GROSSONI e BUSSOTTI, 1999).

Fuori da queste entità di transizione, non si conoscono varietà botaniche di rilievo, ma solo molte cultivar ornamentali (GROSSONI e BUSSOTTI, 1999).

L'origine del *Fagus sylvatica* L. può essere fatta risalire quasi sicuramente all'Eocene, quando il faggio era diffuso in zone tra loro distinte, Italia compresa (valle dell'Arno, margine delle Alpi). Alla fine del Pliocene, a causa di un peggioramento del clima, il faggio si è adattato dal punto di vista ecologico subendo delle modifiche morfologiche

come, per esempio, il passaggio da una foglia persistente ad una caduca. In questo stesso periodo il faggio si è differenziato come specie sciafila in grado di costituire boschi monospecifici, orofili, a densità elevata, capaci di caratterizzare un *Fagion*, nel senso della moderna fitosociologia, e a collocarsi nella zona del *Fagetum* secondo la classificazione fitoclimatica di PAVARI (BERNETTI, 1995).

Il faggio è un albero non particolarmente longevo (200-300 anni) che raggiunge i 30-35 m di altezza; normalmente monocormico, con fusto cilindrico che supera agevolmente il metro di diametro, slanciato e diritto; nella forma forestale è poco rastremato e privo di rami per buona parte di esso. Negli individui isolati la chioma è ampia, globosa o ovaleggiante; la ramificazione principale è costituita da rami, anche grossi, ascendenti e formanti con il tronco un angolo tanto più acuto, quanto più chiuso è il popolamento. Il portamento dell'albero e la forma della chioma sono comunque legati alla stazione e possono, pertanto, discostarsi, anche di molto, dall'aspetto classico.

La corteccia è intera (si fessura leggermente solo negli individui molto vecchi), sottile, di colore grigio chiaro con striature orizzontali, facilmente incrostata di licheni spesso biancastri.

Le foglie sono semplici, dorsoventrali, alterne, di forma ellittica o ellittico-ovale con apice generalmente acuto, dapprima di consistenza erbacea, successivamente coriacee. Sono lunghe 4-9 cm, con margine intero leggermente ondulato, raramente dentato, inizialmente ciliate. Sono brevemente picciolate con due stipole caduche. La pagina superiore è glabra e di colore verde scuro, quella inferiore più chiara, ricoperta, nei primi mesi, di peli sericei in corrispondenza delle nervature. Nel periodo autunnale assumono colorazione da giallo-bruno a rosso-bruno prima di cadere (tendono a persistere marcescenti sul ramo anche per tutto l'inverno). Le foglie di luce e d'ombra sono differenziate dal punto di vista morfologico per via dello spessore, delle dimensioni, della densità stomatica ecc.

Le infiorescenze maschili, pendule e lungamente peduncolate, sono costituite da 6-16 fiori avvolti da brattee di ineguale lunghezza, portanti ciascuno 8-16 stami. Le infiorescenze femminili sono erette, brevemente peduncolate, costituite da 2 (3) fiori contenuti in una cupola verdastra tetra lobata, coperta da una pubescenza molto fine e con squame spiniformi di consistenza erbacea. Il fiore femminile contiene 3 stigmi riuniti in un unico stilo, ma l'ovario è monovulare.

Il frutto (faggiola) è una noce che matura a settembre-ottobre. La cupola (che persiste dopo la fruttificazione) protegge completamente due faggioline e si apre a maturità in 4 valve, lasciandole cadere.

L'apparato radicale è mediamente profondo, con radici laterali ramificate ma che non si espandono al di là dell'area interessata dalla proiezione della chioma (GROSSONI e BUSSOTTI, 1999).

1.2 – Corologia

Durante l'ultima glaciazione il faggio ha trovato rifugio nei Balcani, in Italia e, forse, in Spagna. La diffusione post-glaciale si è verificata in modo ritardato, cioè in seguito alle querce e all'abete, e in modo progressivo, assumendo la dominanza solo 2000-3000 anni dopo la prima comparsa come specie sporadica (MAYER, 1977). Nell'Atlantico (5500-2500 a.C.) il faggio ha avuto la massima velocità di espansione verso nord e ha raggiunto quote piuttosto elevate; l'assetto attuale dell'areale si è completato nel subboreale (2500-800 a.C.).

Da questo momento in poi, la distribuzione del faggio ha risentito dell'attività dell'uomo che, oltre ad avere diminuito le superfici dei boschi, ha influito nel senso di impedire il completamento dell'areale verso nord-ovest (Inghilterra settentrionale e Irlanda), di avere accentuato la costituzione di faggete pure nell'ottimo della vegetazione e nel senso di avere ridotto la presenza del faggio in ambienti sotto-ottimali.

L'areale del faggio inizia a ovest nella Spagna settentrionale, comprende tutta l'Europa centrale fino alle pianure interne della Polonia e dell'Ucraina; a nord ha avamposti nell'Inghilterra meridionale e nelle coste della Norvegia; a sud penetra nella penisola italiana arrivando alla Sicilia e alla Corsica, ma non alla Sardegna; a sud-est la distribuzione del faggio sfuma in quella di *F. moesiaca* (soprattutto in Grecia) e, poi, nell'area di *F. orientalis*.

Da nord verso sud, il faggio diventa sempre più una specie montana con un gradiente altitudinale più accentuato di quello di molte altre latifoglie medio-europee; il limite superiore aumenta di 110 metri per ogni grado di latitudine in meno, mentre il limite inferiore aumenta in modo più irregolare, perché è condizionato dalla piovosità locale che permette discese notevoli (fino a 500 m o meno) anche a latitudini basse come in Lazio, nel Gargano e in Calabria (LAUSI e PIGNATTI, 1973).

Il faggio in Italia è la specie più diffusa ed interessa quasi tutto il territorio nazionale; difatti, solo in Sardegna non è presente (sebbene esistano specie erbacee tipiche delle faggete) ed è quasi del tutto assente in Valle d'Aosta. In Sicilia è presente sull'Etna, sulle Madonie e sui Nebrodi. Sulla dorsale appenninica costituisce il limite superiore della vegetazione arborea ed, infine, interessa tutta la cerchia alpina e prealpina.

Secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2005) i boschi di faggio occupano una superficie di 1.035.103 ettari, che rappresenta il 10% circa di tutta la superficie forestale italiana (10.467.533 ha). Tali boschi sono suddivisi in faggete mesofile, faggete acidofile, faggete termofile, faggete ad agrifoglio, felci e campanula e altre formazioni di faggio o faggete non classificate nelle precedenti categorie (Tabella 2). Ai boschi veri e propri, si aggiungono 7.023 ha di soprassuoli di faggio afferenti alle "altre categorie boscate" (boschi bassi, boschi radi e boscaglie). Dal punto di vista selvicolturale, si può considerare una percentuale del 55% per i cedui e del 45% per le fustaie, queste ultime concentrate al sud, in particolare in Campania e Calabria.

La distribuzione regionale è descritta in dettaglio da HOFMANN (1991).

Nei distretti interni delle Alpi (Val d'Aosta, alto bacino dell'Adige) il faggio è molto sporadico.

Nell'Italia settentrionale e centrale si evidenzia la necessità della conversione dei cedui all'alto fusto. Le migliori prospettive di produzione derivano dalle faggete del margine esterno delle Alpi, in Veneto e in Friuli (che sono favorite dal clima particolarmente piovoso) e, subordinatamente, da quelle dell'Appennino settentrionale.

I boschi di faggio della Liguria, del Piemonte, della Lombardia e del Trentino formano una compagine piuttosto irregolare condizionata dall'alternanza di concentrazioni in luoghi a clima più oceanico (Provincia di Cuneo, zona dei Laghi Insubrici) e da frammentazioni nelle località a clima più continentale.

1.3 – Autoecologia

Il faggio necessita di condizioni ecologiche equilibrate: inverno freddo, ma non troppo; primavera piovosa, nebbiosa e senza gelate; periodo vegetativo lungo, ma senza eccessi di evapo-traspirazione; suolo con ottime caratteristiche fisiche.

Finché queste esigenze di clima oceanico sono soddisfatte, il faggio riesce ad occupare una fascia di vegetazione che va quasi dai limiti dell'abete rosso fino ai limiti del leccio; però, ai fini della coltura è sempre fondamentale distinguere le condizioni dell'*optimum* da quelle del margine. Inoltre, le esigenze climatiche senza brusche variazioni, espongono il faggio a particolari pericoli di danni da eventi meteorici eccezionali.

Il faggio vegeta in stazioni con temperature medie annue da 6 a 12 °C con ottimo verso i valori superiori, purché siano compensati dalle piogge; il limite di continentalità è valutato nell'escursione di 20°C fra la media del mese più caldo e quella del mese più freddo, con ottimo a 16 °C (HOFMANN, 1991).

Il periodo vegetativo è stimato da RUEBEL (1938) in 110-150 giorni con temperatura media superiore a 10 °C. LAUSI e PIGNATTI (1973) valutano un minimo di 110 giorni di piena fogliazione con ottimo a 160-180 giorni.

Il faggio tollera minime invernali fino a -25 °C, ma danni non letali si possono avere anche a -15 °C. La scorza sottile e rigida è molto soggetta a cretti da gelo. In primavera, germogli e semenzali restano distrutti a -2 °C.

Le gelate primaverili costituiscono un'avversità molto frequente. Le piante adulte sostituiscono i germogli distrutti attivando gemme dormienti, però la chioma che ne risulta è incompleta e non sufficientemente indurita per affrontare l'estate in modo normale; le piantine di pochi anni reagiscono bene, ma restano biforcute; i semenzali germinanti, invece, vengono distrutti con maggiore probabilità perché la germinazione del seme è più precoce della fogliazione (BURSCHEL *et al.*, 1964). Le gelate primaverili influiscono su tutto il margine della distribuzione, sia in senso subalpino, endalpico e continentale (dove la loro azione si aggiunge a quella del periodo vegetativo breve), sia nella direzione del limite inferiore, dove il faggio è ancora suscettibile alle gelate tardive, perché entra in vegetazione più presto, e dove i danni possono essere aggravati dalla concomitanza con un'annata siccitosa.

Il limite superiore del faggio sulle Alpi si colloca fra i 1300 e i 1500 m con spinte più in alto nelle località in cui le maggiori precipitazioni compensano il periodo breve e attenuano gli effetti delle gelate primaverili. Sugli Appennini, il faggio arriva direttamente al limite della vegetazione arborea e si arresta in prossimità dei crinali o alle quote di 1600-1800 m (2000 sul Pollino e 2300 sull'Etna) per effetto del vento e dell'aridità fisiologica.

Il limite inferiore è principalmente dovuto all'aridità; inoltre il faggio necessita di un'adequata quantità di freddo invernale per l'uscita dalla dormienza delle gemme (RIEDACKER, 1981) e del seme.

La distribuzione del faggio è molto legata alle precipitazioni che, nell'ottimo, superano i 1500 mm annui. L'acqua freatica non sostituisce le piogge, perché le radici hanno forti necessità di respirazione; piuttosto, è l'umidità atmosferica che può compensare in parte l'umidità edafica su ghiaioni o su altri substrati molto filtranti.

L'apparato radicale non è eccessivamente profondo e con radici ramificate, ma mai al di là dell'area corrispondente all'insidenza della chioma e comunque concentrate soprattutto sotto il colletto; pertanto il faggio non ricerca l'acqua profonda, ma esplora solo il terreno circostante il fusto e sfrutta bene l'abbondante acqua di percolazione lungo quest'ultimo.

Dalle esigenze ecofisiologiche riportate da LYR *et al.* (1967), risulta un'elevata traspirazione per unità di superficie di foglia; gli stomi restano aperti fino ad un punto di umidità molto vicino a quello di appassimento e il rapporto fra quantità di acqua traspirata e quantità di sostanza secca è molto basso; ne consegue che il faggio fa un uso molto efficiente dell'acqua che traspira.

Nel regime mediterraneo delle piogge, il minimo estivo è tollerato nella misura in cui l'andamento primaverile consente di compiere gran parte della produzione.

Il limite inferiore del faggio si manifesta in modo diverso secondo la piovosità locale o secondo l'esposizione.

Sull'Appennino il limite inferiore delle faggete corre attorno a 900-1000 m, con frange di faggio misto a cerro o a castagno fino a 700-800 m nelle esposizioni a nord e con discese di faggi isolati lungo i corsi d'acqua (PADULA, 1956). In località di particolare umidità atmosferica (Gargano settentrionale, Lazio, Calabria) si possono trovare faggete fino a 400-500 m.

Nei settori meno piovosi delle Alpi (p. es. in Val di Susa) il faggio si arresta a 1000 m (MONTACCHINI, 1972); nei settori più piovosi (settore insubrici, Veneto, Friuli) il limite scende a 600-700 m (PIGNATTI, 1964; DEL FAVERO *et al.*, 1990 e 1998).

Il faggio vegeta bene su suoli areati, che abbiano un'adeguata capacità di ritenuta idrica ma senza orizzonti idromorfi (SANESI, 1962). Queste condizioni possono essere soddisfatte quando il suolo è molto ricco di humus di *mull* ben distribuito negli orizzonti minerali e quando un consistente strato di lettiera, ancora indecomposta, impedisce l'evaporazione. La lettiera del faggio assolve molto bene alle funzioni di condizionatore della struttura e dell'umidità del suolo; si altera più rapidamente di quella delle conifere, ma meno di quella del nocciolo, degli ontani, dei tigli e di altre specie più spiccatamente miglioratrici del suolo. Su suoli scadenti la lettiera del faggio può avere addirittura un effetto peggioratore (BONNEAU, 1981).

Le esigenze di nutrienti del faggio risultano contenute o comunque compensate dalla presenza di humus. Le concimazioni artificiali influiscono poco sull'accrescimento delle faggete (AMORINI e GAMBI, 1975), mentre agiscono sull'entità della fruttificazione; il faggio si allontana dall'ottimo nei suoli con humus acido di *mor* e nelle stazioni in cui la lettiera è spazzata dal vento.

Il faggio è una specie sciafila spesso paragonata all'abete; però il novellame di faggio resiste per minor tempo alla copertura, mentre il faggio adulto esercita una copertura al suolo molto più intensa di quella dell'abete.

Le sole specie decisamente più tolleranti l'ombra sono il tasso e l'agrifoglio, entrambe a distribuzione marcatamente atlantica, e le due sole specie legnose capaci di inserirsi come piano inferiore sotto la copertura della faggeta in condizioni ottimali.

Nel suo ottimo, il faggio ha un forte potere di concorrenza perché la sua rinnovazione si manifesta spesso in massa e molto densa, perché le piante adulte hanno la chioma stratificata in foglie di luce e di ombra e perché il faggio possiede una grande capacità di espandere i suoi rami a chiudere i vuoti. Così, nell'ottimo fisiologico, il faggio tende a costituire il bosco puro e la presenza di altre specie si rende possibile solo per tutti quei fatti particolari e accidentali che si producono nella vita naturale del bosco.

1.4 – *Sinecologia*

Secondo HOFMANN (1991) il faggio si caratterizza per un'associabilità altissima. Questo gli consente, nelle condizioni ecologiche favorevoli, di formare boschi molto densi a struttura coetanea con una stratificazione verticale.

Solo in condizioni ecologiche meno favorevoli il faggio presenta una certa sociabilità formando dei boschi misti a diverso grado di mescolanza.

Le specie che si consociano sono diverse ed hanno una diversa tendenza dinamica. Tra le latifoglie, di particolare rilevanza, sono quelle con caratteristiche ecologiche più xerotermiche del faggio, cioè quelle che si mescolano al suo limite inferiore. Ovvero: il castagno (*Castanea sativa* MILL.), il tiglio selvatico (*Tilia cordata* MILL.), il tiglio nostrale (*Tilia platyphyllos* SCOP.), l'olmo montano (*Ulmus glabra* HUDS), il frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa* BIEB.), oltre agli ontani, ai salici ed ai sorbi.

Le mescolanze possono anche essere dovute alle non favorevoli condizioni edafiche. Nel caso, ad esempio, di compattezza del suolo si inserisce il cerro (*Quercus cerris* L.) o il

farnetto (*Quercus frainetto* TEN.), mentre, in condizioni di scarsa umidità si consociano gli ontani.

Il faggio costituisce, sull'Appennino, il limite della vegetazione arborea. Qui solo in alcuni casi si mescola con delle latifoglie come ad esempio: l'acero montano (*Acer pseudoplatanus* L.) e l'acero di Lobelius (*Acer lobelii* TEN.), che sostituisce l'acero riccio (*Acer platanoides* L.) delle Alpi e dell'Appennino settentrionale.

Fra le conifere che si consociano al faggio, il tasso (*Taxus baccata* L.) è quella che presenta la maggiore affinità ecologica con la latifolia, ma questo non comporta quasi mai una mescolanza uniforme di una certa estensione.

Diversa è la consociazione tra il faggio e l'abete (*Abies alba* MILL.). Infatti, le due specie costituiscono popolamenti misti disetanei, a struttura complessa, altamente stabili, produttivi ed efficienti (HOFMANN, 1991).

Nelle Alpi orientali, in corrispondenza di un clima subatlantico o subcontinentale, si presenta non solo la consociazione del faggio con l'abete, ma anche quella del faggio con il peccio (*Picea excelsa* LINK.), con la partecipazione di quest'ultimo in modo molto variabile, talora misto oltre che con l'abete anche con il larice (*Larix decidua* MILL.).

La mescolanza del faggio con il pino laricio (*Pinus laricio* POIRET), con il pino nero (*Pinus nigra* ARN.) e con il pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) è a carattere temporaneo, anche se può durare più di un secolo. Questi pini, infatti, sono, nei riguardi del faggio, dei pionieri andando a costituire delle formazioni definite *edafoclimax*, in cui il fattore limitante è appunto il suolo. Quando quest'ultimo comincia ad evolversi si insedia la rinnovazione del faggio che, al riparo della specie pioniera, si afferma e la sostituisce (HOFMANN, 1991).

1.5 – Governo, trattamento e produzione

Il faggio può essere governato a ceduo oppure a fustaia.

Il **governo a ceduo**, presente in diverse realtà calabresi (DEL FAVERO, 2008), è in effetti dominante sull'arco alpino e sull'Appennino settentrionale, in relazione alla grande domanda di legna da ardere e carbone manifestatasi a partire dall'800 e intensificatasi nella metà del secolo scorso. La limitata facoltà pollonifera, l'accrescimento relativamente lento dei polloni e lo scarso valore economico dei prodotti legnosi, nonché l'elevato costo della manodopera per le utilizzazioni, hanno gradualmente ridotto l'interesse per questa forma di

governo (BAGNARESI e GIANNINI, 1999) che, oltre a non essere quella più adatta a valorizzare le potenzialità della specie, è quella che meno si presta a raggiungere gli obiettivi ecologici, funzionali, protettivi, produttivi, richiesti al sistema faggeta nell'ottica della gestione forestale sostenibile.

Per il governo a ceduo, il trattamento applicato era quello a taglio raso con turni di 20-30 anni, ma spesso anche di 15-20 anni. Oggi le prescrizioni di massima impongono il rilascio di 60 matricine ad ettaro ed un turno di 20-30 anni.

L'applicazione di questo trattamento per più cicli colturali ha comportato una progressiva degradazione dei popolamenti e delle stazioni. Questo a causa dello scarso accumulo di humus nel suolo, delle non adatte condizioni microclimatiche a cui viene sottoposta la specie e della bassa facoltà pollonifera. In particolare, quest'ultima risulta quasi nulla quando le ceppaie hanno il diametro della sezione di taglio superiore a 20 cm (BERNETTI, 1995).

Il trattamento a sterzo riduce solo in parte questi problemi, mantenendo una costante copertura del suolo e preservando la vitalità delle ceppaie.

Il periodo di curazione è di 8-12 anni (generalmente 9-10 anni), con un diametro di recidibilità di circa 10 cm, raggiungibile nella terza curazione.

Il ceduo composto è risultato poco adatto al faggio poiché dalla fustaia si ottengono fusti troppo ramosi, poco adatti alle trasformazioni industriali.

Attualmente, secondo la più recente analisi condotta da DEL FAVERO (2008), si riunisce sotto l'ampia definizione di cedui un insieme eterogeneo di situazioni:

- cedui semplici ordinariamente gestiti senza rilascio di matricine;
- cedui matricinati, regolarmente utilizzati, in cui sovente la matricinatura è disforme (da scarsa, con 30-40 matricine/ha, a intensa, con oltre 200 matricine/ha);
- cedui composti, derivanti da cedui matricinati in cui sono state rilasciate matricine anche di grandi dimensioni;
- quelli non più utilizzati da parecchio tempo, perché posti in stazioni marginali;
- soprassuoli strutturalmente alterati e impoveriti nella massa a causa del pascolo eccessivo;
- boschi utilizzati saltuariamente "alla bisogna" senza un preciso disegno colturale, ma semplicemente prelevando ciò che al momento serviva;
- formazioni interessate dal passaggio di incendi, a seguito dei quali la faggeta stenta a riprendersi, essendo poco adatta a reagire a questi eventi.

La tendenza attuale è di convertire, attraverso opportuni interventi, il governo a ceduo in quello a fustaia, soprattutto in quelle situazioni in cui, di fatto, la conversione è già in atto per via dell'invecchiamento del soprassuolo, in seguito all'abbandono della gestione ordinaria. Nei casi in cui si voglia procedere attivamente alla conversione, si ricorre solitamente alla tecnica della matricinatura intensiva. Nelle situazioni eccessivamente degradate, eliminata laddove possibile la causa del degrado, è consigliabile intervenire con azioni specifiche, quali la succisione delle ceppaie per favorirne il recupero o il rimboschimento (DEL FAVERO, 2008).

Il **governo a fustaia**, maggiormente diffuso nelle regioni dell'Italia Meridionale, si configura come quello ideale per questa specie, sia per l'elevato valore estetico-paesaggistico, sia per la possibilità di mantenere l'equilibrio tra produzione legnosa e funzionalità, sia per l'opportunità di perseguire la rinnovazione naturale e garantire la complessità del sistema. La rinnovazione artificiale viene presa in considerazione solo in casi particolari, giustificati da specifici obiettivi culturali o di ripristino ambientale (BAGNARESI e GIANNINI, 1999).

La fustaia risulta la forma di governo più idonea anche perché garantisce che il popolamento si sviluppi con un ciclo che si avvicina molto a quello naturale.

Nella fustaia pura, secondo i dettami della selvicoltura classica, si possono applicare:

- trattamenti che implicano una struttura disetanea (*taglio saltuario e tagli successivi a gruppi*);
- trattamenti che implicano una struttura coetanea (*tagli successivi*).

I primi, secondo HOFMANN (1991), sono indicati per le fustaie fuori dall'ottimo climatico e stagionale, al fine di migliorare la loro funzione protettiva. SUSMEL (1957) li propone in ogni caso e soprattutto per l'introduzione di mescolanze. Egli indica per il taglio saltuario il diametro di recidibilità a 40-50 cm, il periodo di curazione a 12-15 anni e la ripresa pari al 20-25% della provvigione. Purtroppo, questo trattamento, applicato in Calabria, mantenendo una provvigione di 250 m³/ha, ha comportato delle gravi alterazioni alla struttura ed alla funzionalità bio-ecologica dei boschi di faggio, riducendo le loro potenzialità produttive. Qui, infatti, il taglio di curazione è stato effettuato con un criterio

economico che prediligeva i migliori fenotipi e rilasciava i peggiori. Inoltre, non sono stati applicati gli opportuni sfollamenti e diradamenti che il taglio di curazione prevedeva.

Il trattamento a tagli successivi è ritenuto il più appropriato per le fustaie di faggio (DI TELLA, 1916; PATRONE, 1959; CANTIANI, 1957; BURSCHEL e HUSS, 1987; HOFMANN, 1991, DEL FAVERO, 1992; LANIER, 1986; BERNETTI, 1995, ecc.) che, trovandosi in una condizione di *optimum* stazionale, possono essere destinate prevalentemente alla funzione produttiva. Infatti, questo trattamento permette di ottenere fusti poco ramificati, più adatti per assortimenti da lavoro. Essi, inoltre, se applicati in tutte le loro fasi, tendono a imitare in parte le vicende della fase di decadenza del ciclo naturale dei boschi di faggio, rendendola più rapida e sistematica e favorendo una grande ondata di rinnovazione.

Applicando il trattamento a tagli successivi diventa necessaria l'esecuzione dei diradamenti. Questi, dovrebbero essere: precoci (al 10°-20° anno di età) e frequenti (ogni 5 anni) poiché, partendo da densità elevate, è necessario seguire fin dall'inizio l'evoluzione del soprassuolo; moderati (fino alla culminazione dell'incremento longitudinale), per lasciare un soprassuolo accessorio sufficientemente denso capace di formare delle buone piante d'avvenire; selettivi e di tipo alto e misto, cioè non attuando (specialmente all'inizio del ciclo e fino a 30-40 anni di età) sfolli e ripuliture nel senso classico del termine, ma piuttosto, dei tagli selettivi su piante isolate come quelle troppo alte e ramosi, derivanti dalla rinnovazione preesistente o dal precedente ciclo colturale, che ostacolano lo sviluppo delle piante d'avvenire.

Se tali diradamenti vengono effettuati regolarmente non è necessaria l'esecuzione del taglio di preparazione 20-40 anni prima del taglio di sementazione. Quest'ultimo, da eseguire alla scadenza del turno e in coincidenza con un'annata di pasciona, dovrebbe prevedere l'asportazione del 20-30% della provvigione, ottenendo una distanza fra le chiome non superiore a 2,5 metri.

Dopo 4-8 anni si possono eseguire uno o più tagli secondari eliminando il 30-40% della massa in piedi. Infine, a 10-15 anni dal taglio di sementazione, si effettua il taglio di sgombero con il quale si asportano tutte le rimanenti piante del vecchio ciclo. Alcuni Autori (LANIER, 1986; BURSCHEL e HUSS, 1987) sostengono che, nei nostri ambienti, il periodo di rinnovazione non debba essere maggiore di 10 anni.

Di seguito è riportata l'ipotesi di ciclo naturale per i boschi di faggio proposta da MAYER (1971):

- fase ottimale (fase giovanile di rapido sviluppo): popolamento giovane, molto denso in piena crescita; struttura a gruppi leggermente disetanei fra loro;
- fase terminale: popolamento di piante grosse, struttura marcatamente monoplana; aspetto maestoso "a cattedrale". È la fase più lunga della vita della faggeta;
- fase di decadenza: è progressiva e si divide in più momenti:
 - a) caduta di singole piante con legno cariato; debole inizio della rinnovazione;
 - b) caduta contemporanea di molte piante seguita immediatamente dal momento successivo;
 - c) diffusione di aree coperte da vegetazione nitrofila e da novellame;
- fase di rinnovazione: si sovrappone alla fase di decadenza. Al momento a) si può verificare la rinnovazione di altre specie: abete, frassino, acero montano, ecc. con poco faggio. Ai momenti b) e c) corrisponde la rinnovazione in massa di chiazze di faggio assai dense. Dopo la fine della fase di decadenza, la fase di rinnovazione prosegue con l'accrescimento delle chiazze del novellame di faggio che prendono progressivamente possesso dello spazio; le specie consociate si riducono di numero; si instaura il novelletto disetaneo a gruppi che avvia il ritorno alla fase ottimale.

Il ciclo naturale di una foresta di faggio non preclude in modo assoluto la mescolanza con altre specie perché la gradualità della fase di decadenza offre sufficienti circostanze accidentali. Il trattamento a tagli successivi uniformi riduce le occasioni per l'insediamento di altre specie e determina la composizione allo stato puro o quasi.

Nelle situazioni in cui il faggio si discosta dall'ottimo, la fase di rinnovazione è più lenta; aumentano, pertanto, le probabilità di una struttura stratificata e di una composizione mista con altre specie e, soprattutto, con le conifere.

Le modalità di gestione dei boschi di faggio, finora descritte, rispondono ai canoni classici della selvicoltura e sono state effettivamente applicate prevalentemente nei boschi di proprietà pubblica.

Nei boschi privati, invece, è stato adottato quasi esclusivamente il taglio a scelta (CIANCIO *et al.*, 2004; MASCI *et al.*, 1999; ROVELLI, 2000), nonostante fosse spesso considerato inapplicabile (CRIVELLARI, 1955), sia per la tendenza spontanea del faggio a

rinnovarsi formando strutture coetanee, (DI TELLA, 1916), che per il timore che i tagli potessero degenerare in selezioni commerciali delle piante migliori (BERNETTI, 1995).

In effetti, questa forma di gestione è risultata estremamente diffusa lungo l'Appennino meridionale e ha determinato la creazione di strutture pluristratificate, dovute a interventi puntuali, calibrati in base alle diverse situazioni, ripetuti a brevi intervalli di tempo (massimo 8-10 anni).

I popolamenti così gestiti tendono a una struttura, che nell'insieme del bosco, può essere considerata disetanea per piccoli gruppi. Tali disomogeneità e diversificazione strutturale conferiscono una maggiore complessità al sistema, con effetti positivi sulla biodiversità e sulla conservazione del suolo.

Si tratta di una modalità di intervento svincolata dai parametri imposti da modelli selvicolturali predefiniti ed è riconducibile al taglio a scelta per piccoli gruppi (CIANCIO *et al.*, 2004) con cui si creano piccolissime buche di superficie inferiore ai 100 m² (ottenute con l'eliminazione di 2-3 piante) determinando una struttura disetanea per piccoli gruppi.

Le fustaie di faggio danno incrementi che possono variare da 1-2 a 5-6, eccezionalmente 7-8 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ (DE PHILIPPIS e BERNETTI, 1990).

DI TELLA (1916), in alcune faggete quasi vergini dell'Appennino meridionale, ha riscontrato provvigioni anche di 700 m³ ha⁻¹ a 120 anni. Valori analoghi sono stati riscontrati da HOFMANN (1956) sul monte Cervati e da SUSMEL (1959) a Corleto Monforte.

Secondo CASTELLANI (1970) l'incremento medio annuo di volume culmina a 50 anni con 7,6 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ nella prima classe di fertilità, a 60 anni con 6,3 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ nella seconda, a 70 anni con 4,4 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ nella terza.

Nei cedui coetanei gli incrementi riscontrati, inferiori a quelli delle fustaie, sono di 2-4 m³ ha⁻¹ anno⁻¹, raramente 5-6 m³ ha⁻¹ anno⁻¹. Inoltre è ovvio che il prodotto dei cedui abbia un valore economico notevolmente più basso di quello delle fustaie.

2 – LE FAGGETE

2.1 – *Le faggete italiane*

Il faggio, anche se possiede dei caratteri morfologici unitari, ha una notevole differenziazione genotipica con la presenza di vari ecotipi; ciò gli consente di avere una grande ampiezza ecologica del suo areale, di essere notevolmente competitivo nei confronti delle altre specie e di edificare delle cenosi con un'elevata diversità sociologica. All'interno di questa notevole variabilità è comunque possibile individuare un carattere di zonalità delle faggete, espressione di un clima generale definito, che ci permette di suddividere i boschi di faggio italiani nei seguenti tre fondamentali tipi fitogeografici (HOFMANN, 1991; SCOPPOLA, 1999):

- *faggete illiriche*, che penetrano marginalmente da NE nel territorio nazionale, interessando appena le Alpi Giulie;
- *faggete medio-europee*, che seguono l'arco alpino e quello appenninico, fino ai confini con l'Abruzzo e del Lazio;
- *faggete mediterraneo-montane*, che dall'Abruzzo proseguono fino al Gargano ad E e fino in Sicilia (Etna, Nebrodi e Madonie) a S e SW.

Al tipo delle faggete medio-europee è possibile ascrivere, da un punto di vista fisionomico-ecologico, le faggete alpine e nord-appenniniche. Esse sono a loro volta sono raggruppabili in tre grosse unità:

- Faggete eutrofiche, mesofile o meso-igrofile e meso-termiche dell'*Eu-Fagion*.

Esprimono l'ottimo per lo sviluppo e per la rinnovazione in massa del faggio e, quindi, le minori possibilità di consociazione con altre specie. Corrispondono a suoli con humus di *mull*, ben distribuito nel profilo, che derivano da rocce carbonatiche o da rocce silicate; in questo ultimo caso, la reazione del suolo può essere subacida.

I popolamenti giovani sono privi di sottobosco a causa della copertura bassa e densa. Nei popolamenti adulti esso si presenta come un caratteristico tappeto più o meno continuo

di erbe laminifoglie basse, sciafile, a fioritura precoce e molto esigenti di azoto (*Galium odoratum*, *Anemone nemorosa*, *Geranium nodosum*, *Mercurialis perennis*, *Corydalis cava*, *Cardamine spp.*), a cui possono aggiungersi alcune graminacee a foglia tenue e alcune liliacee basse. I muschi mancano del tutto a causa del grande spessore della lettiera. Le specie arbustive (ad es. *Daphne*) sono molto sporadiche. Sui suoli da rocce carbonatate appaiono leguminose del genere *Lathyrus*; sui suoli da rocce silicate, l'acidità incipiente è indicata da più abbondante *Oxalis acetosella* e da *Luzula* sp. allo stato sporadico.

Le radure, che possono derivare anche da tagli troppo intensi, permettono l'affermazione di un'abbondante flora nitrofila. Qui la rinnovazione del faggio è difficile e sostituita dal salicene e il pioppo tremulo.

Nelle faggete eutrofiche, la mescolanza con l'abete si accentua ai limiti del clima più continentale; la mescolanza con latifoglie esigenti si marca nelle esposizioni a nord, soprattutto se il terreno è ripido, dove la faggeta sfuma nell'*aceri-frassineto*.

Le faggete eutrofiche sono quelle che si prestano meglio a tagli successivi uniformi.

- Faggete, sempre mesofile, ma più termofile del *Cephalanthero-Fagion*.

Questo complesso indica condizioni di possibile difetto di umidità. Esse si manifestano su suoli da rocce carbonatiche oppure da scisti limoso-argillosi con preferenza per le esposizioni soleggiate.

Il sottobosco è rappresentato da un tappeto, anche continuo, di erbe graminoidi (*Carex* e *Festuca*). In primavera si manifesta la fioritura di Orchidacee del genere *Celephanthera*. Il piano arbustivo può essere abbondante con specie del pruneto. È facile la mescolanza con le querce e con le specie ad esse correlate. Fra le conifere si possono inserire il pino silvestre oppure il pino nero.

- Faggete dei substrati più o meno acidi, ma pur sempre mesofile e mesotermiche, del *Luzulo-Fagion*.

Si tratta delle faggete di *moder* o di *mor*, a *Luzula*. Comprendono soprassuoli con produttività anche ottima (ma spesso con difficoltà di rinnovazione naturale) e soprassuoli scadenti, che vanno valutati con un esame più attento del sottobosco, del suolo e della struttura e statura del popolamento. Sono più frequenti sui suoli silicati e tanto più quanto il clima è fresco e piovoso. Mancano tra le faggete meridionali.

I suoli di maggiore acidità sono rivelati dalla lettiera scarsa e, quindi, dalla comparsa dei muschi, della *Luzula* molto più addensata e dall'intervento di *Avenella flexuosa*. Nelle

faggete acidofile è facilitata la mescolanza con latifoglie pioniere quali la betulla pendula, il sorbo degli uccellatori e il maggiociondolo alpino. Verso i limiti, il suolo acido favorisce la mescolanza con l'abete rosso o con il larice.

Nell'ambito delle analisi condotte per il presente lavoro, sono state considerate soprattutto le faggete dell'Appennino centro-meridionale, ascrivibili a quelle mediterraneo-montane. Si tratta di popolamenti che si sviluppano, di solito, tra i 900-1000 m e il limite superiore del bosco, che qui si colloca in genere intorno a 1800-1900 m.

Le **faggete mediterraneo-montane** si possono suddividere a loro volta in:

- *Anemone apenninae Fagetum (Aquifolio-Fagetum)* più termofilo;
- *Campanulo trichocalycinae – Fagetum (Asyneumato trichocalyciane – Fagetum)*, più mesofilo e territorialmente soprastante al primo.

Secondo lo schema elaborato da DEL FAVERO (2008) per l'inquadrimento delle faggete meridionali e insulari di, nel caso di popolamenti puri, alle quote più elevate possiamo individuare le **faggete altimontane tipiche**, che si sviluppano fino al limite superiore della vegetazione arborea. Presentano una copertura rada con altezze medie degli alberi contenute. Tale formazione può virare verso la **faggeta altimontana primitiva** in caso di particolari caratteristiche stazionali (eccessiva pendenza, crinale, vento, roccia affiorante, pascolo eccessivo).

A quote inferiori i soprassuoli rientrano fra le **faggete montane mesoterme tipiche**, caratterizzate da una distribuzione verticale varia, da monoplana a multiplana, copertura regolare colma, buona differenziazione diametrica e, in alcuni casi, dalla presenza di un piano dominato ad agrifoglio.

La presenza di quest'ultima specie è più frequente nelle **faggete montane macroterme tipiche con agrifoglio**, situate a quote ancora inferiori, caratterizzate da una struttura più marcatamente monoplana e da una minore differenziazione diametrica.

Le stime di superficie dell'INFC (2005), per le diverse tipologie di faggete italiane, vengono riportate in Tabella 2.

2.2 – *Le faggete calabresi*

In Calabria, secondo l'INFC (2005), il faggio copre una superficie di 77. 237 ettari, pari al 7% delle faggete italiane e al 13% dei boschi della Calabria (612.931 ha). Il 70% è di proprietà demaniale (Stato, Regioni, Comuni). Le fustaie rappresentano il 74% del totale mentre il restante 26% è governato a ceduo. Gran parte di questi cedui hanno abbondantemente superato il turno consuetudinario e, in molti casi, sono iniziati i tagli di avviamento all'alto fusto.

Le faggete rientrano per il 25% nella provincia di Reggio Calabria, per il 22% in quella di Catanzaro ed il rimanente 53% in quella di Cosenza (ISTAT, 1991).

Il limite superiore, in senso altimetrico, del faggio in Calabria è di poco superiore a 2000 m s.l.m. sul Pollino, mentre quello inferiore è molto variabile arrivando anche a meno di 500 m s.l.m., a contatto con il leccio in zone, che per il loro particolare topoclima, si possono definire eterotipiche.

Nelle zone in cui il clima è caratterizzato da un minore atlantismo e dove il trattamento non ha favorito il faggio, alla latifoglia si consocia l'abete formando gli abieti-faggeti aventi dal punto di vista biologico una notevole stabilità.

Le faggete, in diversi casi, si sono originate a seguito dei frequenti incendi e della successiva affermazione del pino laricio, specie pioniera e preparatoria che tende, nel lungo periodo, a lasciare il suo posto alla rinnovazione di faggio. Il passaggio dalla pineta alla faggeta può essere molto diversificato nei tempi e può non avvenire affatto, facendo delle pinete un *paraclimax* biologicamente stabile, ogni volta che, o per il clima troppo caldo e asciutto o per il suolo troppo povero e mineralizzato, la latifoglia non riesca a sostituire il pino. Di norma si osserva che sotto il pino, anche in popolamenti invecchiati e diradati, a quote per lo più superiori ai 1300-1400 m, la faggeta riconquista il suo posto anche dove il pino ha attualmente il massimo di diffusione (Sila).

Incerto è sempre il limite inferiore della faggeta, che non coincide con quello superiore del querceto misto, a prevalenza di cerro o di farnetto, come nelle altre parti del meridione. Il cerro stesso è scarso, a causa della presenza di terreni poco adatti alle sue esigenze. Al suo posto abbondano il castagno e le colture agrarie. In alcuni casi il faggio entra in contatto con la lecceta e le sue facies di degradazione ad erica arborea, cisti e bassa macchia spinosa.

Alle quote basse la faggeta si caratterizza per accogliere nella sua florula molti elementi termofili e per la facilità con cui si costituiscono delle *facies* tipologico-ecologiche, come quella ad *Aremonia agrimonoides*, a *Lamium flexuosum*, a *Vinca minor* o a *Festuca drymeia*. Da non dimenticare che, alle basse quote, sono sempre presenti il pungitopo e l'agrifoglio e che le radure sono dominate dai rovi, dalla felce aquilina e dall'elleboro puzzolente (*Helleborus foetidus*) o dal citiso trifloro (*Cytisus villosus*).

Ai limiti inferiori, per il minor atlantismo, la faggeta accoglie anche l'abete in cenosi che sono dei veri e propri *abieti-faggeti*, biologicamente stabili. Presenti sull'Aspromonte e un po' ovunque in Calabria, gli abieti-faggeti assumono particolare sviluppo sulle Serre.

Qui il consorzio misto abete-faggio presenta struttura disetanea, che viene conservata con l'applicazione del taglio a scelta o dei tagli successivi a gruppi. La stabilità biologica è tuttavia fuori discussione: le radure, fatte col taglio, si riempiono presto di novellame, con prevalenza di quello di abete nelle radure più ampie e di faggio in quelle più fresche, a terreno migliore, e soprattutto alle quote più elevate.

Muschio ed edera sui fusti delle piante più vetuste, alte poco meno di 30 m e grosse fino a 70 cm, attestano la grande umidità atmosferica; agrifoglio, pungitopo, dafne laurella e pervinca sono tipiche delle aree a quote relativamente modeste; rovi e sambuco nero, più raramente belladonna, segnano le radure più vecchie che portano ancora le tracce delle aie carbonili; felci frondose, la caratteristica lonchite e la ginestra dei carbonai marciano l'acidità del suolo.

Il rapporto faggio/abete si potenzia a favore della latifolia passando dall'ambiente suboceanico delle pendici medie a quello prettamente oceanico dei piani di vetta.

L'abete tollera meglio del faggio le esposizioni calde e variazioni termiche più accentuate. Tende a inserirsi col suo novellame nelle faggete degradate, pure a più forti sbalzi diurni, non solo termici ma anche di umidità, in ambienti, cioè, di un certo continentalismo di versante.

La faggeta pura si afferma con l'aumentare della quota e nelle esposizioni più fresche. Tali condizioni determinano la tendenza alla coetaneità dei complessi, anche per la marcata periodicità di fruttificazione del faggio in confronto a quella più o meno annuale dell'abete. La coetaneità si può osservare tanto nei piccoli gruppi di novellame quanto in complessi ampi, più o meno maturi. Questa tendenza è favorita ed accentuata da motivazioni colturali.

Distretto territoriale	Faggete											
	Faggete mesofile		Faggete acidofile a <i>Luzula</i>		Faggete termofile a <i>cephalanthera</i>		Faggete a agrifoglio, felci e campanula		Altre formazioni non classificate per la sottocategoria		Totale Faggete	
	Sup (ha)	ES %	Sup (ha)	ES %	Sup (ha)	ES %	Sup (ha)	ES %	Sup (ha)	ES %	Sup (ha)	ES %
Piemonte	58.688	8	40.806	10	5.252	28	0		10.754	19	115.501	6
Valle d' Aosta	0	-	0	-	0	-	0		1.156	57	1.156	57
Lombardia	23.363	14	11.461	20	19.837	15	0		11.020	20	65.681	8
Alto Adige	1.890	45	1.134	58	378	100	0		378	100	3.781	31
Trentino	38.199	9	5.177	27	15.496	15	0		3.375	34	62.247	7
Veneto	39.183	9	374	100	21.663	13	0		5.976	25	67.196	7
Friuli V.G.	42.734	9	372	100	13.006	17	0		32.701	10	88.812	6
Liguria	28.577	11	7.694	22	0	-	0		733	70	37.004	9
Emilia Romagna	82.841	6	10.666	19	368	100	4.781	28	2.207	41	100.863	6
Toscana	29.628	11	14.453	16	1.084	58	15.175	15	11.921	17	72.260	7
Umbria	12.903	17	369	100	369	100	737	71	737	71	15.115	15
Marche	11.148	18	0	-	1.115	58	1.115	58	4.459	29	17.837	14
Lazio	21.600	13	2.211	41	19.160	14	21.002	13	7.738	22	71.710	7
Abruzzo	15.592	15	0	-	4.344	29	96.285	6	6.181	24	122.402	5
Molise	0	-	0	-	0	-	14.055	16	781	71	14.836	16
Campania	1.105	58	0	-	0	-	48.200	8	5.892	25	55.197	8
Puglia	0	-	0	-	0	-	4.273	30	388	100	4.661	29
Basilicata	2.610	38	1.864	45	0	-	15.660	15	6.313	24	26.448	12
Calabria	4.104	30	0	-	0	-	62.312	7	10.821	18	77.237	7
Sicilia	0	-	0	-	0	-	15.162	16	0	-	15.162	16
Sardegna	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Italia	414.165	3	96.580	6	102.070	6	298.757	3	123.531	6	1.035.103	2

Tabella 2 – Superficie dei boschi di faggio in Italia ripartiti per regione e per tipologia (da I.N.F.C. 2005 – modificata)

Distretto territoriale	Faggete									
	Ceduo semplice	Ceduo matricinato	Ceduo composto	Fustaia transitoria	Fustaia coetanea	Fustaia disetanea	Fustaia irregolare o articolata	Non definito	Superfici non classificate per il tipo colturale	Totale Faggete
	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)	Sup (ha)
Calabria	2.985	7.089	4.851	2.985	19.029	37.686	373	746	1.493	77.237
Italia	103.541	282.212	91.473	78.278	163.049	142.265	44.563	53.618	76.104	1.035.103

Tabella 3 – Superficie dei boschi di faggio in Calabria ripartiti per sottocategorie e (da I.N.F.C. 2005 – modificata)

2.3 – Tipologie fitosociologiche

In Calabria la vegetazione forestale può essere riferita a due grandi classi, *Querceto-Fagetea*, che riunisce la vegetazione forestale mesofila a latifoglie decidue, e *Quercetum ilicis*, che inquadra la vegetazione termofila a dominanza di sclerofille sempreverdi.

SPAMPINATO (2003), BRULLO *et al.* (2001), MERCURIO e SPAMPINATO (2006) propongono una riclassificazione delle faggete identificate da GENTILE (1969) come *Aquifolio – Fagetum* e le inquadrano nell'associazione *Anemone apenninae – Fagetum* (GENTILE 1969) BRULLO 1984, mentre quelle alle quote più elevate, riportate da GENTILE (1969) nell'associazione *Asyneumo trichocalycinae – Fagetum*, vengono attribuite alla *Campanulo trichocalycinae – Fagetum* GENTILE 1969. Nella prima associazione rientra la maggior parte delle faggete pure, comprese quelle miste con abete, mentre alla seconda sono ascrivibili le faggete microterme sia pure che localmente miste con abete.

Schema riassuntivo inquadramento fitosociologico delle Faggete Calabresi

Classe: QUERCO – FAGETEA Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

[Boschi caducifogli della regione temperata]

Ordine: FAGETALIA SYLVATICAE Pawl. In Pawl. *et al.* 1928

[Boschi montani mesofili]

Alleanza: DORONICO – FAGION Ubaldi *et al.* ex Ubaldi 1995

[Boschi termofili di faggio]

Associazione: *Anemone apenninae – Fagetum* (Gentile 1969) Brullo 1984
(precedentemente nota come *Aquifolio – Fagetum* Gentile 1969)

[Faggeta ad agrifoglio ed anemone appenninica]

Associazione: *Galio hirsuti – Fagetum* ass. nov.

[Faggeta a caglio peloso]

Alleanza: CAMPANULO TRICHCALYCINAE – FAGION Ubaldi ex Brullo, Scelsi & Spampinato, all. nov.

[Boschi microtermi di faggio]

Associazione: *Campanulo trichocalycinae – Fagetum* Gentile 1969 (riportata anche come *Asyneumo trichocalycinae – Fagetum* Gentile 1969)

[Faggeta con campanula a calice peloso]

Associazione: *Anemone apenninae* – *Fagetum* (Gentile 1969) Brullo 1984

Si tratta di una faggeta ad agrifoglio ed anemone appenninica, costituente un bosco a netta dominanza di faggio, governato in genere a fustaia. Secondo la Direttiva Habitat CEE 9210 è riferibile a *Apennine beech forests with Taxus and Ilex*. Rientra nelle faggete macroterme, poste a quote tra 800-900 e 1300-1500 m, della fascia supratemperata. La specie caratteristica è rappresentata dall'*Ilex aquifolium*.

Struttura ed Ecologia

In quest'associazione rientrano le faggete termofile caratterizzate da un denso strato alto arbustivo di *Ilex aquifolium*, con presenza di *Daphne laureola*. Esse si insediano su suoli profondi acidi di natura silicea (scisti e gneiss) nella fascia supratemperata iperumida di tipo sub mediterraneo. L'*Anemone apenninae* – *Fagetum* è una formazione abbastanza peculiare e ricca floristicamente (strato erbaceo costituito da *Anemone appennina*, *Cordalis solida*, *Scilla bifolia*, *Allium pendulinum* e da un ricco corteggio di specie nemorali quali *Geranium versicolor*, *Lamium flexuosum* ssp. *pubescens*, *Doronicum orientale*, *Festuca exaltata*, *Luzula sicala*, *Digitalis micrantha*), che sembra avere il suo *optimum* in stazioni con clima marcatamente oceanico, grazie alle elevate precipitazioni annuali (superiori ai 1500 mm) e a un regime di nebbie determinate dalle correnti umide provenienti dal Tirreno. Su suoli meno profondi ed evoluti si può rinvenire un aspetto di faggeta caratterizzata dalla presenza di *Abies alba* ssp. *apennina* che assume comunque un ruolo subordinato al faggio.

Dinamismo

L'*Anemone apenninae* – *Fagetum* è una formazione forestale climatofila, che in seguito al disboscamento e all'erosione dei suoli viene sostituita dai cespuglietti del *Centaureo* – *Adenocarpum brutii* (*Cytisus scoparius*, *Pteridium aquilinum* e *Adenocarpus brutius*). L'intensificarsi dei processi di erosione ed il denudamento delle superfici rocciose favoriscono invece l'insediamento della vegetazione pulvinata dell'*Armeria aspromontanae* – *Plantaginetum humilis*. Lungo il versante tirrenico l'associazione in oggetto si spinge in basso fino a circa 900 m di quota dove, in situazioni di notevole acclività, entra in contatto catenale con le leccete del *Teucrio siculi* – *Quercetum ilicis*, mentre in stazioni più o meno pianeggianti prende contatto con i querceti dell'*Erico* –

Quercetum congestae. Frequenti sono inoltre i casi di inversione termica nelle vallate particolarmente strette che determinano una discesa della faggeta nel fondo valle sino a 600-700 m di quota. Verso l'alto viene gradualmente sostituita sopra i 1400-1500 m dalle faggete microterme del *Campanulo trichocalycinae* – *Fagetum*.

Distribuzione

L'Associazione è distribuita sui rilievi dell'Appennino calabro e della Sicilia. In Aspromonte risulta circoscritta al versante settentrionale tirrenico.

Fitocenosi affini

Galio hirsuti – *Fagetum* (bosco di faggio con caglio peloso). Si distingue per l'assenza o la sporadicità dell'agrifoglio e la presenza del caglio peloso nello strato erbaceo (*Galium rotundifolium* ssp. *hirsutum*) e dell'epipactide meridionale. Esige condizioni climatiche con oceanicità attenuata.

Associazione: *Campanulo trichocalycinae* – *Fagetum* Gentile 1969

La faggeta è caratterizzata dalla presenza della campanula a calice peloso. Il soprassuolo è dominato da faggio governato generalmente a fustaia. Secondo la Direttiva Habitat CEE 9210 è riferibile alla formazione *Apennine beech forests with Abies alba*, inquadrabile fra le faggete microterme spesso miste ad abete. Fra le specie caratteristiche sono da ricordare *Cardamine chelidonia*, *Neottia nidus-avis*, *Silene vulgaris* ssp. *commutata*, *Sorbus acuparia* ssp. *praemorsa*.

Struttura ed Ecologia

Nella fascia montana superiore, in genere oltre 1500 m, si rinvencono faggete microterme di tipo prettamente centro-europeo legate a un bioclimate supratemperato superiore iperumido. Assieme al faggio, nello strato arboreo compare spesso l'abete (*Abies alba* ssp. *apennina*) e più sporadicamente l'acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), mentre in quello arbustivo si rinvencono soprattutto giovani individui di faggio e di abete, associati a *Sorbus acuparia* ssp. *praemorsa*, che raramente assume un habitus arboreo. Lo strato erbaceo, caratterizzato in genere da bassi valori di copertura, è costituito da *Campanula* (*Asyneuma*) *trichocalycina*, *Silene vulgaris* ssp. *commutata*, *Luzula sicula*, *Orthilia secunsa*, *Lamium flexuosum* ssp. *pubescens*, *Galium rotundifolium* ssp.

rotundifolium, *Scilla bifolia*, *Cardamine chelidonia*, *Galium odoratum*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis* ecc. Queste faggete, nelle situazioni più integre, si arricchiscono in *Abies alba* ssp. *apennina*. Si può, infatti, individuare una variante ad *Abies* in corrispondenza dei versanti più acclivi con affioramenti rocciosi. Nelle stazioni cacuminali più elevate al limite superiore della vegetazione forestale, il faggio assume un portamento arbustivo molto ramificato in basso, costituendo degli aspetti floristicamente abbastanza impoveriti dove viene a mancare la pluristratificazione. Ciò è da mettere in relazione al cosiddetto “effetto vetta” che si manifesta in corrispondenza di situazioni scoperte e sottoposte a intensi venti freddi, anche in rilievi di più modesta elevazione, purché isolati e molto esposti. Le faggete microterme in Aspromonte occupano la fascia di vegetazione più elevata, spingendosi sino alla cima di Montalto, la più alta del massiccio. Il limite inferiore delle formazioni è piuttosto irregolare e dipende dall’esposizione e dalla morfologia del territorio. In linea di massima questo limite si trova intorno ai 1500-1600 m, ma in stazioni esposte a nord con condizioni microclimatiche più fredde si osserva un abbassamento, anche sostanziale, di questo limite. I substrati occupati dalle faggete microterme sono di natura silicea e rappresentati per lo più da gneiss e sa micascisti, che costituiscono la parte più elevata dell’Aspromonte.

Dinamismo

Formazione climax della fascia montana superiore che viene sostituita con l’aumento dell’acclività dalle abetine a monotropa (*Monotrope – Abietetum apenninae*) e, sui costoni più esposti ai venti, da quelle a ginepro emisferico (*Junipero hemisphaericae – Abietetum apenninae*). Il disboscamento e l’erosione portano all’insediamento della vegetazione camefitica e camomilla calabrese e cinquefoglie calabrese. L’ulteriore erosione porta verso i praterelli terofitici silicicoli.

Distribuzione

L’associazione è nota per diversi complessi montuosi dell’Appennino meridionale, dalla Basilicata all’Aspromonte, in quest’ultima località si localizza nella parte più elevata del massiccio.

PARTE III
MATERIALI E METODI – CASI DI STUDIO

1 – OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'attività di ricerca si è posta come obiettivi:

- l'individuazione, in ambiente mediterraneo, di popolamenti puri e misti di faggio, in buone condizioni vegetative, utilizzati regolarmente e non, con un elevato grado di complessità strutturale e di biodiversità;
- l'esame degli interventi attuati nel passato, con particolare riferimento ai criteri seguiti, alla frequenza delle utilizzazioni e alle tipologie di tagli;
- l'analisi delle caratteristiche attuali dei sistemi, attraverso la valutazione della struttura e della rinnovazione;
- la definizione, per ciascun popolamento oggetto di interesse, delle tipologie strutturali di appartenenza;
- l'individuazione di forme di gestione specifica per ogni tipo strutturale, in grado di conservare la diversità e la complessità dell'ecosistema forestale, mantenendo contemporaneamente i valori economici, storici, culturali e paesaggistici che sono stati attribuiti al bosco dall'uomo.

2 – MATERIALI E METODI

2.1 – Ricerca bibliografica e stato dell'arte

Nella prima fase del dottorato è stata condotta un'approfondita e dettagliata ricerca bibliografica, avvalendosi della possibilità di consultare le biblioteche e le emeroteche del dipartimento GESAF (Gestione dei Sistemi Agrari e Forestali) dell'Università degli Studi di Reggio Calabria. È stato acquisito del materiale, storico e recente, sia in formato cartaceo che in formato elettronico. Il database bibliografico di riferimento è stato periodicamente aggiornato al fine di monitorare i progressi della comunità scientifica sulla tematica trattata.

La ricerca bibliografica ha consentito l'approfondimento delle conoscenze sullo stato dell'arte relativo alla struttura dei popolamenti forestali, al legame tra essa e la biodiversità e alla gestione forestale sostenibile, con particolare riferimento alle faggete pure e miste in ambiente mediterraneo.

2.2 – Individuazione delle aree

Le aree di studio sono state scelte attraverso sopralluoghi in diversi territori dell'Aspromonte, delle Serre e della Sila – i principali complessi montuosi calabresi – avvalendosi anche di un'analisi cartografica preliminare.

I popolamenti scelti ricadono nei territori di:

- Bosco di Monte Scorda (Aspromonte – Comune di Oppido Mamertina);
- Bosco della Ferdinandea (Serre Catanzaresi – Comune di Stilo);
- Bosco di Spirito Santo (Sila Grande – Comune di Spezzano Piccolo);
- Bosco di Colle Vespa (Sila Piccola – Comune di Petronà).

Per ciascuna zona sono stati condotti rilievi in aree campione (da 2 a 6) caratterizzate da differenti tipologie strutturali, dalla faggeta pura a struttura monoplana, bistratificata e a struttura complessa, al bosco misto abete-faggio a struttura complessa.

2.3 – Rilevi strutturali

All'interno delle aree di saggio individuate, sono stati condotti approfonditi rilievi strutturali per la definizione delle caratteristiche selvicolturali e dendro-auxometriche dei popolamenti. In particolare:

- rilievi dendrometrici tradizionali: misura del diametro a petto d'uomo di tutte le piante a partire da una soglia minima di cavallettamento di 2,5 cm per i cedui e di 7,5 cm per le fustaie, altezza totale, altezza d'inserzione della chioma;
- rilievi relativi all'ampiezza della chioma attraverso la misurazione di 4 raggi ortogonali secondo le direzioni Nord, Sud, Est, Ovest;
- rilievi sulla distribuzione spaziale degli individui sul terreno mediante la misura delle coordinate di ogni singolo albero rispetto a un piano cartesiano di riferimento, rappresentato dall'area di saggio rettangolare;
- rilievi sulla rinnovazione naturale per quanto riguarda composizione specifica, densità, dimensioni e modalità di insediamento del novellame. Sono state considerate come rinnovazione le piante che non raggiungevano il diametro di 2,5 cm nei cedui e di 7,5 cm nelle fustaie;
- rilievi dendrocronologici attraverso il prelievo di carotine a 1,30 m da terra, utilizzate per lo studio degli incrementi;
- osservazioni sulla composizione e densità del sottobosco;
- osservazioni sulla gestione attuata in passato mediante l'analisi di eventuali piani di assestamento o di gestione, presenza di ceppaie testimonianti l'esecuzione di interventi colturali in tempi piuttosto recenti, indicazione fornite dai proprietari, ecc.

I diversi *transects* rilevati sono stati rappresentati graficamente attraverso l'utilizzo del software **SVS – Stand Visualization System** – dell'USDA Forest Service (1999) che, oltre a permettere di visualizzare in maniera tridimensionale i popolamenti, fornisce utili indicazioni sul grado di copertura offerto da ogni strato, permette di evidenziare la presenza di *gaps*, e soprattutto, la localizzazione della rinnovazione e la rappresentazione di eventuali gruppi di piante.

Attraverso il software è possibile anche simulare l'aspetto del popolamento all'epoca dell'ultimo intervento selvicolturale (utilizzando le informazioni fornite dalle ceppaie rilevate sul terreno) e quello che potrebbe assumere in seguito a interventi previsti (indicati dalle martellate) o da proporre.

Per ciascuna area sono state evidenziate le caratteristiche dendrometriche attraverso le elaborazioni classiche. Al fine del calcolo dei volumi, sono state applicate le formule di cubatura dell'INFC (2005) per le fustaie e per i cedui di faggio.

2.4 – Indici di struttura

Sull'importanza degli indici di struttura ci si è soffermati nella prima parte della tesi. Di seguito si illustrano le caratteristiche degli indici che sono stati scelti e le modalità di applicazione.

2.4.1 – Indice di LATHAM

L'indice di LATHAM *et al.* (1998) viene utilizzato per la descrizione della struttura verticale di un soprassuolo e consente di ripartire il popolamento in piani o strati. L'espressione matematica usata per suddividere il biospazio occupato dalle piante è la seguente

$$CPS = 0.40 * CL + HBLC$$

CPS (*cut-off point*) = altezza alla quale viene separato un piano verticale

CL = profondità di chioma

HBLC = altezza di inserzione della chioma

Il fattore numerico 0,40 nasce dalla considerazione che la zona di competizione della chioma per la luce interessa principalmente la sua porzione superiore (il 60%).

La formula consente di calcolare l'altezza dal suolo alla quale è posta la linea che separa le piante appartenenti a piani diversi per la competizione del fattore luce. Essa 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 o strato superiore del popolamento e tutte le piante con altezza uguale o superiore a tale linea vi sono incluse (Figura 1). Il procedimento viene quindi ripetuto per identificare gli eventuali altri piani o strati verticali presenti nel popolamento a partire dalla pianta più alta tra quelle che si trovano al di sotto della *cut-off height*.

Per il calcolo dell'indice di LATHAM si utilizza una macro di *excel* chiamata **T-strat** che – partendo da un database di input contenente come campi l'ID dell'area, l'ID della pianta,

la specie, il diametro, l'altezza totale e d'inserzione della chioma, la profondità della chioma e la *Crown Ratio* ($\text{Profondità della chioma} / \text{Altezza totale} * 100$) – genera come output dei grafici che mettono in evidenza, attraverso opportune colorazioni, le diverse *cut-off heights* e la conseguente stratificazione del popolamento (Figure 2 e 3) Oltre al grafico, vengono prodotti dei fogli di lavoro aggiuntivi contenenti le informazioni numeriche sulla stratificazione.

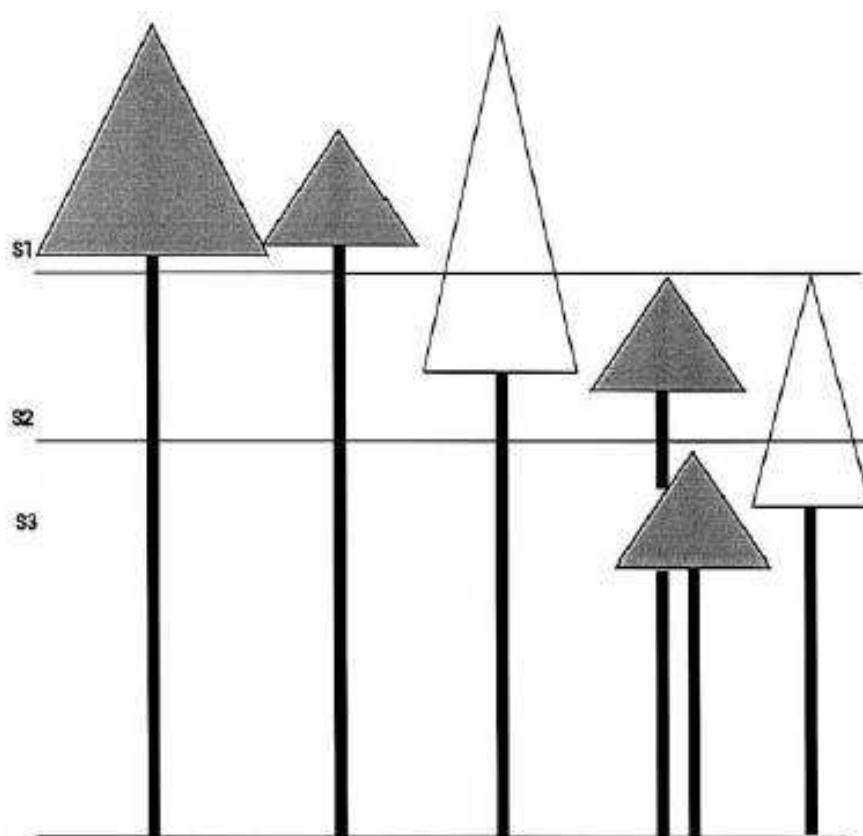


Figura 1 – Esempificazione dell'applicazione dell'indice di LATHAM

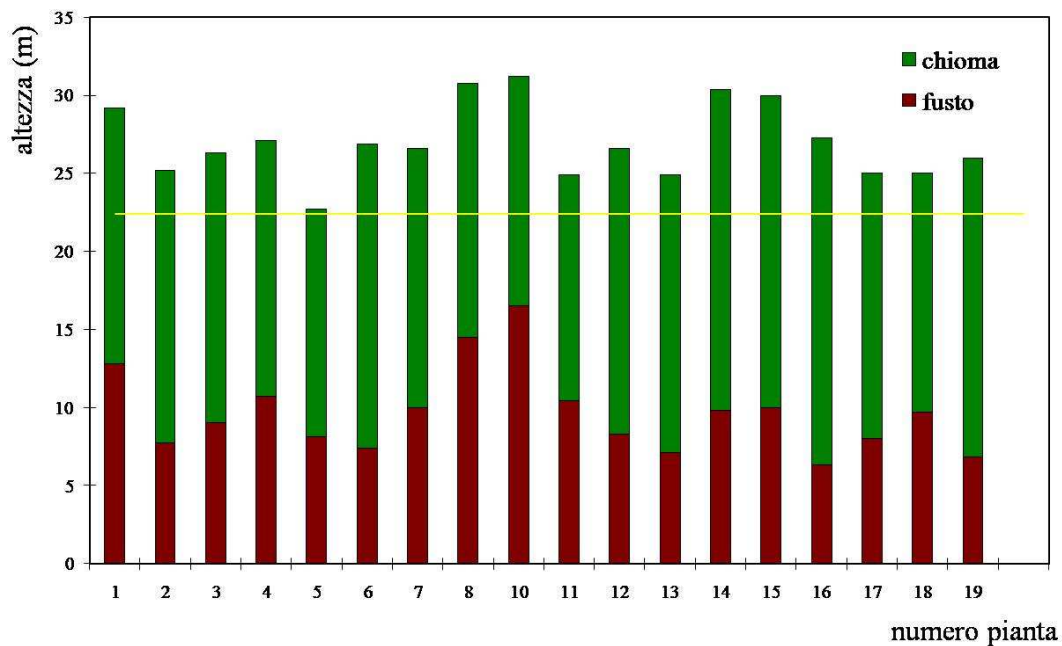


Figura 2 – Esempio di stratificazione verticale calcolata per una **faggeta pura monoplana**. Le barre verticali indicano le singole piante. La porzione verde rappresenta la profondità della chioma, quella rossa il fusto privo di rami. La linea parallela all’asse delle ascisse indica la *cut-off height*. Grafico di output *T-strat*

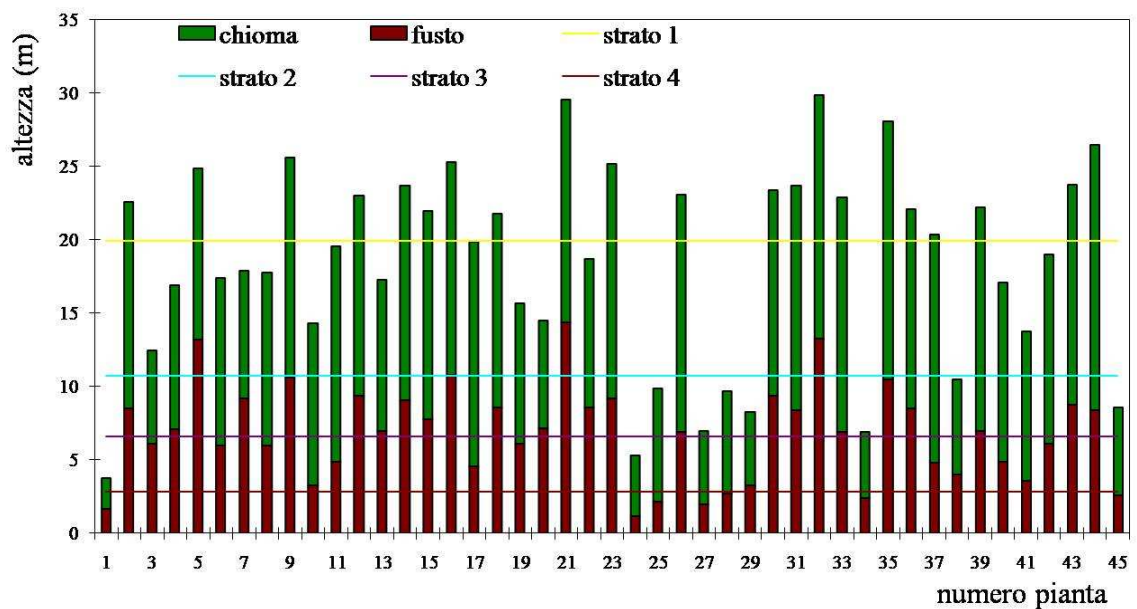


Figura 3 – Esempio di stratificazione verticale calcolata per un **bosco misto pluristratificato**. Grafico di output *T-strat*

2.4.2 – Sistema NBSI – Neighbourhood Based Structural Indices

Si tratta di un sistema integrato di indici basato sulle interrelazioni tra alberi vicini (*Neighbourhood Based Structural Indices*). Appartengono a questo gruppo: l'indice UAI o di WINKELMASS – Uniform Angle Index (VON GADOW *et al.*, 1998; VON GADOW, 1999), l'indice SM o di mescolanza specifica (FÜLDNER, 1995; VON GADOW e HUI, 1999; AGUIRRE *et al.*, 2003), l'indice DBHD o di dominanza diametrica (AGUIRRE *et al.*, 2003; CORONA *et al.*, 2005) e l'indice DIST o di distanza (CORONA *et al.*, 2005).

La determinazione degli indici può avvenire con due modalità: rispetto a un dato albero di riferimento (*reference tree*) o rispetto a un dato punto di sondaggio (*reference point*). La seconda modalità è preferibile nel caso di applicazioni a scopo inventariale, poiché i punti di sondaggio possono essere più agevolmente selezionati secondo schemi di campionamento probabilistico (CORONA *et al.*, 2005). Nel caso della presente analisi strutturale è stata scelta la modalità *reference tree*.

Gli indici vengono agevolmente calcolati attraverso l'utilizzo del **software NBSI** appositamente elaborato dal laboratorio sisFOR (Laboratorio di Inventari Forestali e di Sistemi Informativi <http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/sisfor.html>) del DiSAFRi (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse) dell'Università degli Studi della Tuscia. Il database di input del software richiede le dimensioni dell'area di saggio, l'ID della pianta, la specie di ciascun albero, il diametro e le coordinate x, y rispetto al piano cartesiano fittizio di riferimento (rappresentato dai limiti stessi dell'area).

<i>Indice</i>	<i>Formula</i>	<i>Valori rilevati</i>
Indice Winkelmass (UAI)	$UAI_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j$	$z_j = \begin{cases} 1, \alpha_j < \alpha_r \\ 0, \alpha_j \geq \alpha_r \end{cases}$
Indice di mescolanza dendrologica (SM)	$SM_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j$	$z_j = \begin{cases} 0, spp_i = spp_j \\ 1, spp_i \neq spp_j \end{cases}$
Indice di dominanza diametrica (DBHD)	$DBHD_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j$	$z_j = \begin{cases} 0, DBH_i > DBH_j \\ 1, DBH_i \leq DBH_j \end{cases}$
Distanza dall'albero più vicino (DIST)	$DIST_i = \min z_j $	$z_j = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$

Tabella 4 – Indici NBSI – *i* = indice dell'albero (modalità *reference tree*) di riferimento; *j* = indice per ciascuno dei *k* alberi più vicini all'albero di riferimento; *spp* = specie arborea; *DBH* = diametro a petto d'uomo; *x*, *y* = coordinate topografiche; α_r = angolo di confronto; α_j = angolo formato tra l'albero di riferimento e il *j*-esimo dei *k* alberi più vicini (da CORONA *et al.*, 2005 – modificata)

2.4.2.1 – Uniform Angle Index – UAI (NBSI)

L'indice UAI (VON GADOW *et al.*, 1998; AGUIRRE *et al.*, 2003; CORONA *et al.*, 2005) descrive il tipo di distribuzione dei fusti arborei nello spazio orizzontale. Il calcolo avviene confrontando gli angoli α_j formati tra i k alberi più vicini a un dato albero di riferimento rispetto a un valore soglia α_r che studi sperimentali consigliano pari a $0,8 \cdot 360^\circ / k$ (per $k = 4$ $\alpha_r = 72^\circ$). La variabile z può avere valore 1 nel caso in cui l'angolo α_j sia inferiore all'angolo α_r , o valore 0 nel caso in cui sia maggiore o uguale. Di conseguenza UAI assume valori compresi tra 0 e 1. Un indice prossimo o uguale 0 descrive una distribuzione regolare delle piante sul soprassuolo. Valori che si attestano intorno all'unità indicano una distribuzione a gruppi. Infine, valori intermedi (prossimi a 0,5), sono indice di distribuzione di tipo casuale (Figura 4).

$$UAI = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j \quad z_j = \begin{cases} 1, & \alpha_j < \alpha_r \\ 0, & \alpha_j \geq \alpha_r \end{cases}$$

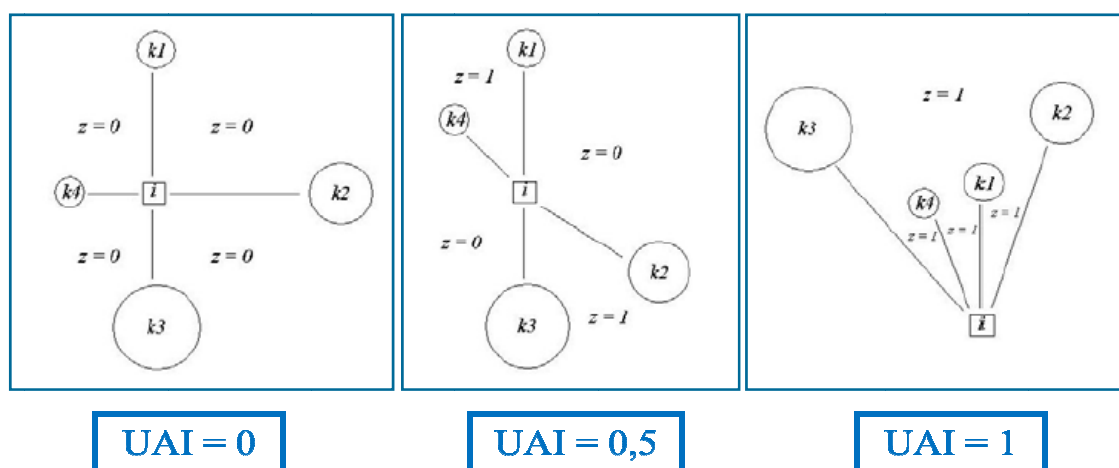


Figura 4 – Valori dell'UAI e della variabile z , nel punto di sondaggio i (albero di riferimento), con $k = 4$ (da: CORONA *et al.*, 2005, modificato). UAI = 0 (distribuzione regolare); UAI = 1 (distribuzione a gruppi); UAI = 0,5 o valori intermedi (distribuzioni di tipo casuale).

2.4.2.2 – Indice di dominanza specifica – *Species mingling* – SM (NBSI)

Questo indice (FÜLDNER, 1995; AGUIRRE *et al.*, 2003) quantifica la diversità dendrologica. Confronta la specie dell'*i*-esimo albero di riferimento con la specie dei *k* alberi più vicini, assumendo valori compresi tra 0, nel caso di alberi della stessa specie, e 1 nel caso in cui i *k* alberi siano tutti di specie diverse da quella dell'albero di riferimento.

$$SM_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j$$
$$z_j = \begin{cases} 0, spp_i = spp_j \\ 1, spp_i \neq spp_j \end{cases}$$

2.4.2.3 – Indice di dominanza diametrica – DBHD (NBSI)

L'indice DBHD (AGUIRRE *et al.*, 2003; CORONA *et al.*, 2005) esprime la diversità dimensionale, confrontando il diametro a petto d'uomo dell'albero di riferimento con quello dei *k* alberi vicini. I valori variano da 0 a 1, aumentando al diminuire della dominanza dimensionale dell'albero di riferimento rispetto agli alberi vicini.

$$DBHD_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k z_j$$
$$z_j = \begin{cases} 0, DBH_i > DBH_j \\ 1, DBH_i \leq DBH_j \end{cases}$$

2.4.2.4 – Distanza tra l'albero di riferimento e quello ad esso più vicino – DIST (NBSI)

L'indice DIST (CORONA *et al.*, 2005) è dato dalla distanza tra l'albero di riferimento e l'albero più vicino e fornisce una semplice indicazione sul grado di densità e aggregazione

tra gli alberi. DIST è espresso in misura lineare, al contrario degli altri indici NBSI che sono invece adimensionali.

$$DIST_i = \min |z_j|$$

$$z_j = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

2.4.3 – Indice di MORISITA

L'indice di dispersione di MORISITA (1959) fornisce indicazioni sul tipo di distribuzione delle piante nello spazio orizzontale, non facendo, però, riferimento ai singoli soggetti (come per l'indice UAI) bensì ad aree elementari. L'area di studio viene suddivisa in quadrati di pari superficie, quindi, per ciascun quadrato, viene determinato il numero di piante che vi ricadono. L'indice viene calcolato per ciascuna area elementare; successivamente il calcolo viene esteso all'intera superficie attraverso quadrati di dimensioni crescenti (S, 4S, 16S...).

L'algoritmo che consente di calcolare l'indice (MIURA e YAMAMOTO, 2003) è:

$$I_\delta = \frac{q \sum_{i=1}^q n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

dove q è il numero di quadrati in cui è suddivisa l'area di studio; n_i è il numero di fusti arborei presenti nell' i -esimo quadrato; N è il numero totale dei fusti arborei presenti in tutti i q quadrati.

Il grado di distribuzione dei fusti arborei è determinato tramite il calcolo dell'indice per quadrati di superficie crescente (Figura 5).

Se la distribuzione dei fusti arborei è a gruppi l'indice I_δ assume valori superiori a 1, se invece la distribuzione è di tipo regolare l'indice assume valori inferiori a 1, mentre $I_\delta = 1$ per distribuzioni dei fusti arborei di tipo casuale.

L'intensità del raggruppamento è indicata dai valori stessi dell'indice: infatti, a valori più elevati corrispondono maggiori intensità di raggruppamento.

La dimensione media del gruppo, invece, è espressa dal seguente rapporto calcolato per quadrati di superficie crescente:

$$\frac{I_{\delta(s)}}{I_{\delta(4s)}}$$

dove $I_{\delta(s)}$ è il valore dell'indice calcolato per quadrati di superficie pari a s , mentre $I_{\delta(4s)}$ è il valore calcolato per quadrati di superficie pari a $4s$. Le aree elementari che presentano i valori più elevati del rapporto indicano la dimensione media dei gruppi.

Vari Autori hanno utilizzato l'indice di MORISITA per descrivere la distribuzione dei fusti arborei nei differenti strati del bosco, purché la numerosità campionaria (fusti arborei) non sia bassa (HOSHINO *et al.*, 2001; MIYADOKORO *et al.*, 2003).

Dal punto di vista operativo il calcolo dell'indice di MORISITA avviene attraverso un metodo grafico a video.

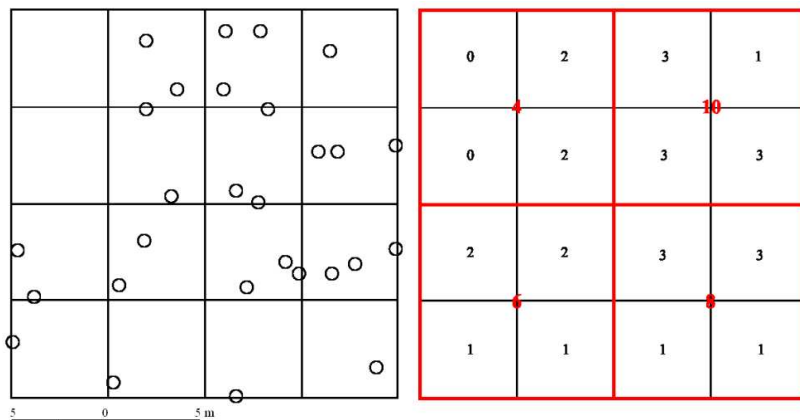


Figura 5 – Esempio di calcolo dell'indice di MORISITA con 16 quadrati di 5 x 5 m e con 4 quadrati 10 x 10 m. I cerchi indicano la posizione delle piante; le cifre indicano il numero di piante che ricadono in ciascun quadrato.

2.5 – Incrementi

Sulla base dei dati incrementali acquisiti con la lettura delle carotine prelevate nelle diverse aree di saggio sono stati calcolati, per ogni tipo strutturale, specie e classe di diametro, l'incremento percentuale, l'incremento corrente e i tempi di passaggio. La lettura è stata condotta mediante l'utilizzo del dendrocronografo e del software abbinato *Tsap Win*.

Per la determinazione dell'incremento percentuale (I_p) è stato applicato il metodo di SCHNEIDER basato sulla formula:

$$I_p = \frac{K}{n_s \cdot d}$$

dove d il diametro della pianta a 1,30 m da terra, n_s il numero di anelli compresi nel centimetro più esterno, K è il coefficiente di SCHNEIDER. Per il coefficiente K stati adottati i valori riportati in letteratura (PATRONE, 1944; BERNETTI *et al.*, 1986).

L'incremento percentuale del bosco è stato calcolato con il procedimento di BORGGREVE, basato sulla media ponderata dell'incremento percentuale delle singole classi di diametro rispetto all'area basimetrica, secondo la seguente formula:

$$I_p = \frac{\sum pvj \cdot d^2}{\sum d^2}$$

dove I_p è l'incremento percentuale medio di massa dell'aggregato considerato, pvj quello della classe di diametro, d il diametro delle relative classi.

L'incremento corrente (I_c) è stato calcolato in modo indiretto a partire da quello percentuale (I_p) applicando la formula:

$$I_c = \frac{I_p \cdot V}{100}$$

dove V è il volume dell'aggregato considerato e I_p l'incremento percentuale.

I tempi di passaggio, per classi di 5 cm di diametro (numero di anni – anelli – necessari a passare da una classe diametrica alla successiva), sono stati calcolati separatamente per ciascuna tipologia strutturale, specie e area di studio.

3 – CASI DI STUDIO

Le aree di studio in cui sono stati condotti i rilievi rappresentano le situazioni emblematiche delle tipologie boschive che caratterizzano gran parte dei boschi nel settore montano dell'Appennino calabrese. Si tratta delle seguenti aree:

- Bosco di Monte Scorda (Aspromonte – Comune di Oppido Mamertina);
- Bosco della Ferdinandea (Serre Catanzaresi – Comune di Stilo);
- Bosco di Spirito Santo (Sila Grande – Comune di Spezzano Piccolo);
- Bosco di Colle Vespa (Sila Piccola – Comune di Petronà).

Nei casi di Monte Scorda e Ferdinandea, si tratta di popolamenti puri di faggio, governati a fustaia e, in minor misura, misti faggio-abete o, più raramente, di abetine pure. La faggeta è oggi largamente prevalente per ragioni connesse essenzialmente alla gestione attuata nel passato, caratterizzata da tagli di forte intensità e su ampie superfici, accompagnati da pascolo eccessivo, che hanno determinato condizioni non favorevoli per la rinnovazione dell'abete e della maggior parte di altre latifoglie sciafile, naturale corteggio di questa cenosi.

In alcune situazioni, una gestione basata sull'applicazione degli schemi della selvicoltura classica, ha consentito, da un lato il mantenimento del bosco, ma ha contribuito dall'altro a una semplificazione della struttura e favorito la prevalenza di una specie sull'altra secondo il ben noto fenomeno dell'alternanza.

Nelle proprietà private e, in molti demani comunali, l'applicazione del taglio a scelta, invece, ha permesso il mantenimento del bosco con un elevato grado di complessità strutturale e l'effettuazione, con una certa regolarità, delle utilizzazioni. Una forma peculiare di trattamento del bosco, sviluppatasi sostanzialmente in contrasto con la selvicoltura classica, basata sull'attenta osservazione della realtà naturale locale (CIANCIO *et al.*, 2004).

Le aree oggetto di studio sono contraddistinte da una forte e radicata tradizione forestale che ha portato all'elaborazione di forme di trattamento, quali appunto il taglio a scelta, che possono contribuire a dare utili indicazioni per una gestione forestale sostenibile.

Il bosco di Colle Vespa in Sila Piccola e quello di Spirito Santo in Sila Grande, invece, sono cedui matricinati che hanno superato il turno minimo previsto dalle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale della Regione Calabria, a seguito della sospensione della gestione ordinaria.

3.1 – Bosco di Monte Scorda

Questa area interessa le pendici nord-occidentali di Monte Scorda, sul versante settentrionale del Massiccio dell'Aspromonte e rientra nel demanio del comune di Oppido Mamertina in provincia di Reggio Calabria (Figura 6). Gran parte di questa zona attualmente ricade nel territorio del Parco Nazionale dell'Aspromonte. I rilievi sono stati effettuati in 5 *transects* di dimensioni 20 x 30 m (600 m²), ad altitudini comprese tra 1200 e 1300 m s.l.m. su superfici con pendenze mai superiori al 20%.

I tipi litologici prevalenti sono costituiti da scisti, gneiss quarzoso-biotitici e biotitici-granatiferi, da cui si sono formati suoli ascrivibili al grande gruppo dei *Dystrudepts*, particolarmente favorevoli per la vegetazione forestale (ARSSA, 2003).

Secondo RIVAZ MARTINEZ il macroclima è temperato oceanico, il termotipo supratemperato, l'ombrotipo iperumido. Dal punto di vista fitoclimatico l'area è ascrivibile alla sottozona calda del *Fagetum* di PAVARI. L'indice di aridità di DE MARTONNE, pari a 88, indica condizioni particolarmente favorevoli per la vegetazione forestale. Il periodo di aridità, calcolato per la stazione di Gambarie d'Aspromonte (Figura 7) ha una durata di 45 giorni, da metà giugno fino ai primi giorni di agosto.

Dal punto di vista fitosociologico i boschi sono riferibili alla classe *Quercus-Fagetea*, che comprende la vegetazione forestale mesofila a latifoglie decidue. L'elemento più caratteristico è rappresentato dai boschi di faggio rientranti nell'associazione *Anemone apenninae* – *Fagetum* GENTILE 1969 (in alcuni casi con variante ad *Abies*). Un altro elemento importante è costituito dai popolamenti di abete, prevalentemente misti con faggio, che rientrano nell'associazione *Monotropo-Abietetum apenninae* (BRULLO *et al.*, 2001).

Dal punto di vista forestale, l'area è caratterizzata da popolamenti puri e misti faggio-abete, soprattutto di proprietà privata, da anni regolarmente utilizzati con modalità tecniche

che, sotto certi punti di vista (intensità degli interventi, periodicità con cui si è agito sulla stessa superficie, criteri di scelta delle piante da tagliare, ecc.), possono essere ricondotte a quelle della gestione forestale sostenibile.

L'attuale prevalenza dei boschi puri di faggio, però, è strettamente legata alla gestione attuata a partire dalla fine del XIX secolo, quando sono stati effettuati tagli di forte intensità e su ampie superfici che hanno ridotto la presenza dell'abete, del tasso, e dell'acero montano e delle altre latifoglie, naturale corteggio di questi boschi. In molti casi, l'adozione della forma di governo a ceduo ha accentuato questo processo di depauperamento. Solo nella seconda metà del secolo scorso è stata intrapresa una intensa attività di ricostituzione e miglioramento di questi boschi che ha portato a un aumento della loro provvigione, testimoniata dalla buona presenza di alberi di dimensioni medio-grandi, accanto a soprassuoli nella fase di stangaia e giovane fustaia. Elemento peculiare è anche la grande facilità con cui si insedia il novellame di faggio e di abete, nonché quello delle altre latifoglie tipiche di quest'ambiente, ovunque ci siano piante adulte in grado di fruttificare.

La presenza di proprietà private, accanto a demani comunali, ha comportato una differenziazione nelle modalità di gestione dei boschi, i cui effetti sono ben evidenti e, in parte, analizzati nel presente lavoro.

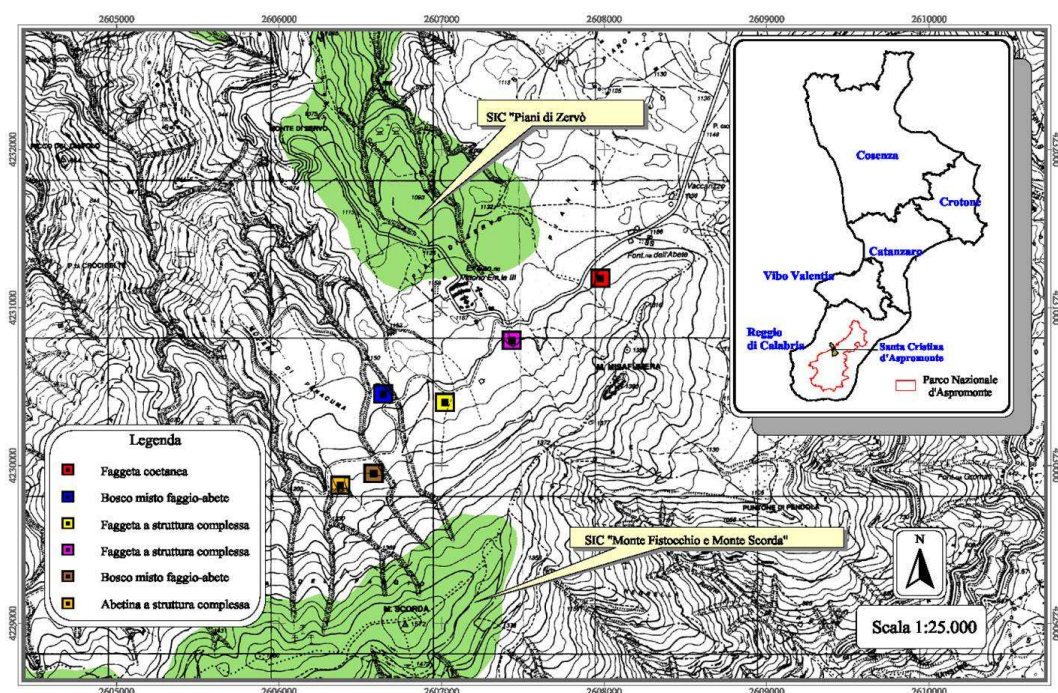


Figura 6 – Bosco di Monte Scorda. Localizzazione

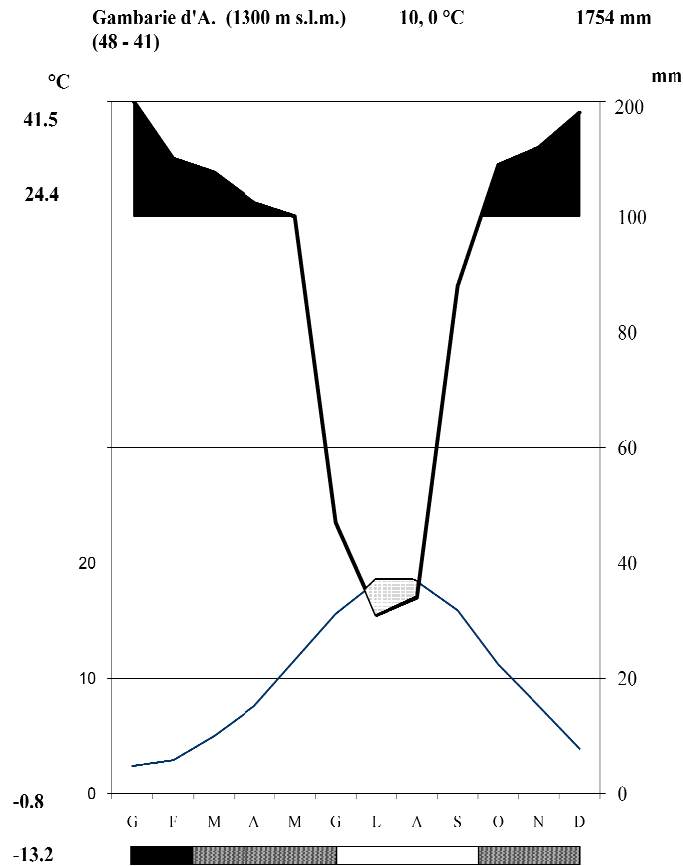


Figura 7 – Stazione di Gambarie d’Aspromonte. Diagramma ombrotermico

3.2 – *Bosco della Ferdinanda*

Si tratta di un bosco di proprietà privata che si sviluppa tra 1000 e 1400 m di quota, sul versante sud-orientale della dorsale di Monte Pecoraro, sulle Serre Catanzaresi, al confine tra le province di Vibo Valentia e Reggio Calabria (Figura 8). Amministrativamente le aree di saggio rilevate ricadono nel comune di Stilo (RC).

I rilievi sono stati condotti in 2 *transects* di 800 m² di superficie (20 x 40 m) e uno di 600 m² (20 x 30 m), situati a quote comprese tra 1100 e 1300 m s.l.m. in zone con pendenze variabili tra 30 e 40%.

Il litotipo prevalente è rappresentato da granito da cui hanno avuto origine suoli particolarmente favorevoli per l’affermazione della vegetazione forestale, riferibili al grande gruppo dei *Dystrudepts* (ARSSA, 2003).

Il macroclima secondo la classificazione di RIVAZ MARTINEZ è temperato oceanico, con termotipo supratemperato e ombrotipo iperumido. Il periodo di siccità estiva ha durata di 70 giorni, dalla fine di maggio alla prima decade di agosto (Figura 9).

Dal punto di vista fitoclimatico, l'area è ascrivibile alla sottozona calda del *Fagetum* di PAVARI e, alle quote inferiori, alla zona del *Castanetum*. L'indice di aridità di DE MARTONNE, pari a 82, evidenzia condizioni particolarmente favorevoli per la vegetazione forestale.

Dal punto di vista fitosociologico, la formazione caratteristica è rappresentata dalle faggete meso-termofile, con sporadica presenza di abete (*Abies alba* Mill.) e acero di monte (*Acer pseudoplatanus* L.), riferibili all'*Anemone apenninae* – *Fagetum* GENTILE 1969. (MERCURIO e SPAMPINATO, 2006) e all'*Anemone apenninae-Fagetum abietosum albae*, rispettivamente faggeta e faggeta con presenza di abete.

In questo contesto la faggeta pura è senza dubbio la tipologia più diffusa a causa degli interventi di utilizzazione eseguiti nel XIX secolo, quando per la necessità di produrre carbone per il funzionamento delle ferriere di Mongiana, è stata adottata la forma di governo a ceduo con turno di 24 anni (DE STEFANO MANNO e MATAACENA, 1979). Ciò ha comportato la trasformazione di popolamenti misti, ricchi di biodiversità (GIORDANO, 1865 in DE STEFANO MANNO e MATAACENA, 1979), in soprassuoli puri, strutturalmente molto semplificati. Nella seconda metà del secolo scorso una maggiore attenzione alle dinamiche evolutive in atto e l'adozione, quale forma di trattamento, del taglio a scelta, ha consentito una rapida ridiffusione, anche dell'abete, e la ricostituzione nuovamente di popolamenti misti.

L'altra tipologia boschiva è rappresentata dai popolamenti misti faggio-abete. Si tratta di una cenosi che proprio sulle Serre Catanzaresi ha, da sempre, avuto la sua massima espressione e importanza, non solo dal punto di vista strettamente produttivo, ma anche botanico, vegetazionale, culturale, ecc. In questi ultimi decenni si osserva una grande ridiffusione dell'abete che tende a invadere con grande facilità la faggeta. Su superfici limitate è presente anche l'abetina con sporadiche piante di faggio.

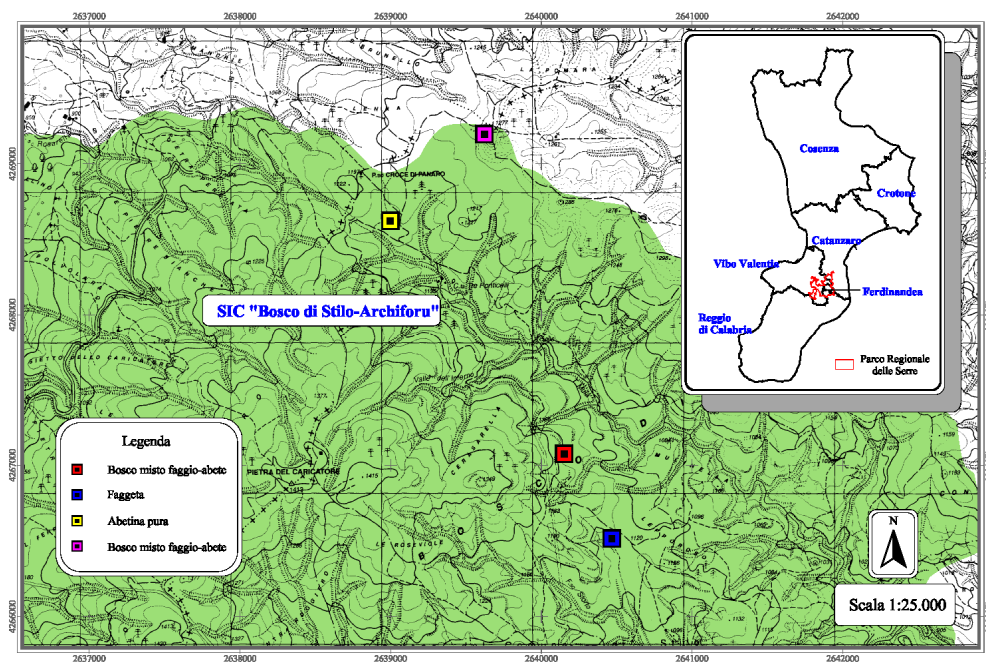


Figura 8 – Bosco della Ferdinanda. Localizzazione

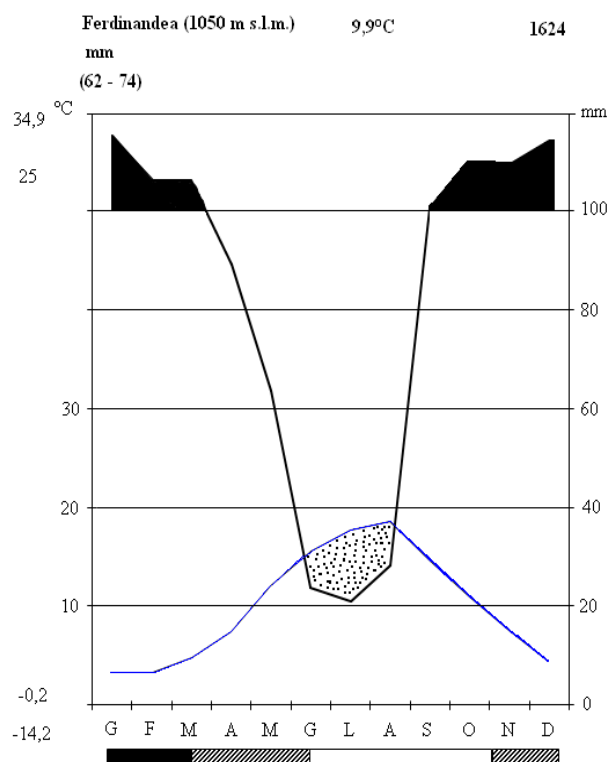


Figura 9 – Stazione di Ferdinanda. Diagramma ombrotermico

3.3 – Bosco di Spirito Santo

Il bosco di Spirito Santo, nella Sila Grande di Cosenza, di proprietà privata, ricade nel Parco Nazionale della Calabria.

I rilievi sono stati effettuati su due *transects* di superficie pari a 400 m² di superficie (20 x 20) a quote comprese tra 1560 e 1610 m s.l.m., con pendenze variabili tra 30 35%. L'esposizione prevalente è Est.

I suoli sono riferibili, seconda delle quote, ai grandi gruppi dei *Dystrudepts*, dei *Cambisols* e degli *Umbrisols* (ARSAA, 2003).

Il clima temperato-freddo è caratterizzato da un periodo di siccità di circa 60 giorni e da un indice di aridità di DE MARTONNE pari a 82,6, che testimonia condizioni favorevoli per la vegetazione forestale. Dal punto di vista fitoclimatico, secondo la classificazione di PAVARI, l'altopiano silano è ascrivibile alla sottozona calda del *Fagetum* con transizione, alle quote superiori, alla sottozona fredda (Figura 10).

Le formazioni boschive rilevate sono ascrivibili all'associazione *Anemone apenninae* – *Fagetum* GENTILE 1969.

Il soprassuolo è costituito da un ceduo che ha abbondantemente superato il turno minimo previsto dalle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale della Regione Calabria a seguito della sospensione delle utilizzazioni negli anni settanta-ottanta. In conseguenza di questa interruzione si è attivata una dinamica evolutiva che ha visto un grande sviluppo delle matricine che erano state rilasciate e che hanno ampliato la chioma e gravemente ostacolato lo sviluppo dei giovani polloni.

3.4 – Bosco di Colle Vespa

Il bosco di Colle Vespa si trova in Sila Piccola nel Comune di Petronà (CZ). Si sviluppa tra le quote di 1150 e 1380 m s.l.m.

I rilievi sono stati condotti su 4 *transect* di dimensioni comprese tra 300 e 500 m² (20 x 15 m – 20 x 20 m – 25 x 20 m) con pendenze elevate variabili tra 50 e 60%. Le esposizioni variano da nord a sud.

Il substrato è rappresentato da un complesso igneo-metamorfico di paragneiss e scisti e i suoli sono riferibili al grande gruppo dei *Dystrudept* (ARSSA, 2003).

Dal punto di vista fitoclimatico le aree ricadono nella sottozona calda del *Fagetum* di PAVARI.

I boschi sono costituiti da cedui di faggio che hanno superato il turno minimo previsto dalle PMPF della Regione Calabria, ascrivibili all'associazione *Anemone apenninae* – *Fagetum* GENTILE 1969. L'ultima ceduzione è stata eseguita negli anni settanta.

Il popolamento è costituito da polloni di grosse dimensioni, con rinnovazione gamica sparsa all'interno dei vuoti di copertura (30-50 m²) che sono stati creati in corrispondenza del taglio di alcuni (un) polloni all'epoca dell'ultimo trattamento (CIANCIO e NOCENTINI, 2004). Nel caso di *gaps* di dimensioni maggiori, la rinnovazione risulta distribuita ai margini degli stessi.

Si configura l'applicazione di un taglio a scelta, non per gruppi di pianta, ma per singoli polloni, che potrà essere condotto anche in futuro, ripetendolo ogni 10-15 anni (per almeno 5 volte), col duplice obiettivo di creare nuovi spazi per la rinnovazione e, al contempo, liberare quella affermata.

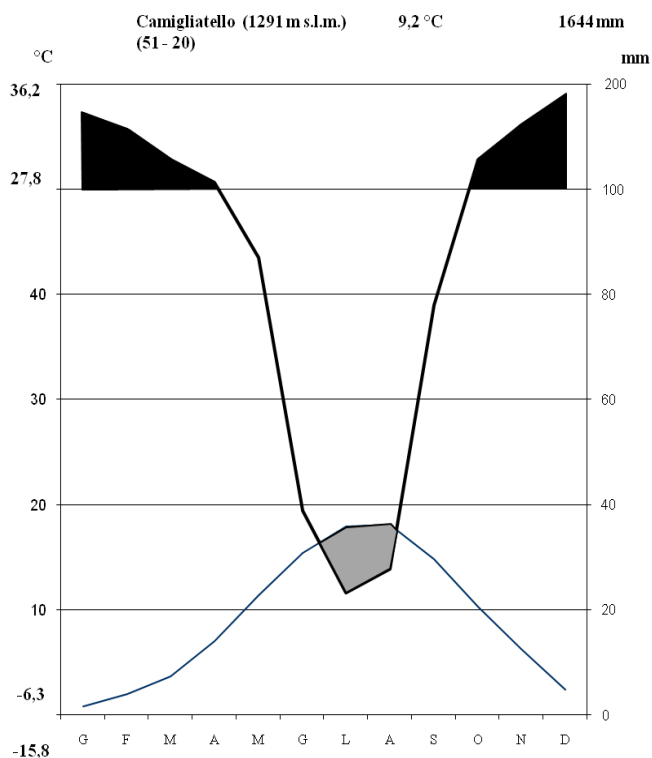


Figura 10 – Stazione di Camigliatello Silano. Diagramma ombrotermico

4 – ANALISI DEI DATI E DISCUSSIONE

4.1 – *Bosco di Monte Scorda*

Sulla base dei rilievi effettuati è stato possibile distinguere le seguenti tipologie strutturali:

- Faggeta monoplana;
- Faggeta pluristratificata;
- Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.

4.1.1 – Faggeta monoplana

Questa tipologia strutturale è tipica di boschi di proprietà dell'ex Azienda di Stato Foreste Demaniali, oggi demanio della Regione Calabria. L'attuale soprassuolo è la risultante dell'applicazione completa, in tutte le sue fasi, del trattamento a tagli successivi, su superfici relativamente ampie. Il periodo di rinnovazione è stato piuttosto lungo, attorno a 30 anni. Con il taglio di sgombero, assieme alle piante del vecchio ciclo, è stato effettuato anche un leggero diradamento sulle piante giovani, ormai nella fase di giovane fustaia. La struttura attuale del popolamento è di tipo coetaneo e l'età media convenzionale delle piante letta sulle carotine è di 103 ± 6 anni.

Sulla base dei rilievi effettuati il popolamento risulta costituito mediamente da 317 piante/ha, di cui 300 con diametro uguale o superiore a 17,50 cm (Tabella 5). La distribuzione in classi di diametro presenta il tipico andamento a campana, con la moda e la media nella classe di 40 cm. La maggior parte dei soggetti (74%) rientra nelle classi di diametro tra 30 e 40 cm. Sporadiche sono le piante con diametro inferiore a 17,5 cm, così come quelle di oltre 60 cm (5%) (Figura 11).

Considerando tutte le piante, a partire da 7,5 cm di diametro a 1,30 m da terra, la pianta di dimensioni medie misura 38,80 cm di diametro e 27,0 m di altezza, valori che salgono, rispettivamente, a 39,70 cm e a 27,3 m facendo riferimento solamente agli alberi con diametro uguale o superiore a 17,50 cm. L'area basimetrica e il volume medio a ettaro ammontano, rispettivamente, a 37,40 m² e 569,6 m³ considerando la soglia di 7,5 cm,

mentre scendono impercettibilmente a 37,21 m² e a 568,2 m³ con soglia 17,5 cm (Tabella 5; Figura 11). Sulla base di questi valori di massa e dell'età delle piante, l'incremento medio annuo è 4,5 m³ ha⁻¹.

Le piante presentano una distribuzione abbastanza regolare sul terreno. I fusti hanno forma da discreta a buona e non manifestano segni evidenti di malformazioni o attacchi di patogeni. Le chiome sono mediamente espanse e il loro diametro medio è 5±1,3 m, cui corrisponde una superficie di 20±10 m². Il grado di copertura è pari al 56% della superficie. Il grado di sovrapposizione delle chiome è appena l'1,8% (Figure 12 e 13).

Sotto copertura si riscontra, saltuariamente, novellame di abete, chiaramente sofferente a causa dell'adduggiamento. Queste piantine, di età compresa tra 15 e 20 anni, hanno chioma piuttosto rada, aghi corti e nettamente pettinati. Gli accrescimenti in altezza sono sempre contenuti. La rinnovazione di faggio è invece molto sporadica. Saltuariamente sono presenti anche giovani piante di agrifoglio e tasso, per lo più con portamento cespuglioso.

Il sottobosco è generalmente assente o scarso ed è rappresentato, nelle zone più fresche, da aglio orsino, pungitopo, edera e, nei tratti più luminosi, dalla felce. La copertura arbustiva è anch'essa scarsa. È presente anche un leggero accumulo di lettiera che, comunque, non raggiunge mai spessori significativi.

4.1.2 – Faggeta pluristratificata

Anche questa tipologia strutturale è caratteristica dei boschi di proprietà dell'ex Azienda di Stato Foreste Demaniali e, in minor misura, dei comuni. È legata all'applicazione non completa del trattamento a tagli successivi. Al taglio di sementazione, di solito di intensità elevata (eliminazione di oltre il 50% del numero di piante), non hanno fatto seguito i tagli secondari e quello di sgombero. La fisionomia di questi soprassuoli è caratterizzata dalla presenza di grosse piante, distribuite in modo sufficientemente regolare sulla superficie, che dominano il novellame insediatosi a seguito del taglio di sementazione e, attualmente, nella fase di stangaia o giovane fustaia. Questa situazione è evidenziata nei *transects* di struttura delimitati in due aree di saggio (Figure 16 e 17).

Le aree si trovano a 1300 m di quota, su terreno in leggera pendenza, con esposizione ovest. La distribuzione delle piante in classi di diametro (Figura 15) presenta un andamento a *J* rovesciata, con un'abbondante presenza di piante appartenenti alle classi di diametro da 10 a 20 cm, accanto a soggetti di dimensioni elevate chiaramente riferibili al vecchio ciclo (diametro generalmente superiore a 50 cm).

Le piante delle classi di diametro medie e piccole presentano forma discreta, hanno il fusto diritto, privo di malformazioni. La chioma è contenuta e inserita piuttosto in alto. Il numero di piante e le loro dimensioni è chiaramente legato alle condizioni di densità del soprassuolo del vecchio ciclo. Infatti, le piante riferibili alla fase di stangaia o giovane fustaia sono particolarmente abbondanti e più sviluppate dove sono state adottate intensità del taglio di sementazione elevate, mentre risultano esili e con accrescimento contenuto dove il grado di concorrenza delle piante adulte è maggiore.

Le piante del vecchio ciclo, dopo il taglio di sementazione, hanno ampliato la loro chioma in modo significativo così come testimonia il diametro medio della loro chioma – $9,5 \pm 1,2$ m – cui corrisponde un'area di insidenza di 72 ± 18 m². Il grado di copertura è più elevato rispetto a quello della faggeta a struttura monoplana ed è pari al 67% così come più elevato è anche il grado di sovrapposizione risultato del 17 % (Tabella 8 e Figure 18 e 19). Inserendo nel database di input dell'indice di LATHAM anche le piante di dimensioni più piccole (che formano i nuclei di rinnovazione), si ottiene un istogramma di *T-Strat* che esprime una stratificazione ancora più complessa. Quest'ultima può essere rappresentata in maniera molto evidente, attraverso un nuovo grafico di sv_s, ottenuto con un nuovo database creato utilizzando le informazioni fornite dalle tabelle generate appunto da *T-Strat*, le quali abbinano a ogni singolo individuo, il proprio strato di appartenenza. Assegnando alle piante di ciascuno strato un codice sv_s specifico, è possibile visualizzare ciascun piano sovrapposto grazie all'uso di forme e colori ben distinti (Figure 20 e 21).

Il soprassuolo è costituito mediamente da 708 piante a ettaro, che si riducono a 250 considerando solo quelle con diametro uguale o superiore a 17,5 cm. Valori, questi, che mettono in evidenza l'elevata presenza di individui di piccole dimensioni.

Tenendo conto delle due soglie di cavallettamento, la pianta di dimensioni medie misura rispettivamente 25,25 e 42,88 cm di diametro e 19,5 e 23,7 m di altezza. (Tabella 6).

All'interno del popolamento è possibile distinguere uno strato dominante, ben differenziato, costituito dalle piante del vecchio ciclo che, nei due casi esaminati, esercitano un grado di copertura del 42 e del 50% e più strati dominati, più o meno sovrapposti fra di loro, ascrivibili alla fase di stangaia o giovane fustaia. Il grado di copertura complessivo è del 64 e del 69%, mentre quello di sovrapposizione è pari al 4,7 e al 29,0% (Figure 22 e 23).

I valori di area basimetrica e di volume a ettaro sono, rispettivamente, 33,5 m² e 431,7 m³, valori che si riducono a 28,8 m² e 391,6 m³ considerando solamente le piante con diametro uguale o superiore a 17,5 cm.

In generale, si nota un maggiore accumulo di lettiera indecomposta rispetto alla faggeta a struttura monoplana e una limitata presenza di sottobosco, conseguenza di un elevato grado di saturazione del biospazio, dovuto alla presenza delle piante che costituiscono gli strati inferiori. Tra le specie erbacee e arbustive prevalgono la viola, la rubia, la felce, il ciclamino, la dafne, il rovo e qualche esemplare di agrifoglio.

4.1.3 – Fustaia mista faggio-abete pluristratificata

Questa tipologia strutturale si può ritenere conseguenza dell'applicazione, in passato, del taglio a scelta. Si tratta di una forma di trattamento largamente diffusa, soprattutto, nei boschi di proprietà privata che prevede, esclusivamente, il taglio delle piante che hanno raggiunto la maturità. Abitualmente si tende a considerare maturi quei soggetti che hanno raggiunto 45-55 cm di diametro: tutto ciò è provato dal fatto che, generalmente, all'interno di questi popolamenti sono sporadiche le piante di elevate dimensioni.

Le caratteristiche dendro-auxometriche sono state dedotte dall'esame di due aree di saggio. Si tratta di popolamenti misti, per lo più a piccoli gruppi, piuttosto omogenei al loro interno. Le piante che formano i gruppi di abete presentano caratteristiche abbastanza simili, hanno portamento slanciato, i fusti sono diritti e privi di difetti evidenti. I rami secchi cadono con una certa difficoltà, fatto questo negativo per quanto riguarda le caratteristiche tecnologiche del legno. La chioma è raccolta in alto e tende ad ampliarsi non appena la densità si riduce.

Anche le piante di faggio manifestano un buon portamento, con fusto slanciato e privo di evidenti malformazioni. In condizioni di buona densità, la chioma è raccolta in alto, ma, qualora le piante vengano liberate, tende ad ampliarsi abbastanza rapidamente.

Dall'analisi dei dati raccolti emerge che il soprassuolo è in media costituito da 500 piante ad ettaro. Di queste il 52% (259) è rappresentato da faggio, il restante 48% (242) da abete (Tabella 7). Assumendo, una soglia minima di cavallettamento di 17,5 cm, il numero di piante a ettaro si riduce a 383, di cui il 46% (175) è costituito da faggio e il 54% (209) da abete. Quindi il 23% delle piante presenta diametro inferiore ai 17,5 cm.

La pianta di faggio di dimensioni medie, secondo le due soglie di cavallettamento, misura rispettivamente 32,41 e 38,52 cm e 18,0 m e 23,2 m di altezza media. Nel caso dell'abete i valori sono, rispettivamente, 32,74 e 35,30 cm di diametro e 20,7 e di 21,5 m di altezza (Tabella 7).

La distribuzione delle piante di faggio in classi di diametro (Figura 26) presenta un andamento decrescente al crescere del diametro. Le classi maggiormente rappresentate sono quelle di 10 e 15 cm che comprendono il 17% delle piante. Ben rappresentata è anche la classe di 45 cm con il 6% degli individui. L'abete, invece, presenta una distribuzione riconducibile a quella a campana, con la moda nella classe di 25 cm (15% delle osservazioni). Le piante grosse, di oltre 45 cm di diametro, nel caso del faggio sono il 12% del totale, per l'abete il 9%, quelle più grosse di faggio misurano 66 cm di diametro, quelle di abete 64 cm.

Prendendo in esame tutti i soggetti, la dimensione media della chioma delle piante di faggio è di $4,85 \pm 2,62$ m, cui corrisponde un'area di $23,40 \pm 23,75$ m²; per l'abete, rispettivamente, $5,63 \pm 1,82$ m e di $26,81 \pm 15,85$ m². Considerando solo gli alberi con diametro maggiore di 17,5 cm, i valori risultano di $6,50 \pm 2,32$ m, $36,77 \pm 25,1$ m² per il faggio e $5,90 \pm 1,55$ m e $29,02 \pm 15,79$ m² per l'abete.

La distribuzione delle piante sul terreno è sufficientemente regolare. Ne consegue che il grado di copertura è piuttosto elevato. Complessivamente, sulla base dei rilievi effettuati, raggiunge l'84%.

Il profilo verticale risulta costituito, in un caso di studio, da 4 strati, nell'altro da 6, di cui i due superiori coprono mediamente il 57,5 e il 41,0% della superficie, mentre il terzo e il quarto in media il 7 e l'8%. Il grado di copertura assicurato da eventuali altri strati è praticamente trascurabile. Il grado di sovrapposizione risulta sempre elevato, e varia dal 35 al 42% (Tabella 8, Figure 29 e 30).

L'area basimetrica complessiva, considerando tutte le piante, ammonta a 42,07 m²/ha. Il faggio vi partecipa con il 51,4%, l'abete con il 48,6%. Considerando una soglia minima di cavallettamento di 17,5 cm tali valori si riducono a 40,80 m²/ha, il 51% dei quali rappresentato dalle piante di faggio e il 49% da quelle di abete (Tabella 7, Figura 26).

Il volume a ettaro, che considerando tutte le piante ammonta, in media, a 509,2 m³/ha, è costituito per il 56% dal faggio (288,2 m³/ha) e per il 44% dall'abete (221,1 m³/ha). Prendendo in considerazione solo gli alberi con diametro uguale o superiore a 17,5 cm, la massa si riduce a 499,0 m³/ha, di cui 280,0 m³/ha (56%) di faggio e 219,0 m³/ha di abete (44%) (Tabella 7, Figura 26).

All'interno di questi popolamenti si osserva presenza di novellame delle due specie che si insedia sotto copertura secondo il fenomeno dell'alternanza; dove prevale l'abete la rinnovazione è a prevalenza di faggio e viceversa, con frequenza variabile in funzione delle condizioni di densità e della presenza di *gaps*. In alcuni casi, quando le condizioni

strutturali sono caratterizzate da una maggiore omogeneità, la rinnovazione è piuttosto diffusa sulla superficie; altre volte, quando il profilo è più articolato, forma piccoli gruppi localizzati, tendenzialmente misti (Figure 27, 28, 29, 30, 33, 34). Anche in questo caso si è applicata la procedura esposta per la faggeta pluristratificata, relativa all'incrocio delle informazioni tra indice di LATHAM e Grafico SVS (Figure 31 e 32).

Sotto copertura è molto scarsa la presenza di specie erbacee e arbustive. Generalmente si nota l'agrifoglio, il tasso, il pungitopo, la viola, il ciclamino, la vinca, ecc. All'interno dell'area si riscontra anche un leggero strato di lettiera.

4.1.4 – Indici di struttura

4.1.4.1 – NBSI – *Neighbourhood Based Structural Indices*

Per la definizione delle caratteristiche strutturali presenti nelle tipologie riscontrate nell'area di studio è stato applicato l'indice di WINKELMASS (UAI), quello di mescolanza dendrologica (SM), di dominanza diametrica (DBHD) e di distanza minima (DIST). Nella tabella 9 sono riportati, per ciascuna tipologia strutturale, i valori calcolati e la relativa deviazione standard.

Faggeta monoplana: in questa tipologia sono stati presi in considerazione 23 alberi di riferimento. Sulla base dei risultati ottenuti è emerso che l'indice di WINKELMASS (UAI) nel 50% dei casi indica una distribuzione delle osservazioni di tipo casuale e nell'altro 50% intermedia tra quella casuale e quella regolare. In nessun caso si è riscontrata una distribuzione di tipo regolare o a gruppi.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM), trattandosi di una faggeta pura, è pari zero. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) indica che non ci sono situazioni caratterizzate da forte dominanza, mentre prevalgono quelle contraddistinte da una debole condizione di dominanza a testimonianza della presenza di fenomeni di concorrenza non particolarmente elevati. L'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) sottolinea come prevalgano situazioni in cui la distanza fra le piante è superiore a 3,50 m e, altri casi in cui, invece, la densità è piuttosto elevata (Figura 14).

Faggeta pluristratificata: in questa tipologia strutturale sono stati presi in esame 107 alberi di riferimento. L'indice di WINKELMASS (UAI) ha messo in evidenza una netta

prevalenza della distribuzione casuale (58%), cui si accompagna una buona presenza di situazioni in cui la distribuzione tipica è quella a gruppi.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) conferma l'assenza di specie differenti dal faggio. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) evidenzia la presenza di situazioni con forte dominanza diametrica, accanto ad altre in cui questa è assente o limitata. Il primo caso – presenza di dominanza diametrica – è riconducibile alla presenza di piante del vecchio ciclo accanto alle quali, a seguito delle utilizzazioni, si è insediata la rinnovazione che oggi si trova nella fase di stangaia o di giovane fustaia. Negli altri casi il popolamento è nella fase di stangaia o giovane fustaia ove la differenziazione dei diametri è ancora limitata. L'indice della distanza dall'albero più vicino evidenzia come si tratti di un popolamento denso dove la distanza fra le piante nell'88% dei casi è inferiore a 2 m (Figure 24 e 25).

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata: l'indice di WINKELMASS (UAI) evidenzia una netta prevalenza della distribuzione casuale (61%) con una leggera tendenza verso la formazione di gruppi (17%) o regolare (22%).

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) indica una tendenza alla formazione di gruppi tendenzialmente puri, anche se non mancano situazioni caratterizzate da un maggior grado di mescolanza fra le specie. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) mette in risalto una grande eterogeneità di situazioni. Tuttavia la percentuale più elevata delle osservazioni effettuate (26%) mostra come non ci sia alcuna dominanza. L'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) fa rilevare come all'interno dell'area di studio ci siano condizioni differenti con situazioni dove la distanza fra le piante è molto piccola e altre dove le piante si trovano a 3-4 m una dall'altra (Figura 35 e 36).

4.1.4.2 – Indice di MORISITA

L'indice di MORISITA presenta, per la stessa tipologia strutturale, valori differenti all'aumentare della superficie, con variazioni più significative per quanto riguarda la faggeta monoplana e quella pluristratificata.

Nel caso di superfici piuttosto grandi (400 m²) in tutte le tipologie strutturali si nota una certa tendenza verso la distribuzione casuale. Al contrario, considerando superfici limitate (25 m²), nel caso della faggeta monoplana la distribuzione è regolare così come nella fustaia mista, mentre nella faggeta pluristratificata la distribuzione è a gruppi (Tabella 10).

4.1.4.3 – Indice di LATHAM

L'applicazione dell'indice di LATHAM evidenzia la presenza in tutte le tipologie strutturali esaminate di una distribuzione delle piante nello spazio verticale molto articolata, tranne nel caso della faggeta coetanea dove è presente un solo piano. Nella tabella 8 sono riportati, per ciascuna tipologia strutturale, il numero di piani/strati individuati e il relativo grado di copertura.

Faggeta monoplana: l'elaborazione dei dati evidenzia la presenza di un solo piano e differenze, tutto sommato, abbastanza contenute per quanto riguarda l'altezza delle piante. Il grado di copertura è pari al 56%, con una sovrapposizione tra le chiome pari all'1,8% (Figura 16; Tabella 8).

Faggeta pluristratificata: nel primo caso di studio, caratterizzato da un minor numero di piante del vecchio ciclo non ancora sottoposte al taglio di sgombero, sono stati individuati quattro strati. Il primo e il secondo sono ben distinti mentre gli altri due differiscono di poco. Lo strato superiore con il 4% del numero delle piante assicura l'85% dell'area basimetrica e in termini di copertura del suolo il 42%, quello immediatamente sottostante, con il 36% delle piante e il 12% di area basimetrica, esercita una copertura del 36%. Il grado di copertura complessiva è del 69% con una sovrapposizione del 29% (Tabella 8). Nel secondo caso di studio, contraddistinto da un maggior numero di piante del vecchio ciclo – 8% del numero complessivo delle piante che rappresentano, però, il 94% dell'area basimetrica totale, con un grado di copertura del 50% – sono stati individuati cinque strati, di cui solo quello superiore è nettamente differenziato dagli altri. Gli ultimi due differiscono fra di loro per solo un metro. Il grado di copertura è pari al 64%, quello di sovrapposizione del 5% (Figure 18, 19, 20, 21, 22, 23; Tabella 8).

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata: i due casi di studio differiscono per densità del soprassuolo e grado di mescolanza. Nel primo si osserva una minore densità e una certa prevalenza del faggio rispetto all'abete. Il profilo verticale mostra la presenza di sei strati, di cui quello superiore si differenzia nettamente dagli altri. Le differenze tra alcuni di questi sono molto modeste. Lo strato superiore, con solo il 26% del numero di piante, assicura il 56% dell'area basimetrica di tutto il popolamento. Il quarto, quinto e sesto

strato, come numero di piante, rappresentano il 30% del numero complessivo, ma solo il 6% di area basimetrica. Il grado di copertura è complessivamente pari all'89% con il 42% di sovrapposizione.

Nel secondo caso il soprassuolo è caratterizzato da una densità più elevata e da una presenza paritaria fra faggio e abete. All'interno del popolamento sono stati individuati quattro strati, di cui quello superiore ben differenziato dagli altri. Esso comprende il 47% del numero di piante e ben il 71% di area basimetrica. Le differenze fra gli altri tre strati sono piuttosto contenute. Il grado di copertura è elevato, 79%, e il grado di sovrapposizione è pari al 35% (Figure 29, 30, 31, 32, 33, 34; Tabella 8).

4.1.5 – Studio degli incrementi

Sulla base delle informazioni acquisite attraverso la lettura delle carotine prelevate è stato possibile analizzare le variazioni dell'incremento percentuale e corrente per singole classi di diametro di 5 cm e, complessivamente, per ciascuna delle tipologie strutturali esaminate. È stato anche possibile calcolare i tempi di passaggio.

4.1.5.1 – Incremento percentuale

La faggeta monoplana presenta valori compresi tra 3,2% nella classe di diametro di 5 cm e 0,9% in quella di 70 cm, mentre nella faggeta pluristratificata sono compresi tra l'8,5% e l'1,6%. Nella fustaia mista pluristratificata i valori variano, per le stesse classi di diametro, tra il 5,6% e l'1,7%. I valori più bassi sono stati rilevati nella faggeta pura monoplana, mentre le piante di faggio della fustaia mista pluristratificata evidenziano quelli più elevati (Figura 37).

A livello di popolamento è risultato un incremento percentuale dell'1,4% per la faggeta pura monoplana; del 2,5% per quella pluristratificata, del 2,3% per quella mista faggio-abete pluristratificata. Quindi la faggeta pluristratificata manifesta valori sostenuti, simili a quelli della fustaia mista a struttura complessa.

4.1.5.2 – Incremento corrente

Sulla base dei valori dell'incremento percentuale e di quelli di massa riscontrati nei diversi tipi strutturali, è stato possibile calcolare, i valori dell'incremento corrente. Tali

valori variano da 6,5 m³ per ettaro e per anno per la faggeta pura monoplana a 10,8 m³/ha/anno nella faggeta pluristratificata e nella fustaia mista faggio-abete pluristratificata (Tabella 11).

4.1.5.3 – Tempi di passaggio

I tempi di passaggio presentano differenze legate sia alla tipologia strutturale sia alla composizione specifica. Per quanto riguarda il faggio, le piante cresciute in popolamenti monoplana evidenziano sempre valori superiori rispetto al faggio cresciuto in popolamenti puri o misti a struttura pluristratificata. Inoltre, in queste due strutture, emerge come nella fustaia mista il faggio abbia valori superiori rispetto al popolamento puro fino alla classe diametrica di 50 cm; per valori di diametri superiori a questa classe si invertono con differenze abbastanza evidenti. Il faggio cresciuto in popolamenti puri a struttura complessa manifesta sempre i valori più bassi fino alla classe diametrica di 50/55 cm (Figura 38).

L'abete dimostra tempi di passaggio inferiori rispetto a quelli del faggio. Tali differenze risultano molto evidenti rispetto alla faggeta monoplana, più attenuate nel caso del faggio cresciuto nella fustaia mista e, soprattutto, nella faggeta pluristratificata. Le differenze tendono ad accentuarsi nelle classi di diametro elevate, oltre i 50 cm. Ciò conferma la capacità dell'abete di riprendere un accrescimento sostenuto, anche a età avanzata, qualora venga a trovarsi in condizioni di ridotta concorrenza.

4.1.6 – Grafici e Tabelle

Faggeta monoplana

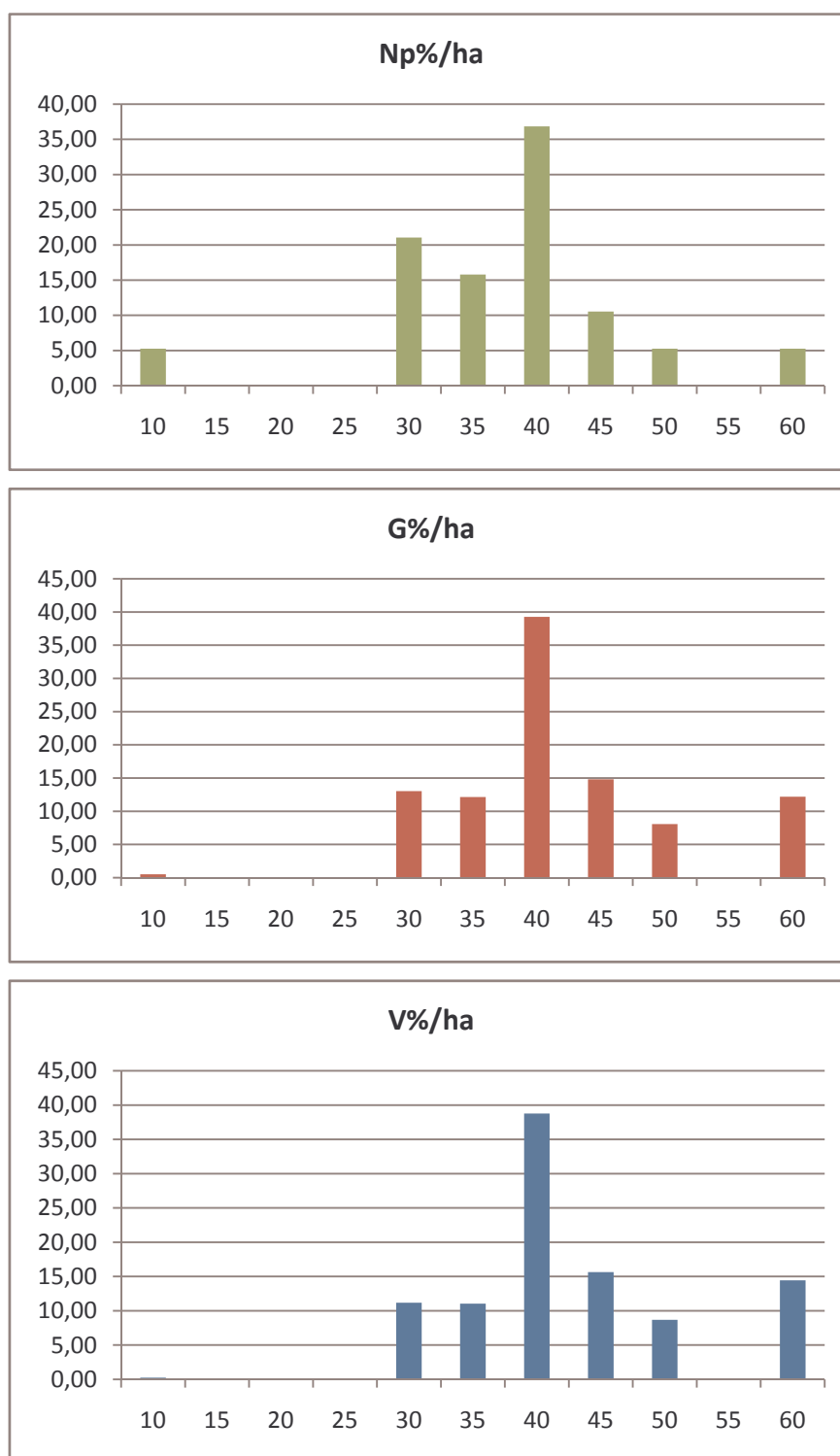


Figura 11 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta monoplana. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro

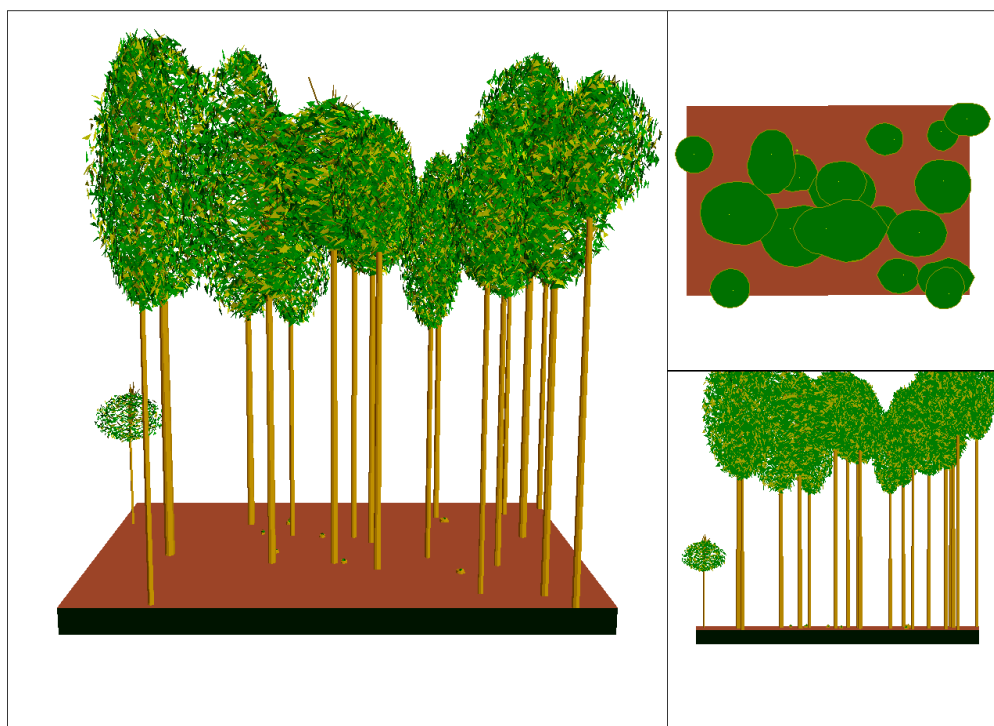


Figura 12 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta monoplana.

Transect di struttura

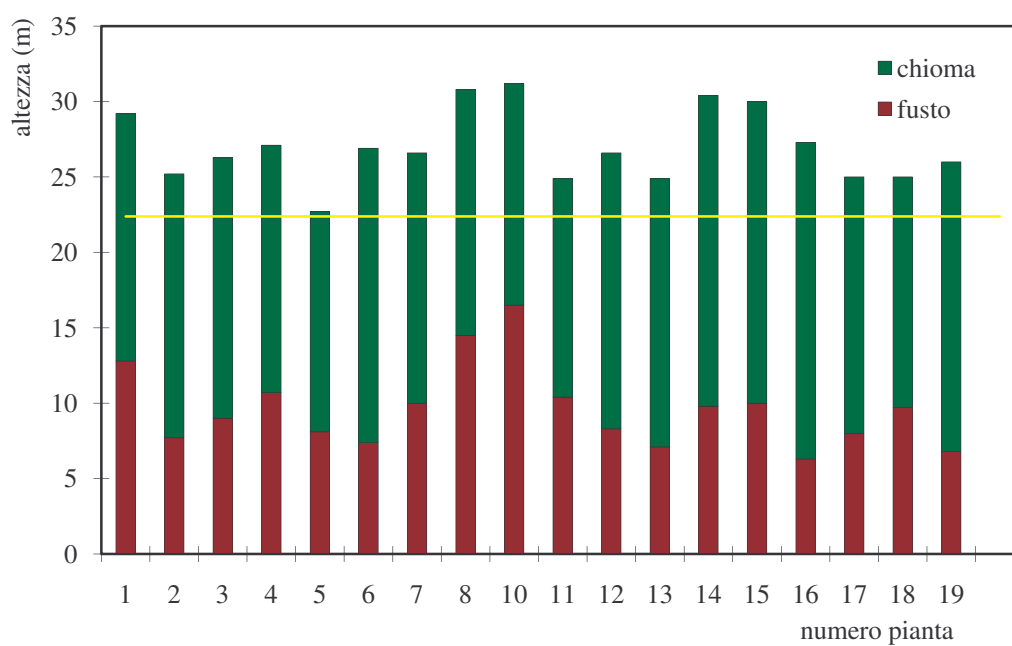


Figura 13 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta monoplana. Profilo verticale e individuazione degli strati Indice di LATHAM.

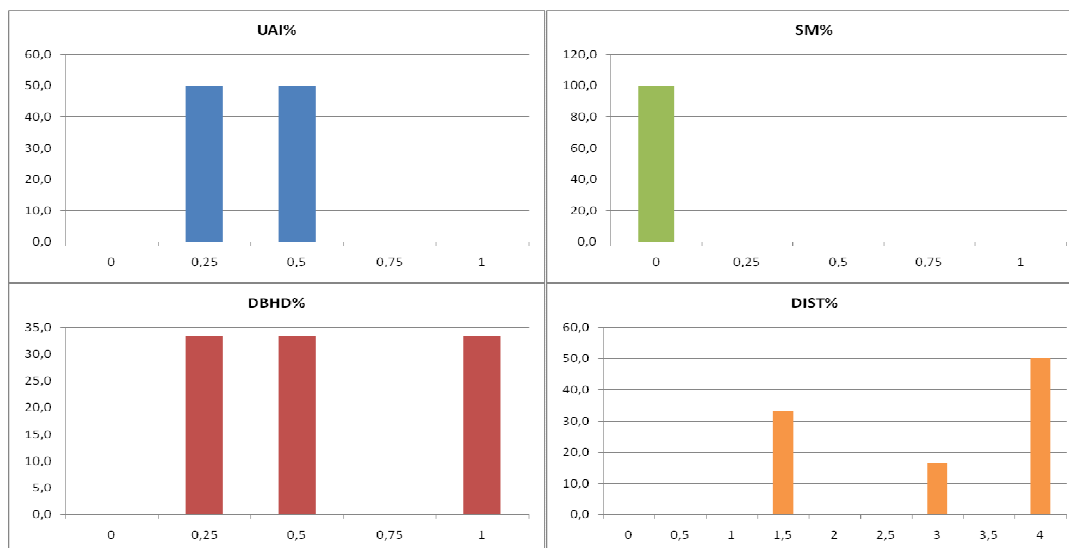


Figura. 14 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta monoplana. Distribuzione dei valori degli indici NBSI

Faggeta pluristratificata

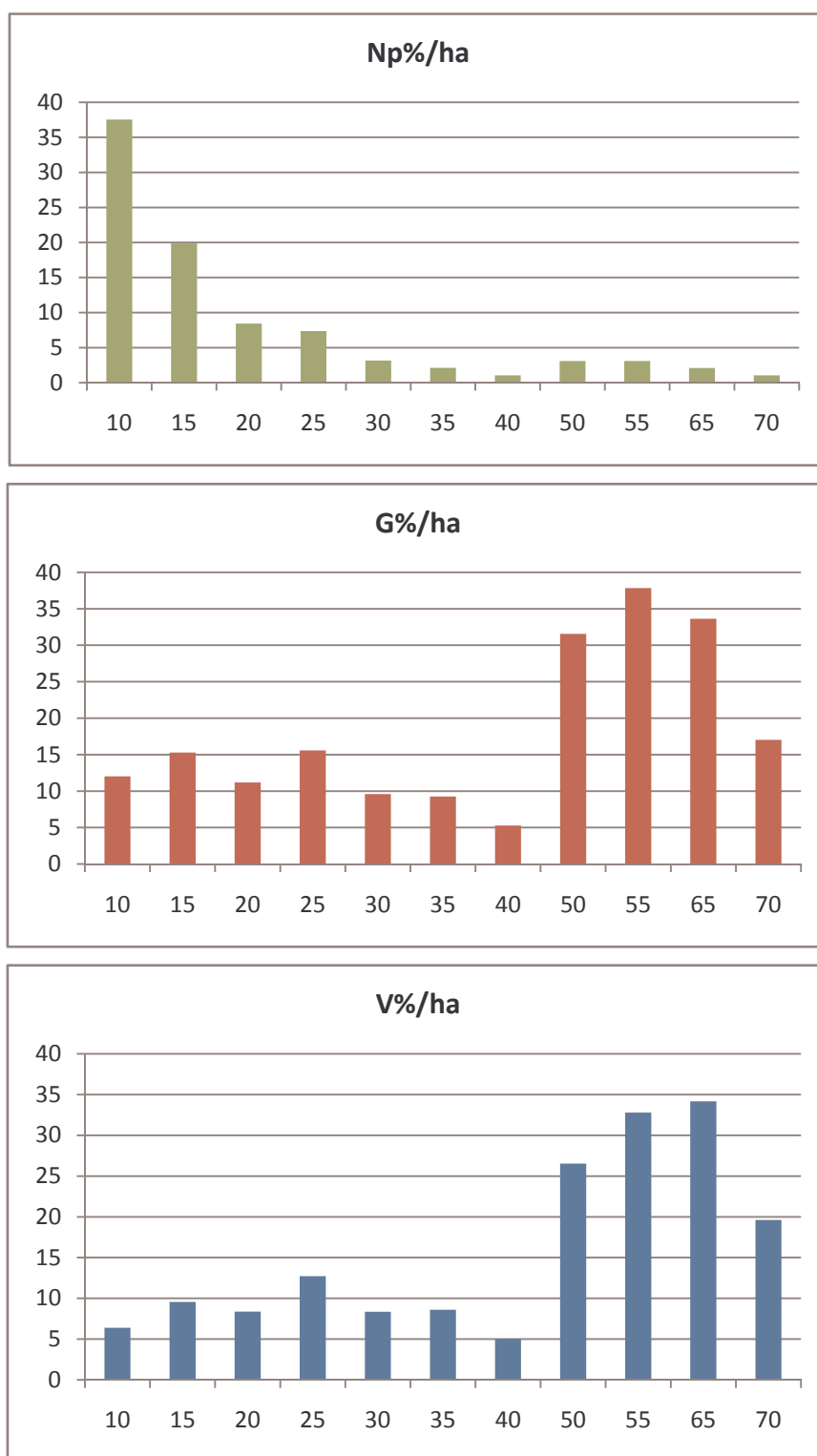


Figura 15 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro.

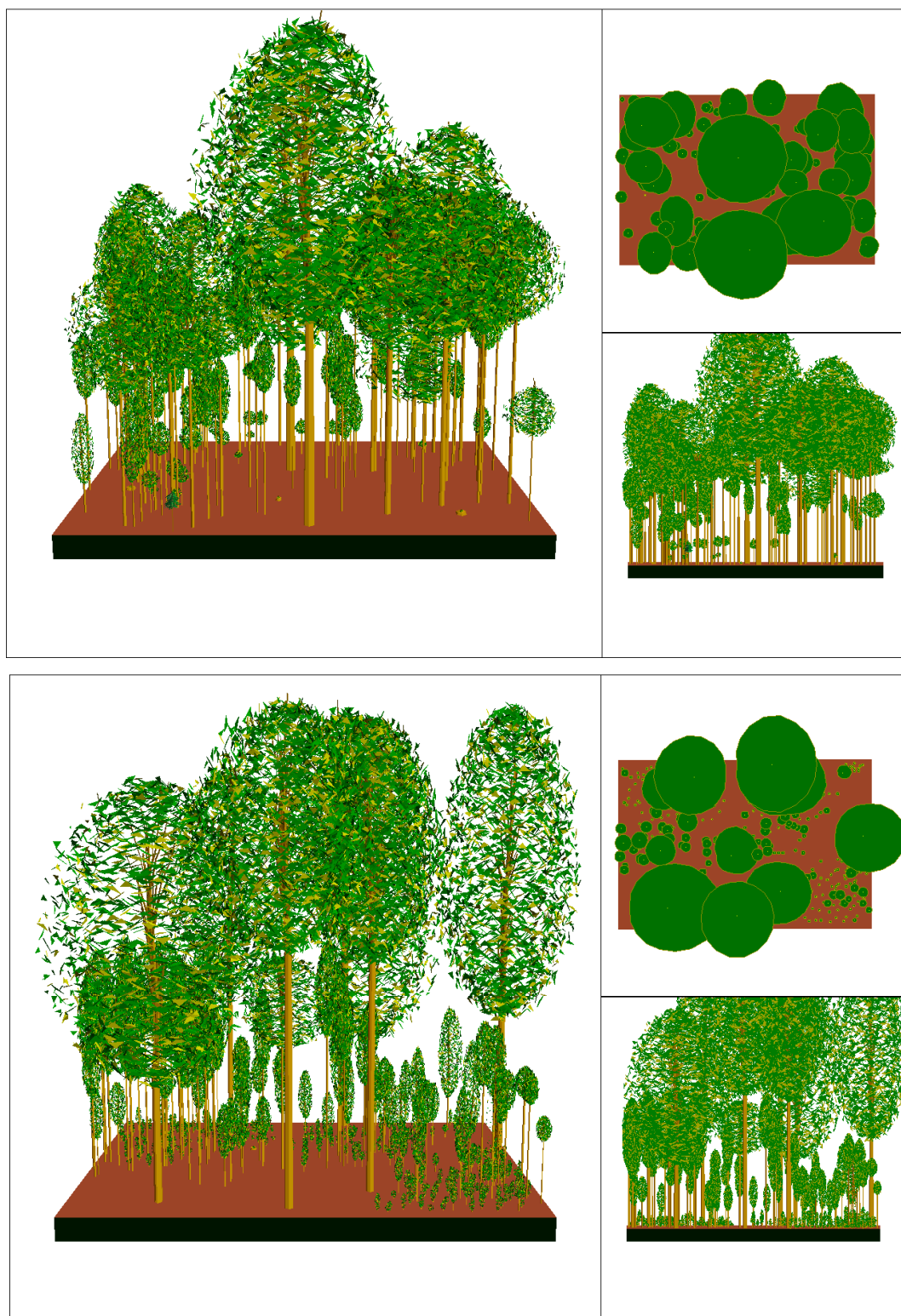


Figure 16 e 17 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata.

Transects di struttura

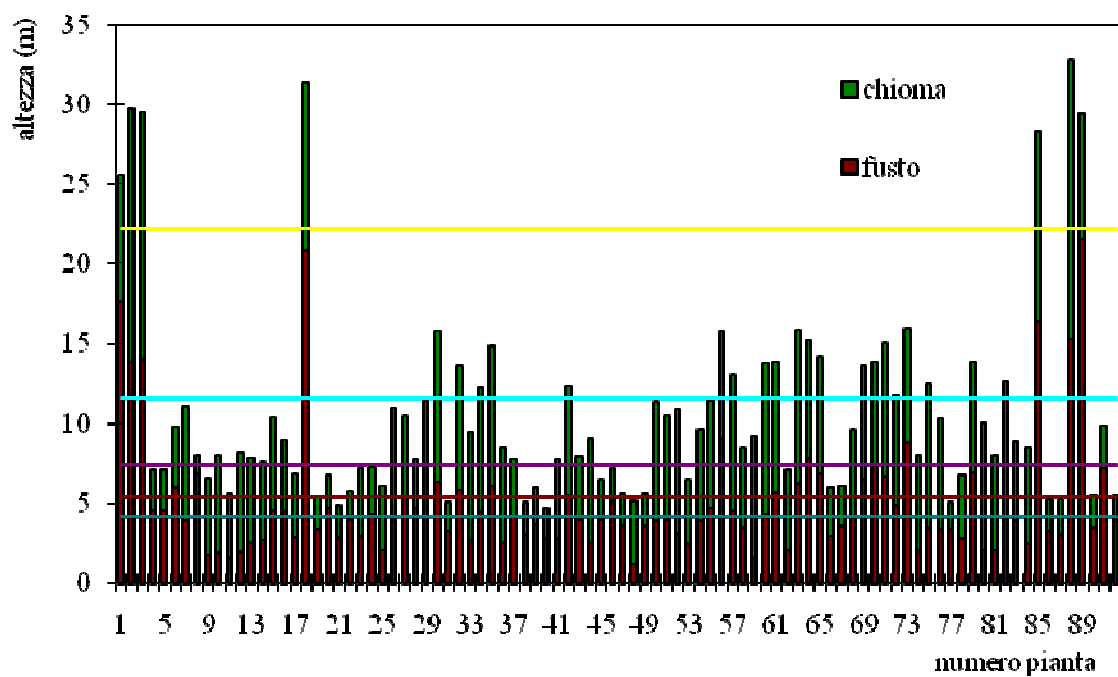
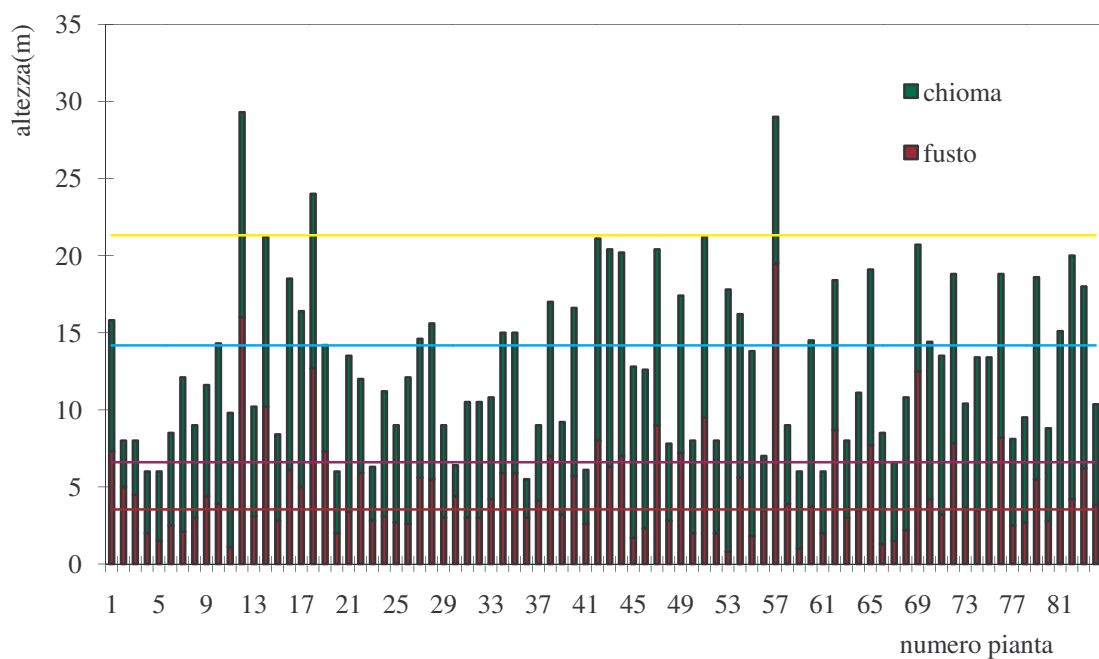


Figure 18 e 19 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata.
 Profilo verticale e individuazione degli strati. Indice di LATHAM.

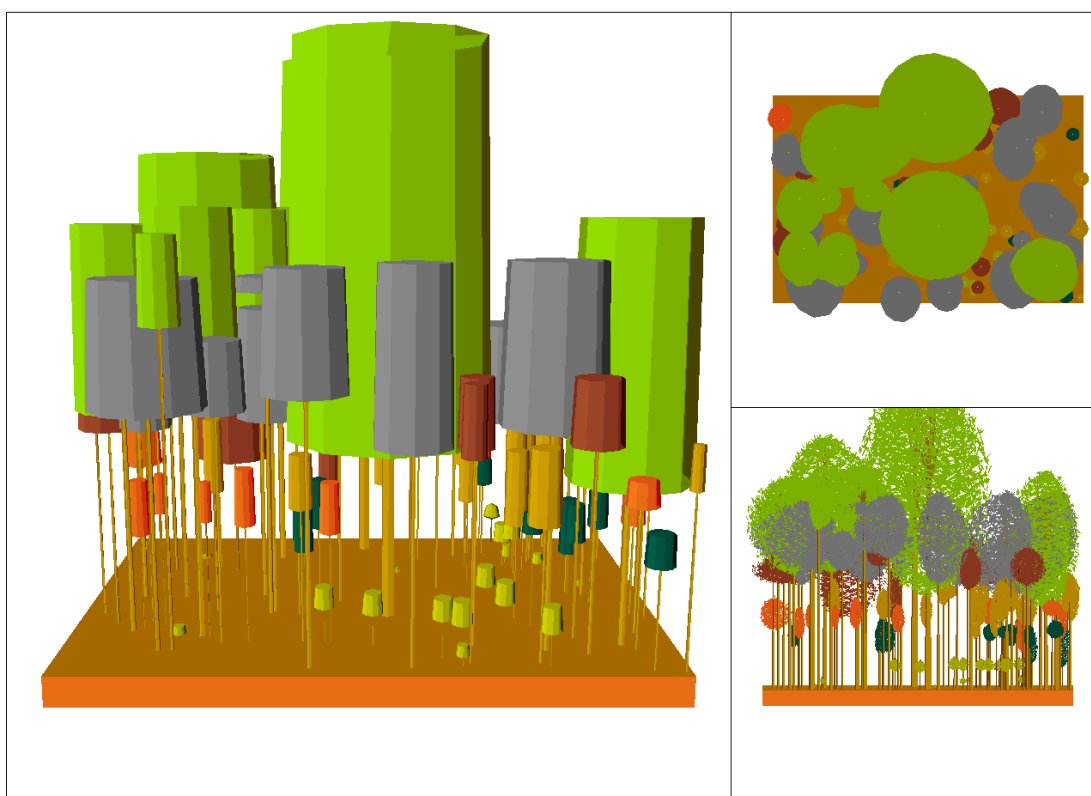
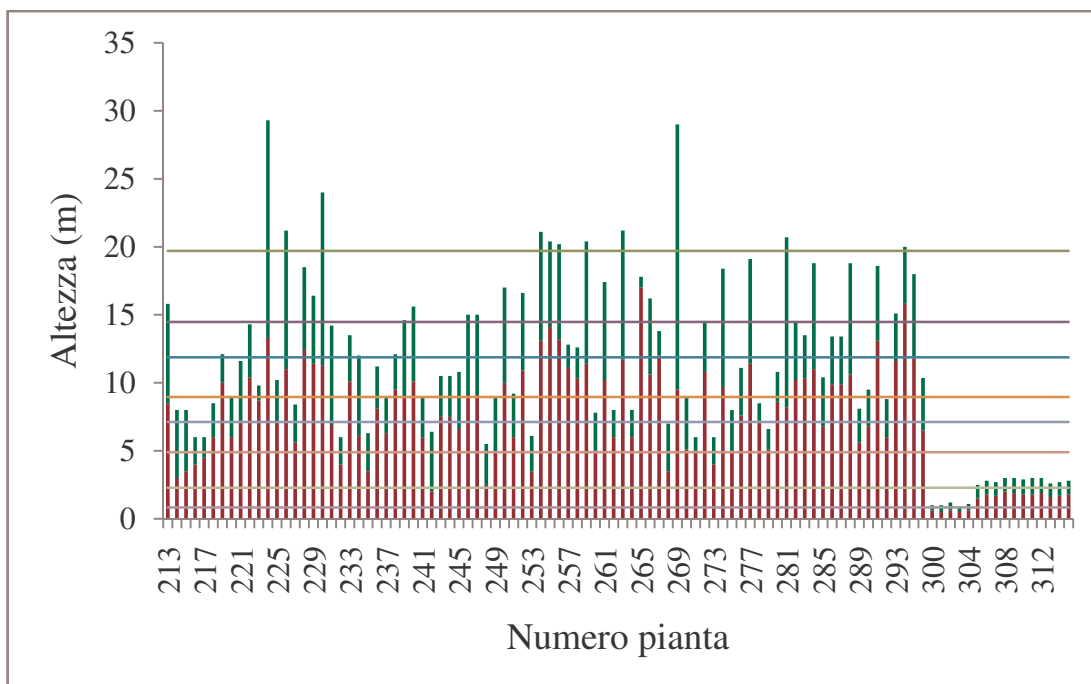


Figure 20 e 21 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata. Stratificazione del popolamento ottenuta attraverso l'applicazione di LATHAM e successiva rappresentazione con SVS.

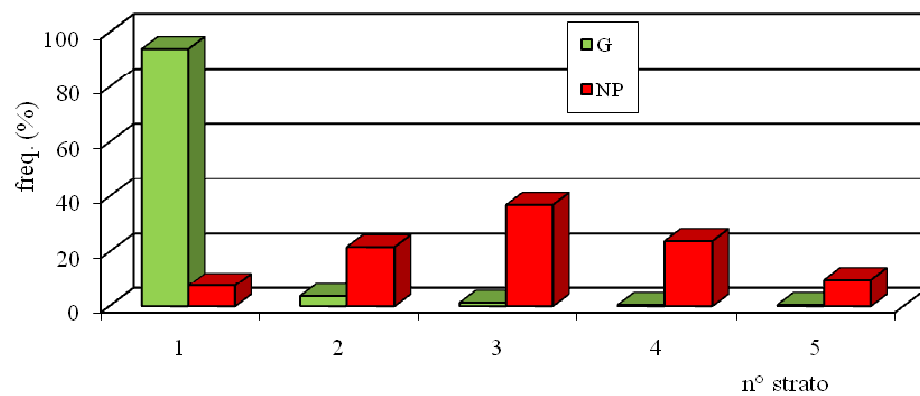
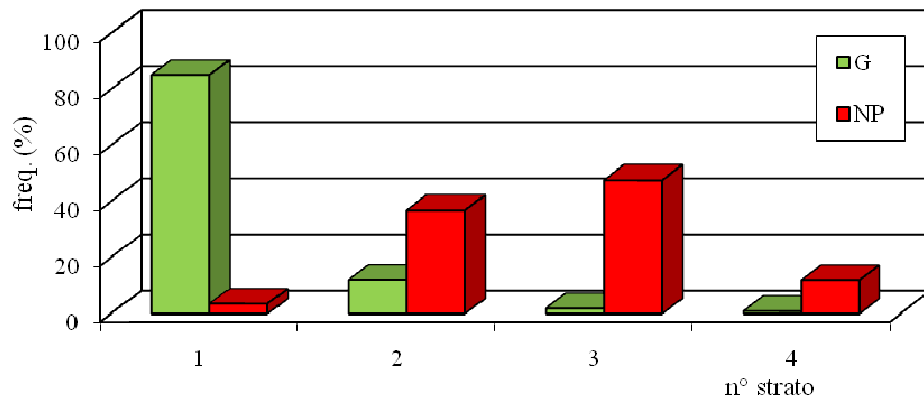


Figure 22 e 23 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata.
 Numero di piante e area basimetrica in ciascuno strato individuato con l'indice di
 LATHAM

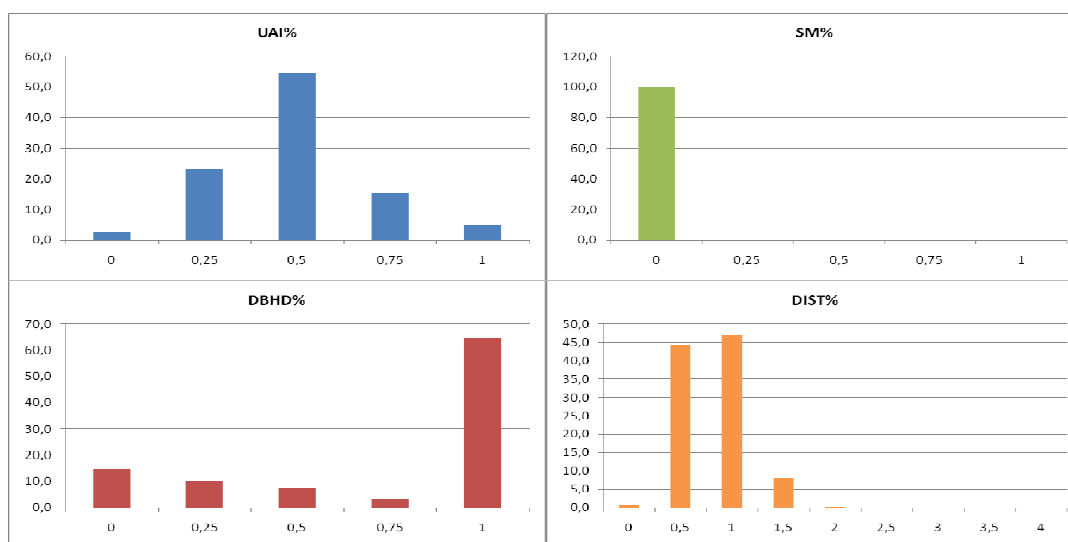
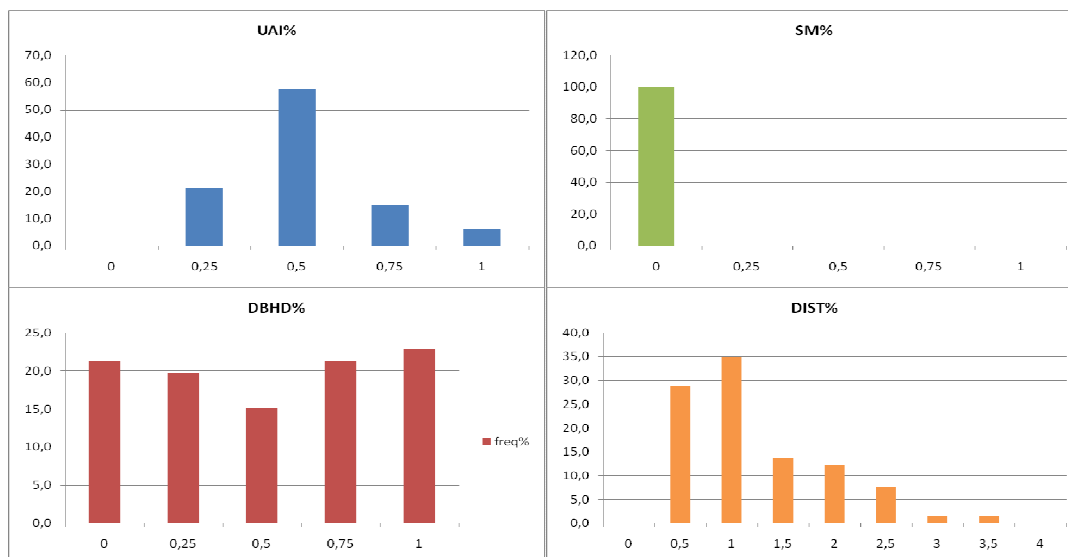


Figure 24 e 25 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata. Distribuzione dei valori degli indici NBSI

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata

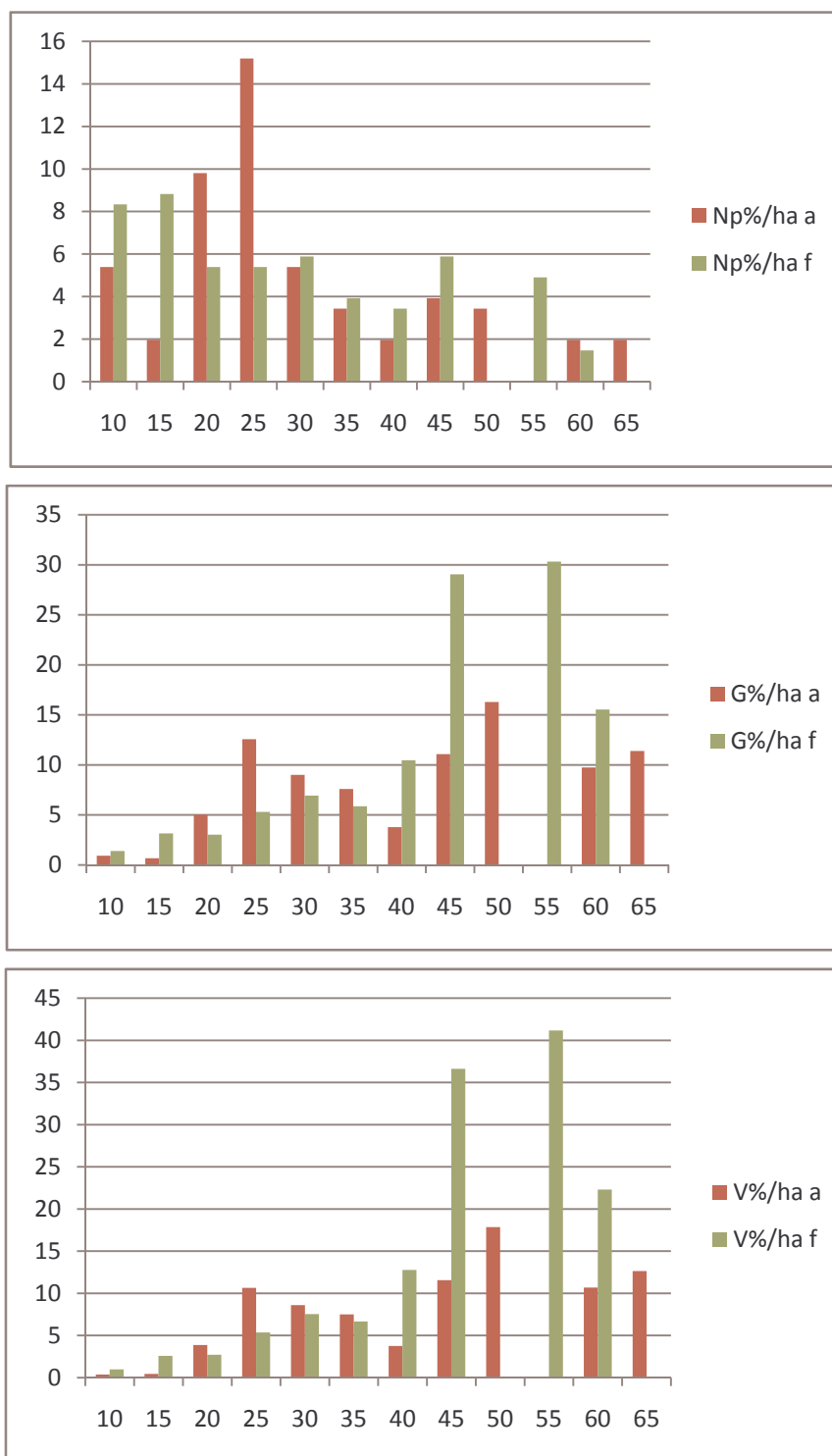


Figura 26 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista pluristratificata. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro

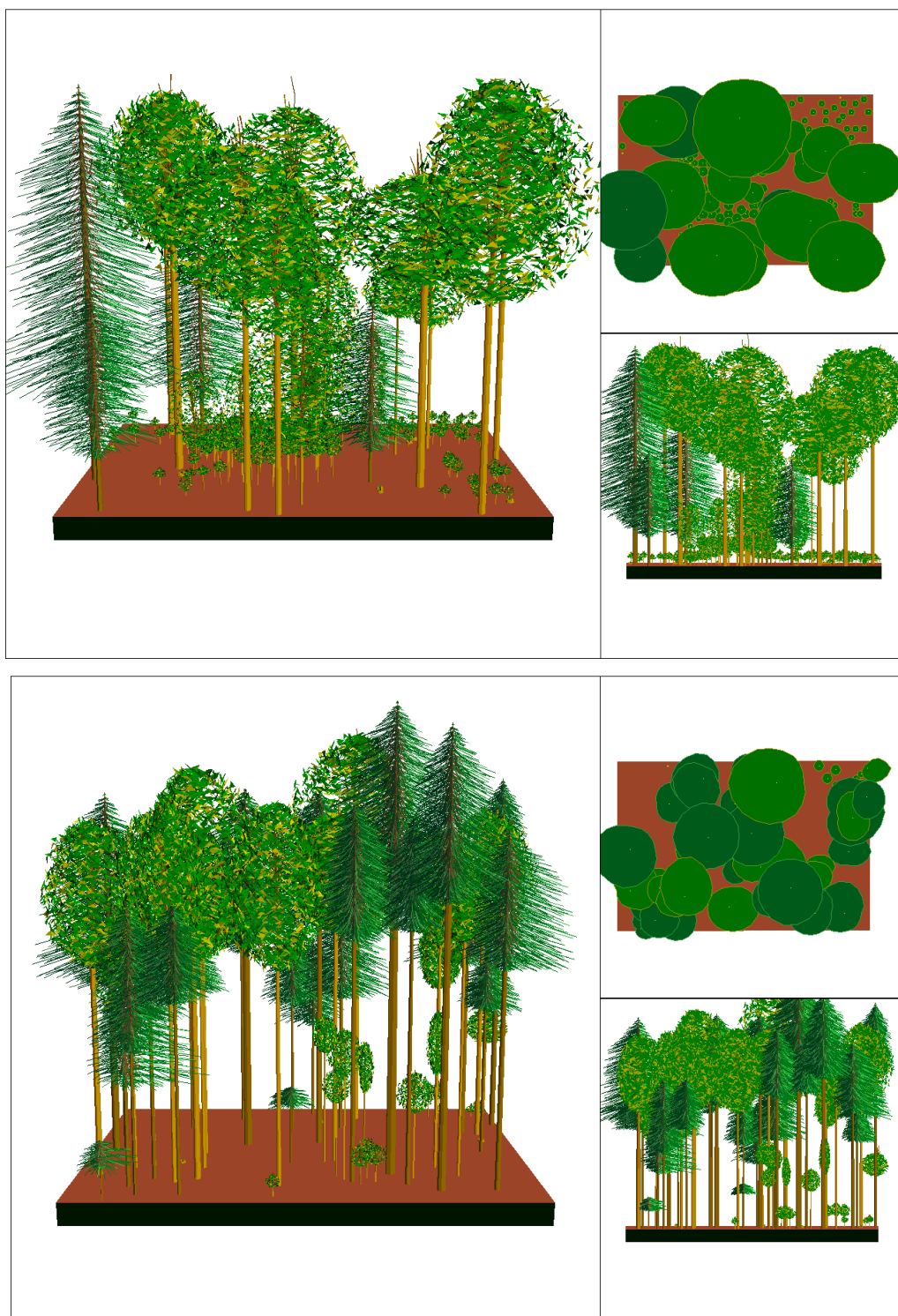


Figure 27 e 28 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.

Transects di struttura

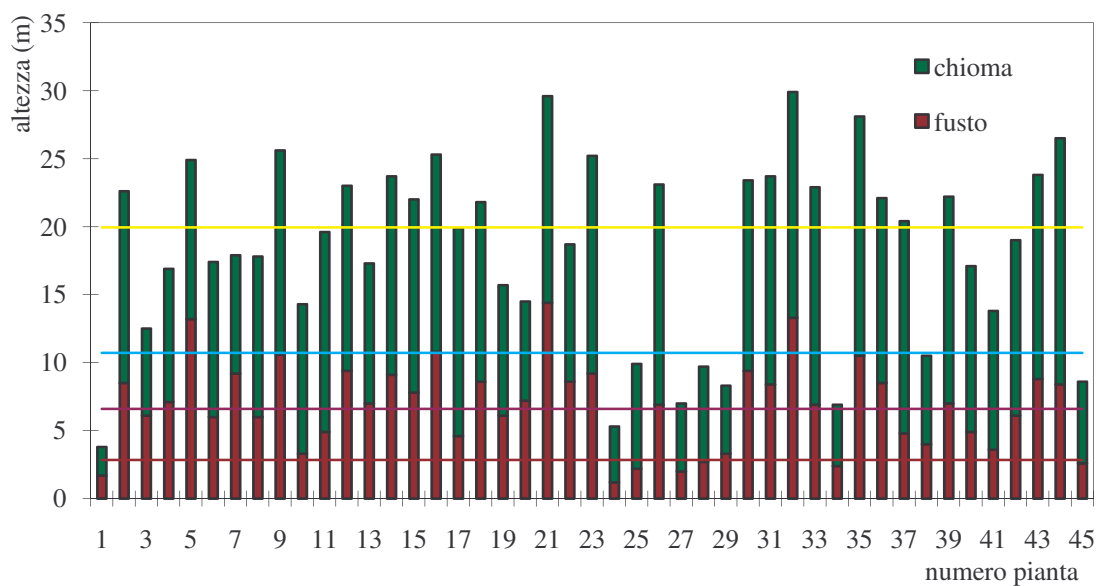
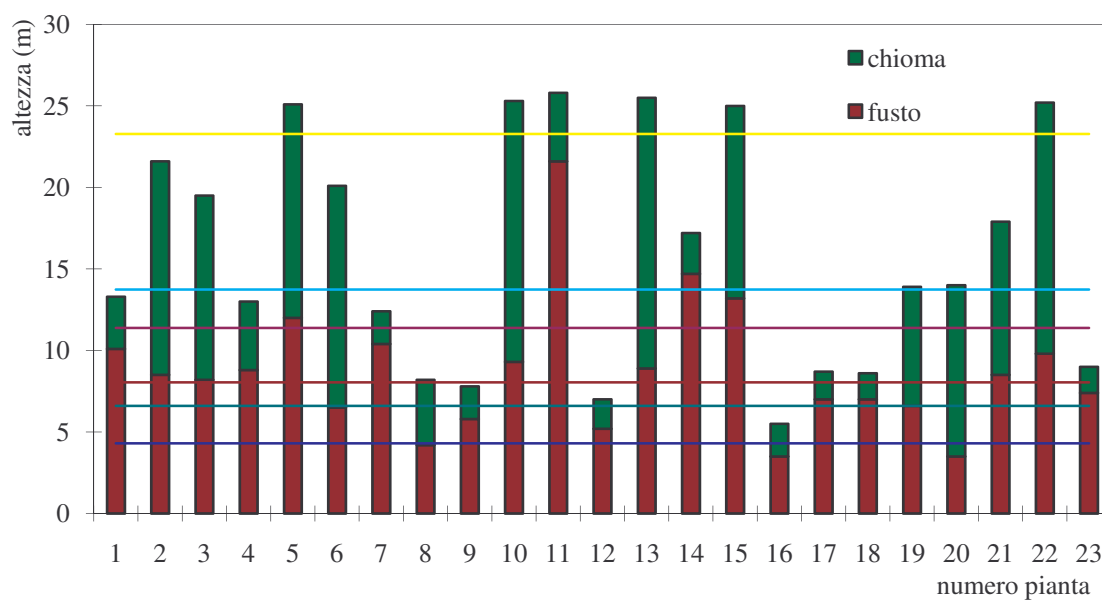


Figure 29 e 30 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista pluristratificata. Profilo verticale e individuazione degli strati. Indice di LATHAM.

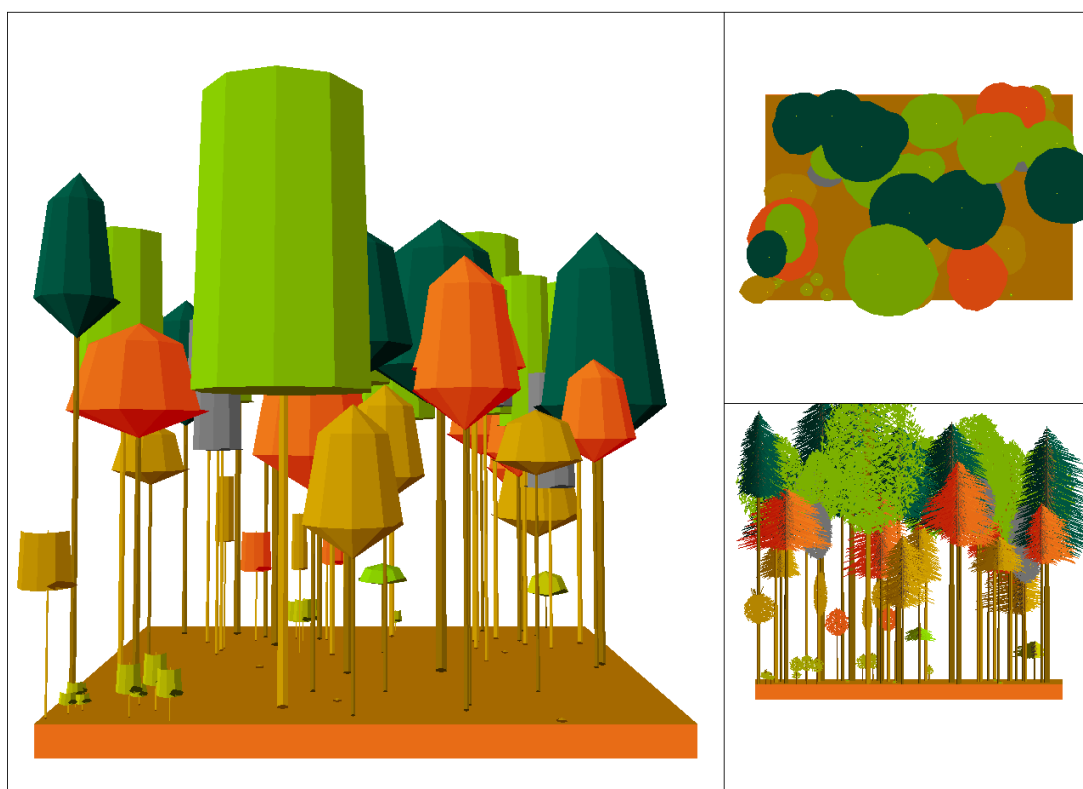
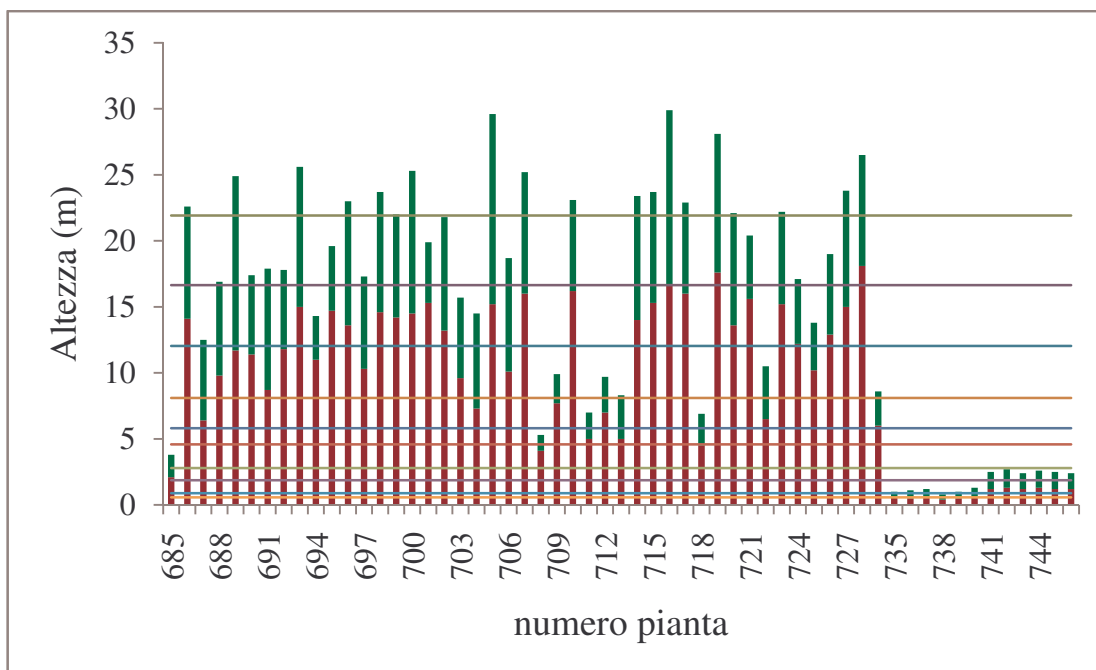


Figure 31 e 32 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata. Stratificazione del popolamento ottenuta attraverso l'applicazione di LATHAM e successiva rappresentazione con SVS.

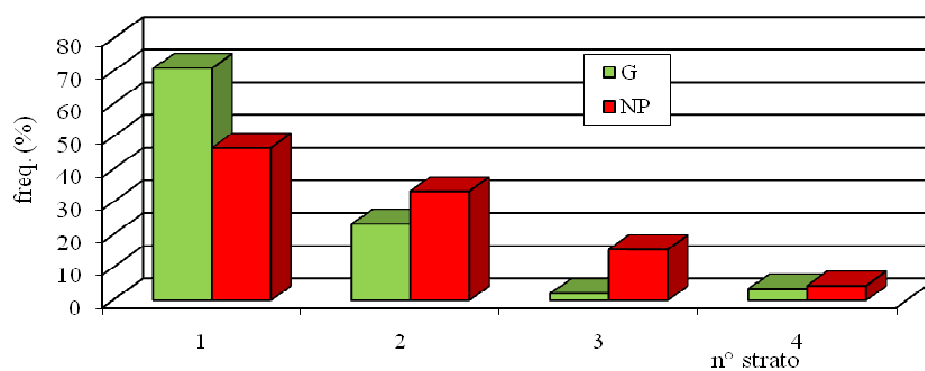
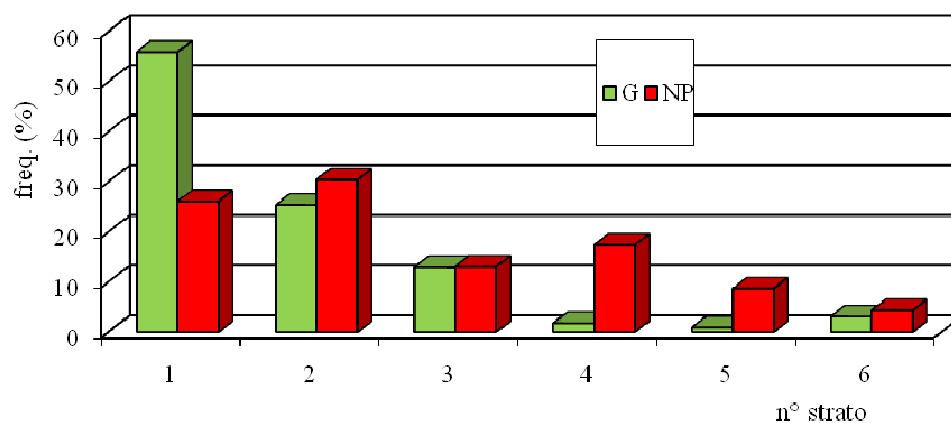


Figure 33 e 34 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.
 Numero di piante e area basimetrica in ciascuno strato individuato con l'indice di LATHAM



Figure 35 e 36 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.
Distribuzione dei valori degli indici NBSI.

<i>Tipo strutturale</i>	<i>Soglia di cavallettamento</i>									
	<i>Diametro > 7,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Faggeta monoplana (AREA 1)</i>	317	38,76	27	37,4	569,6	300	39,73	27,3	37,2	568,2
<i>Faggeta pluristratificata (AREE 3 e 4)</i>	708	25,25	19,5	33,5	431,7	250	42,88	23,7	28,8	391,6
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata (AREE 2 e 5)</i>	500	33,52	/	42,07	509,2	383	38,31	/	40,8	499

Tabella 5 – Bosco di Monte Scorda. Elementi dendrometrici per soglie di cavallettamento per ciascuna tipologia strutturale

<i>Tipo strutturale</i>	<i>Parametri statistici</i>	<i>Soglia di cavallettamento</i>									
		<i>Diametro > 7,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
		<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Faggeta pluristratificata (AREE 3 e 4)</i>	Valori medi	708	25,25	19,5	33,5	431,7	250	42,88	23,7	28,8	391,6
	Dev St.	318	3,72	0,7	5,66	39,5	188	15,02	2,8	3,54	21,1
	Min	483	22,62	19	29,5	403,8	117	32,26	21,7	26,3	376,6
	Max	933	27,89	20,1	37,5	459,6	383	53,5	25,6	31,3	406,5
	Mediana	708	25,25	19,5	33,5	431,7	250	42,88	23,7	28,8	391,6
	Cv	0	0,15	0	0,17	0,1	1	0,35	0,1	0,12	0,1
	Confidenza +/-	441	5,16	1	7,84	54,7	261	20,82	3,8	4,9	29,3

Tabella 6 – Bosco di Monte Scorda. Faggeta pluristratificata. Elementi dendrometrici e parametri statistici

Tipo strutturale per Specie	Parametri statistici	Diametro >7,5 cm					Diametro > 17,5 cm				
		NP/ ha	Diam medio (cm)	Altezza media (m)	G (m2/ha)	Volume (m3/ha)	NP/ ha	Diam medio (cm)	Altezza media (m)	G (m2/ha)	Volume (m3/ha)
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata – Faggio (AREE 2 e 5)</i>	Valori medi	259	32,41	18	21,6	288,2	175	38,52	23,2	20,65	280
	Dev St.	12	6,9	0,8	8,06	130,2	11	9,09	2	8,27	132,4
	Min	250	27,54	17,4	15,9	196,1	167	32,09	21,8	14,8	186,4
	Max	267	37,29	18,6	27,3	380,2	183	44,95	24,6	26,5	373,6
	Mediana	259	32,41	18	21,6	288,2	175	38,52	23,2	20,65	280
	Cv	0	0,21	0	0,37	0,5	0	0,24	0,1	0,4	0,5
	Confidenza +/-	17	9,56	1,2	11,17	180,4	16	12,6	2,7	11,47	183,5
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata – Abete (AREE 2 e 5)</i>	Valori medi	242	32,74	20,7	20,47	221,1	209	35,3	21,5	20,1	219
	Dev St.	224	0,23	0,4	19,16	205,1	200	0,55	0,6	18,95	203,6
	Min	83	32,58	20,4	6,92	76	67	34,91	21,1	6,7	75
	Max	400	32,91	20,9	34,02	366,1	533	35,68	21,9	33,5	363
	Mediana	242	32,74	20,7	20,47	221,1	209	35,3	21,5	20,1	219
	Cv	1	0,01	0	0,94	0,9	1	0,02	0	0,94	0,9
	Confidenza +/-	311	0,32	0,5	26,56	284,3	277	0,76	0,8	26,26	282,2
<i>Fustaia mista faggio- pluristratificata – TOTALE (AREE 2 e 5)</i>	Valori medi	500	33,52	/	42,07	509,2	383	38,31	/	40,8	499
	Dev St.	236	3,75	/	11,1	75	212	6,14	/	10,61	71,3
	Min	333	30,87	/	34,22	456,2	233	33,97	/	33,3	448,6
	Max	667	36,17	/	49,92	562,2	533	42,66	/	48,3	549,4
	Mediana	500	33,52	/	42,07	509,2	383	38,31	/	40,8	499
	Cv	0	0,11	/	0,26	0,1	1	0,16	/	0,26	0,1
	Confidenza +/-	327	5,2	/	15,39	103,9	294	8,52	/	14,7	98,8

Tabella 7 – Bosco di Monte Scorda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata. Elementi dendrometrici e parametri statistici

Strato	Copertura %				
	<i>Faggeta monoplana</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>		<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	
		<i>Area 3</i>	<i>Area 4</i>	<i>Area 2</i>	<i>Area 5</i>
1	55	42	50	46	69
2	-	36	9	47	35
3	-	9	5	14	2
4	-	2	2	13	1
5	-	-	1	2	-
6	-	-	-	4	-
Totale	56	69	64	89	79
% di sovrapp	1,8	29	4,7	41,6	35

Tabella 8 – Bosco di Monte Scorda. Strati e relativo grado di copertura per ciascuna tipologia strutturale. Indice di LATHAM

<i>Tipologia</i>	<i>UAI</i>		<i>SM</i>		<i>DBHD</i>		<i>DIST</i>	
	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.
<i>Faggeta monoplana</i>	0,38	0,14	0	0	0,58	0,34	2,87	1,15
<i>Faggeta pluristratificata</i>	0,54	0,2	0	0	0,52	0,39	0,9	0,65
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	0,5	0,18	0,33	0,28	0,49	0,38	1,8	1,08

Tabella 9 – Bosco di Monte Scorda. Valori medi e deviazioni standard degli indici NBSI per ciascuna tipologia strutturale

<i>Superficie</i>	<i>Faggeta monoplana</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
s	0,7	1,38	0,75
4s	0,84	1,06	0,96
16s	1,09	1,01	0,97

Tabella 10 – Bosco di Monte Scorda. Valori dell'indice di MORISITA per ciascuna tipologia strutturale ($s = 25 \text{ m}^2$)

<i>Incremento</i>	<i>Faggeta monoplana</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
Percentuale	1,40%	2,50%	2,30%
Corrente (m ³ / ha)	6,5	10,8	10,8

Tabella 11 – Bosco di Monte Scorda. Valori dell'incremento percentuale e corrente per ciascuna tipologia strutturale

<i>Classe di diametro (cm)</i>	<i>Faggeta monoplana</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
5	3,2	8,48	5,57
10	2,59	5,74	4,4
15	2,23	4,52	3,73
20	1,98	3,8	3,29
25	1,78	3,31	2,98
30	1,62	2,94	2,74
35	1,49	2,66	2,54
40	1,37	2,43	2,38
45	1,26	2,24	2,23
50	1,17	2,08	2,11
55	1,09	1,94	2
60	1,01	1,82	1,9
65	0,94	1,72	1,81
70	0,87	1,62	1,73

Tabella 12 – Bosco di Monte Scorda. Variazione dell'incremento percentuale in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

<i>Classe di diametro (cm)</i>	<i>Faggeta monoplana</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	
			<i>Faggio</i>	<i>Abete</i>
5	32,6	29,7	31,8	30,8
10	24,1	19,5	27,8	27,8
15	21,2	16,1	24,5	24,7
20	19,8	14,4	21,7	21,6
25	18,9	13,4	19,3	18,8
30	18,4	12,7	17,2	16,2
35	17,9	12,2	15,4	13,9
40	17,6	11,9	13,8	11,9
45	17,4	11,6	12,5	10,1
50	17,2	11,4	11,2	8,6
55	17,1	11,2	10,2	7,2
60	16,9	11	9,2	6,1
65	16,8	10,9	8,3	5,1
70	16,7	10,8	7,6	4,3

Tabella 13 – Bosco di Monte Scorda. Variazione dei tempi di passaggio in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

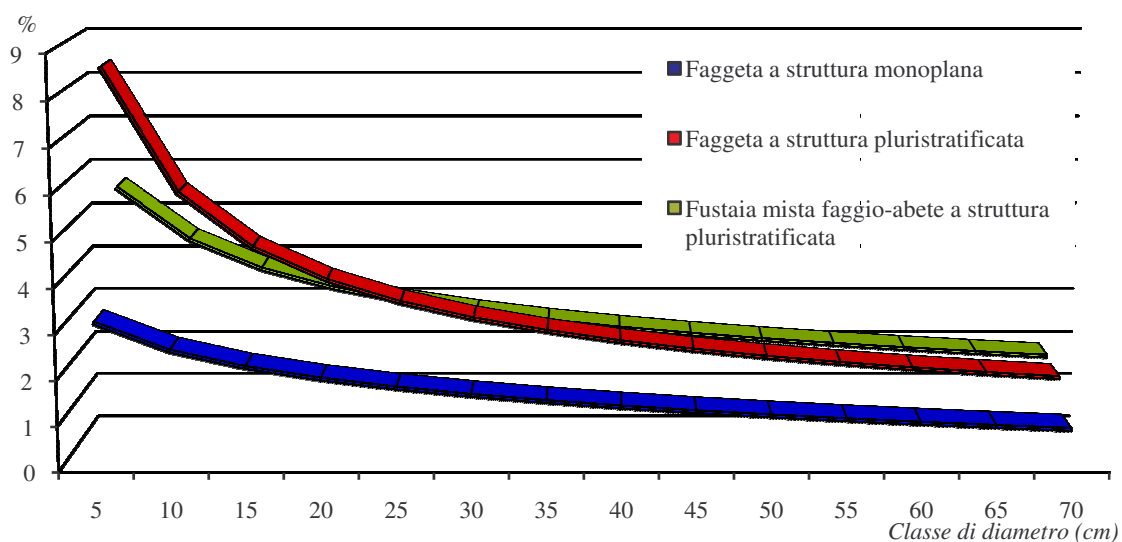


Figura 37 – Bosco di Monte Scorda. Rappresentazione delle variazioni dell'incremento percentuale in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

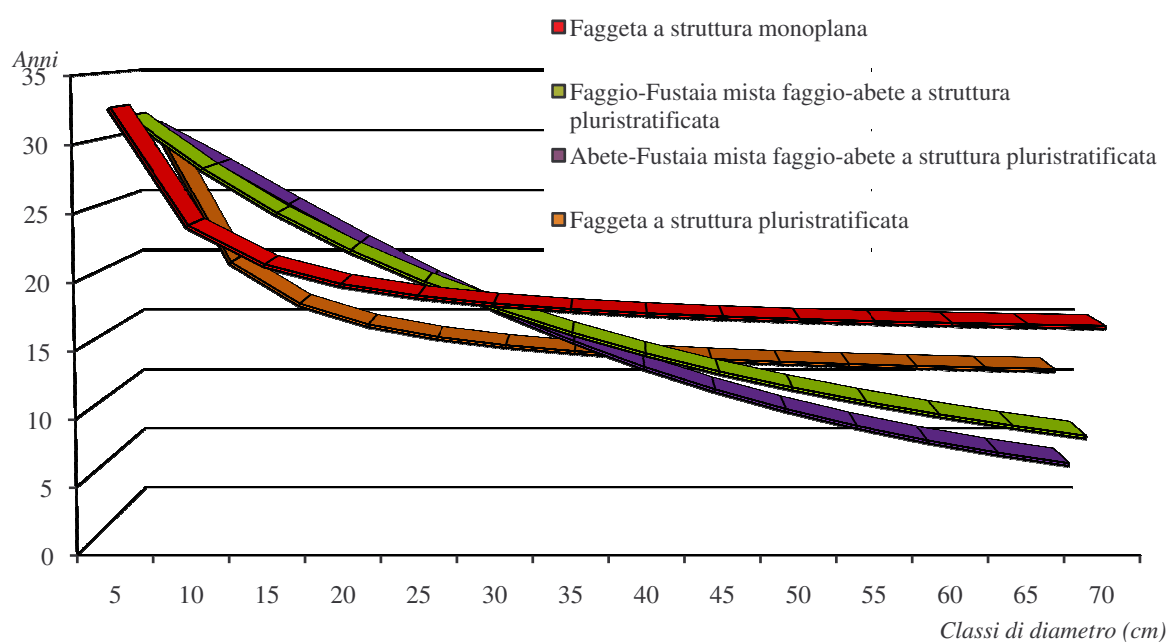


Figura 38 – Bosco di Monte Scorda. Rappresentazione delle variazioni dei tempi di passaggio in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

4.2 – Bosco della Ferdinanda

In questa realtà sono state distinte le seguenti tipologie strutturali:

- Faggeta pluristratificata;
- Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.

4.2.1 – Faggeta pluristratificata

Considerando tutte le piante a partire da 7,5 cm di diametro, il soprassuolo è caratterizzato da 700 piante a ettaro, numero che si riduce a 275 piante a ettaro esaminando solo gli alberi di oltre 17,5 cm di diametro. Nel primo caso la pianta di dimensioni medie misura 25,24 cm di diametro e 21,4 m di altezza; nel secondo, rispettivamente, 38,00 cm e 24,9 m (Tabella 14).

La distribuzione delle piante in classi di diametro, a partire da quella di 10 cm, presenta un andamento di tipo decrescente all'aumentare del diametro, con due mode nelle classi di diametro di 40 e 55 cm. (Figura 39).

Le piante di maggiori dimensioni sono distribuite in modo piuttosto uniforme sulla superficie, hanno forma discreta, la chioma è regolare e inserita in alto. I rami sono abbastanza sottili. La forma dei fusti è, in genere, discreta, i tronchi sono privi di malformazioni evidenti, almeno fino al punto di inserzione della chioma.

Gli individui riferibili alla fase di perticaia e giovane fustaia costituiscono gruppi talvolta alquanto densi. I fusti presentano forma slanciata e il punto di inserzione della chioma è posto generalmente più in alto rispetto alle piante più grosse.

Considerando le due soglie di cavallettamento, l'area basimetrica a ettaro misura, rispettivamente, 35,00 m² e 30,86 m², mentre il volume 477,0 m³ e 443,5 m³ (Tabella 14; Figura 39).

Il diametro medio della chioma misura 5,6±2,3 m cui corrisponde un'area di insidenza media di 28,1±25,4 m². Prendendo in esame solo le piante a partire dalla classe di diametro di 20 cm, il diametro medio della chioma sale a 7,8±2,2 m e l'area di insidenza a 49,3±31,4 m². Alcune piante di grandi dimensioni e di età generalmente elevata, presentano una chioma molto ampia e inserita in basso e, in alcuni casi, occupano anche 150 m² di superficie.

Il grado di copertura è elevato e, mediamente, è pari all'84%. In senso verticale le piante si possono ripartire in quattro strati di cui tre ben definiti. Quello superiore presenta un grado di copertura del 45%, il secondo del 30% e il terzo del 32%. La percentuale di sovrapposizione delle chiome, tra tutti gli strati, è pari al 29% (Tabella 16; Figure 42 e 43).

L'analisi delle caratteristiche del soprassuolo e del novellame all'interno dell'area di saggio, confortata da analoghe osservazioni anche nelle zone limitrofe, evidenzia come i processi di rinnovazione procedano con grande facilità e continuità nel tempo. Non sono strettamente legati agli interventi colturali, ma si presentano anche negli anni seguenti alle utilizzazioni, favoriti dalle condizioni di complessità del sistema stesso (Figura 40). La gestione prevede l'utilizzazione delle piante che abbiano raggiunto 45-55 cm di diametro; dimensioni certamente inferiori rispetto a quelle che può raggiungere il faggio in stazioni con caratteristiche ecologiche così favorevoli.

I nuclei di novellame si trovano al centro dei *gaps* che si sono formati dopo il taglio delle piante più grosse e non presentano condizioni di densità particolarmente elevate. Le giovani piantine presentano accrescimenti piuttosto sostenuti a seguito delle ridotte condizioni di concorrenza.

In genere, all'interno della faggeta, si osserva un sottobosco prevalentemente arbustivo a prevalenza di agrifoglio, dafne e pungitopo.

4.2.2 –Fustaia mista faggio-abete pluristratificata

I parametri relativi a questa tipologia strutturale sono stati ricavati dall'esame di due aree di saggio, poste a quote comprese tra 1200 e 1300 m, con esposizioni nord e nord-est e pendenze fino al 40%. Il popolamento è costituito prevalentemente da faggio, con gruppi di abete, generalmente di piccole dimensioni, talvolta anche con grosse piante di abete di età piuttosto elevata. Sono stati analizzati due casi di studio, che differiscono per un diverso grado di partecipazione dell'abete.

Sulla base dei dati rilevati emerge che il popolamento è composto mediamente da 884 piante/ha, di cui il 62% (548) è costituito da faggio e il 37% (336) da abete (Tabella 15). Considerando solamente i soggetti con diametro uguale o superiore a 17,5 cm la densità si riduce a 561 piante/ha, di cui l'88% (494) è costituito da faggio e il 12% (67) da abete.

La distribuzione delle piante di faggio in classi di diametro (Figura 44) presenta un andamento a campana con la moda nella classe di 30 cm; il campo di variazione dei

diametri è tra 10 e 45 cm, ma il 56% delle osservazioni rientra nelle classi diametriche da 20 a 30 cm. L'abete evidenzia un andamento piuttosto irregolare, con diametri compresi tra 10 e 65 cm. Le classi maggiormente rappresentate sono quelle di 40, 50 e 55 cm.

La pianta di faggio di dimensioni medie, considerando le piante a partire da 7,5 cm, misura 26,80 cm e 21,1 m di altezza, mentre, prendendo in esame solo i soggetti a partire dalla classe diametrica di 20 cm, il diametro medio passa a 27,80 cm e l'altezza a 23,3 m. Nel caso dell'abete i valori sono, rispettivamente, 25,50 cm di diametro e 16,1 m di altezza e 44,4 cm di diametro e 24,4 m di altezza riferendosi solamente a quelle di oltre 17,5 cm (Tabella 15).

Considerando la prima soglia l'area basimetrica misura 44,84 m²/ha, di cui il 70% rappresentato dal faggio e il 30% dall'abete. Considerando solo quelle di oltre 17,5 cm di diametro, tali valori si riducono a 42,10 m²/ha di cui il 72% di faggio e il 28% di abete (Figura 44).

Il volume medio a ettaro, considerando tutte le piante e poi quelle con diametro superiore a 17,5 cm, è pari, rispettivamente, a 601,3 e a 564,0 m³/ha. Il faggio vi partecipa con il 70% e l'abete con il 30% (Tabella 15; Figura 44).

L'ampiezza media della chioma, considerando tutte le piante, misura 4,9 m per il faggio e 4,5 m per l'abete, cui corrisponde un'area di insidenza, rispettivamente, di 21,0 m² e di 20,9 m². Prendendo in esame solamente i soggetti con diametro uguale o superiore a 17,5 cm, tali valori sono, rispettivamente, 5,2 e 7,1 m e 22,2 e 44,2 m². Il grado di copertura è elevato, in media l'81%.

Il profilo verticale di questa tipologia strutturale è caratterizzato dalla presenza di quattro/cinque strati. Le analisi hanno evidenziato situazioni differenti all'interno dello stesso popolamento in rapporto al differente grado di mescolanza fra faggio e abete (Figure 47, 48, 49, 50).

Sono stati esaminati due casi: dove prevale in modo abbastanza evidente il faggio, il grado di copertura è piuttosto elevato e si nota la tendenza alla formazione di gruppi di piante piuttosto densi. In questa situazione l'insediamento e l'affermazione del novellame, prevalentemente di abete, avviene quasi esclusivamente nei piccoli vuoti e comunque solo dove si registra un'attenuazione del grado di copertura. Invece, dove il grado di partecipazione dell'abete è superiore, e il bosco presenta un maggior grado di mescolanza fra le due specie, le dinamiche evolutive sono molto più accentuate e il novellame tende a insediarsi con grande facilità anche sotto la copertura delle piante di maggiori dimensioni.

La rinnovazione è tendenzialmente mista e presenta il classico fenomeno dell'alternanza (Figure 45 e 46).

Le piante di faggio hanno portamento slanciato, i fusti sono diritti e generalmente privi di difetti evidenti. La chioma è inserita in alto. Le piante di abete di solito presentano dimensioni più elevate rispetto a quelle del faggio, hanno la chioma piuttosto ampia, ma la forma dei fusti non sempre è delle migliori.

All'interno di queste formazioni il sottobosco erbaceo e arbustivo è generalmente assente o scarso. Sporadicamente sono presenti anche l'agrifoglio, il tasso, il pungitopo, la viola, il ciclamino, ecc. Anche la presenza di lettiera indecomposta è generalmente scarsa.

4.2.3 – Indici di struttura

4.2.3.1 – NBSI – *Neighbourhood Based Structural Indices*

Nella Tabella 17 sono riportati i valori dei quattro indici presi in considerazione:

Faggeta pluristratificata: in questa tipologia sono stati presi in esame 33 alberi di riferimento. I valori dell'indice WINKELMASS (UAI) mettono in evidenza una netta prevalenza della distribuzione di tipo casuale, con tendenza verso quella regolare e quella a gruppi. Si è accertata anche una lieve distribuzione a gruppi.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) evidenzia la presenza di un popolamento prevalentemente puro, nel quale sono però presenti anche altre specie, *in primis* abete che, solo in sporadici casi, diventa significativo. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) evidenzia una situazione abbastanza variegata, con il valore più elevato che denota una presenza di dominanza diametrica spiccata (30%) dovuta alla presenza di piante adulte circondate da piante più giovani di varie dimensioni accanto e altre dove questa è del tutto assente. In quest'ultimo caso si tratta di gruppi di piante riferibili alla fase di stangaia o di giovane fustaia nelle quali non si è ancora verificata una differenziazione dei diametri a seguito dei fenomeni di concorrenza.

L'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) segnala la presenza di situazioni molto differenziate con popolamenti molto densi, accanto a zone dove le piante si trovano a distanze anche superiori a tre metri (Figura 43).

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata: in questa tipologia strutturale sono stati considerati 240 alberi di riferimento. L'indice di WINKELMASS (UAI) nella maggior parte dei casi rileva una distribuzione di tipo casuale, con leggera tendenza verso la distribuzione di tipo regolare.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) evidenzia che il popolamento è prevalentemente puro, con sporadiche piante di abete. L'indice di DBHD esprime la netta prevalenza di situazioni in prive di dominanza diametrica, a conferma di una buona distribuzione delle piante sul terreno. Ci sono anche rari casi in cui si nota una certa dominanza, peraltro confermata dalla presenza di un piano dominato, anche se scarsamente rappresentato.

Il popolamento risulta piuttosto denso come evidenzia l'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) secondo il quale la maggior parte degli alberi si trovano ad una distanza media di un metro (Figure 51 e 52).

4.2.3.2 – Indice di MORISITA

La faggeta pluristratificata presenta valori differenti all'aumentare della superficie di riferimento. Nel caso di aree di limitata ampiezza ($s=25 \text{ m}^2$), l'indice di MORISITA evidenzia una distribuzione delle piante sul terreno a gruppi che, all'aumentare della superficie, ($s=400 \text{ m}^2$) diventa di tipo casuale.

Nel caso della fustaia mista a struttura complessa, per superfici piccole ($s=25 \text{ m}^2$) e grandi ($s=400 \text{ m}^2$) la distribuzione è di tipo casuale e solo nel caso di aree di media grandezza ($s=100 \text{ m}^2$) è di tipo regolare (Tabella 18).

4.2.3.3 – Indice di LATHAM

La Tabella 16 individua il numero di piani/strati presenti in ciascuna tipologia, il relativo grado di copertura e quello di sovrapposizione della chioma per ciascuna di area di saggio.

Faggeta pluristratificata: l'elaborazione dei dati ha evidenziato la presenza all'interno del popolamento di cinque strati, di cui i primi due sono ben definiti, mentre quello inferiore, appena accennato, è costituito da poche piante di rinnovazione. Il secondo e terzo strato sono quelli che raggruppano il maggior numero di piante, mentre i due strati inferiori

sono costituiti appena dal 6% del numero complessivo. In termini di area basimetrica lo strato superiore da solo costituisce l'80% del totale (Figure 41 e 42).

Il grado di copertura è elevato, così come quello di sovrapposizione delle chiome (Tabella 16), a conferma dell'elevata stratificazione che caratterizza questa tipologia strutturale.

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata: i rilievi, effettuati in due situazioni caratterizzate da un differente grado di mescolanza delle specie, evidenziano condizioni strutturali leggermente diverse.

Nel primo caso, dove prevale abbastanza nettamente il faggio, la struttura presenta un minor grado di articolazione, con il primo e il secondo strato che hanno un grado di copertura, rispettivamente, del 44 e del 27%, con un indice di sovrapposizione del 2,6%. Nel secondo caso, laddove la partecipazione dell'abete è maggiore, il grado di copertura nei primi due strati è, rispettivamente del 67 e del 49% con un indice di sovrapposizione del 47,1%. In entrambi i casi la struttura è complessa e di tipo pluristratificato, con una netta prevalenza dei due strati superiori sia in termini di numero di piante che di area basimetrica (Tabella 16).

I processi di rinnovazione, però, procedono in modo differente e nel primo caso sono legati alla presenza di *gaps*, mentre nel secondo, la rinnovazione si insedia con maggiore facilità anche sotto copertura, secondo il fenomeno dell'alternanza (Figure 47, 48, 49, 50).

4.2.4 – Studio degli incrementi

4.2.4.1 – Incremento percentuale

Il faggio cresciuto nel bosco puro pluristratificato presenta valori compresi tra 9,1% nella classe di 5 cm di diametro e 1,0% in quella di 70 cm; nella fustaia mista i valori variano da 9,1% nella classe di 5 cm a 1,2% in quella di 70 cm.

L'abete, nella fustaia mista, evidenzia un massimo di 9,7% nella classe di 5 cm di diametro e minimo di 1,4% in quella di 70 cm (Tabella 19 e 20; Figura 53).

A livello di popolamento, l'incremento percentuale nel caso della faggeta pluristratificata è 2,5%, nella fustaia mista faggio-abete pluristratificata 2,1% (Tabelle 19 e 20).

4.2.4.2 – Incremento corrente

Sulla base dei valori dell'incremento corrente e del volume, calcolato nelle diverse tipologie strutturali esaminate, è stato calcolato l'incremento corrente del bosco con la Formula di BORGGREVE.

I valori registrati nella fustaia di faggio pluristratificata e in quella mista faggio-abete sono rispettivamente 9,5 e 12,4 m³/ettaro/anno (Tabella 19).

4.2.4.3 – Tempi di passaggio

Le curve che esprimono le variazioni dei tempi di passaggio del faggio cresciuto nel bosco puro e in quello misto faggio-abete, evidenziano che, nella fase iniziale, le piante nel popolamento puro crescono più lentamente rispetto a quello misto; quando però raggiungono i 30/35 cm di diametro la situazione si inverte. In tutti i casi, le differenze non sono particolarmente evidenti.

Dal confronto tra faggio e abete emerge come la latifolia da giovane cresca più rapidamente dell'abete, anche se le differenze sono contenute. Superati i 15 cm di diametro le piante di abete impiegano sempre un minor numero di anni per passare da una classe diametrica all'altra, con differenze che aumentano con le dimensioni delle piante (Tabella 21, Figura 54).

4.2.5 – Grafici e Tabelle

Faggeta pluristratificata

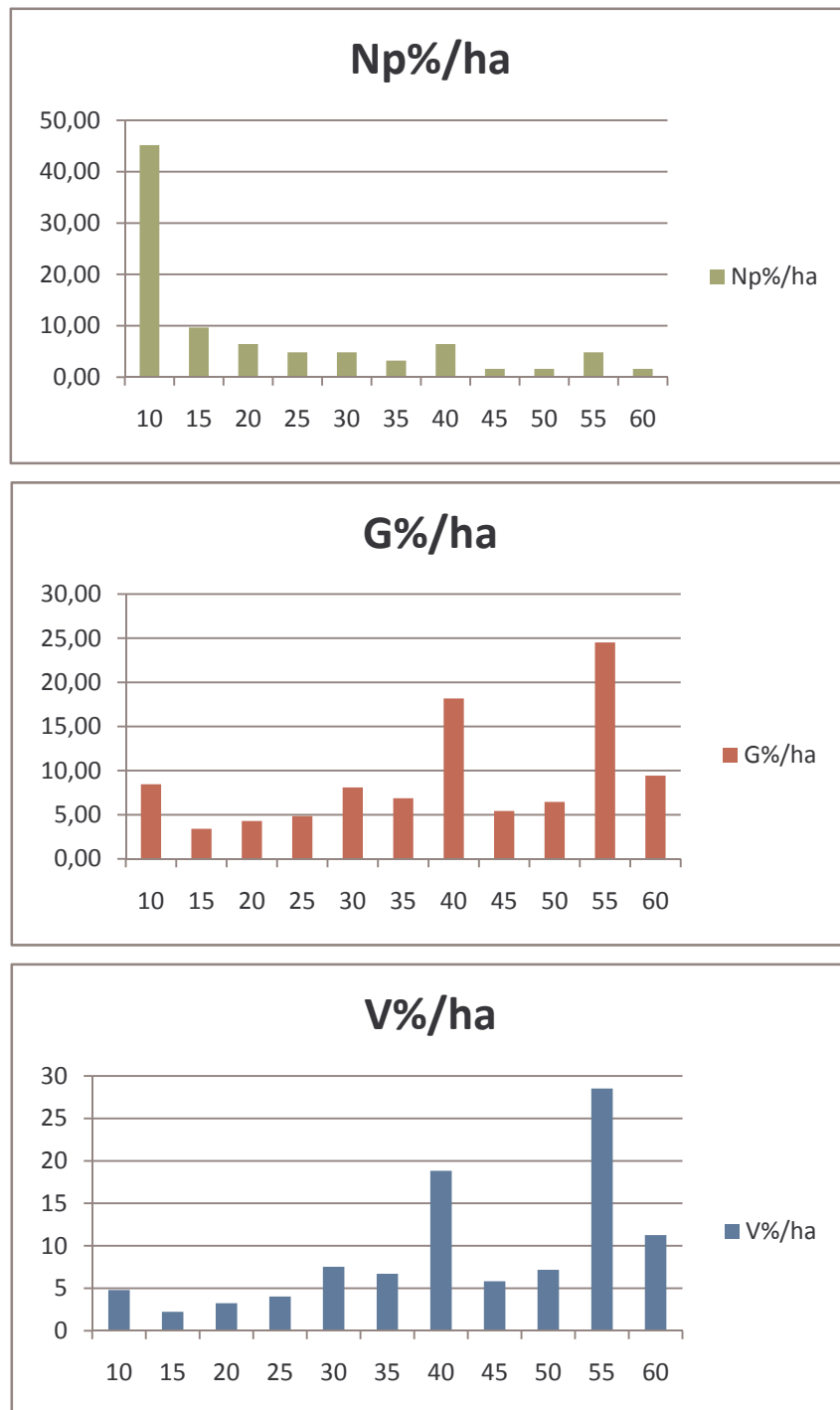


Figura 39 – Bosco della Ferdinandea. Faggeta pluristratificata. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro

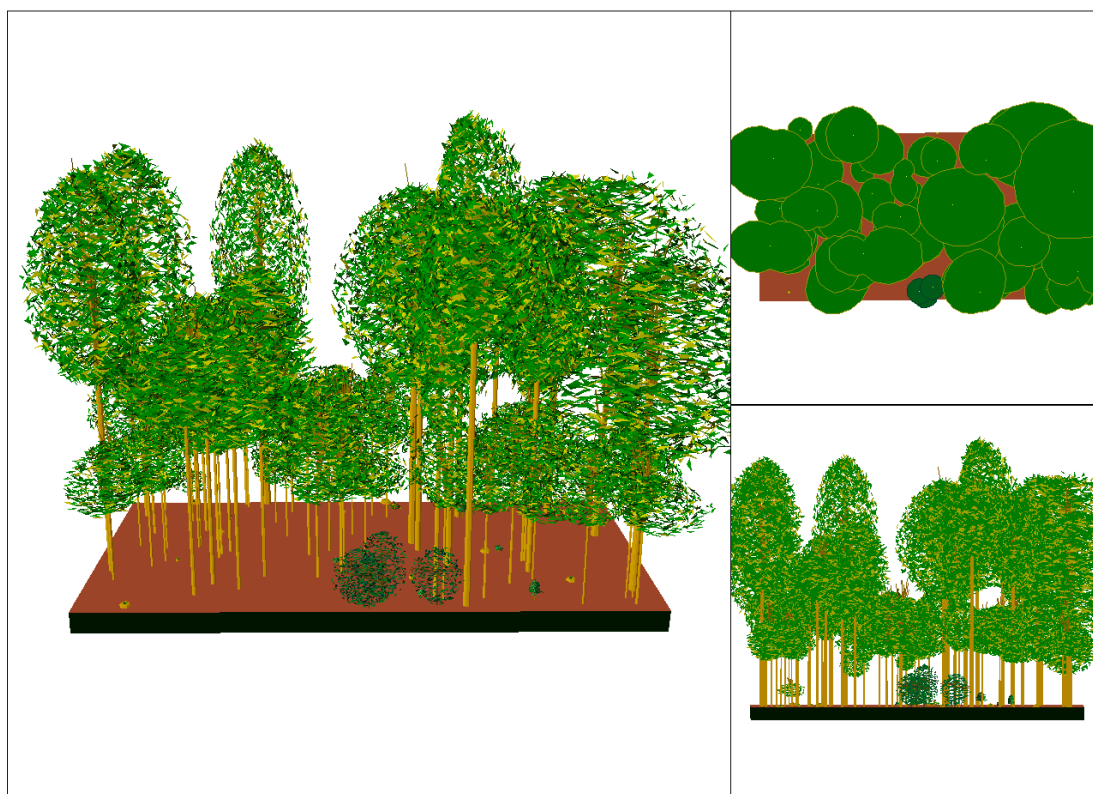


Figura 40 – Bosco della Ferdinandea. Faggeta pluristratificata.

Transect di struttura

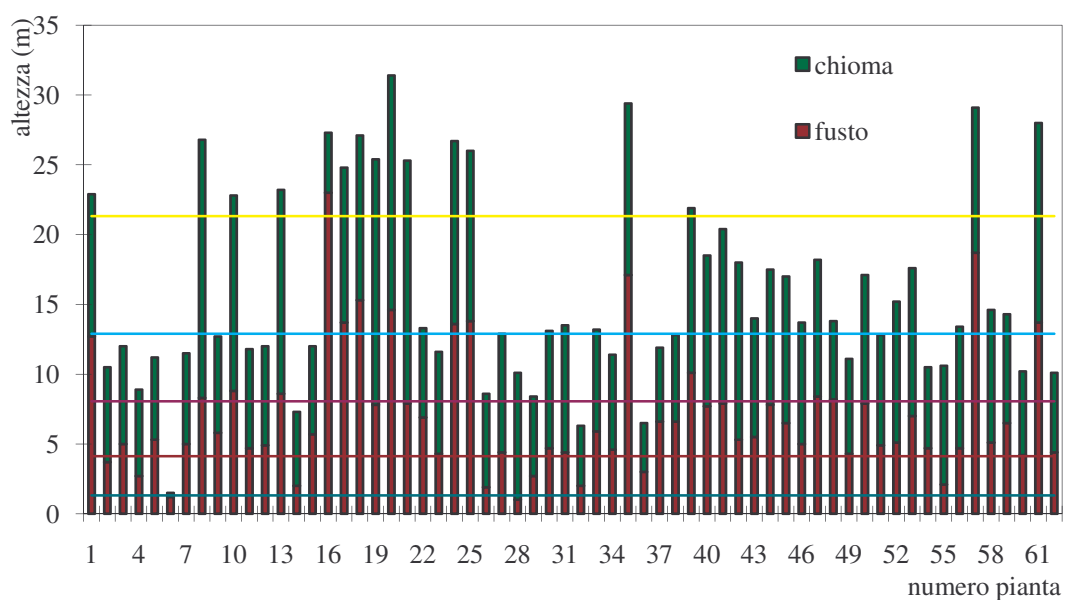


Figura 41 – Bosco della Ferdinandea. Faggeta pluristratificata.

Profilo verticale e individuazione degli strati. Indice di LATHAM

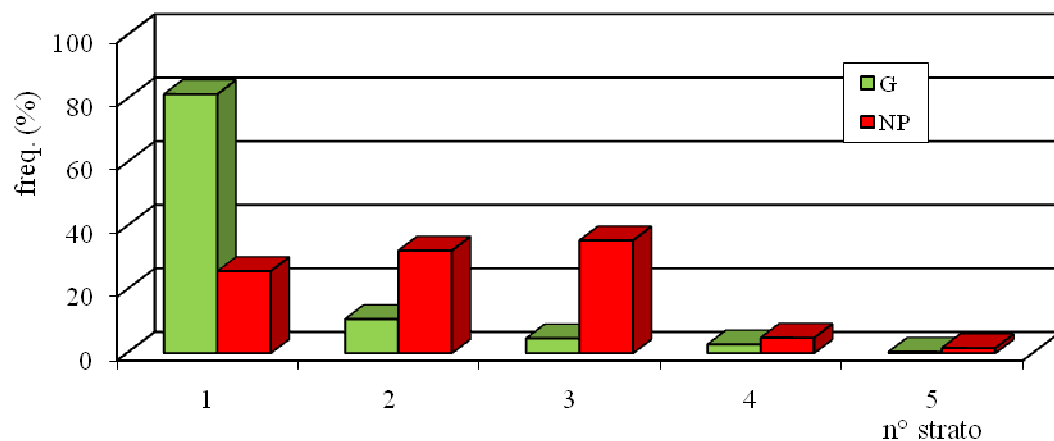


Figura 42 – Bosco della Ferdinandea. Faggeta pluristratificata. Numero di piante e area basimetrica in ciascuno strato individuato con l'indice di LATHAM

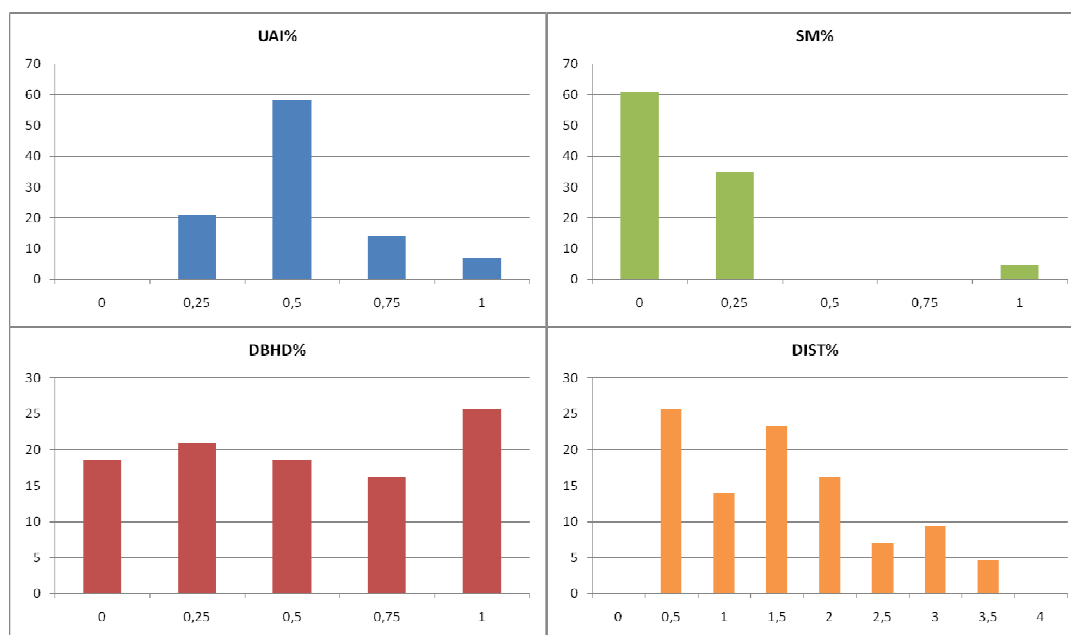


Figura 43 – Bosco della Ferdinandea. Faggeta pluristratificata.
Distribuzione dei valori degli indici NBSI.

Fustaia mista faggio-abete pluristratificata

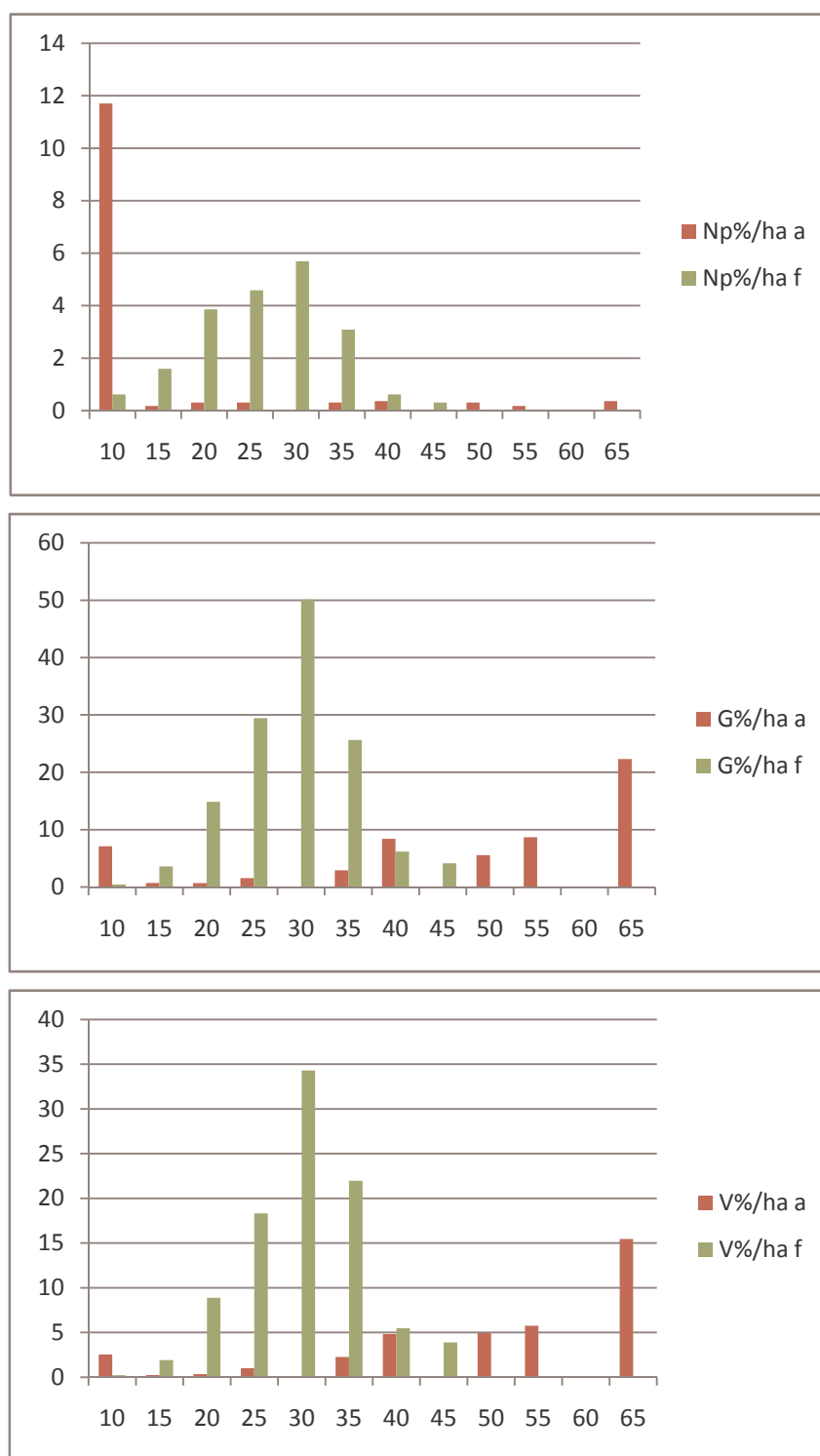


Figura 44 – Bosco della Ferdinanda. Fustaia mista pluristratificata. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro



Figure 45 e 46 – Bosco della Ferdinandea. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.
Transects di struttura

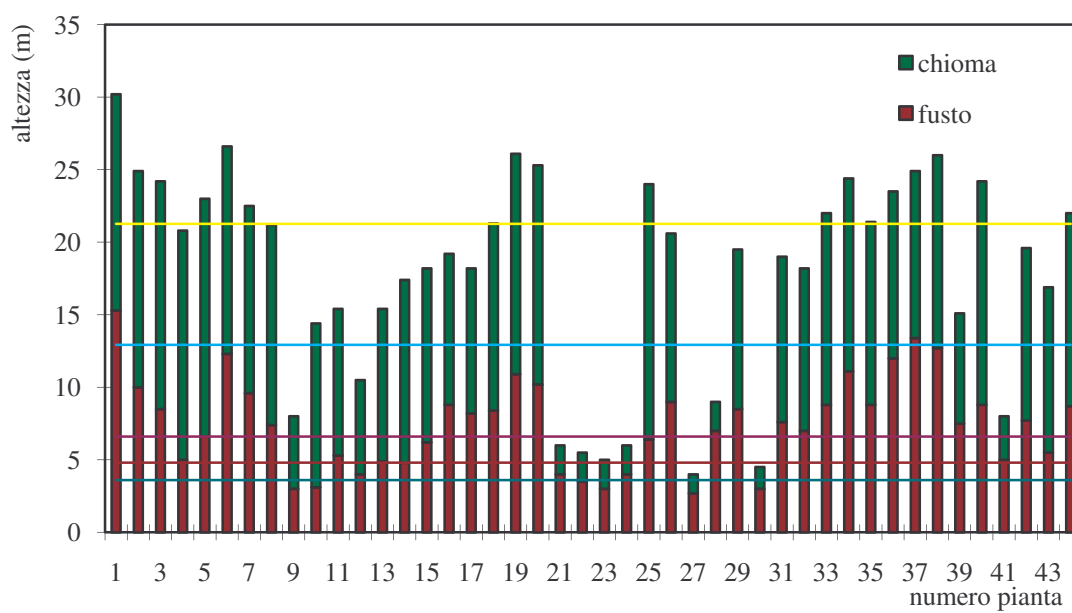
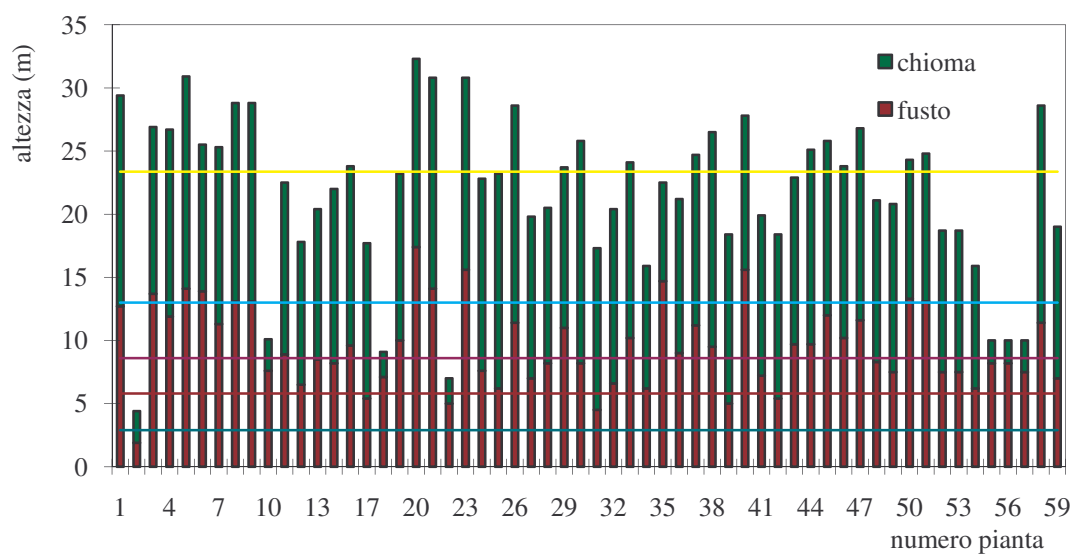


Figure 47 e 48 – Bosco della Ferdinandea. Fustaia mista pluristratificata. Profilo verticale e individuazione degli strati. Indice di LATHAM

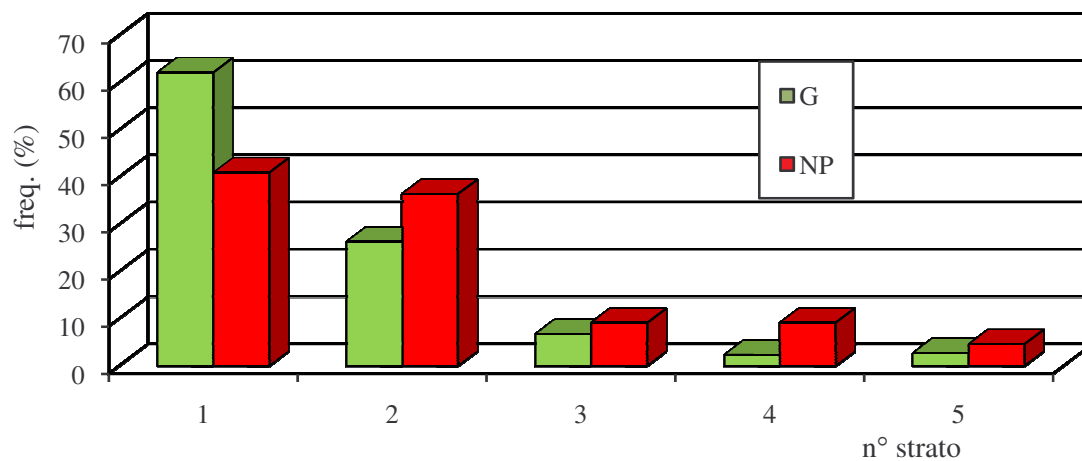
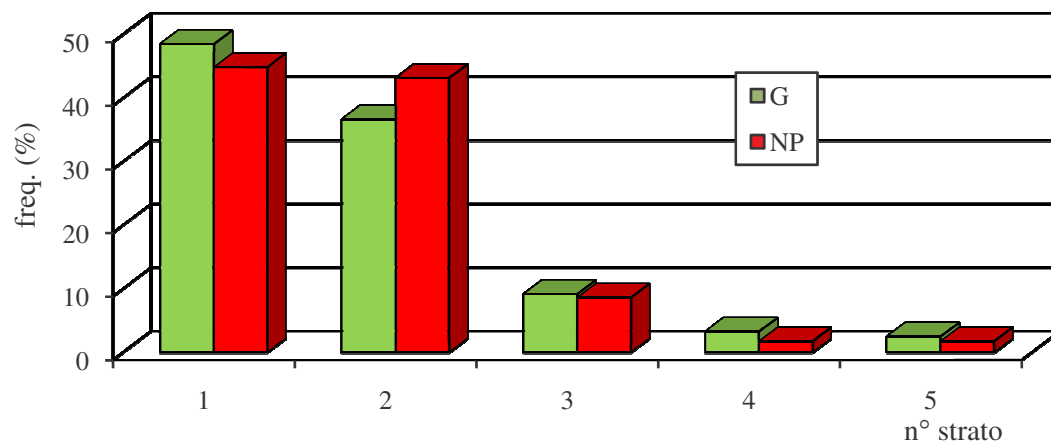


Figure 49 e 50 – Bosco della Ferdinandea. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.
Numero di piante e area basimetrica in ciascuno strato individuato con l'indice di LATHAM

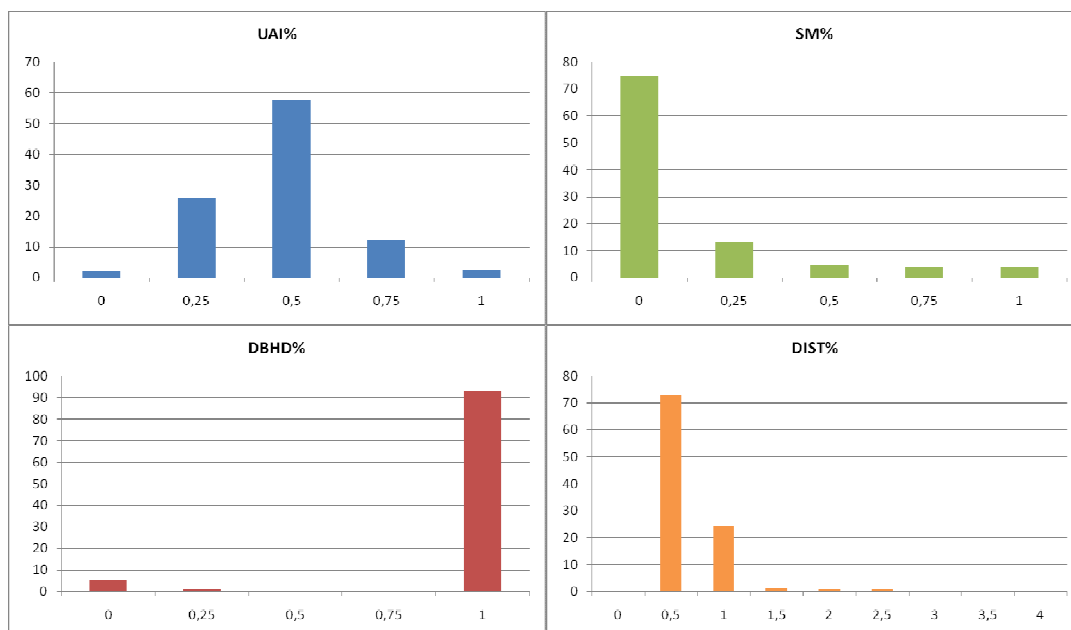


Figure 51 e 52 – Bosco della Ferdinandea. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata.
Distribuzione dei valori degli indici NBSI

<i>Tipo strutturale</i>	<i>Soglia di cavallettamento</i>									
	<i>Diametro > 7,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Faggeta pluristratificata (AREA 3)</i>	700	25,24	21,4	35,02	477	275	38	24,9	30,86	443,5
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata (AREA 1 e 4)</i>	884	26,02	/	44,84	601,3	560,5	31	/	42,1	564

Tabella 14 – Bosco della Ferdinanda. Elementi dendrometrici per soglie di cavallettamento per ciascuna tipologia strutturale

<i>Tipo strutturale per Specie</i>	<i>Parametri statistici</i>	<i>Diametro >7,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
		<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata – Abete (AREE 1 e 4)</i>	Valori medi	336	25,50	16,1	13,6	182,4	67	44,46	24,4	11,79	171,1
	Dev St.	216	16,16	0,5	8,49	144,1	23	12,77	3	9,7	151,3
	Min	183	14,07	4,2	7,59	80,6	50	35,43	22,2	4,93	64,1
	Max	488	36,93	4,9	19,6	284,3	83	53,49	26,5	18,65	278
	Mediana	336	25,5	4,6	13,6	182,4	67	44,46	24,4	11,79	171,1
	Cv	1	0,63	0,1	0,62	0,8	35%	0,29	0,1	0,82	0,9
	Confidenza +/-	299	22,4	0,7	11,77	199,7	32	17,69	4,2	13,45	209,6
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata – faggio (AREA 1 e 4)</i>	Valori medi	548	26,79	21,1	31,24	418,9	494	27,77	23,3	30,31	392,9
	Dev St.	92	1,55	3,2	8,75	103,2	62	2,17	0,8	8,45	124,4
	Min	483	25,7	18,8	25,05	345,9	450	26,24	22,7	24,33	304,9
	Max	613	27,88	23,3	37,43	491,8	538	29,3	23,8	36,28	480,8
	Mediana	548	26,79	21,1	31,24	418,9	494	27,77	23,3	30,31	392,9
	Cv	0	0,06	0,2	0,28	0,2	13%	0,08	0	0,28	0,3
	Confidenza +/-	127	2,14	4,4	12,13	143	86	3	1,1	11,71	172,4
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata – TOTALE (AREE 1 e 4)</i>	Valori medi	884	26,02	/	44,84	601,3	561	30,96	/	42,1	564
	Dev St.	308	4,52	/	0,26	40,9	39	1,53	/	1,25	26,9
	Min	666	22,82	/	44,65	572,4	533	29,87	/	41,21	544,9
	Max	1101	29,22	/	45,02	630,2	588	32,04	/	42,98	583
	Mediana	884	26,02	/	44,84	601,3	561	30,96	/	42,1	564
	Cv	0	0,17	/	0,01	0,1	0	0,05	/	0,03	0
	Confidenza +/-	426	6,27	/	0,36	56,7	54	2,13	/	1,73	37,3

Tabella 15 – Bosco della Ferdinanda. Fustaia mista faggio-abete pluristratificata. Elementi dendrometrici e parametri statistici

Strato	Copertura %		
	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	
		<i>Area 1</i>	<i>Area 4</i>
1	45	44	67
2	30	27	49
3	32	6	7
4	1	1	2
5	-	1	-
<i>Totale</i>	<i>84</i>	<i>77</i>	<i>85</i>
<i>% di sovrapposizione</i>	<i>28,6</i>	<i>2,6</i>	<i>47,1</i>

Tabella 16 – Bosco della Ferdinandea. Strati e relativo grado di copertura per ciascuna tipologia strutturale. Indice di LATHAM

<i>Tipologia</i>	<i>UAI</i>		<i>SM</i>		<i>DBHD</i>		<i>DIST</i>	
	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.
<i>Faggeta pluristratificata</i>	0,55	0,22	0,15	0,25	0,31	0,31	1,33	0,91
<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	0,41	0,21	0,19	0,29	0,12	0,29	0,79	0,53

Tabella 17 – Bosco della Ferdinandea. Valori medi e deviazioni standard degli indici NBSI per ciascuna tipologia strutturale

<i>Superficie</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
s	1,16	1,04
4s	1,02	1,19
16s	1	0,99

Tabella 18 – Bosco della Ferdinandea. Valori dell'indice di MORISITA per ciascuna tipologia strutturale (s = 25 m²)

<i>Incremento</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
Percentuale	2,50%	2,10%
Corrente (m ³ / ha)	9,5	12,4

Tabella 19 – Bosco della Ferdinandea. Valori dell'incremento percentuale e corrente per ciascuna tipologia strutturale

<i>Classe di diametro (cm)</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>
5	9,13	9,39
10	6,27	6,69
15	4,73	4,56
20	3,77	3,45
25	3,11	2,83
30	2,63	2,43
35	2,27	2,14
40	1,98	1,93
45	1,74	1,77
50	1,54	1,64
55	1,37	1,53
60	1,23	1,44
65	1,1	1,37
70	0,99	1,3

Tabella 20 – Bosco della Ferdinandea. Variazione dell'incremento percentuale in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

<i>Classe di diametro</i>	<i>Faggeta pluristratificata</i>	<i>Fustaia mista faggio-abete pluristratificata</i>	
		<i>Faggio</i>	<i>Abete</i>
5	22,2	23,3	25,7
10	18,9	20	19,8
15	17,2	18,1	16,5
20	16,1	16,7	14,5
25	15,4	15,7	13,2
30	14,9	14,8	12,2
35	14,4	14,1	11,4
40	14,1	13,4	10,8
45	13,8	12,9	10,3
50	13,6	12,4	9,9
55	13,4	11,9	9,5
60	13,3	11,5	9,2
65	13,1	11,1	9
70	13	10,8	8,7

Tabella 21 – Bosco della Ferdinadea. Variazione dei tempi di passaggio in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

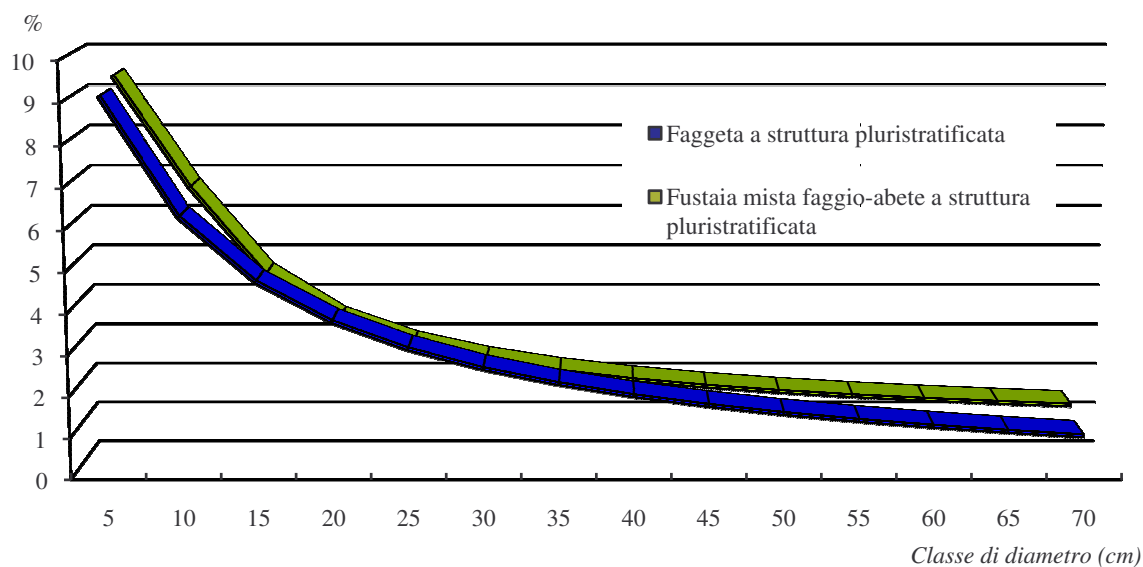


Figura 53 – Bosco della Ferdinanda. Rappresentazione delle variazioni dell'incremento percentuale in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

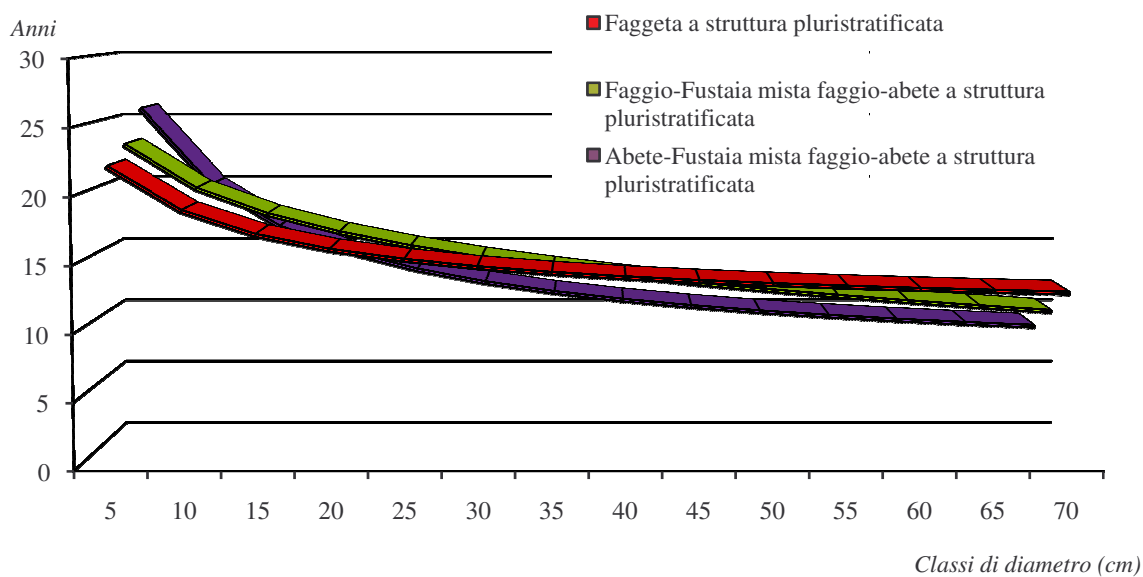


Figura 54 – Ferdinanda. Rappresentazione delle variazioni dei tempi di passaggio in funzione del diametro per ciascuna tipologia strutturale

4.3 – Bosco di Spirito Santo

In questo bosco è stata individuata una sola tipologia strutturale, il ceduo matricinato che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Si tratta di un bosco di proprietà privata in cui la gestione ordinaria a ceduo è stata sospesa all'inizio degli anni settanta.

Al momento della ceduazione, la competente autorità ha imposto il rilascio di un numero elevato di matricine, mediamente 240-250 a ettaro, poiché si riteneva che la forma di governo a ceduo fosse destinata, almeno per il faggio, ad essere progressivamente abbandonata, in quanto la richiesta di legna da ardere, con l'affermarsi dei combustibili alternativi, tendeva gradualmente a diminuire. Inoltre, per la posizione che i popolamenti di faggio occupavano in Sila, il passaggio da una forma di governo a ceduo ad una a fustaia sarebbe stato opportuno sia per motivi economici che ecologici. A distanza di quasi quaranta anni si assiste a una significativa ripresa della richiesta di legna da ardere, per cui i proprietari si sono dimostrati propensi a privilegiare la gestione a ceduo, più semplice ed in grado di garantire redditi a brevi intervalli di tempo.

Considerando tutte le piante a partire da 2,5 cm di diametro il soprassuolo è costituito da 2775 individui a ettaro, numero che si riduce bruscamente a 625, limitando l'osservazione a quelli di oltre 17,50 cm di diametro. Nel primo caso, la pianta di dimensioni medie misura 15,50 cm di diametro e 17,3 m di altezza; nel secondo, rispettivamente, 23,60 cm e 20,7 m (Tabella 22).

La distribuzione delle piante in classi di diametro evidenzia una concentrazione delle osservazioni nelle classi diametriche comprese tra 5 e 20 cm. Pochi sono gli individui nella classe di 25 cm di diametro e ancora di meno in quelle superiori. Alcuni esemplari presentano dimensioni elevate. Si tratta delle vecchie matricine rilasciate in occasione della precedente utilizzazione del ceduo (Figura 55).

Considerando le due soglie di cavallettamento, l'area basimetrica a ettaro misura, rispettivamente, 47,55 e 27,50 m² ha⁻¹, mentre il volume ammonta a 454,8 e 282,3 m³ ha⁻¹ (Tabella 22; Figura 55).

L'analisi del soprassuolo mette in luce gli effetti determinati dal rilascio di numerose matricine che, dopo la ceduazione, hanno prontamente ampliato la chioma, esercitando un'azione dominante sui pur numerosi polloni. La maggior parte di essi presentano, attualmente, dimensioni contenute e forma scadente. Spesso sono stati caratterizzati anche

da fenomeni di mortalità abbastanza accentuata. È però interessante notare come nei piccoli vuoti, che si erano creati a seguito della ceduzione, e dove le ceppaie erano poste a una certa distanza una dall'altra, si è affermata la rinnovazione gamica di faggio. Questi piccoli gruppi di novellame, inizialmente cresciuti in condizioni di scarsa concorrenza, hanno forma diritta, chioma molto contenuta e limitata alla parte terminale del fusto. Attualmente sarebbero necessari interventi che garantiscano loro lo spazio per poter continuare a crescere ancora in modo vigoroso (Figura 56 e 57).

All'interno della faggeta il sottobosco è scarso a causa dell'eccessiva densità del popolamento ed è costituito prevalentemente da felce aquilina, viola e rovo nelle zone più aperte.

4.3.1 – Indici di struttura

4.3.1.1 – NBSI – *Neighbourhood Based Structural Indices*

Nella Tabella 23 sono riportati i valori dei quattro indici presi in considerazione:

L'indice WINKELMASS (UAI) mette in evidenza una netta prevalenza della distribuzione di tipo casuale, con una spiccata tendenza verso la distribuzione a gruppi che si manifesta in un numero discreto di casi.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) è chiaramente pari a zero, trattandosi di un soprassuolo puro. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) esprime una situazione molto variegata, caratterizzata anche da casi in cui la dominanza è elevata (in presenza di matricine o singoli polloni di notevoli dimensioni).

L'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) segnala una condizione di elevata, a tratti, eccessiva, densità, con distanze reciproche inferiori a 1 metro, nella quasi totalità dei casi (Figure 58 e 59).

4.3.2 – Grafici e Tabelle

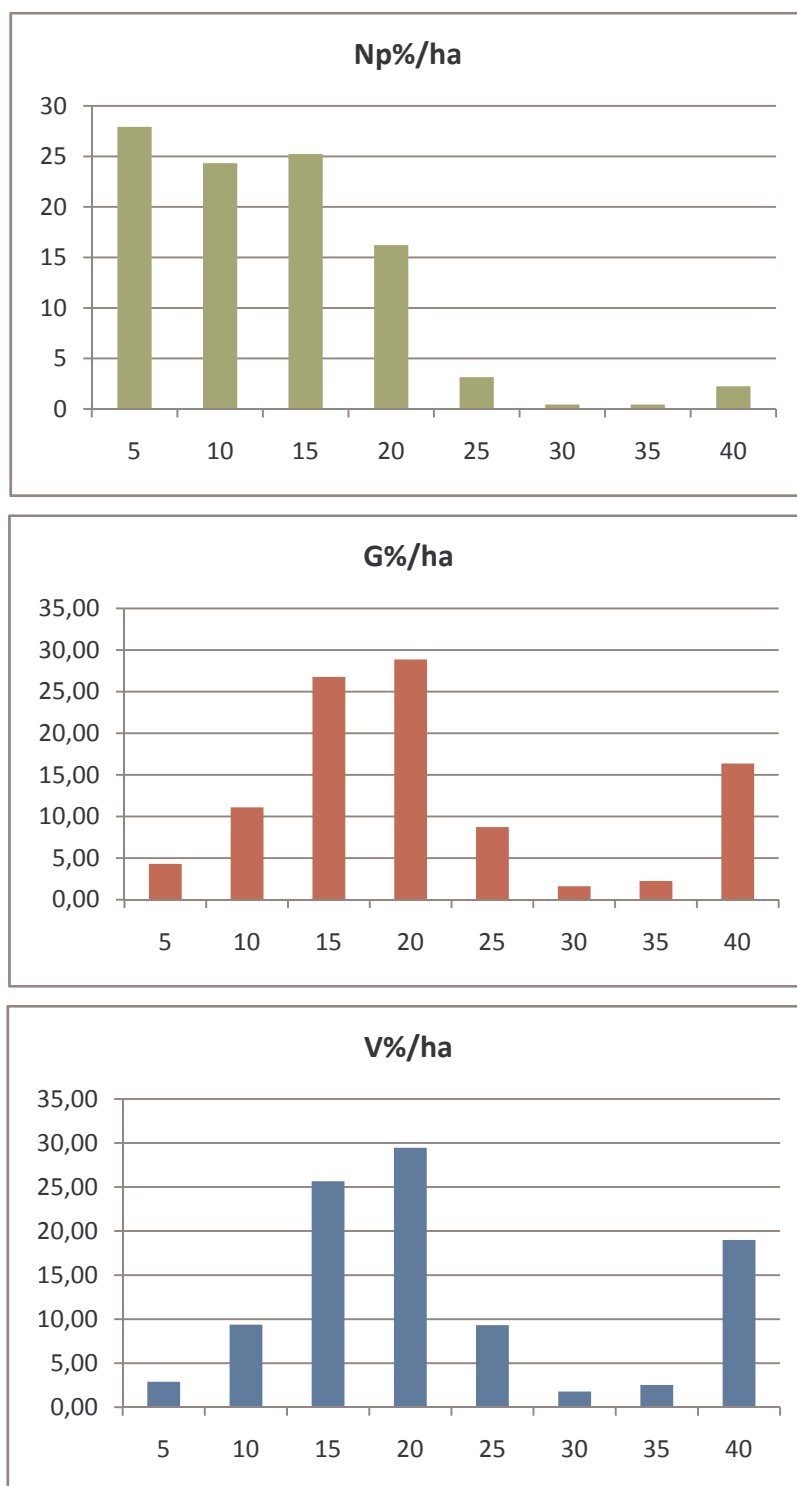


Figura 55 – Bosco di Spirito Santo. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro

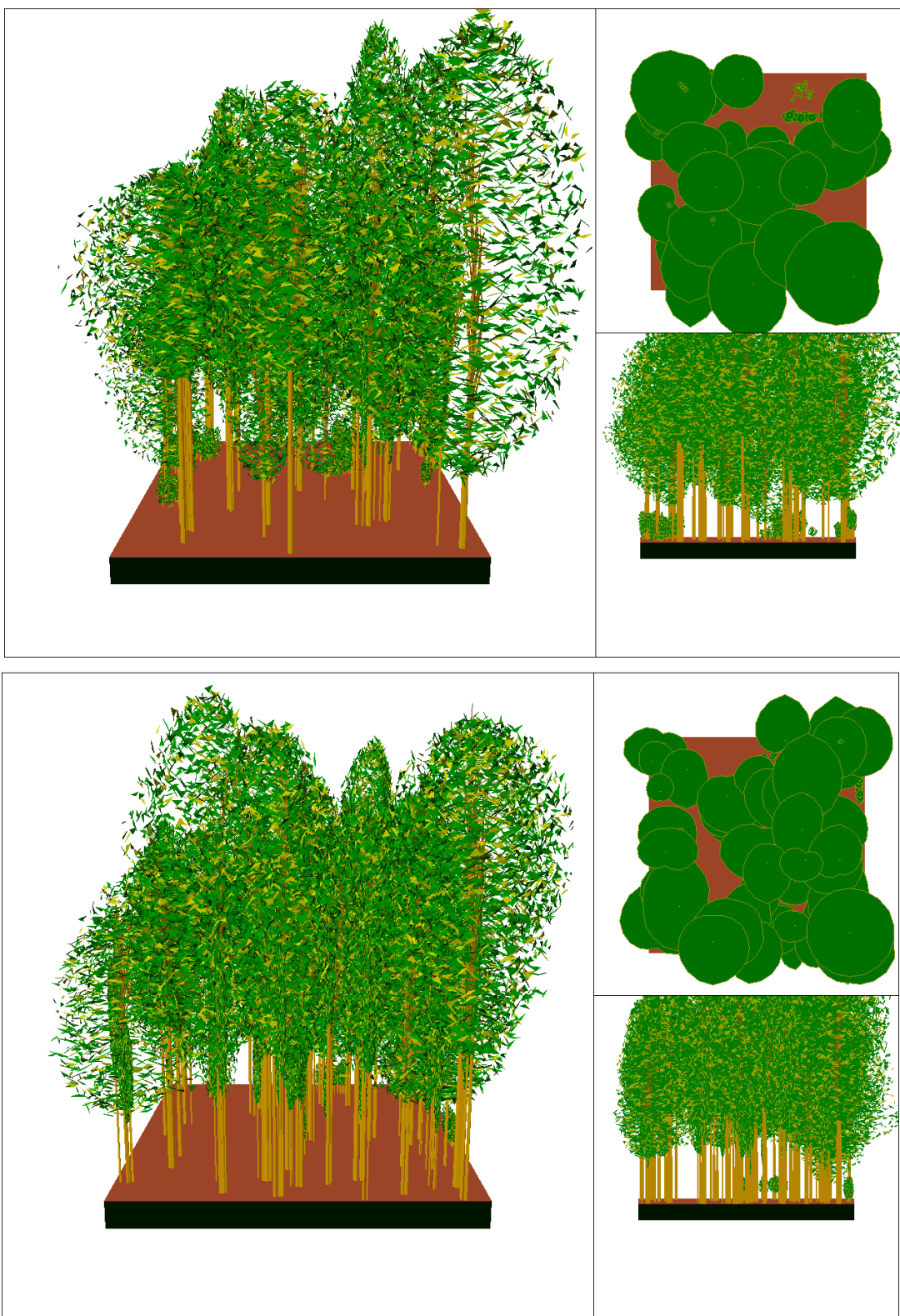


Figure 56 e 57 – Bosco di Spirito Santo. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. *Transects* di struttura

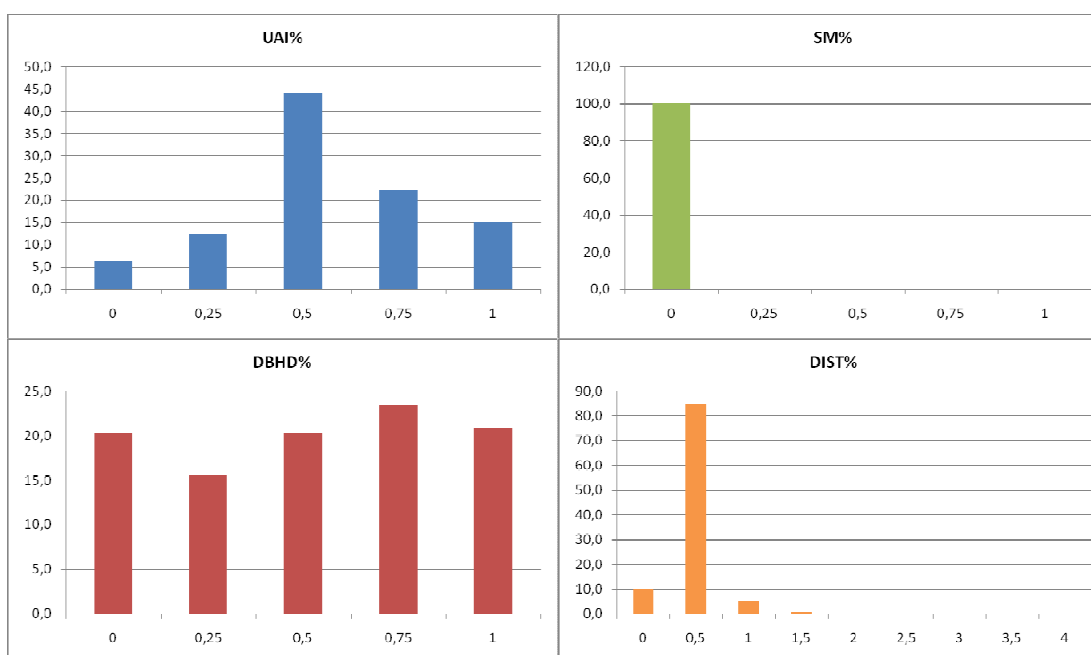
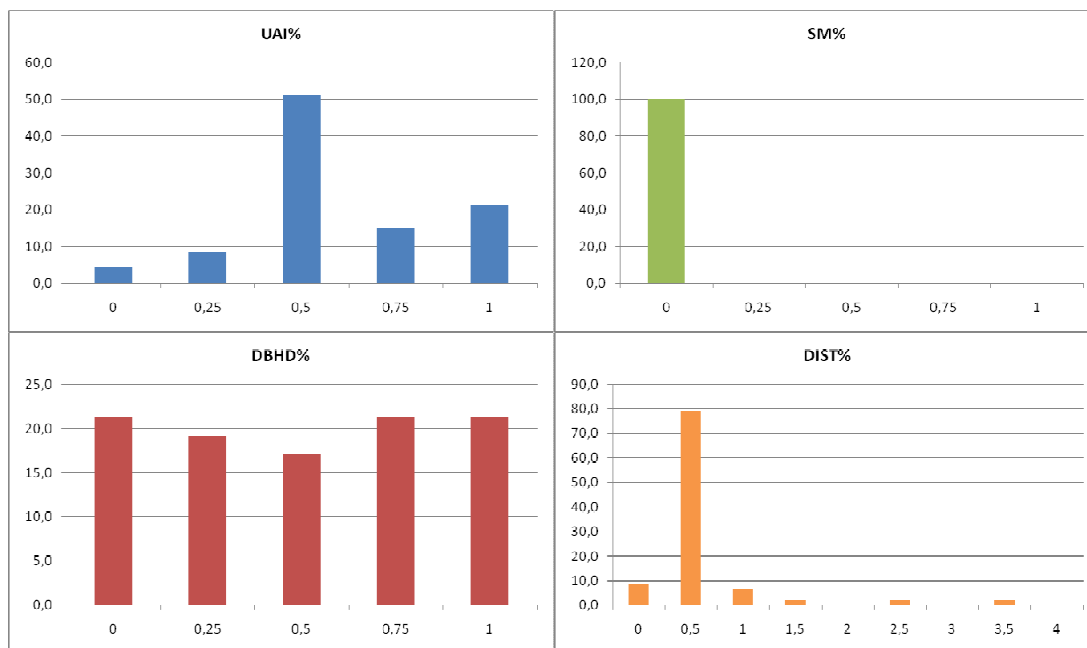


Figure 58 e 59 – Bosco di Spirito Santo. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Distribuzione dei valori degli indici NBSI

<i>Tipo strutturale</i>	<i>Parametri statistici</i>	<i>Soglia di cavallettamento</i>									
		<i>Diametro > 2,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
		<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Ceduo matricinato (AREE 1-2)</i>	Valori medi	2775	15,5	17,3	47,55	454,8	625	23,55	20,7	27,5	282,3
	Dev St.	1450	3,45	1,8	4,74	23,1	141	0,94	0,3	8,34	87,1
	Min	1750	13,06	16,1	44,2	438,5	525	22,89	20,5	21,6	220,7
	Max	3800	17,93	18,6	50,9	471,1	725	24,22	20,9	33,4	343,9
	Mediana	2775	15,5	17,3	47,55	454,8	625	23,55	20,7	27,5	282,3
	Cv	52%	22%	10%	10%	5%	23%	4%	2%	30%	31%
	Confidenza +/-	2009	4,78	2,4	6,57	31,9	196	1,3	0,4	11,56	120,7

Tabella 22 – Bosco di Spirito Santo. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Elementi dendrometrici e parametri statistici per soglie di cavallettamento

<i>Tipologia</i>	<i>UAI</i>		<i>SM</i>		<i>DBHD</i>		<i>DIST MIN</i>	
	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.
<i>Ceduo matricinato (AREE 1-2)</i>	0,58	0,26	0	0	0,51	0,36	0,28	0,37

Tabella 23 – Bosco di Spirito Santo. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Valori medi e deviazioni standard degli indici NBSI

4.4 – Bosco di Colle Vespa

In questa realtà è stata individuata un'unica tipologia strutturale corrispondente al ceduo di faggio che ha superato il turno minimo previsto dalle PMPF attualmente in fase di conversione.

L'area di studio si sviluppa tra 1150 e 1300 m di quota e presenta esposizioni tendenzialmente a nord. Le pendenze sono a tratti elevate, generalmente comprese tra 50 e 60%. Si tratta di un bosco in cui la gestione ordinaria a ceduo è stata sospesa nella seconda metà del secolo scorso.

Il popolamento è composto da 1518 piante a ettaro considerando gli individui con diametro uguale o superiore a 2,5 cm, numero che si riduce notevolmente a 238 piante a ettaro esaminando solo gli alberi di oltre 17,5 cm di diametro. Sempre distinguendo le due soglie di cavallettamento, la pianta di dimensioni medie misura 16,02 cm di diametro e 15,6 m di altezza; nel secondo, rispettivamente, 36,71 cm e 22,3 m (Tabella 24).

La distribuzione delle piante in classi di diametro evidenzia una concentrazione nelle classi inferiori, dalla 5 alla 10, dovuta ai vari gruppi di rinnovazione che sono presenti nel soprassuolo; le classi centrali sono caratterizzate da un numero inferiore di individui che tornano a crescere nelle classi superiori per la presenza delle numerose matricine del ceduo (Figura 60).

Considerando le due soglie di cavallettamento, l'area basimetrica a ettaro misura, rispettivamente, 30,03 m² e 25,16 m², mentre il volume 296,8 m³ e 266,1 m³ (Tabella 24; Figura 60).

L'analisi del soprassuolo evidenzia gli effetti del taglio in un ceduo in cui era stato rilasciato un numero elevato di matricine, nettamente superiore a quello usualmente adottato. Il taglio di tutti i polloni su alcune ceppaie, distribuite all'interno delle aree, ha determinato la creazione di *gaps* di dimensioni variabili tra 20 e 80 m², all'interno dei quali si sono innescati i fenomeni di rinnovazione naturale. Esistono contemporaneamente situazioni di novellame sparso all'interno di questi vuoti e situazioni di giovani individui già affermati che formano piccoli gruppi coetanei che andranno a costituire la futura fustaia (Figure 61, 62, 63, 64).

La copertura varia in funzione della presenza o meno di piante adulte che contribuiscono in modo importante a questo parametro. Essa risulta del 70,0 ± 7,3 % ma

considerando solo le piante adulte questo valore si abbassa mediamente a 57,7%, mentre le piante con diametro minore di 17,5 cm contribuiscono per il 29,7%. Da questi dati ne consegue che l'insidenza totale delle piante è pari all' $87,5 \pm 11,7\%$ e il grado di sovrapposizione tra le piante grandi e quelle piccole è pari al $38,8 \pm 15,1\%$ del totale della copertura (Figura 65).

Da quest'ultimo dato consegue che il 60% della copertura apportata dalle piante piccole è localizzato all'interno degli spazi vuoti presenti nel bosco.

Un altro parametro da prendere in considerazione ai fini della gestione del soprassuolo è il contributo in copertura apportato mediamente da ogni pianta del piano dominante (diametro maggiore di 17,5 cm) che, in valore assoluto, risulta essere di circa 25 m² (dimensione dell'ipotetico vuoto che si creerebbe con il taglio).

Il sottobosco è generalmente assente o scarso. È costituito, nelle zone più umide, da aglio orsino e da pungitopo. La copertura arbustiva è anch'essa poco presente. Sporadicamente sono presenti giovani piante di agrifoglio.

4.4.1 – Indici di struttura

4.4.1.1 – NBSI – *Neighbourhood Based Structural Indices*

Nella Tabella 25 sono riportati i valori dei quattro indici presi in considerazione:

I valori dell'indice WINKELMASS (UAI) mettono in evidenza una netta prevalenza della distribuzione di tipo casuale, con tendenza verso la distribuzione a gruppi e situazioni in cui si realizza sia la distribuzione regolare che quella a gruppi.

L'indice di mescolanza dendrologica (SM) è sempre pari a zero, trattandosi di un soprassuolo puro. L'indice di dominanza diametrica (DBHD) esprime una situazione molto variegata, caratterizzata spesso da casi in cui la dominanza è elevata (in presenza di matricine o singoli polloni di notevoli dimensioni).

L'indice di distanza dall'albero più vicino (DIST) descrive una condizione di densità abbastanza elevata, con distanze quasi sempre inferiori a 2,5 m e rari casi con valori più elevati (Figure 66, 67, 68, 69).

4.4.1.2 – Indice di LATHAM

L'applicazione dell'indice di LATHAM ha evidenziato la presenza di quattro strati. I due superiori sono rappresentati dalle matricine di età avanzata, rilasciate in numero elevato e dai polloni di maggiori dimensioni che si sono notevolmente accresciuti in seguito alla sospensione della gestione ordinaria.

Per quanto riguarda gli altri due strati (il quarto partecipa in maniera trascurabile sia come numero di piante che come basimetrica e volume), sono rappresentati, prevalentemente, da gruppi di rinnovazione gamica affermatasi e sviluppatasi all'interno di vuoti di copertura del soprassuolo, sparsi in maniera abbastanza uniforme, creati per via degli interventi di utilizzazione avvenuti all'inizio degli anni '70, soprattutto con il parziale allontanamento delle matricine (Figura 65).

4.4.2 – Grafici e Tabelle

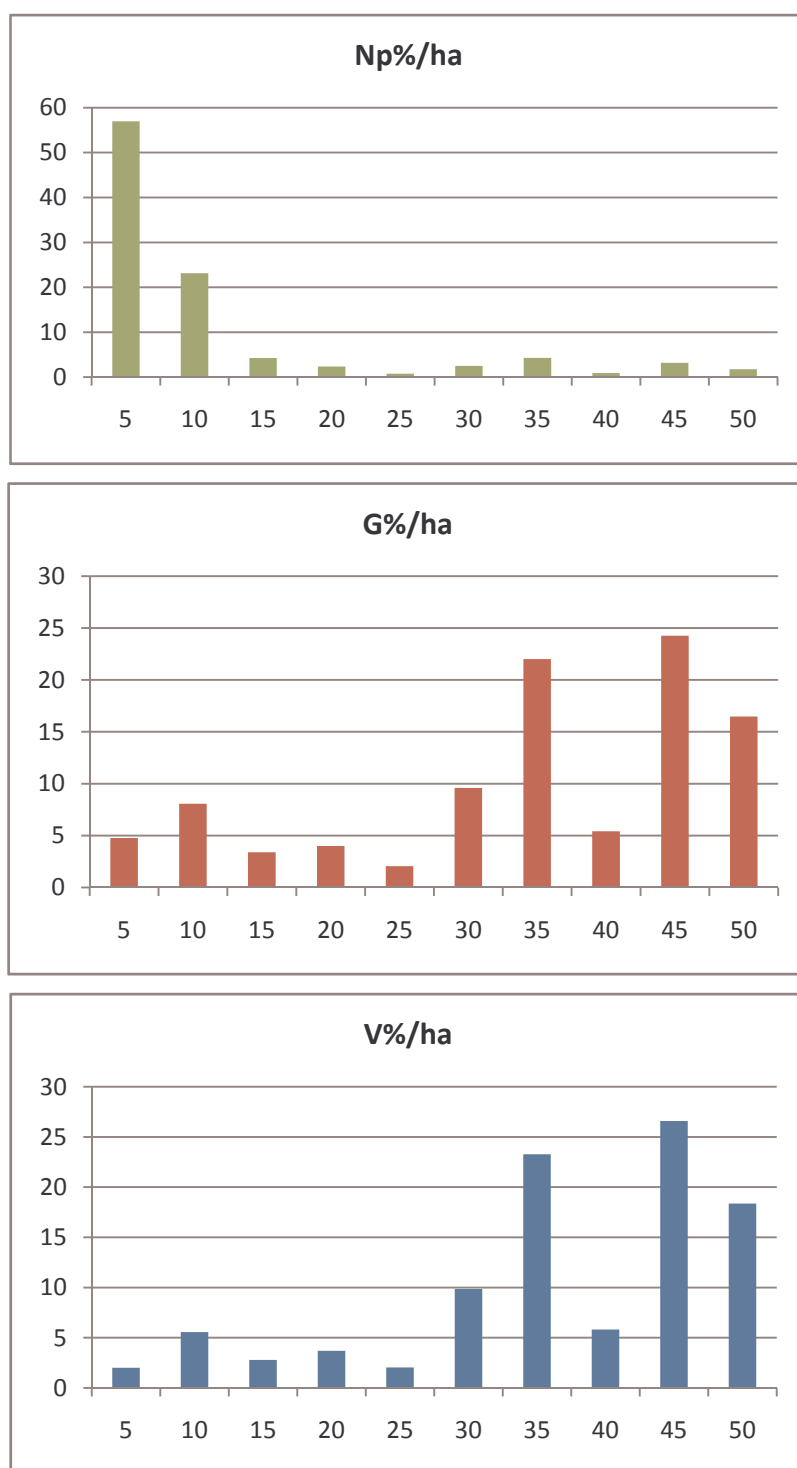


Figura 60 – Bosco di Colle Vespa. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Distribuzione di numero di piante, area basimetrica e volume in classi di diametro

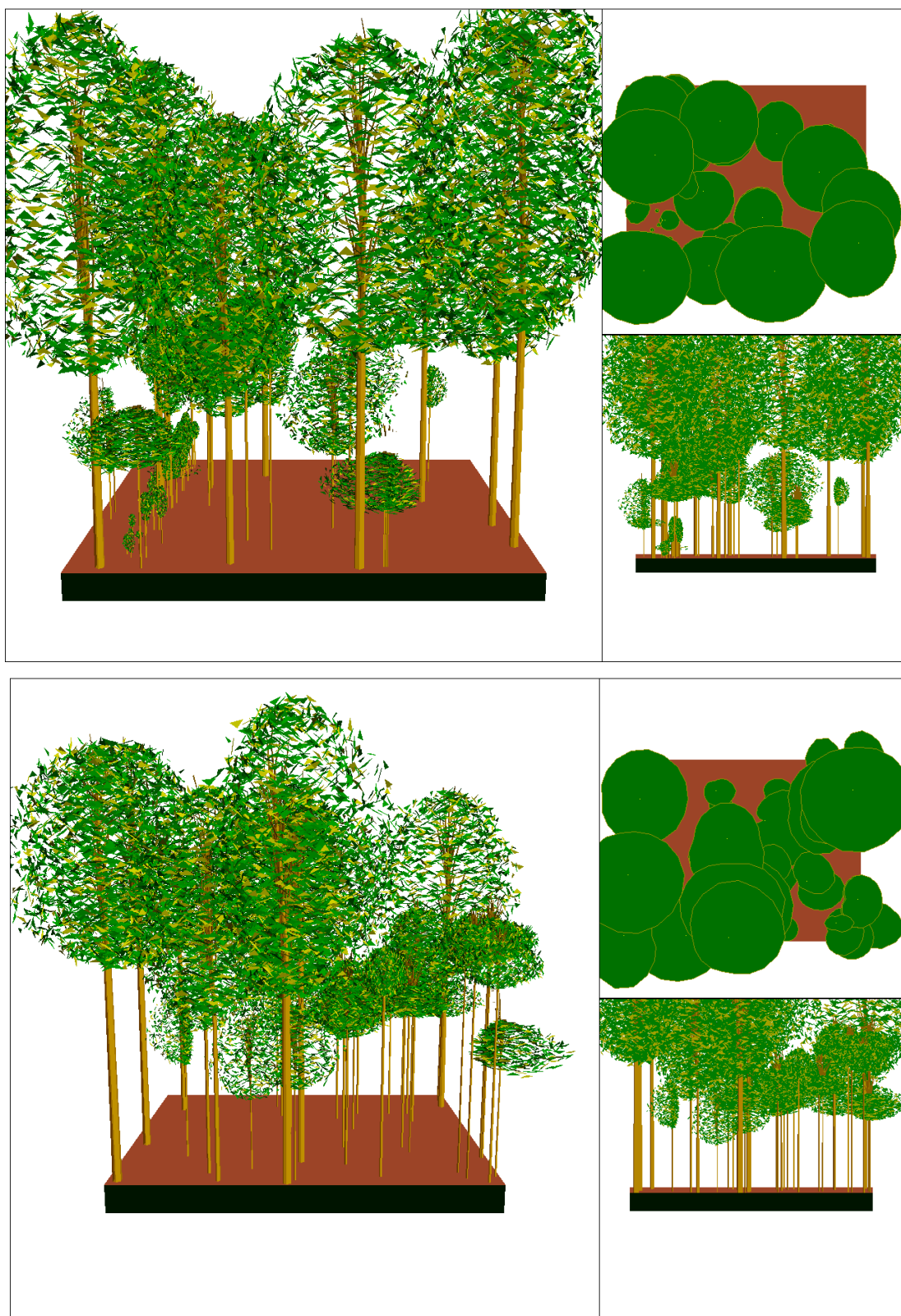


Figure 61 e 62 – Bosco di Colle Vespa. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. *Transects* di struttura

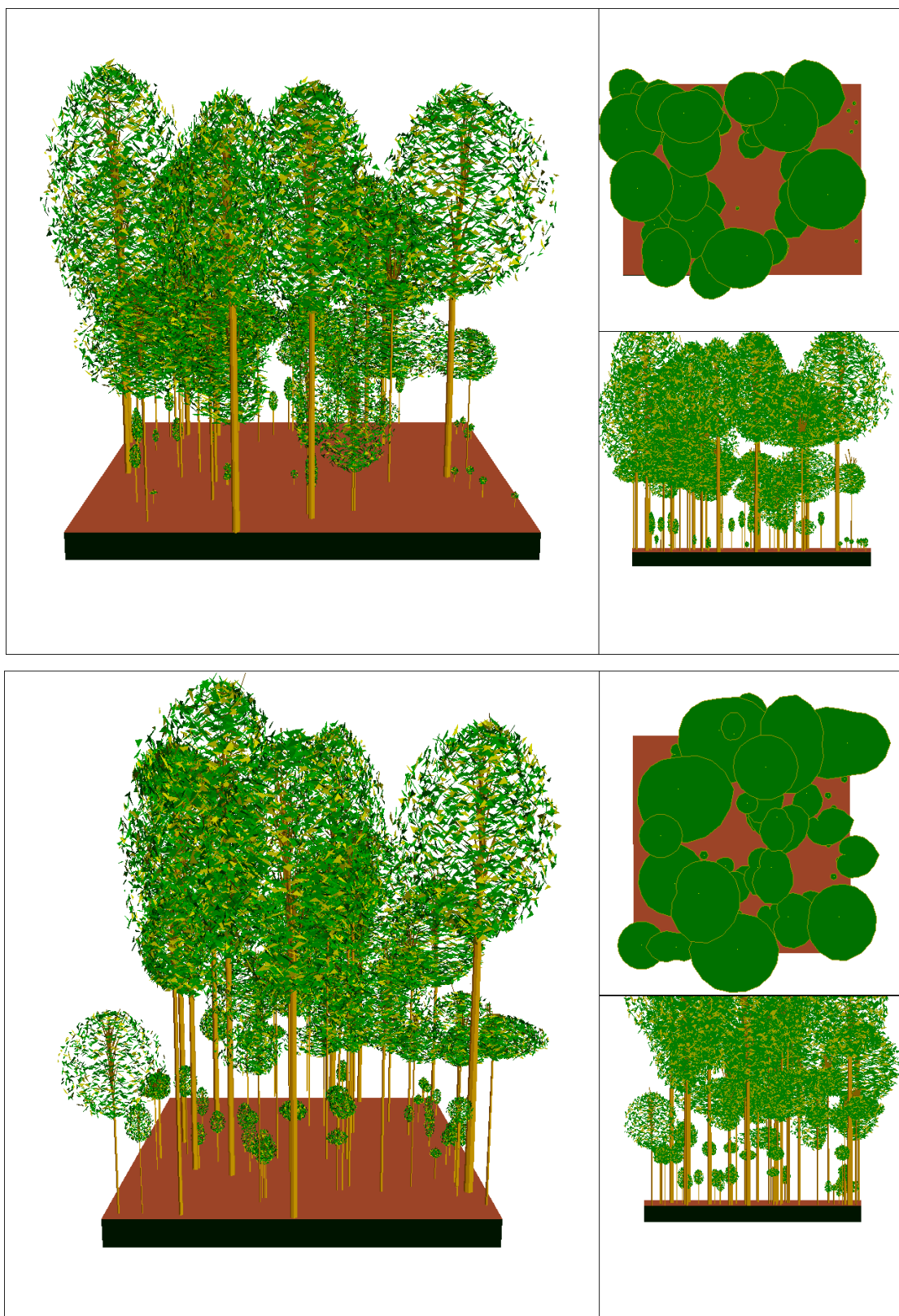


Figura n. 63 e n. 64 – Bosco di Colle Vespa. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. *Transects* di struttura

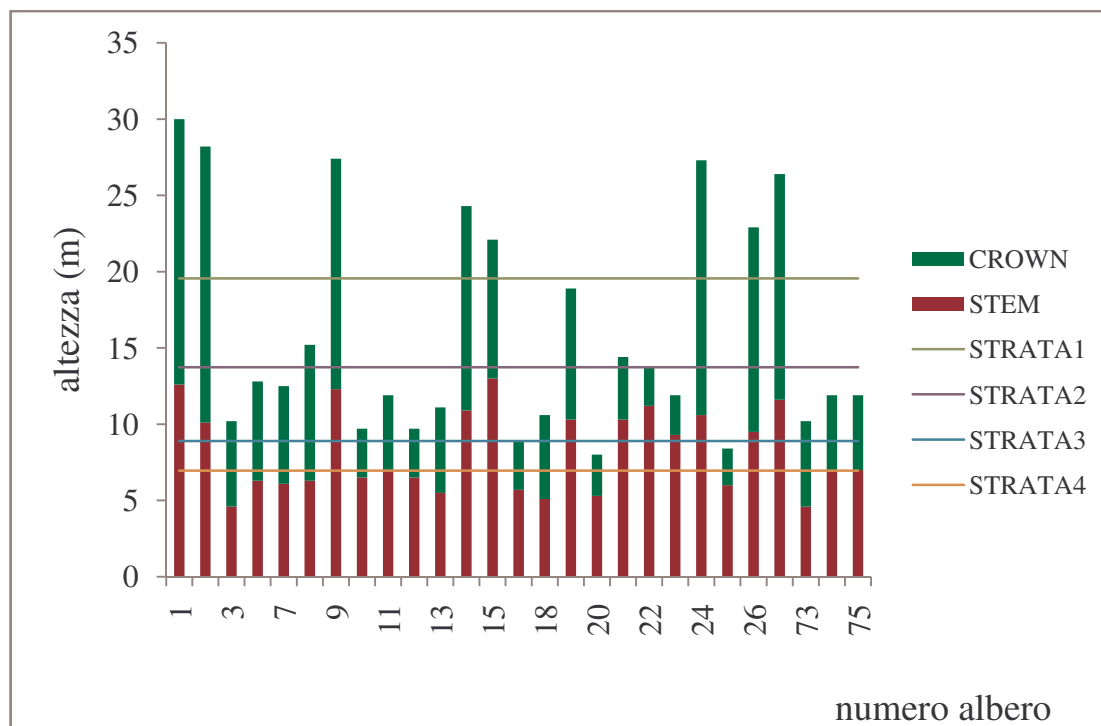


Figura 65 – Bosco di Colle Vespa. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario. Profilo verticale e individuazione degli strati. Indice di LATHAM

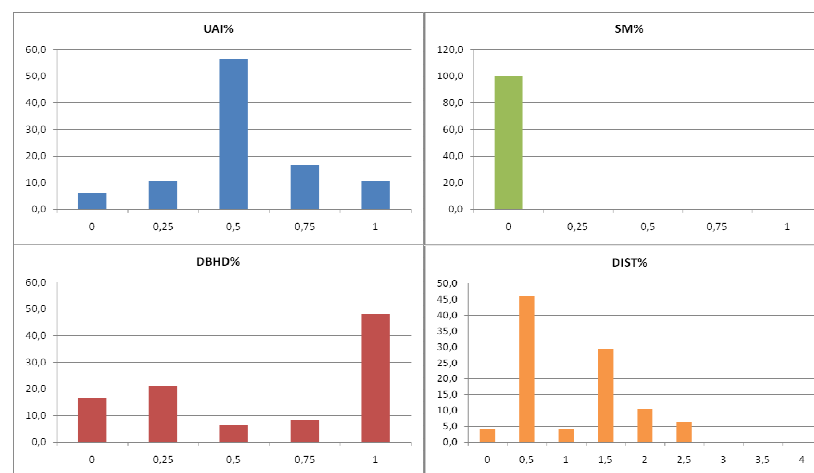
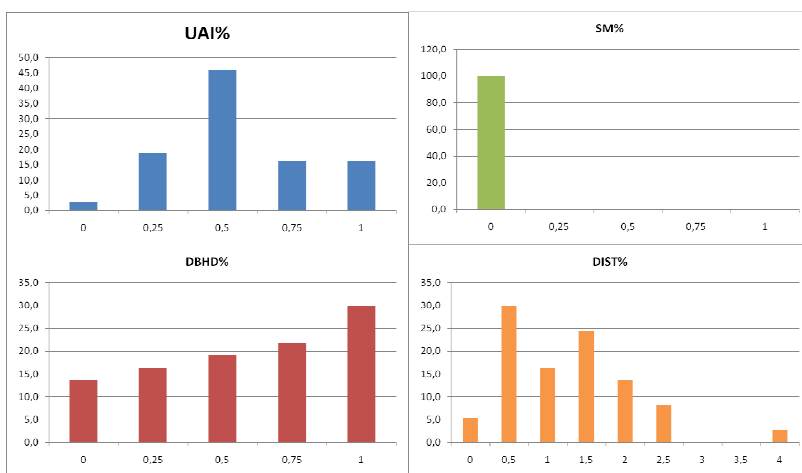
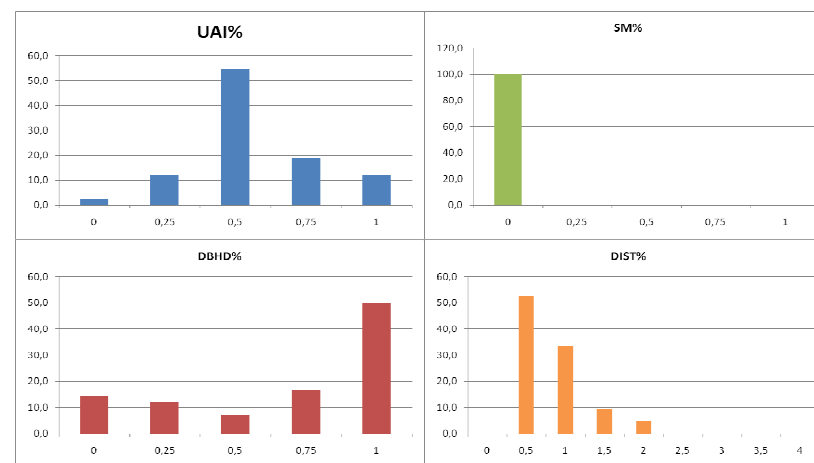
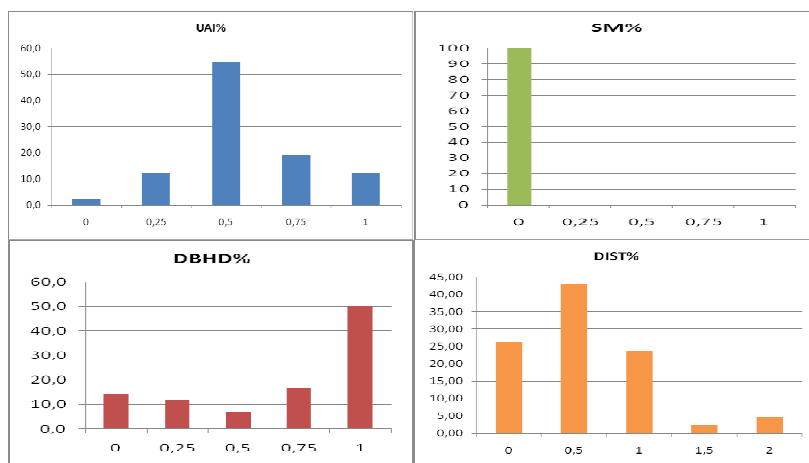


Figure 66, 67, 68, 69 – Bosco di Colle Vespa. Ceduo di faggio che ha abbondantemente superato il turno consuetudinario.

Distribuzione dei valori degli indici NBSI

<i>Tipo strutturale</i>	<i>Parametri statistici</i>	<i>Soglia di cavallettamento</i>									
		<i>Diametro > 2,5 cm</i>					<i>Diametro > 17,5 cm</i>				
		<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>	<i>NP/ha</i>	<i>Diam medio (cm)</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>G (m2/ha)</i>	<i>Volume (m3/ha)</i>
<i>Ceduo matricinato (AREE 1-2-3-4)</i>	Valori medi	1518	16,02	15,6	30,03	296,8	238	36,71	22,3	25,16	266,1
	Dev St.	374	2,34	1,1	6,33	68,5	48	4,26	6,2	6,21	68,5
	Min	1220	13,48	14,3	21,74	207,6	200	32,96	17,1	17,06	176,6
	Max	2050	18,98	17	36,77	364,8	300	42,74	31,1	31,12	327,3
	Mediana	1400	15,81	15,6	30,8	307,5	225	35,56	26,2	26,23	280,3
	Cv	25%	15%	7%	21%	23%	20%	12%	28%	25%	26%
	Confidenza +/-	367	2,29	1,1	6,2	67,1	47	4,17	6,1	6,08	67,1

Tabella 24 – Bosco di Colle Vespa. Elementi dendrometrici e parametri statistici per soglie di cavallettamento

<i>Tipologia</i>	<i>UAI</i>		<i>SM</i>		<i>DBHD</i>		<i>DIST MIN</i>	
	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.	Media	Dev.St.
<i>Ceduo matricinato (AREE 1-2-3-4)</i>	0,55	0,24	0	0	0,64	0,38	0,76	0,66

Tabella 25 – Bosco di Colle Vespa. Valori medi e deviazioni standard degli indici NBSI

5 – OSSERVAZIONI CONCLUSIVE E PROPOSTE DI GESTIONE

La struttura dei popolamenti è la risultante delle interazioni tra fattori bio-ecologici ed attività antropica ed è un importante elemento per l'analisi e la gestione degli ecosistemi forestali. La sua conoscenza consente di esaminare l'eterogeneità spaziale o *patchiness*, la dinamica temporale della vegetazione e dei *gaps* e, conseguentemente, della rinnovazione, e di definire le esigenze di nicchia della fauna selvatica. In sintesi, lo studio della struttura, ritenuta una chiave caratteristica e un elemento distintivo delle grandi successioni delle foreste, permette di individuare e definire lo stadio evolutivo del bosco e il grado di complessità del sistema (CIANCIO e NOCENTINI, 1994 a, b; PIGNATTI, 1998).

In termini gestionali, l'analisi dei diversi tipi strutturali consente di valutare gli effetti degli interventi colturali che negli anni si sono succeduti nel bosco. Essa rappresenta, inoltre, il punto di partenza per la definizione di modalità di gestione capaci di migliorare e promuovere la complessità strutturale dei popolamenti e l'efficienza funzionale del sistema.

L'analisi strutturale, condotta attraverso l'osservazione dei popolamenti, l'elaborazione dei parametri dendrometrici comunemente utilizzati, la rappresentazione tridimensionale mediante il software SVS e l'applicazione di diversi indici strutturali sintetici, ha permesso di descrivere le condizioni dei soprassuoli, di individuare le diverse tipologie e di confrontarle. In particolare, l'impiego degli indici del set NBSI, per l'eterogeneità spaziale, e dell'indice di LATHAM, per la stratificazione, si è dimostrato idoneo per approfondire le conoscenze sulla struttura dei popolamenti. Le informazioni così ottenute, integrate con le rappresentazioni tridimensionali in SVS, permettono di ottenere una chiara visualizzazione delle dinamiche di rinnovazione, strettamente legate al tipo di trattamento applicato, riferibile al tradizionale taglio a scelta. La rinnovazione si insedia soprattutto nei piccoli vuoti che si creano a seguito dei tagli di utilizzazione. La struttura che si origina è articolata in più strati, di cui solo i due, tre più alti assumono grande importanza dal punto di vista dendrometrico. La continuità della struttura complessa è assicurata dalla facilità con cui si insedia il novellame all'interno dei minuscoli *gaps*.

L'analisi dei casi studio ha condotto all'individuazione di quattro tipologie strutturali, derivanti dall'attuazione di differenti forme gestionali, scaturite dal differente contesto

geografico, ma soprattutto dalla diversa pianificazione territoriale, spesso legata alla forma di proprietà (pubblica o privata):

- Faggeta monoplana (Bosco di Monte Scorda);
- Faggeta pluristratificata (Bosco di Monte Scorda e della Ferdinandea);
- Fustaia mista faggio-abete pluristratificata (Bosco di Monte Scorda e della Ferdinandea);
- Ceduo di faggio che ha superato il turno consuetudinario (Bosco di Spirito Santo e di Colle Vespa).

Dallo studio dei parametri strutturali è stato possibile comprendere quale sia stata la gestione applicata in passato e, in alcuni casi, sono stati agevolmente rinvenuti i segni degli interventi attuati recentemente, rappresentati da ceppaie risalenti a diverse epoche di utilizzazione, le quali hanno fornito informazioni precise, oltre che sulle modalità del taglio, anche sulla massa asportata.

I boschi di Monte Scorda e della Ferdinandea, in passato erano caratterizzati da una più diffusa presenza di popolamenti misti faggio-abete. L'applicazione di forme di trattamento inidonee (tagli di forte intensità e su ampie superfici) e il pascolo incontrollato hanno ridotto, in modo significativo, la presenza dell'abete e, in molti casi, portato alla costituzione di soprassuoli puri di faggio, spesso governati a ceduo. Non sono mancati, però, casi in cui il bosco ha conservato, almeno in parte, la propria fisionomia originaria. Si tratta prevalentemente di proprietà private o, in minor misura, di demani comunali, nei quali le utilizzazioni sono proseguite con una certa regolarità mediante l'applicazione di forme di trattamento spesso direttamente riconducibili al taglio a scelta.

In alcune proprietà demaniali dello Stato, oggi nella disponibilità della Regione Calabria, costituite principalmente da faggio, sono stati applicati i tagli successivi. In alcuni casi sono stati eseguiti tutti gli interventi previsti; in altri, invece, è stato eseguito un taglio di sementazione piuttosto forte, cui non hanno fatto seguito i tagli secondari e quello di sgombero. La gestione dei boschi basata su questa forma di trattamento ha portato alla costituzione di soprassuoli con caratteristiche strutturali significativamente diverse. Diversità che riguardano sia l'organizzazione interna del sistema (caratteristiche della distribuzione delle piante nello spazio orizzontale e verticale, particolarità del sottobosco, ecc.), sia i processi di rinnovazione che vengono attivati dagli interventi selvicolturali.

Per quanto riguarda la gestione attuata nel passato, si può osservare come nella fustaia mista faggio-abete pluristratificata di Monte Scorda, in occasione di un intervento eseguito 10 anni fa, sia stata prelevata una massa che, sulla base dei valori di incremento corrente calcolato in questo bosco, corrisponde alla massa prodotta nel periodo intercorrente fra le due utilizzazioni. A Ferdinanda, nella stessa tipologia di boschi, è stata utilizzata una massa praticamente pari all'incremento calcolato sulla base del tasso di accrescimento attuale (PELLE, 2008).

Le condizioni strutturali differenti dei popolamenti forestali sono legate, oltre che alla gestione attuata nel passato, anche al tipo di proprietà. L'applicazione di forme di trattamento riconducibili agli schemi della selvicoltura classica, e nel caso specifico ai tagli successivi, portano alla costituzione di popolamenti semplificati, boschi a struttura coetanea di tipo monoplano, così come accade nelle faggete. Invece, l'incompleta applicazione del trattamento in tutte le sue fasi, a seguito della non esecuzione del taglio di sgombero, innesca processi che portano a strutture complesse, inizialmente di tipo bistratificato, ma che nel tempo tenderanno a diventare pluristratificate.

Nei popolamenti coetanei l'esecuzione di interventi di diradamento di intensità piuttosto limitata e l'adozione di turni piuttosto lunghi, comunque superiori a quelli generalmente previsti nella gestione dei boschi in ambiente mediterraneo, ha portato a strutture sempre coetanee ma di tipo biplano o pluriplano, che con il passare del tempo potranno trasformarsi in strutture complesse caratterizzate dalla presenza di più strati.

Sulla base delle informazioni ottenute attraverso l'analisi strutturale è possibile suggerire, per ciascuna tipologia, delle forme di gestione specifiche, in grado di conservare la diversità e la complessità dell'ecosistema forestale, mantenendo contemporaneamente i valori economici, storici, culturali e paesaggistici che sono stati attribuiti al bosco dall'uomo.

La faggeta monoplana è frutto di una semplificazione del sistema bosco dovuta all'applicazione degli schemi della selvicoltura classica, finalizzata ad ottenere risultati positivi in termini di produzione legnosa. Oggi, in un contesto completamente diverso da quello del passato, la gestione deve essere mirata al recupero di alcuni aspetti quali la biodiversità e la complessità strutturale, attraverso interventi che, partendo dalle necessità del sistema, portino a favorire l'insediamento e l'affermazione del novellame. La grande

diversità di fertilità della stazione e, conseguentemente, le differenti risposte del soprassuolo agli interventi attuati in passato, devono rappresentare la base per gli interventi futuri, che dovranno essere differenziati su piccole aree.

La struttura pluristratificata nelle faggete pure e miste può essere mantenuta attraverso l'applicazione del taglio a scelta, dal quale hanno avuto origine. Si tratta di un intervento di intensità contenuta e ripetuto a brevi intervalli di tempo (8-10 anni), che determina la creazione di piccoli vuoti (25 - 100 m² di superficie). Questa forma di trattamento, basata sui *saperi locali*, si è dimostrata estremamente efficace nel conservare la complessità strutturale e biologica dei sistemi forestali, in particolare in ambiente mediterraneo. Tuttavia, nel passato il taglio a scelta è stato condannato dalla scienza ufficiale per motivazioni estranee alle caratteristiche dei boschi e alla loro gestione dal punto di vista biologico-culturale, connesse piuttosto a problematiche di carattere burocratico ed economico.

Oggi, alla luce delle nuove aspettative della società e a un più attento esame delle caratteristiche del bosco, inteso come sistema biologico complesso, il taglio a scelta può rappresentare il punto di forza della selvicoltura in ambiente mediterraneo, il quale richiede la continua osservazione del bosco, l'interpretazione delle sue necessità, senza ricorrere a schemi o modelli precostituiti.

Infine per i cedui in fase di abbandono culturale o che hanno abbondantemente superato il turno minimo previsto dalle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale, recentemente adottate dalla Regione Calabria, rilevanti dal punto di vista paesaggistico-ambientale, la gestione più opportuna è quella legata al processo di conversione all'alto fusto. A differenza dei classici metodi di conversione, che possono determinare stress difficilmente assorbibili dal sistema e provocare fenomeni di erosione, tale processo deve fare riferimento alle reali condizioni della stazione e del soprassuolo, basandosi su interventi di diradamento, di debole intensità, ripetuti a brevi intervalli di tempo, a basso impatto ambientale che non provochino interruzioni della copertura superiore e non alterino il microclima interno al bosco, favorendo i soggetti migliori e creando i presupposti per l'insediamento e l'affermazione del novellame, attraverso il graduale allontanamento delle matricine. L'intensità e la frequenza degli interventi saranno dettate dalle condizioni locali e dalla risposta dei diversi popolamenti, senza generalizzazioni.

6 – BIBLIOGRAFIA

ACKER S. A., SABIN T. E., GANIO L. M., MCKEE W. A., 1998 – *Development of old-growth structure and timber volume growth trends in maturing Douglas-fir stands* Forest Ecology and Management 104 (1998): 265-280.

AGUIRRE O., HUI G., VON GADOW K., JIMENEZ J., 2003 – *An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables*. Forest Ecology and Management, 183: 137-145.

AMORINI E., GAMBI G., 1975 – *Prova di concimazione su una fustaia transitoria di faggio*. Annali Istituto Sperimentale di Selvicoltura, Arezzo, 6: 53-74.

ARSSA, 2003 – *I suoli della Calabria. Carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Calabria*. Monografia Divulgativa 2003, Rubettino Industrie Grafiche Editoriali. Soveria Mannelli, 387 pp.

BAGNARESI U., GIANNINI R., 1999 – *La selvicoltura delle faggete: sintesi dello stato dell'arte*. In: SCARASCIA MUGNOZZA. G. (a cura di), 1999 «Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane». Edagricole, Bologna.

BAKER F., 1950 – *Principles of Silviculture*. MCGraw Hill, New York.

BELL S.S., MC COY E.D., MUSHINSKY., 1991 – *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*. Chapman and Hall, Londra.

BERKES F., COLDING J., FOLKE C., 2000 – *Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptative management*. Ecological Application, 10 (5): 1251-1261.

BERNETTI G., 1995 – *Selvicoltura speciale*. UTET Torino.

BERNETTI G., CANTIANI M., HELLRIGL B., 1986 – *Nuove metodologie nella elaborazione dei piani di assestamento dei boschi*. ISEA, Bologna: 1121 pp.

BERRETTI R., LINGUA E., MOTTA R., PIUSSI P., 2004 – *Classificazione strutturale dei popolamenti forestali nella riserva forestale integrale della Valbona a Paneveggio (TN)*. L'Italia Forestale e Montana anno LIX, n. 2: 99-118.

BIANCHI L., CALAMINI G., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., SALBITANO F., TANI A., QUILGHINI G., ZOCCOLA A., 2005 – *Dinamiche Evolutive di Post-Selvicoltura in Abetine dell'Appennino Centro-Settentrionale*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 485-503.

BIANCHI M., 1993 – *Ricerca e Pianificazione forestale multifunzionale*. Atti del II Seminario «Ricerca ed Esperienze nella Pianificazione Multifunzionale del Bosco», 23-24 novembre 1993. Centro Ricerche ENEA. I.S.A.F.A. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze: 17-28.

BONNEAU M., 1981 – *Cycles biologiques en hêtre*. In: «TEISSER DU CROS E., 1981 – *Le hêtre*. » Inst. Nat. Rech. Agronomique, Paris. Pp. 118-135.

BORGHETTI M., GIANNINI R., 2001 – *Natural regeneration in Woodland management*. In: «Encyclopedia of Life Support Systems». Eolss Publishers.

BOUDRU M., 1989 – *Forêt et sylviculture: traitement des forêts*. Les Presses Agronomiques de Gembloux (Belgique), pp 356.

BOVIO G., MARZANO R., MINOTTA G., 2005 – *Valutazione della Biodiversità Forestale dopo il Passaggio del Fuoco*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 463-484.

BROKAW N.L.V., LENT R.A., 1999 – *Vertical structure*. In: HUNTER M.L. Jr. (a cura di), 1999 «Maintaining biodiversity in forest ecosystems.» Cambridge University Press, Cambridge, pp. 373-399.

BRULLO S., SCELSI F., SPAMPINATO G., 2001 – *La Vegetazione dell'Aspromonte. Studio Fitosociologico*. Laruffa Editore. Reggio Calabria.

BURSCHEL P., HUSS VON J., KALBHENN R., 1964 – *Die natürliche Verjüngung der Buche*. Schrift. Forstl. Facult. Univ. Göttingen, Sauerlander, 34 1-186.

BURSCHEL P., HUSS VON J., 1987 – *Grundrisse des Walbaus*. P. Parey, pp. 352.

CALLARI GALLI M., CERUTI M., PIEVANI T., 2000 – *Pensare la diversità*. Collana Contaminazioni. Meltemi, Roma.

CANTIANI M., 1957 – *Piano di assestamento dei boschi del comune di Volturra Irpina per il decennio 1957-1967*. Istituto di Assestamento Forestale, Firenze.

CAPPELLI M., 2000 – *Elementi di Selvicoltura generale. Governo, Trattamento Cure culturali ai boschi*. Calderoni Edagricole, Bologna.

CASTELLANI C., 1970 – *Ricerche alsometriche e dendrometriche su fustaie di pino e faggio e su cedui di castagno della Calabria*. Pubblicazioni dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento forestale l'Alpicoltura, Trento.

CIANCIO O., 1971 – *Sul clima e sulla distribuzione altimetrica della vegetazione forestale in Calabria*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo. II: 321 – 372.

CIANCIO O., (a cura di), 1999 – *Le nuove frontiere della gestione forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

CIANCIO O., 1991 – *La Selvicoltura oggi*. L'Italia Forestale e Montana, 45 (1). 5-10.

CIANCIO O., 1998 a – *La gestione sostenibile dei boschi dell'Appennino*. Atti della giornata preparatoria al II Congresso Nazionale di Selvicoltura, «Per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani»: 59-84. Edizioni Regione Toscana, Firenze.

CIANCIO O., 1998 b – *Limiti e possibilità della selvicoltura e della pianificazione forestale in Calabria*. Atti della giornata preparatoria al II Congresso Nazionale di Selvicoltura, «Per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani». Crotone, 14 marzo 1998.

CIANCIO O., 1998 c – *Gestione Forestale e Sviluppo Sostenibile*. Atti del II Congresso Nazionale di Selvicoltura: «Per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani». Venezia, 24-27 Giugno 1998.

CIANCIO O., 2002 – *Teoria della gestione sostenibile delle risorse ambientali e forestali*. In: «Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali» (A cura di CIANCIO O., CORONA P., MARCHETTI M., NOCENTINI S.). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze: 13-46.

CIANCIO O., CORONA P., MOROSI C. (a cura di), 2001 – *Materiali di Studio per la Gestione Sostenibile dei Sistemi Forestali*. POM Misura 2, B28, Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

CIANCIO O., IOVINO F., MENGUZZATO G., NICOLACI A., 2005 – *Analisi Strutturale e Modalità di Gestione delle Pinete di Laricio in Sila*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 521-539.

CIANCIO O., IOVINO F., MENGUZZATO G., NICOLACI A., NOCENTINI S., 2004 – *Il «Taglio a scelta a piccoli gruppi» nelle Pinete di laricio in Sila*. L'Italia Forestale e Montana n. 2: 81-98.

CIANCIO O., IOVINO F., NOCENTINI S., 1994 – *The theory of the normal forest. La teoria del bosco normale*. L'Italia Forestale e Montana, 49(5): 446-462.

CIANCIO O., IOVINO F., NOCENTINI S., 1995 – *Still more on the theory of the normal forest: why we insist on saying no to it. Ancora sulla teoria del Bosco Normale: perché si insiste nel dire no*. L'Italia Forestale e Montana, 50(2): 118-134.

CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S., 1981-82 – *Le specie forestali esotiche nella selvicoltura*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XII-XIII.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994 a – *Il metodo del controllo e la selvicoltura su basi naturali: un problema colturale e di gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana. Anno XLIX (4): 337 – 356.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994 b – *Problemi e prospettive sulla gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana. Anno XLIX (6): 551-566.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 a – *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali*. In: «Il bosco e l'uomo» (a cura di CIANCIO O.). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 b – *La gestione forestale tra ecologia economia ed etica*. In: «Il bosco e l'uomo» (a cura di CIANCIO O.) Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 c – *Il paradigma scientifico, la "buona selvicoltura" e la saggezza del forestale*. In: «Il bosco e l'uomo» (a cura di CIANCIO O.). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 d – *La selvicoltura sistemica: conseguenze scientifiche e tecniche*. L'Italia Forestale e Montana, 1996 (1): 6-20.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2001 a – *La cultura del bosco tra scienza ed etica*. L'Italia Forestale e Montana. Anno LVI (3): 198 – 208.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2001 b – *La gestione forestale dal positivismo alla cultura della complessità*. In: AGNOLETTI M. (a cura di), 2001 «Storia e risorse forestali». AISF, Firenze, 2001.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2002 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 1: ipotesi per il mantenimento degli ecosistemi*. L'Italia Forestale e Montana, 57 (6): 513-53

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003 a – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 2. Specie, strutture, processi*. L'Italia Forestale e Montana, 58(1): 1-6.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003 b – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 3. Biodiversità, gestione forestale e modo scientifico*. L'Italia Forestale e Montana, 58 (2): 71-90.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, Assestamento, Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali.

COATES D. K., BURTON P.J., 1997 – *A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives*. Forest Ecology and Management 99 (1997): 337-354.

COLPI C., 2005 – *Sull'attualità dell'assestamento forestale*. In : «Foreste, Ricerche, Cultura. Scritti in onore di Orazio Ciano» (CORONA P., IOVINO F., MAETZKE F.,

MARCHETTI M., MENGUZZATO G., NOCENTINI S., PORTOGHESI L., eds). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 123-133.

COLQUHON D., 2003 – *Toward an Ecology of Learning: making the learning choice the easy choice*. Centre of Educational Studies, Institute for Learning, University of Hull.

COP3 (CONFERENCE OF THE PARTS OF THE UNFFCC), 1997 – *Protocollo di Kyoto della Convenzione sui Cambiamenti Climatici*. ONU.

CORONA P., CALVANI P., FERRARI B., LAMONACA A., PORTOGHESI L., PLUTINO M., 2005 – *Sperimentazione di un Sistema Integrato di Indici per il Monitoraggio della Diversità Strutturale in Soprassuoli Forestali*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 447-462.

CORONA P., PORTOGHESI L., 1996 – *Appunti per un'etica in Selvicoltura*. In: «Il bosco e l'Uomo» (a cura di CIANCIO O.) AISF, Firenze 1996.

CRIVELLARI D., 1955 – *Conservazione e miglioramento delle faggete alpine ed appenniniche*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura per il Miglioramento e la Conservazione dei Boschi Italiani. Firenze, 14-18 marzo 1954, 1: 237-284.

DE BELL D.S., CURTIS R.O., HARRINGTON C.A., TAPPEINER J.C., 1997 – *Shaping Stand Development Through Silvicultural Practices*. In: KHOM K.A., FRANKLIN J.F., 1997 «*Creating a forestry for the 21st century*». Island Press, Washington D.C.

DE PHILIPPIS A., 1948 – *Su alcune forme di trattamento delle fustaie*. L'Italia Forestale e Montana n. 3 (1): 3-10

DE PHILIPPIS A., BERNETTI G., 1990 – *Lezioni di selvicoltura speciale*. CUSL. Firenze: pp. 223.

DE STEFANO MANNO B., MATACENA G., 1979 – *Le reali ferriere ed officine di Mongiana*. Tipolito "la buona stampa". XV, 221 pp.

DEL FAVERO R., 1992 – *Modello colturale per la faggeta pura e monostratificata della Foresta del Candiglio (Belluno)*. Monti e Boschi, 2: 11-16.

DEL FAVERO R., 2008 – *I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia. Tipologia, funzionamento, selvicoltura*. CLEUP Editore, Padova, 2008, pp. 472 con CD-ROM.

DEL FAVERO R., ANDRICH O., DE MAS G., LASEN C., POLDINI L., 1990 – *La vegetazione forestale del Veneto*. Regione Veneto. Pp 179.

DEL FAVERO R., BORTOLI P.L., DREOSSI G., LASEN C., POLDINI L., VANONE G., 1998 – *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella Regione Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Voll. I e II.

DEL FAVERO R., LASEN C., 1993 – *La vegetazione forestale del Veneto*. 2° Ed. Libreria Progetto Editore. Padova.

DI FILIPPO A., PIOVESAN G., SCHIRONE B., 2004 – *La dendroecologia applicata alle foreste vetuste: il caso delle faggete italiane*. In: CASAGRANDE, R. & MELIÀ, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma, p. 49-54. [online] URL:

<http://www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Di-Filippo-181.pdf>

DI FILIPPO A., PIOVESAN G., SCHIRONE B., 2004 – *Le foreste vetuste: criteri per l'identificazione e la gestione*. Atti del XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia, 4-6 ottobre 2004, Siena.

DI TELLA G., 1916 – *La conversione dei cedui di faggio in fustaie miste di abete e faggio*. L'Alpe.

EMBORG J., 1998 – *Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark*. Forest Ecology and Management 106 (1998): 83-95.

FERRIS R., HUMPHREY J. W., 1999 – *A review of potential biodiversity indicators for application in British forests*. Forestry, 72: 313–328.

FRANKLIN J. F., CROMACK K. J., DENISON W., MCKEE A., MASER C., SEDELL J., SWANSON F., JUDAY G., 1981 – *Ecological Characteristics of Old-Growth Douglas-Fir Forests*. USDA Forest Service General Technical Report PNW-118, 48 pp.

FRANKLIN J. F., SPIES T. A., VAN PELT R., CAREY A. B., THORNBURGH D. A., BERG D. R., LINDERMAYER D. B., HARMON M. E., KEETON W. S., SHAW D. C., BIBLE K., CHEN J., 2002 – *Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-Fir forests as an example*. Forest Ecology and Management, 155: 399–423.

FRANKLIN J.F., MAC MAHON J.A., SWANSON F.J., SEDELL J.R., 1985 – *Ecosystem responses to the eruption of Mount St Helens*. National geographic Research (Spring): 198-216.

FÜLDNER K., 1995 – *Zur Strukturbeschreibung in Mischbeständen*. Forstarchiv, 66: 235-240.

GIANNINI R., SUSMEL L., 2006 – *Foreste, boschi, arboricoltura da legno*. Forest@ 3 (4): 446-487.

GOODBURN J. M., LORIMER C. G., 1999 – *Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept*. – Forest Ecology and Management 118 (1999): 11-29.

GROSSONI P., BUSSOTTI F., 1999 – *Fagus sylvatica* L.: aspetti dendrologici e tassonomici. In: SCARASCIA MUGNOZZA. G. (a cura di), 1999 «Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane». Edagricole, Bologna.

HOFMANN A., 1956 – *L'utilizzazione delle faggete del Meridione*. L'Italia Forestale e Montana, anno 11, n. 2: 69-91.

HOFMANN A., 1985 – *La foresta vergine*. L'Italia Forestale e Montana, anno XL (1985) n. 6: 317-336.

HOFMANN A., 1991 – *Il faggio e le faggete in Italia*. Ministero dell'Agricoltura e delle foreste, Corpo Forestale dello Stato. Collana Verde n. 81.

HOLLING C.S., CARPENTER S.R., BROCK W.A., GUNDERSON L.H., 2002 – *Discoveries for sustainable futures*. In: «Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems». L.H. Gunderson e C.S.

HOSHINO D., NISHIMURA N., YAMAMOTO S., 2001 – *Age, size structure and spatial pattern of major tree species in an old-growth Chamaecyparis obtusa forest, Central Japan*. Forest Ecology and Management, 152: 31-43.

HUNTER M.L. Jr, 1990 – *Wildlife, forests, and forestry: principles of managing forests for biological diversity*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

HUNTER M.L. Jr, 1999 (ed) – *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

INFC, 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, CRA Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e l'Alpicoltura di Trento.

ISTAT, 1991 – *Annuario di Statistiche Forestali*. ISTAT.

KAVANAGH R. P., 1987 – *Forest phenology and its effect on the foraging behaviour and selection of habitat by the yellow bellied glider, Petaurus australis Shaw*. Aust. Wildl. Res. 14, 371-384.

KHOM K.A., FRANKLIN J.F., 1997 – *Creating a forestry for the 21st century*. Island Press, Washington D.C.

KICKBUSH I., 1989 – *Self-care in health promotion*. Soc. Sci. Med. 29 (2): 125-130.

KIMMINS J.P., 1987 – *Forest Ecology*. Macmillan Publishing, New York, pp. 155.

LANIER L., 1986 – *Précis de Sylviculture*. Ecole nat. du Génie Rural et Forêts, Nancy. Pp 468.

LARSEN J.B., 1995 – *Ecological stability of forests and sustainable silviculture*. – Forest Ecology and Management, 73: 85-96.

- LATHAM P. A., ZUURING H. R., COBLE D. W., 1998 – *A method for quantifying vertical forest structure*. Forest Ecology and Management, 104: 157–170.
- LAUSI D., PIGNATTI S., 1973 – *Die phanologie der europaishen Buchenwalder auf pflanzengeographischen Grundlagen*. Phytocenologia. 1 (1): 1-63.
- LAWTON, 1994 – *What do species do in ecosystems?* Oikos, 71: 377-374.
- LEIBUNDGUT H., 1960 – *Risultati di ricerche in foreste vergini europee*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. IX: 277-288.
- LINCOLN Y., GUBA E., 1985 – *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, Ca Sage, 1985.
- LYR H., POLSTER H., FIEDLER H. J., 1967 – *Geholzphysiologie*. Fischer. Pp. 444.
- MAGNUNSON, J.J. 1990. – *Long-term ecological research and the invisible present*. BioScience 40(7):495-501.
- MASCI A., PAPI R., SCARASCIA MUGNOZZA G., 1999 – *Struttura selvicolturale di faggete appenniniche e rapporti con la biodiversità*. In: SCARASCIA MUGNOZZA. G. (a cura di), 1999 «Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane». Edagricole, Bologna.
- MATTHEWS L. D., 1989 – *Sylvicultural Systems*. Claderon Press, Oxford, pp. 284.
- MATURANA H.R., VARELA F.J., 1985 – *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*. Venezia, 1985. Marsilio, ed. it. di *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1980.
- MATURANA H.R., VARELA F.J., 1987 – *L'albero della conoscenza*. Garzanti, Milano. Ed. Ital. Di “*El arbol del conocimiento*, 1984”.
- MAYER H., 1977 – *Waldbau auf sozioologisch-okologisch Grundlagen*. Fisher. Pp. 482.
- MAYER H., 1971 – *Das Buchen-Naturwaldreservat Dobra/Kamplieten in niederosterreichischen Wald Viertel*. Schweizer. Zeits. F. Forstwesen 122 (2): 45-76.
- MC ELHINNY C., GIBBONS P., BRACK C., BAUHUS J., 2005 – *Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement*. Forest Ecology and Management 218 (2005) 1-24.
- MCPFE, 2003 – *Conserving and enhancing forest biodiversity in Europe*. Vienna resolution 4. 28-30 april, 2003, Vienna, Austria.
- MERCURIO R., SPAMPINATO G., 2006 – *I tipi forestali delle Serre calabresi*. Laruffa Editore. 161 pp.
- MIURA M., YAMAMOTO S., 2003 – *Effects of sprouting and canopy states on the structure and dynamics of a Castanopsis cuspidata var. sieboldii sapling population in an old-growth evergreen broad-leaved forest*. Forest Ecology and Management, 183: 387-400.

MIYADOKORO T., NISHIMURA N., YAMAMOTO S., 2003 – *Population structure and spatial patterns of major trees in a subalpine old-growth coniferous forest, central Japan*. Forest Ecology and Management, 182: 259-272.

MONTACCHINI F. C., 1972 – *Lineamenti della vegetazione dei boschi naturali in Valle di Susa*. Allionia, 18: 195-252.

MORISITA M., 1959 – *Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns*. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E 2: 215-235.

NOCENTINI S., 2001 a – *Inquadramento etico e metodologico*. – In: CIANCIO O. (a cura di), 2001 «Definizione delle linee guida per la gestione ecosostenibile delle risorse agrosilvopastorali nei parchi nazionali». Ministero dell'Ambiente, AISF.

NOCENTINI S., 2001 b – *Revisione critica del concetto di gestione forestale sostenibile*. L'Italia Forestale e Montana n. 6: 407-416.

NOCENTINI S., 2005 – *Conservazione della Complessità e della Diversità Biologica dei Sistemi Forestali*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 341-349.

NOSS R. F., 1990 – *Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach*. Conservation Biology, 4: 355-364.

OLIVER C.D., LARSON B.C., 1996 – *Forest Stand Dynamics*. Update Edition. John Wiley & Sons Inc. USA.

PADULA M. 1956 – *Contributo allo studio dei limiti altimetrici del faggio in Garfagnana*. Nuovo Giornale Botanico It., 63: 591-678.

PATRONE G., 1944 – *Lezioni di assestamento forestale*. Firenze. 1-293.

PATRONE G., 1959 – *Piano di assestamento dei boschi del comune di Bagnoli Irpino per il decennio 1959-1968*. Tip. Coppini, Firenze.

PATRONE G., 1979 – *Stravaganza terza; la fustaia da dirado: realtà o fantasma?* Annali AISF, Vol. XXVIII: 269-306.

PAVARI A., 1953 – *Governo e trattamento dei boschi*. REDA, Roma.

PELLE L., 2008 – *Analisi della struttura di boschi puri e misti di abete e faggio in ambiente mediterraneo*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Assestamento Forestale", Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, pp. 157.

PERRIN H., 1954 – *Selvicoltura*. Tomo II. Trad. G. Bernetti. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

PERRY D. A., AMARANTHUS M.P., 1997 – *Disturbance, Recovery, and Stability*. In: KHOM K.A., FRANKLIN J.F., 1997 «Creating a forestry for the 21st century». Island Press, Washington D.C.

- PETERS R., 1997 – *Beech Forests*. Geobotany 24. Department of Forestry, Wageningen Agricultural University. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- PFISTERER A., SCHMID B., 2002 – *Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning*. Nature (2002), 416 (6976): 84-6.
- PIGNATTI S., 1964 – *Sulle faggete delle Alpi Venete*. Annali di Botanica, 28: 1-264.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Vol. 1 - 2 - 3. Edagricole. Bologna.
- PIGNATTI S., 1998 - *I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità*. UTET. Torino.
- PIUSSI P., 1994 - *Selvicoltura generale*. UTET, Torino.
- POMMERENING A., 2002 – *Approaches to quantifying forest structures*. Forestry, Vol. 75, No 3: 305-324.
- POMMERENING A., 2006 – *Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis*. Forest Ecology and Management, 224: 266-277
- PORTOGHESI L., AGRIMI M., BOLLATI S., CORONA P., FERRARI B., LAMONACA A., PLUTINO M., 2005 – *Osservazioni su una Fustaia di Cerro e Ipotesi di Intervento Colturale Orientato alla Diversificazione della Struttura e della Composizione Arborea*. L'Italia Forestale e Montana anno LX, n. 4: 505-519.
- RIEDACKER A. 1981 – *Croissance aérienne et souterraine*. In: «TEISSER DU CROS E., 1981 – *Le hetre*. » Inst. Nat. Rech. Agronomique, Paris. Pp. 160-168.
- ROJO SAIZ F., 1977 – *Fotologia Forestal y Ordenacion*. Montes, 2: 31-34
- ROUSSEL L., 1972 – *Photologie Forestière*. Masson et Cie, Paris. 136 pp.
- ROVELLI E., 2000 – *Appunti e considerazioni sulle faggete dell'Appennino centro-meridionale*. Monti e Boschi, anno LI n. 5: 5-24.
- RUEBEL E., 1938 – *Die Buchenwalder Europas*. Hueber, Ismaning. Pp 502.
- SANESI G., 1962 – *Osservazioni sulle caratteristiche e l'evoluzione dei suoli della foresta di Campigna (Forlì); relazioni con la vegetazione forestale*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, 11: 97-138.
- SCARASCIA MUGNOZZA G. (a cura di), 1999 – *Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane*. Edagricole, Bologna.
- SCHUTZ J. P., 1997 – *Sylviculture 2. La gestion des forets irrégulières et mélangées*. Presses Pl. Et Univ. Romandes, Lausanne, pp.178.
- SCOPPOLA A., 1999 – *Tipologie vegetazionali di faggete appenniniche*. In: SCARASCIA MUGNOZZA. G. (a cura di), 1999 «Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane». Edagricole, Bologna.

SEGERSTRALE U., 2000 – *Defenders of the truth. The battle for science in the socio-biology debate and beyond*. Oxford University Press.

SPAMPINATO G. 2003 – *Diversità Biologica delle Foreste Calabresi*. In: «AAVV, 2003 – *Foreste di Calabria*. » Ass. Foreste, Forestazione, Prot. Civile, Pari Opportunità. Regione Calabria, pp 270.

SPIES T., 1997 – *Forest Stand Structure, Composition, and Function*. In: KHOM K.A., FRANKLIN J.F., «Creating a forestry for the 21st century». Island Press, Washington D.C.

SUSMEL L., 1955 – *Riordinamento su basi bioecologiche delle abetine di San Vito di Cadore*. Pubbl. n. 9, Stazione Sperimentale Selvicoltura, Firenze.

SUSMEL L., 1957 – *Tipo colturale per le faggete meridionali*. Monti e Boschi n. 8 (4): 161-175.

SUSMEL L., 1959 – *Riordinamento su basi bio-ecologiche delle faggete di Corleto Monforte*. Stazione Sperimentale di Selvicoltura, Firenze.

SUSMEL L., 1970 – *Guida alla definizione dello stato normale per i principali boschi della Regione Trentino Alto Adige*. Padova.

SUSMEL L., 1971 – *Artificio e naturalità degli attuali ecosistemi forestali*. XIII Corso Int. D'alta cultura, Venezia.

SUSMEL L., 1980 – *La normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana, Padova, 435 pp.

SWANSON F. J., SPARKS R. E., 1990 – *Long Term Ecological Research and the Invisible Place*. Bioscience 40(7):502-508.

TAPPEINER J.C., LAVENDER D., WALSTAD J., CURTIS R.O., DEBELL D.S., 1997 – *Silvicultural Systems and Regeneration Methods: Current Practices and New Alternative*. In: Khom K.A., Franklin J.F., «Creating a forestry for the 21st century». Island Press, Washington D.C.

TURPEINEN V., 2005 – *The Ecology of learning. Sustainable education*. PhD thesis, University of Tampere. Tampere University Press

UNCED (United Nation Conference on Environment and Development), 1992 – *Rio Declaration on Environment and Development*. Rio de Janeiro, U.N. Publications.

UNCED (United Nation Conference on Environment and Development), 1992 – *Agenda 21*. Rio de Janeiro, U.N. Publications.

UNCED (United Nation Conference on Environment and Development), 1992 – *Non-legally Binding Authoritative Statement of Principles for a Global Consensus on the Management, Conservation, and Sustainable Development of all types of Forests*. Rio de Janeiro, U.N. Publications.

UNCED (United Nation Conference on Environment and Development), 1992 – *Convenzione sulla Diversità Biologica*. Rio de Janeiro, U.N. Publications.

UNCED (United Nation Conference on Environment and Development), 1992 – *Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici*. Rio de Janeiro, Gazzetta Ufficiale Europea n. L 033 del 07/02/1994 pp. 13-28.

VON GADOW K., 1999 – *Waldstruktur und diversitaet. Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 170 (7): 117-122.

VON GADOW K., HUI G., 1999 – *Modelling forest development*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

VON GADOW K., HUI G., ALBERT M., 1998 – *Das Winkelmass – ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbestanden*. Centralbl. Fur das ges. Forstw., 115: 1-10.

WCED, 1987 – *Our common future*. The report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press U.K.

WHITTAKER R.H., 1972 – *Evolution and measurement of species diversity*. Taxon, 21: 213-251.

WOHLGEMUTH T., BÜRGI M., SCHEIDEGGER C., SCHÜTZ M., 2002 – *Dominance reduction of species through disturbance – a proposed management principle for central European forests*. Forest Ecology and Management 166 (2002): 1-15.

ZENNER E., 2004 – *Does old-growth condition imply high live-tree structural complexity?* – Forest Ecology and Management 195 (2004): 243-258.

ZERBE S., 2002 – *Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations*. Forest Ecology and Management 167 (2002): 27-42.

Per l'applicazione dei software

NBSI <http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/sisfor.html>

SVS - USDA Forest Service, 1999 – Stand Visualization System –

<http://forsys.cfr.washington.edu/svs.html>