



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

DIBAF

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi
Biologici, Agroalimentari e Forestali

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA

Ecologia Forestale - XXIV Ciclo

Proposte metodologiche per l'identificazione e la caratterizzazione strutturale di
boschi vetusti in ambiente appenninico: il caso del Parco Nazionale del Gran Sasso e
Monti della Laga

(AGR/05)

Coordinatore: Prof. Paolo De Angelis

Firma

Tutor: Prof. Piermaria Corona

Firma.....

Dottoranda: Silvia Di Paolo

Firma

Esistono in montagna alberi eroi, piantati sopra il vuoto, medaglie sopra il petto di strapiombi. Salgo ogni estate in visita a uno di loro. Prima di andare via monto a cavallo del suo braccio sul vuoto. I piedi scalzi ricevono il solletico dell'aria aperta sopra centinaia di metri. Lo abbraccio e lo ringrazio di durare.

ERRI DE LUCA - il peso della farfalla

INDICE

PARTE I	1
I.1. <u>Boschi vetusti: panoramica mondiale</u>	1
I.2. <u>Il punto di vista italiano</u>	4
I.3. <u>Perché studiare i boschi vetusti</u>	5
I.4. <u>Obiettivi della ricerca e struttura della tesi</u>	7
 PARTE II	 9
II.1. <u>Identificazione dei boschi vetusti</u>	9
II.2. <u>Il telerilevamento come supporto per la mappatura dei boschi vetusti</u>	15
II.2.1. <i>Sperimentazione nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano</i>	16
 PARTE III	 21
III.1. <u>Materiali e metodi</u>	21
III.1.1. <i>Descrizione dell'area di studio</i>	21
III.1.2. <i>Stato dell'arte</i>	22
III.1.3. <i>Individuazione delle aree potenzialmente vetuste</i>	25
III.1.4. <i>Selezione delle aree vetuste</i>	27
III.1.5. <i>Mappatura delle aree di studio tramite tecniche di segmentazione</i>	28
III.1.6. <i>Rilevamenti per la caratterizzazione strutturale e selvicolturale dei boschi vetusti individuati nel PNGSML</i>	30
III.1.6.1. <i>Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007</i>	31
III.1.6.2. <i>Protocollo campionario con aree di saggio INFC</i>	35
III.1.7. <i>Analisi statistiche</i>	38
III.2. <u>Risultati</u>	40
III.2.1. <i>Faggeta di Fonte Novello</i>	40
III.2.1.1. <i>Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007</i>	42
III.2.1.2. <i>Protocollo campionario con aree di saggio INFC</i>	46
III.2.2. <i>Faggeta di Aschiero</i>	51
III.2.2.1. <i>Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007</i>	53
III.2.2.2. <i>Protocollo campionario con aree di saggio INFC</i>	57
III.2.3. <i>Frassineto di Valle Vaccaro</i>	61
III.2.3.1. <i>Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007</i>	62
III.2.3.2. <i>Protocollo campionario con aree di saggio INFC</i>	67
III.3. <u>Discussione</u>	70
 PARTE IV	 80
IV.1. <u>Effetto della dimensione dell'area di saggio sulla distribuzione diametrica nei boschi vetusti del PNGSML</u>	80
 PARTE V	 87
V.1. <u>Considerazioni conclusive</u>	87
 <u>BIBLIOGRAFIA</u>	 91
<u>ALLEGATI</u>	100

PARTE I

I.1. Boschi vetusti: panoramica mondiale

L'importanza delle foreste per la conservazione della biodiversità ha reso da tempo necessario, anche in Italia, l'avvio di un approfondimento scientifico e conoscitivo sul patrimonio forestale con particolare attenzione alle *foreste vetuste*. In generale il termine *foreste vetuste* indica comunità forestali caratterizzate da un'elevata eterogeneità strutturale derivante dalla fase di sviluppo avanzato in cui vivono. L'innumerabile quantità di definizioni formulate nel tempo al fine di meglio delimitare l'ambito di applicazione di questo termine è stato sintetizzato durante una apposita Conferenza organizzata dalla FAO nel 2001 in cui è stata proposta la seguente definizione:

Una foresta vetusta è un bosco primario o secondario che abbia raggiunto un'età nella quale specie e attributi strutturali normalmente associati con foreste primarie senescenti dello stesso tipo si siano sufficientemente accumulati così da renderlo distinto come ecosistema rispetto a boschi più giovani (UNEP/CBD/SBSTTA 2001).

Pertanto, il carattere generico di questa definizione trova ambigua applicazione qualora si voglia procedere all'identificazione di foreste vetuste nel panorama europeo, anche alla luce del fatto che qui, e soprattutto nell'area mediterranea, non esistono più foreste primarie (ossia foreste in cui il disturbo antropico è sempre stato trascurabile) per la maggior parte delle tipologie forestali.

I primi tentativi di circoscrivere il concetto di *old-growth* risalgono agli inizi degli anni '80 quando nell'area del Pacific Northwest fu istituito un gruppo di lavoro (*Old-growth definition Task Group*) con l'obiettivo di formulare una definizione basata su parametri relativi a alcuni attributi strutturali riconosciuti come significativi da Franklin et al. (1981), quali la densità degli individui di grandi dimensioni diametriche o la quantità di necromassa legnosa in piedi e a terra. L'importanza degli attributi strutturali per l'identificazione delle foreste vetuste è stata ripresa in studi successivi come ad esempio quello della Society of American Foresters (1984) in cui si descrive la struttura di una foresta vetusta come caratterizzata da due strati arborei, con individui di oltre 200 anni di età nello stato arboreo dominante e abbondante legno morto in piedi e a terra e in cui vengono forniti dei parametri quantitativi per queste variabili. Oltre a contributi di questo tipo, legati esclusivamente alla regione del Pacific Northwest della quale si puntualizzavano i parametri strutturali da

utilizzare, non mancarono gruppi di ricerca secondo cui la struttura veniva considerata un buon indicatore sia delle funzionalità dell'ecosistema forestale che della sua composizione specifica (Franklin e Spies, 1991). Su queste basi è stata creata una delle definizioni maggiormente utilizzate a livello globale :

Le foreste vetuste sono ecosistemi caratterizzati da alberi senescenti e dai relativi attributi strutturali, che possono includere la dimensione dei fusti, l'accumulo di grandi quantità di necromassa legnosa, la complessa stratificazione verticale della volta arborea, la composizione specifica e le funzionalità ecosistemiche (USDA, 1989).

Quando il tema cominciò ad essere affrontato anche in altre regioni geografiche, per l'elaborazione di una definizione sintetica di foresta vetusta cominciarono ad essere presi in considerazione anche variabili qualitative oltre ai parametri quantitativi. A tal fine Keddy e Drummond (1996), basandosi su dati bibliografici relativi ad alcune foreste temperate decidue negli Stati Uniti orientali (Michigan, Pennsylvania, Ohio, Indiana, Kentucky, New Hampshire, Tennessee), riportarono i valori di riferimento di dieci diversi attributi di natura ecologico-strutturale facilmente misurabili ed utili al fine di distinguere gli ecosistemi forestali con disturbo antropico trascurabile:

1. dimensione degli alberi, espressa tramite valori di area basimetrica a ettaro
2. composizione della volta arborea, valutata attraverso la proporzione tra specie sciafile e eliofile
3. materiale legnoso grossolano, valutato nella quantità, nella dimensione dei frammenti e nel loro stato di decomposizione
4. composizione dello strato arboreo, attraverso il numero di specie presenti nella formazione
5. ricchezza di briofite e licheni epifiti
6. presenza di fauna selvatica (principalmente mammiferi ed uccelli) legata alla presenza di cavità nei tronchi
7. diversità fungina (specialmente micorrizia)
8. comunità avicole, in particolare di specie considerate dipendenti da formazioni forestali sufficientemente estese
9. presenza di grandi carnivori, quali indice di una rete trofica intatta
10. estensione e frammentazione della foresta.

Nella regione temperata del Sud America, gli studi effettuati sulle foreste vetuste delle isole cilene pur non riguardando la messa a punto di una definizione, fanno emergere le più importanti caratteristiche strutturali di queste foreste: elevata area basimetrica, densità di

specie sciafile, elevata ricchezza di specie arboree, presenza di alberi di notevoli dimensioni, eterogeneità vegetale ed età superiore a 200 anni (Gutiérrez et al., 2009).

Le foreste vetuste asiatiche meglio conosciute nella letteratura scientifica sono quelle situate nella Riserva Naturale di Changbaishan (Cina) per le quali sono state evidenziate le principali caratteristiche strutturali e composizionali, come ad esempio la distribuzione diametrica dei fusti sigmoidale-ruotata, già identificata per foreste vetuste di altre regioni del mondo, o la presenza di numerosi individui arborei di elevate dimensioni diametriche. Accanto a questi attributi, gli studi svolti in Cina pongono ulteriore attenzione sulla distribuzione spaziale assunta da alberi, radure e chiarie all'interno del bosco. In particolare la volta arborea risulta particolarmente complessa e organizzata in strati di differente altezza, di cui il più eterogeneo è quello inferiore. Sono state riscontrate inoltre aperture nella volta con morfologia irregolare e spesso concentrate in gruppi, dimostrando di essere più articolate rispetto a quanto riportato per altre regioni (Chen e Bradshaw, 1999). Questa complessità strutturale è risultata correlata con la distribuzione spaziale della diversità biologica (Wang et al., 2008).

Gli studi sul tema svolti in Australia furono i primi a concentrare l'attenzione sulle caratteristiche che differenziano le foreste vetuste afferenti a diverse tipologie forestali, sottolineando la difficoltà di arrivare a una definizione comune a questi complessi ecosistemi. La definizione proposta da Woodgate et al. (1996) per le foreste vetuste nello stato di Victoria è rivolta principalmente al regime di disturbo cui queste foreste sono soggette, prendendo in considerazione la presenza significativa di alberi senescenti nello strato superiore della volta arborea in cui l'effetto di eventi di disturbo del passato sia ormai trascurabile.

Nella letteratura europea il problema è stato affrontato principalmente da autori scandinavi. Nilson et al. (2002) fornisce una panoramica di dati strutturali riferiti alle foreste temperate di Polonia, Svezia, Finlandia, Francia, Corsica e Slovacchia. Le foreste vetuste considerate sono quelle i cui individui hanno superato la metà della loro età massima e che non sono state interessate da tagli per tutto il periodo di vita degli alberi presenti, pur non potendo escludere un qualche disturbo dovuto in passato al pascolo di animali domestici. In Finlandia è stata sperimentata una metodologia in grado di creare una rete di foreste vetuste per la conservazione della biodiversità. Le caratteristiche su cui si è basata la selezione sono il volume del legno morto, il numero di alberi le cui dimensioni diametriche superano una certa dimensione, il numero di habitat particolari (sorgenti, torrenti, patches ricchi di felci o

di erbe del sottobosco) e la presenza di specie fungine ritenute indicatrici e di specie minacciate (Siitonen et al., 2002).

Altre definizioni in Europa sono state formulate nell'ambito della cartografia delle foreste vetuste di Russia e Fennoscandia, realizzate sulla base di inventari forestali e sopralluoghi, oltre all'utilizzo di immagini satellitari per quanto riguarda la Russia (Aksenov et al., 1999). Nel corso di questo lavoro sono state utilizzate le seguenti definizioni:

- Russia: *Le foreste vetuste sono quelle derivate da successioni naturali, non interessate da disturbo antropico (deforestazione, incendi, cambiamenti nel regime idrologico, uso di sostanze chimiche, inquinamento, pascolo, uso a fini ricreativi) per un periodo significativo di tempo che occupino una superficie sufficiente per l'auto-mantenimento in assenza di disturbo dovuto ad eventi catastrofici.*
- Fennoscandia: *Le foreste vetuste sono caratterizzate da siti derivanti da successioni naturali con presenza significativa di alberi senescenti e legno morto e una struttura multistratificata. Tali foreste presentano valori significativi, a livello globale, regionale e nazionale, di biodiversità (ospitano endemismi, specie o ecosistemi minacciati) o costituiscono ecosistemi estesi a livello di passaggio permettendo la vitalità di tutte o della maggior parte delle popolazioni in pattern naturali di distribuzione e abbondanza.*

Il francese Gilg (2004) nel suo lavoro ha fornito un importante contributo in termini di definizione, descrizione, studio, conservazione e gestione di questi ecosistemi. Di seguito si riportano le definizioni presentate in una rassegna francese sul tema *old-growth forest*:

- Ecosistemi differenziati dalla presenza di alberi senescenti e dalle caratteristiche strutturali che ne derivano
- Foreste che includono gli stadi di sviluppo finali della vegetazione in sito. Stadi che tipicamente si differenziano da quelli più giovani per le dimensioni degli alberi, l'accumulo di grandi quantità di necromassa legnosa, il numero di strati arborei, la composizione specifica e per le funzioni ecologiche da queste svolte
- Foreste prive di tracce di disturbo antropico recente e che comprendano specie autoctone.

I.2. Il punto di vista italiano

In Italia i sistemi forestali sono stati influenzati dall'attività umana fin da tempi remoti. La coltivazione del bosco, attraverso le utilizzazioni legnose, ha comportato modificazioni rispetto allo stato primigenio in merito alla composizione specifica dello strato arboreo,

arbustivo ed erbaceo, alle dimensioni e all'età degli alberi e alla loro distribuzione spaziale. Queste trasformazioni hanno avuto significative ripercussioni anche su altre componenti biotiche degli ecosistemi, riducendo la complessità e la funzionalità dei sistemi stessi.

L'intensità dello sfruttamento e, quindi delle modificazioni, è stata influenzata dalle condizioni locali, sia di natura ambientale che socio-economica, in cui singole porzioni di bosco si sono venute a trovare. Negli ultimi decenni, l'aumento dei costi delle attività selvicolturali, a cui non è corrisposto un aumento dello stesso ordine di grandezza dei ricavi ritraibili dalle attività di gestione forestale, ha determinato da un lato la concentrazione delle utilizzazioni nelle zone più facilmente accessibili e la semplificazione delle tecniche colturali nell'intento di ridurre i costi, dall'altro la marginalizzazione e quindi l'abbandono colturale di molti boschi sui terreni meno produttivi o meno accessibili.

Di conseguenza non è raro, soprattutto nelle aree montane, riscontrare la presenza di lembi di bosco la cui fisionomia e struttura lascia pensare al fatto che essi abbiano potuto evolversi per lunghi periodi sotto il prevalente effetto di dinamismi interni al sistema e di disturbi esterni di origine naturale. Tali soprassuoli hanno avuto il tempo di raggiungere stadi di sviluppo vegetazionale e strutturale più avanzati rispetto a quelli che caratterizzano la maggior parte dei boschi italiani, in cui tali processi sono interrotti dall'azione antropica (o più raramente da fattori naturali), e tendono ad acquisire qualche caratteristica tipica dei soprassuoli definiti a livello internazionale *old growth forests* (boschi vetusti).

In Italia popolamenti forestali con qualche caratteristica di vetustà interessano una superficie complessiva superiore a 93.100 ha (FAO, 2010), estensione che può essere ritenuta tutt'altro che trascurabile anche in considerazione del fatto che alcuni di questi popolamenti ospitano gli alberi decidui più vecchi dell'emisfero boreale (Piovesan et al., 2005; Di Filippo et al., 2004).

I.3. Perché studiare i boschi vetusti

L'importanza della conoscenza delle fasi di sviluppo più avanzate di una foresta come riferimento per le foreste coltivate e per i modelli selvicolturali applicabili è stata ampiamente discussa in Italia (Susmel, 1956; Susmel, 1980), in Europa centro-settentrionale (Leibundgut, 1960; Siitonen et al., 2000; Löhmus et al., 2005) ed in America settentrionale (Franklin, 1993; Foster et al., 1996). In particolare, lo studio di popolamenti vetusti può fornire importanti indicazioni sulla dinamica dei sistemi forestali in assenza di disturbo

antropico indispensabili per la comprensione organica dei processi evolutivi delle foreste e valutazione dell'impatto delle attività selvicolturali sugli ecosistemi forestali.

Da un punto di vista scientifico le aree protette e, soprattutto alcune zone dei Parchi Nazionali, rappresentano siti privilegiati in quanto in esse è possibile predisporre monitoraggi di lungo periodo in assenza di disturbo diretto da parte dell'uomo. Attraverso questi studi è possibile acquisire informazioni fondamentali sui processi e sulle dinamiche che avvengono nei popolamenti forestali e quindi mettere a disposizione riferimenti per una gestione forestale sostenibile (Franklin, 1989; Bakker et al., 1996; Foster et al., 1996; Bergeron e Harvey, 1997; Brang, 2005). A esempio, vari studi hanno dimostrato, proprio attraverso il confronto con foreste vetuste, gli effetti delle pratiche selvicolturali sulla diversità biologica, in relazione a diversi gruppi tassonomici come invertebrati (Siitonen, 2001), licheni, muschi e funghi (Ódor e Standovár, 2001; Nelson e Halpern, 2005; Norden et al., 2007), uccelli (Jansson e Andren, 2003) e piante vascolari (Graae e Heskjær, 1997; Aude e Lawesson, 1998; Bergstedt e Milberg, 2001; Meier et al., 2005).

Le foreste vetuste rappresentano un elemento chiave nelle strategie di conservazione della biodiversità: l'esclusione dai cicli culturali e la morte di individui di grandi dimensioni favorisce la creazione di habitat, come alberi cavi e morti in piedi e necromassa in vari stadi di decomposizione, essenziali per lo sviluppo e la sopravvivenza di molte specie animali (a es., funghi saprofiti e uccelli specialisti). In questa prospettiva molti accordi internazionali finalizzati alla conservazione della biodiversità sottolineano l'importanza delle foreste vetuste (Burrascano et al., 2009). La Strategia Pan-Europea per la diversità biologica e del paesaggio (PEBLDS) nel tema d'azione dedicato alle foreste (action theme 9) indica tra gli obiettivi principali la conservazione di tutte le tipologie forestali in Europa, tutelando prioritariamente la maggior parte delle foreste secondarie più antiche, e la conservazione di habitat forestali per specie che necessitano di habitat estesi e indisturbati, comprese le specie indicate nella Convenzione di Berna, nella Direttiva Habitat e dalla UNECE (Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Europa).

In questi ultimi decenni lo studio di popolamenti forestali primari, o che hanno potuto evolversi naturalmente per un lungo periodo di tempo, ha acquisito una grandissima importanza anche alla luce del *climate change* in quanto in essi è possibile osservare gli effetti dei cambiamenti climatici sui processi che avvengono in foresta con una prospettiva di lungo periodo ed in assenza di interventi da parte dell'uomo (Foster et al., 2003; Turner et al., 2003). In particolare, le foreste vetuste svolgono un ruolo non secondario nel processo di sequestro del carbonio e quindi non possono essere ignorate nei bilanci di carbonio e nelle

valutazioni relative alla mitigazione dell'effetto serra da parte della copertura forestale a scala planetaria. Luyssaert et al. (2008) evidenziano come le foreste continuino a accumulare carbonio anche nelle fasi più avanzate del ciclo evolutivo: le foreste primarie delle regioni temperate e boreali immagazzinano $1,3 \pm 0,5$ Gt di carbonio all'anno. Nonostante la fase evolutiva di una foresta non costituisca un criterio identificativo degli ecosistemi forestali nei documenti ufficiali redatti a livello nazionale e internazionale, la protezione e lo studio di queste foreste è quindi importante anche dal punto di vista del protocollo di Kyoto (Motta, 2008).

Inoltre, al valore scientifico e naturalistico dei rari lembi di foreste *old-growth* della nostra penisola si associano il valore culturale e paesaggistico (Peterken, 1996; Ciancio e Nocentini, 2001; Foster, 2002). Le foreste nelle fasi più mature o di crollo sono parte del nostro immaginario collettivo perché, grazie alla presenza di alberi plurisecolari di grandi dimensioni e alla presenza abbondante di alberi morti in piedi e a terra, forniscono una immagine della natura primigenia che dominava il nostro continente prima della massiccia antropizzazione. Le emozioni e i sentimenti evocati da queste foreste rappresentano un valore culturale che deve essere conservato, valorizzato e trasmesso alle generazioni future. L'individuazione e la localizzazione sul territorio di foreste con caratteristiche di vetustà, soprattutto all'interno di una area protetta, può quindi da un lato consentire di porre in atto misure concrete di conservazione di importanti habitat e di salvaguardia di valori collettivi e dall'altro rappresenta il punto di partenza per l'approfondimento delle conoscenze di questi sistemi che, soprattutto nella regione biogeografica mediterranea, risultano ancora scarse e frammentate.

I.4. Obiettivi della ricerca e struttura della tesi

Il presente studio si propone di apportare un contributo alla conoscenza di sistemi forestali in fase di sviluppo avanzato al fine di definire i principi guida per la loro individuazione e caratterizzazione.

In particolare, un primo obiettivo è stato la sperimentazione di metodologie di identificazione e mappatura di lembi di boschi strutturalmente complessi tramite il supporto di tecniche di telerilevamento ottico a elevata risoluzione.

Un secondo obiettivo è stato la messa a punto di un protocollo di rilevamento degli attributi strutturali. Fine ultimo è l'individuazione di parametri e indicatori significativi e

operativamente utili per caratterizzare cenosi strutturalmente complesse prossime alla condizione di vetustà.

Si tratta dunque di un approccio di studio finalizzato complessivamente alla predisposizione di linee guida di monitoraggio in cui l'integrazione tra diverse conoscenze avviene a vari livelli: dalla rappresentazione delle informazioni disponibili sul territorio tramite GIS alla definizione e individuazione delle aree di monitoraggio, dei protocolli di rilevamento in campo fino all'elaborazione e analisi dei dati.

Un obiettivo a corollario del lavoro è stato infine l'identificazione e descrizione dei boschi vetusti all'interno del PNGSML.

Nella Parte I della tesi, introduttiva della tematica della ricerca, è sviluppata una breve descrizione dell'evoluzione del concetto di *bosco vetusto* e delle problematiche legate alla realtà forestale italiana rispetto al vasto panorama mondiale.

L'analisi prosegue nella Parte II in cui viene messo in evidenza il potenziale supporto delle tecniche di telerilevamento nella mappatura di lembi di boschi con potenzialità vetuste. A tal fine viene sperimentata la tecnica di segmentazione multirisoluzione di ortofoto multispettrali in un bosco vetusto all'interno del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. I risultati ottenuti permettono di mettere a punto una tecnica di mappatura utilizzata nella successiva parte del lavoro.

Nella Parte III della tesi viene presentato il principale caso di studio oggetto della tesi, cioè i boschi vetusti del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (PNGSML), descrivendo la metodologia seguita per la loro individuazione e i rilievi condotti al loro interno. I risultati ottenuti dall'applicazione di due differenti schemi di campionamento vengono confrontati tra di loro tramite analisi statistiche e discussi al fine di individuare parametri e indicatori caratterizzanti le potenzialità vetuste dei boschi individuati.

Alla luce dei risultati ottenuti, nell'ultima parte della tesi (Parte IV) viene analizzato l'effetto della dimensione dell'unità di campionamento (protocollo multiscala) sulla stima degli attributi strutturali dei boschi vetusti, concludendo con una proposta metodologica.

L'ultima parte (Parte V) è dedicata alle considerazioni conclusive sui boschi vetusti.

PARTE II

II.1. Identificazione dei boschi vetusti

L'approccio comunemente adottato per definire una foresta vetusta implica la valutazione di attributi strutturali e compositivi dal momento che con il passaggio alla vetustà la comunità arborea manifesta alcune peculiarità strutturali che, assenti nei popolamenti giovani, sono utili per riconoscere il raggiungimento di questa condizione. I principali attributi individuati dalla letteratura sono sintetizzati in Tabella 1.

Le foreste tardo-successionali, che includono una ampia varietà di foreste vetuste, presentano alti livelli di complessità strutturale, chiave di molti processi funzionali e compositivi che caratterizzano una foresta vetusta (a es., habitat per la biodiversità, regolazione dei cicli di nutrienti e di energia). Questa complessità implica una eterogenea distribuzione spaziale delle strutture sia in senso verticale che orizzontale: la distribuzione verticale appare spesso continua o multistratificata, mentre la distribuzione orizzontale si presenta irregolare per la presenza di piccole aree di rinnovazione o gap (Franklin e Van Pelt, 2004).

La struttura verticale continua o multistratificata si sviluppa gradualmente, in seguito alla maggiore penetrazione di luce all'interno del popolamento dovuta alla mortalità degli individui arborei dominanti in prossimità delle fasi senili. Questa dinamica favorisce lo sviluppo di specie tolleranti dell'ombra precedentemente insediatesi nel popolamento: queste specie si inseriscono gradualmente negli strati intermedi del piano arboreo, colmando, con le loro chiome, le discontinuità nello spazio verticale.

Oltre alla eterogeneità spaziale, la complessità strutturale di popolamenti vetusti è determinata da un'ampia varietà di strutture individuali che si manifesta in particolare nella diversificazione delle dimensioni diametriche degli individui, nella variabilità dell'architettura delle chiome, nella presenza di cavità sui tronchi. L'area basimetrica a ettaro e la presenza di alberi di grandi dimensioni sono due importanti parametri sia perché la presenza di alberi maestosi costituisce spesso l'elemento più appariscente, sia per la correlazione con la fase di sviluppo biologico dei singoli individui. Inoltre, nelle classi diametriche maggiori si accumula la maggiore percentuale di biomassa legnosa e fogliare (Piovesan et al., 2005).

Altrettanto rilevante è la presenza grandi alberi, morti in piedi o vivi, ma provvisti di cavità, che rappresentano nicchie ecologiche (alberi habitat) sfruttate da molte specie animali e vegetali (Keddy e Drummond, 1996): queste cavità marcescenti, attive anche per centinaia di anni, subiscono una continua evoluzione, maturando habitat complessi e formando microambienti diversificati: acqua e humus del legno sul fondo, rosure di insetti, pareti progressivamente più secche verso l'alto, ecc.

Ulteriori caratteristiche strutturali sono state riassunte da Oliver e Larson (1996) prevalentemente in riferimento allo stadio evolutivo definito *multi-coorte*. In questi soprassuoli si osserva una struttura articolata e complessa riconducibile al tipo disetaneo, con una distribuzione fogliare pressoché continua lungo il profilo verticale. La distribuzione diametrica dei fusti arborei tende ad assumere una caratteristica forma sigmoidale-ruotata, e si evidenziano alti livelli di mortalità tra gli alberi giovani, bassa mortalità tra gli alberi di medie dimensioni con un aumento della mortalità per gli alberi senescenti di maggiori dimensioni.

I valori di riferimento per i principali parametri strutturali caratterizzanti una condizione di vetustà riferiti alle foreste temperate decidue dell'emisfero boreale sono riportati in Tabella 2.

Un importante elemento diagnostico è la quantità di necromassa, segno dell'abbandono delle attività selvicolturali e dell'innesco del processo di mortalità (Wolynski, 2001). In una foresta vetusta la necromassa è presente in forma di materiale morto in piedi, quali alberi morti in piedi o stroncati, e di frammenti o fusti a terra anche di grandi dimensioni.

Una vasta letteratura evidenzia la partecipazione della necromassa a innumerevoli processi che riguardano la disponibilità di habitat per specie animali e vegetali, il ciclo dei nutrienti e il ciclo idrogeologico (bibliografia in Nocentini, 2002; Marchetti e Lombardi, 2006; Lombardi et al., 2010). Molti organismi dipendono in maniera diretta o indiretta dalla presenza di legno morto, in piedi o a terra, trovando nella necromassa legnosa un substrato adatto per la germinazione e lo sviluppo, per l'alimentazione, la nidificazione o come riparo (a es., invertebrati, funghi, briofite, licheni, piccoli mammiferi, uccelli). In alcuni ecosistemi forestali i tronchi a terra sono particolarmente importanti come substrato per la rinnovazione del soprassuolo principale. É noto in proposito il caso delle peccete subalpine (Motta et al., 2006): il legno morto in decomposizione può costituire un substrato preferenziale per la germinazione delle plantule delle nuove generazioni; ciò vale anche in esposizioni particolarmente aride e assolate, laddove il legno morto in decomposizione, per la sua caratteristica di assorbire e trattenere l'umidità necessaria alla germinazione del seme, può

costituire il substrato più adatto alla rinnovazione (Wolinski, 2001). Oltre a garantire la sopravvivenza di specie vegetali ed animali, spesso rare, la necromassa svolge anche un ruolo cruciale nel favorire i processi pedogenetici e nel mantenimento della fertilità dei suoli.

Data l'importanza di questo carattere, negli ultimi anni il legno morto è sempre più utilizzato come indicatore del grado di vetustà di un popolamento forestale, ma anche come strumento per comprendere la fase evolutiva in cui si trova il popolamento stesso, rendendo visibili e interpretabili le caratteristiche ecologico-funzionali possedute in passato e la loro evoluzione nel tempo (Marchetti e Lombardi, 2006; Burrascano et al., 2008).

Vari studi hanno evidenziato che una foresta vetusta possiede una necromassa ben differenziata in individui morti in piedi, integri o troncati, e detriti legnosi a terra, a cui sono associati valori di densità e volume: per le faggete europee i valori di riferimento per la necromassa totale si collocano all'interno dell'intervallo di 50-200 m³ ha⁻¹ (Travaglini et al., 2007); nelle fasi terminali di foreste primarie del Centro-Europa, Leibungut (1993) ha invece individuato valori massimi di necromassa pari al 20-30% del volume totale. In ambiente mediterraneo, Lombardi et al. (2010) hanno evidenziato come i quantitativi di legno morto differiscono sensibilmente tra vari siti di studio localizzati lungo la penisola italiana (la necromassa varia da 2 a 143 m³ ha⁻¹).

Nelle foreste vetuste i tassi di mortalità e di accrescimento possono variare molto nelle diverse classi diametriche (Leak, 2002; Di Filippo et al., 2004). La curva di mortalità in funzione del diametro assume spesso una tipica forma ad U (Goodburn e Lorimer, 1999): gli alberi di piccole dimensioni, posizionate nello strato dominato, muoiono a causa della competizione asimmetrica per la luce (autodiradamento); le classi diametriche intermedie, grazie a una posizione sociale più favorevole, presentano minori tassi di mortalità (Goff e West, 1975). Infine, le classi diametriche maggiori, composte da alberi dominanti con chioma espansa e direttamente esposta agli eventi climatici, sono di fatto le più vulnerabili agli eventi di disturbo naturale, che ne possono determinare la morte. La durata del processo di degradazione, e quindi del tempo di permanenza dei tronchi in piedi, è spesso direttamente correlata al loro diametro (Wolinski, 2001).

Per le foreste temperate decidue, vari Autori concordano nel ritenere che l'accumulo di necromassa prossimo a condizioni di naturalità possa essere ottenuto in non meno di 50-100 anni, in assenza di disturbo antropico, in relazione alle condizioni stazionali e alle specie (Peterken, 1996; Svoboda e Pouska, 2008; Vandekerckhove et al., 2009). Nell'Europa meridionale i quantitativi di legno morto, anche se inferiori rispetto a quelli riportati in

letteratura per le foreste vetuste dell'Europa centrale e settentrionale, possono assumere un significato differente in relazione al più elevato tasso di decomposizione rilevato nelle aree forestali con clima più tipicamente mediterraneo (Lombardi et al., 2010).

In ogni caso il processo di decomposizione avviene in massima parte a terra, dove i tronchi trovandosi a contatto con il terreno, in un ambiente caratterizzato da umidità relativamente elevata e dalla presenza di organismi saproxilici, presentano in genere un grado di decomposizione più avanzato rispetto alla necromassa in piedi (Nilsson et al., 2002). Inoltre, in una foresta vetusta, i detriti legnosi a terra contribuiscono al quantitativo totale di necromassa in maggior quantità rispetto ai fusti morti in piedi (secondo Nilsson et al., 2002, solo il 20-40% del volume della necromassa appartiene ad alberi morti in piedi o troncati).

Valutare il grado di decadimento del legno morto può consentire di comprendere ulteriormente il ruolo che il legno morto svolge complessivamente nella conservazione della biodiversità nei diversi stadi evolutivi. Il grado di decomposizione sembra infatti influenzare le funzioni svolte e gli organismi ospitati dalla necromassa (Motta et al., 2006). In particolare, il numero di classi di decomposizione, espressione dell'assenza prolungata di disturbi, sembra essere correlato alla composizione specifica delle foreste vetuste (Burrascano et al., 2008).

I parametri di vetustà e le caratteristiche di ogni singolo indicatore dovrebbero essere sempre riferiti e calati in un preciso contesto biogeografico e climatico. In particolare, nella regione biogeografica mediterranea, i parametri relativi al legno morto che, più significativamente, possono caratterizzare un popolamento prossimo alla vetustà sembrano essere un rapporto tra volume del legno morto e la biomassa vivente non inferiore al 10%; presenza di abbondante legno morto a terra quale componente prevalente della necromassa; ampio range dimensionale tra tutte le componenti del legno morto, afferenti a numerosi stadi decompositivi (Lombardi et al., 2010).

Tabella 1: Principali attributi strutturali delle foreste vetuste (fonte: Bauhus et al., 2009 modificato).

Numero elevato di alberi di grandi dimensioni diametriche
Elevati volume e biomassa arborea
Abbondante presenza di alberi morti in piedi o morenti con elevati valori di area basimetrica
Abbondante necromassa

Ampia diversificazione dello stato di decomposizione del legno morto
Continuità della distribuzione delle foglie nello spazio verticale
Elevata percentuale di specie tolleranti la copertura
Pluralità di gruppi di individui della stessa età o classe di età (coorti) e diversificazione delle dimensioni diametriche degli individui arborei
Elevata eterogeneità spaziale della copertura arborea
Consistente spessore della lettiera
Presenza di attributi particolari quali epifite, alberi habitat (a es., alberi con cavità, marcescenti...)
Elevata variabilità dell'architettura delle chiome
Presenza di abbondante rinnovazione naturale

Tabella 2: Valori di riferimento individuati per i principali attributi strutturali delle foreste vetuste in ambienti temperati.

<i>Attributo</i>	<i>Valore soglia</i>	<i>Fonte</i>
Area basimetrica	$>29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	Keddy e Drummond, 1996
Composizione specifica: percentuale di specie tolleranti la copertura	$>70\%$	Keddy e Drummond, 1996
Necromassa totale (tronchi a terra, alberi morti in piedi, grossi rami)	$>20 \text{ Mg ha}^{-1}$	Keddy e Drummond, 1996
Numero di tronchi a terra con diametro a 1,30 m $> 40 \text{ cm}$	$\geq 8 \text{ ha}^{-1}$	Keddy e Drummond, 1996
Numero di alberi vivi con diametro a 1,30 m $> 70 \text{ cm}$	$10\text{-}20 \text{ ha}^{-1}$	Nilsson et al., 2002
Alberi morti in piedi incluse le ceppaie alte	10% degli alberi vivi in piedi delle stesse dimensioni	Nilsson et al., 2002
Alberi morti in piedi con dimensioni diametriche mediamente più grandi degli alberi morti a terra	Non definita	Nilsson et al., 2002
Distribuzione del volume totale e biomassa degli alberi vivi in classi diametriche	20-30% in alberi $>70 \text{ cm}$	Brown et al., 1997
Necromassa in piedi	$20\text{-}80 \text{ unità ha}^{-1}$	Piovesan et al., 2005

Necromassa a terra	33-110 unità ha ⁻¹	Piovesan et al., 2005
Necromassa totale	50-200 m ³ ha ⁻¹	Piovesan et al., 2005
Concentrazione di necromassa nelle classi di decomposizione più avanzate		Piovesan et al., 2005
Numero di alberi habitat (diametro a 1,30 m > 50 cm e presenza di cavità per lo sviluppo di habitat a carattere faunistico/ornitologico)	> 4 /10 ha	Oliver e Larson, 1996
Distribuzione diametrica a forma sigmoideale-ruotata		Oliver e Larson, 1996
Altezza massima	25-45 m	Peterken, 1996; Greenberg et al., 1997
Diametro massimo	100 cm	Peterken, 1996; Greenberg et al., 1997

I parametri evidenziati nelle Tabelle 1 e 2 rappresentano un primo orientamento per l'identificazione di stadi tardo-successionali nelle foreste decidue temperate. I valori soglia dei principali parametri riportati in letteratura sono stati confrontati con i risultati ottenuti in popolamenti vetusti di faggio localizzati all'interno di due Parchi Nazionali dell'Italia centro-meridionale e con quelli ottenuti da prime osservazioni di uno studio condotto nel bosco di Fonte Novello (Progetto PRIN 2007 *Metodi innovativi per la identificazione, caratterizzazione e gestione dei boschi vetusti in ambito mediterraneo*, all'interno del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga; Tabella 3).

Dai dati riportati risulta che i valori soglia indicati possono essere ritenuti validi anche per le foreste temperate decidue della nostra penisola e, almeno in prima istanza, possono essere utilizzati come base di riferimento per l'individuazione di boschi vetusti nel Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga.

Tabella 3: Confronto tra i principali parametri strutturali individuati per le foreste vetuste in differenti località all'interno di Parchi Nazionali: Val Cervara, Parco Nazionale d'Abruzzo; Corleto, Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano; Fonte Novello, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (fonte: Piovesan et al., 2005; Blasi, 2008b; Lombardi et al., 2010; Calamini et al., 2011).

<i>Attributo</i>	<i>Valore soglia</i>	<i>Val Cervara</i>	<i>Corleto</i>	<i>Fonte Novello</i>
Area basimetrica	$>29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	$42 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	$48 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	$60 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$
Composizione specifica: percentuale di specie tolleranti la copertura	$>70\%$	100%	100%	100%
Numero di tronchi a terra con diametro a $1,30 \text{ m} > 40 \text{ cm}$	$\geq 8 \text{ ha}^{-1}$	-	>8	8
Numero di alberi vivi con diametro a $1,30 \text{ m} > 70 \text{ cm}$	$10-20 \text{ ha}^{-1}$	20 ha^{-1}	28 ha^{-1}	22 ha^{-1}
Distribuzione del volume totale e biomassa degli alberi vivi in classi diametriche	20-30% in alberi $>70 \text{ cm}$	24%	$>20\%$	$>20\%$
Necromassa in piedi	$20-80 \text{ unità ha}^{-1}$	19 unità ha^{-1}	81 unità ha^{-1}	$>80 \text{ unità ha}^{-1}$
Necromassa a terra	$33-110 \text{ unità ha}^{-1}$	40 unità ha^{-1}	-	$>110 \text{ unità ha}^{-1}$
Necromassa totale	$50-200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	$65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	-	$89 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
Concentrazione di necromassa nelle classi di decomposizione più avanzate	-	58%	-	37%
Altezza massima	25-45 m	40 m	38 m	40 m
Diametro massimo	100 cm	$>100 \text{ cm}$	-	150 cm

II.2. Il telerilevamento come supporto per la mappatura dei boschi vetusti

L'assenza per un periodo prolungato di impatto significativo legato alle attività umane, consente alle dinamiche naturali di esprimersi fino ai limiti della potenzialità stazionale, dando luogo a cenosi strutturalmente complesse e ricche di biodiversità. Appare quindi, evidente che i rari lembi di foresta vetusta presenti nella nostra penisola sono di fondamentale importanza per comprendere le proprietà delle foreste in condizioni naturali.

L'identificazione di soprassuoli da lungo tempo sottratti all'intervento antropico mediante i convenzionali rilevamenti in campo è spesso irrealizzabile, sia in termini di tempo, di costi che di accessibilità limitata. Le tecniche non-invasive del telerilevamento, grazie alla

significativa visione sinottica del territorio offerta dai sensori multi-spettrali, permettono di localizzare e caratterizzare anche le aree boscate non facilmente accessibili. Una buona risoluzione spaziale delle immagini correlata all'uso delle tecniche di analisi *object-oriented* costituisce inoltre un approccio di elevato interesse nell'ottica dello sviluppo di sistemi integrati di monitoraggio ambientale. In particolare, la segmentazione multirisoluzione (Baatz e Schäpe, 2000; Baatz et al., 2003), alla base delle tecniche di classificazione *object-oriented*, è il primo passo per produrre oggetti primitivi destinati generalmente alla classificazione o ad altre procedure di analisi (Baatz e Schäpe, 2000). Gli oggetti primitivi sono collegati con la semantica delle immagini e si differenziano tra loro per caratteri spettrali e spaziali. In ambito GIS questi oggetti primitivi sono rappresentati in formato vettoriale da poligoni. I pixel dell'immagine originaria vengono aggregati in una serie di passaggi successivi fino a quando i poligoni creati non hanno caratteristiche corrispondenti a quelle volute dall'operatore. La procedura tende alla minimizzazione dell'eterogeneità spettrale di ciascun poligono, calcolata sulla base dei valori dei pixel inclusi, e dell'eterogeneità geometrica, dipendente dalla forma dei poligoni creati (Baatz e Schäpe, 1999; Baatz et al., 2003). L'eterogeneità geometrica e spettrale quantificata tramite sensori ottici satellitari ad alta risoluzione permette inoltre di identificare in un'area forestale i poligoni caratterizzati da un differente livello di eterogeneità strutturale (Lamonaca et al., 2008). Considerando l'elevato grado di complessità strutturale di un bosco vetusto, i poligoni originati da un processo di segmentazione possono essere utilizzati quali strati informativi per ottimizzare una successiva caratterizzazione in campo.

II.2.1. Sperimentazione nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano

Di seguito viene presentato un caso di studio che ha avuto lo scopo di valutare le potenzialità delle immagini satellitari Quick Bird (QB) nell'individuazione di soprassuoli vetusti all'interno di un bosco di faggio del centro Italia.

L'area investigata nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (PNCVD) ha un'estensione di 30 ha (Figura 1) e è localizzata attorno a due plot permanenti relativi a un precedente studio sul monitoraggio della complessità e delle dinamiche dei popolamenti vetusti (Marchetti et al., 2010).

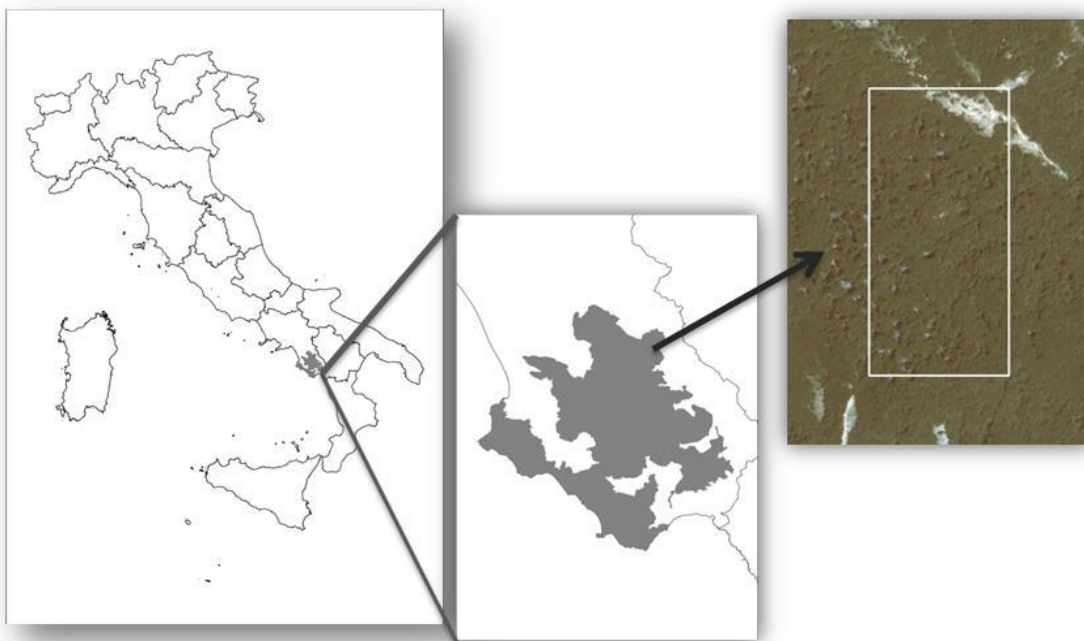


Figura 1: L'area di studio all'interno del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano.

Dapprima è stata eseguita la segmentazione multirisoluzione in ambiente eCognition (Definiens) di una porzione dell'immagine satellitare per quantificare l'eterogeneità geometrica e spettrale dell'area di studio. L'applicazione dell'algoritmo di segmentazione ha permesso di distinguere in maniera oggettiva e replicabile poligoni spettralmente omogenei all'interno del popolamento. La scelta dei parametri per la segmentazione è avvenuta soprattutto sulla base di un opportuno fattore di scala e su elevati valori di compattezza in linea con precedenti studi (Lamonaca *et al.*, 2008). Per la creazione dei due livelli di segmentazione sono stati utilizzati i seguenti parametri guida (Tabella 4; Figura 5):

Tabella 4: Parametri di riferimento per la segmentazione dell'immagine QB.

<i>Livello di segmentazione</i>	I	II
<i>Fattore di scala</i>	50	25
<i>Eterogeneità spettrale</i>	0,6	0,6
<i>Fattore di compattezza</i>	0,9	0,9

I poligoni derivanti dalla segmentazione sono stati localizzati e caratterizzati mediante rilievi a terra al fine di verificare la presenza al loro interno di alcuni attributi strutturali tipici dei popolamenti vetusti. I poligoni classificati come *vetusti* dovevano essere caratterizzati dei seguenti attributi: area basimetrica superiore alla soglia identificata in letteratura per i boschi vetusti ($>29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) (Keddy e Drummond, 1996), presenza di un numero superiore alle 10 piante ad ettaro di alberi vivi con diametro a petto d'uomo maggiore di 40 cm, distribuzione stratificata delle chiome nello spazio verticale (Oliver e Larson, 1996). La fusione di tutti i poligoni *vetusti* ha permesso di restituire una mappa (Figura 2) che indicasse la distribuzione della zona con spiccate caratteristiche di vetustà rispetto all'intera superficie boscata esaminata. Successivamente sono state scelte due aree campione circolari di 2,5 ha ciascuna, una nell'area *vetusta* e una nella restante *non-vetusta*, centrate su due plot permanenti selezionati da Marchetti et al. (2010). Per le due aree campione sono stati calcolati diversi attributi legati alle caratteristiche geometriche e spettrali dei poligoni in esse contenute (Tabella 5).

Tabella 5: Attributi spettrali e geometrici calcolati per i poligoni *vetusti* e *non-vetusti*.

<i>Attributo del poligono</i>	<i>Tipo</i>
Brillantezza	Spettrale
Massima Differenza	Spettrale
Ratio Banda 1 (Blu)	Spettrale
Ratio Banda 2 (Rosso)	Spettrale
Ratio Banda 3 (Verde)	Spettrale
Ratio Banda 4 (Nir)	Spettrale
Rotondità	Geometrico
Compattezza	Geometrico
Lunghezza/Larghezza	Geometrico
Densità	Geometrico
Asimmetria	Geometrico
Indice di contorno	Geometrico

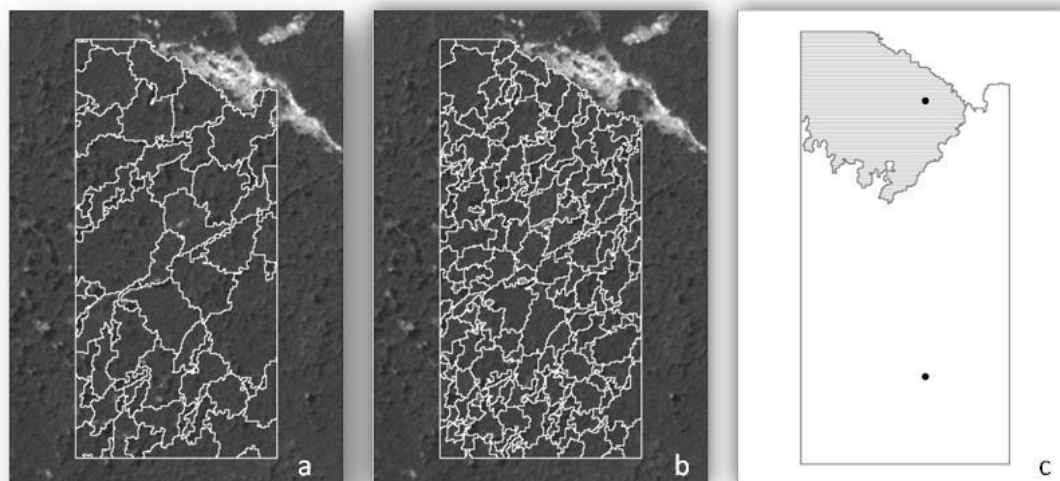


Figura 2: Segmentazione e classificazione dell'area di studio. Da sinistra: a) I Livello di segmentazione; b) II Livello di segmentazione; c) Mappatura dell'area *vetusta* (in grigio) e dell'area *non-vetusta* (in bianco), con il posizionamento delle aree campioni.

Sono stati quantificati inoltre i valori medi, massimo, minimo, mediano e il coefficiente di variazione della riflettanza delle quattro bande spettrali dell'immagine QB e di alcuni indici di vegetazione (NDVI, Rouse *et al.*, 1974; SAVI, Huete *et al.*, 1985; CVI, Vincini *et al.*, 2007). È stato verificato che le due aree campioni fossero significativamente differenti tra loro con un livello di probabilità $p = 0,05$ utilizzando l'analisi della varianza univariata (ANOVA).

I risultati mostrano che, al variare del fattore di scala, l'algoritmo di segmentazione permette di creare una gerarchia di poligoni ad omogeneità crescente in termini di proprietà geometriche e spettrali. I rilievi in campo hanno messo in evidenza che i poligoni derivanti dal secondo livello di segmentazione risultano maggiormente legati all'eterogeneità strutturale del popolamento e possiedono inoltre una dimensione media tale da rendere operativamente realizzabile la successiva classificazione.

Le due aree campioni includono rispettivamente 11 poligoni *vetusti* con superficie media di 0,23 ha (dev. std. = 0,15 ha) e 19 poligoni *non-vetusti* di superficie media pari a 0,13 ha (dev. std. = 0,07 ha).

Dall'analisi statistica risulta che le due aree campioni si differenziano in maniera statisticamente significativa nei confronti dei sei attributi associati alle caratteristiche spettrali dell'immagine QB. In particolare, l'attributo di Massima Differenza (Batz *et al.*,

2004) è risultato legato ai poligoni *vetusti*, al contrario della Brillantezza (Baatz *et al.*, 2004), dal valore significativamente più elevato nei poligoni *non-vetusti* (Figura 3). In generale, i poligoni *vetusti* sono risultati caratterizzati da un'elevata variabilità della riflettanza multispettrale, soprattutto per quanto riguarda il parametro "Ratio" (Baatz *et al.*, 2004) (Figura 3). Quest'ultimo riflette il contributo che ogni banda dell'immagine QB offre alla brillantezza ed è quindi calcolato come il rapporto tra l'intensità media di una banda all'interno dei poligoni diviso la brillantezza.

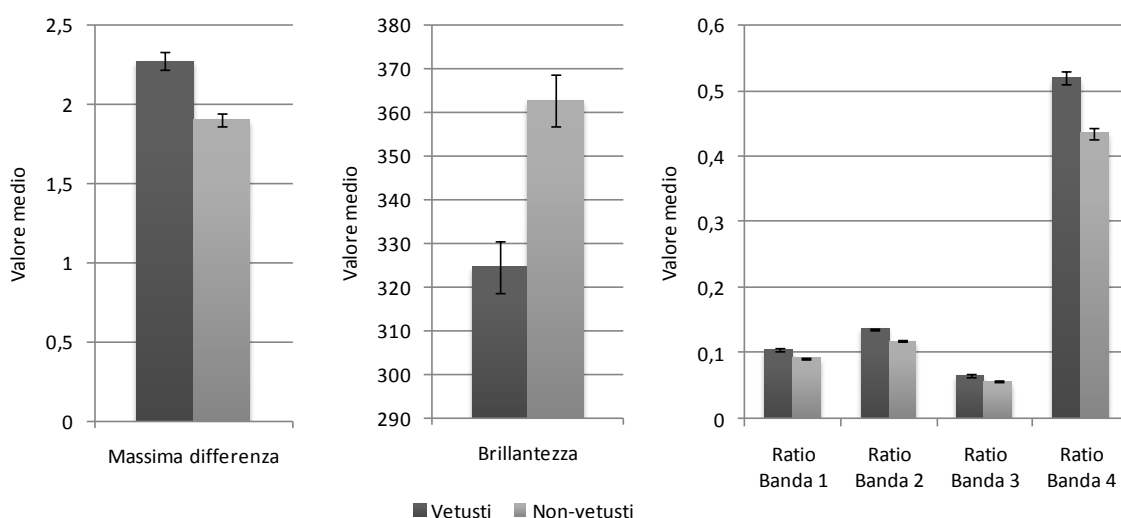


Figura 3: Attributi spettrali risultati statisticamente differenti tra i poligoni *vetusti* e *non-vetusti*.

È stato sviluppato inoltre un modello logistico che analizzasse le potenzialità predittive dell'immagine considerata nei confronti della vetustà della faggeta. La regressione risulta significativamente legata al parametro "Ratio_Banda Verde" con un valore di R^2 pari a 0,75, a indicare che la probabilità di vetustà dell'area di studio aumenta all'aumentare di tale parametro.

L'analisi statistica ha quindi dimostrato che la vetustà di un bosco è legata alla variabilità relativa della riflettanza spettrale. In particolare la banda del verde, espressa nell'attributo "Ratio", è utile a predire condizioni di vetustà per faggete nella condizione esaminata. Sulla base dei risultati ottenuti, ci si aspetta di incrementare la portabilità delle relazioni tra vetustà e attributi telerilevati anche in altri ambiti biogeografici.

PARTE III

Boschi vetusti nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga

III.1. Materiali e metodi

III.1.1. Descrizione dell'area di studio

Localizzato nel cuore dell'Appennino, il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga PNGSML (Figura 4), ha una superficie di 150.000 ha e si estende su un territorio di tre regioni (Abruzzo, Lazio e Marche) comprendendo nel suo perimetro cinque province. È un territorio cerniera tra la regione euro-siberiana e quella mediterranea in cui si localizza la montagna più elevata dell'Appennino che racchiude l'unico ghiacciaio dell'Europa meridionale. La posizione geografica, l'altezza raggiunta dalle montagne nonché la differente geologia dei rilievi (calcari e dolomie sul Gran Sasso e sui Monti Gemelli, arenarie e marne sui Monti della Laga) concorrono in maniera determinante ad accrescere la diversità floristica e faunistica in un'area relativamente ristretta oltre che a determinare una varietà di ecosistemi e paesaggi unica nel suo genere.

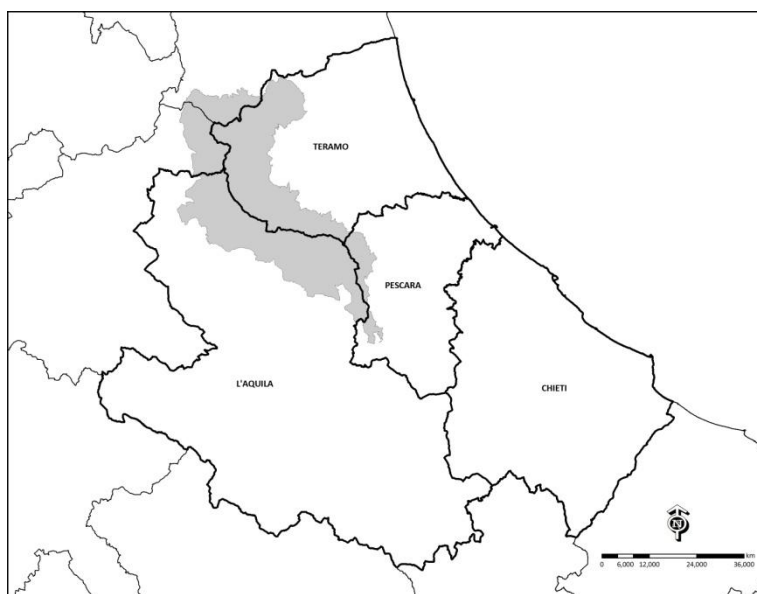


Figura 4: Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.

Il PNGSML, quale luogo e strumento di conservazione della biodiversità e di funzionamento dei servizi ecosistemici, è un sito privilegiato per la ricerca selvicolturale e, in generale, per le ricerche di lungo periodo. Al suo interno l'assenza di disturbo diretto da

parte dell'uomo ha permesso ai popolamenti forestali di evolversi naturalmente per un periodo di tempo abbastanza lungo da acquisire caratteristiche di naturalità. Attraverso lo studio di popolamenti che hanno raggiunto le fasi di sviluppo terminali della dinamica forestale è possibile acquisire informazioni fondamentali sui processi che li governano e quindi elaborare modelli e riferimenti per una gestione selvicolturale su basi naturalistiche.

III.1.2. Stato dell'arte

Le informazioni relative a lembi di boschi con potenziali caratteristiche di vetustà nel territorio del PNGSML sono scarse e frammentate. Una prima elencazione di siti è stata realizzata attraverso una accurata ricerca bibliografica che ha permesso di raccogliere e consultare le fonti disponibili a riguardo (articoli scientifici, report, documenti di piano, mappe, ecc.).

Un primo elenco di boschi di possibile interesse è stato predisposto dall'Ente Parco nell'ambito di uno studio condotto dalla Società Botanica Italiana a scala nazionale, relativo ai boschi vetusti nei Parchi Nazionali (Blasi, 2008a). I boschi segnalati dall'Ente sono otto (Allegato A.1 e A.2): sei in provincia Teramo (due boschi a prevalenza di faggio, una cerreta, un frassinetto, un castagneto e una abetina) e due nel versante marchigiano del Parco (un castagneto e una faggeta).

Utili informazioni, limitatamente alle faggete di Pietracamela e Fano Adriano, due Comuni limitrofi nel versante teramano del Parco, sono reperibili in un articolo di Gabbriellini (2004) pubblicato sugli Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali. Attraverso un'analisi storica di documenti inediti, conservati presso l'Archivio di Stato di Teramo, l'Autore ricostruisce la storia selvicolturale delle faggete ai piedi del Gran Sasso sottoposte fino alla metà del secolo scorso al taglio e al pascolo. Nel quadro storico delineato, il bosco di Fonte Novello rappresenta un caso del tutto particolare: "Dopo la scissione del Comune di Fano Adriano da quello di Pietracamela, malintesi e problemi di vicinato sorsero fra i due Comuni nella zona di Fonte Novello, che risulta a lungo contesa proprio dove attualmente passa il confine tra le due comunità. La contestazione pare abbia dato luogo alla sospensione di ogni taglio da parte di entrambi i Comuni, per cui oggi il bosco di Fonte Novello ha assunto una struttura singolare costituita da alberi di grosse dimensioni, abbastanza rade, talora formatesi dall'unione di più polloni e radicate in un'area abbastanza ristretta (circa 25 ettari) con sottobosco del tutto assente."

L'interesse scientifico per quest'area, testimoniato da progetti di ricerca nazionali e internazionali che hanno riguardato specificatamente il bosco di Fonte Novello (Dynabeech, 2000-2004; Blasi, 2008a; PRIN 2007 Metodi innovativi per la identificazione, caratterizzazione e gestione dei boschi vetusti in ambito mediterraneo, 2007-2009), ha consentito un approfondimento degli aspetti strutturali e funzionali del bosco che confermano condizioni ascrivibili a quelle di un bosco vetusto. Nell'area forestale contesa tra i due Comuni, nell'alta valle del Venacquaro, i risultati ottenuti nell'ambito del progetto europeo Dynabeech hanno stimato un'età media del popolamento superiore a due secoli con alberi di quasi 500 anni (Ciapanna e Ettore, 2003). In quest'area, la struttura del bosco è dominata da gap di origine naturale, derivati dal crollo di vecchi esemplari di faggio, nei quali si insediano specie erbacee e la rinnovazione della latifolia. In particolare, Vettori et al. (2010) hanno verificato una maggiore variabilità genetica rispetto alle zone circostanti interessate più frequentemente da interventi selvicolturali e una distribuzione dei diametri plurimodale che, con picchi di frequenze molto diverse tra loro, confermano una struttura pluristratificata e irregolare. Rilievi dendro-strutturali eseguiti in un'area di monitoraggio di un ettaro, nell'ambito del progetto PRIN 2007 (Lombardi et al., 2010; Calamini et al., 2011), sembrano confermare per la faggeta di Fonte Novello quantitativi di biomassa viva e necromassa in linea con i valori di riferimento individuati per i principali attributi strutturali definitori di foreste vetuste in ambienti temperati (v. Tabella 2). Inoltre, in un recente contributo alla conoscenza delle foreste vetuste in Italia, la diversità floristica riscontrata a Fonte Novello è stata messa a confronto con quella di faggete regolarmente gestite (Sabatini et al., 2010).

Rovelli (2006) nel descrivere la presenza dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) nel territorio del PNGSML riporta che "Nelle foreste più antiche del Parco, come ad esempio in alcuni tratti della Valle Castellana (Bosco della Martese) e del Rio Castellano (Colle Romicito), gli abeti sono ancora presenti con esemplari colossali che arrivano a 35 m d'altezza per un metro e mezzo di diametro. Sono tutte piante molto vecchie, segnate dagli anni e dalla durezza del clima. [...] Sui loro tronchi, grigi e slanciati, crescono licheni e muschi che pendono dai rami rigidi e, sugli esemplari morenti o secchi, i picchi scavano fori alla ricerca degli insetti scolitidi che vivono sotto la corteccia."

Bernoni (2009), sulla base dei risultati di abbondanza e densità di diverse specie ornitiche, delinea una valutazione ambientale delle aree monitorate all'interno del PNGSML evidenziando quelle che possono essere considerate di maggiore qualità ambientale per la presenza/abbondanza di specie esigenti in termini di habitat: picchio rosso minore

(*Dendrocopos minor*), picchio dorsobianco (*Dendrocopos leucotos*), picchio muratore (*Sitta europaea*), balia dal collare (*Ficedula albicollis*), rampichino alpestre (*Certhia familiaris*), picchio rosso mezzano (*Dendrocopos medius*). Dal momento che queste specie rare sono associate alla presenza di individui arborei maturi, con cavità, marcescenti o morti con dimensioni almeno superiori a 15 cm di diametro, o a vecchi cedui con grandi matricine anche parzialmente secche o deperienti, è possibile supporre che le aree in cui è stata riscontrata la maggiore densità/abbondanza di specie esigenti siano anche quelle con caratteri più specificatamente attribuibili a una fase evolutiva avanzata. In questa prospettiva la ricerca ornitologica conferma l'importanza delle zone Venaquaro, Tivo - Aschiero e Cesacastina. In riferimento al settore che si estende a sud-est del M.te Guardiola, propaggine sud della catena Brancastello – Prena – Camicia, fino al margine roccioso sud della Ripa Rossa, che costituisce le pareti del vallone d'Angora, lo stesso Autore riporta che la copertura forestale è per lo più costituita da boschi d'alto fusto, in parte con esemplari di grandi dimensioni, e presenza limitata di alberi maturi; nell'area di Ripa Rossa (bosco di Pelinca) la forte acclività e rocciosità hanno preservato il bosco da intense utilizzazioni rendendolo un habitat idoneo a specie ecologicamente esigenti e legate a foreste in fase evolutiva avanzata.

Altre indicazioni sono reperibili nel progetto “Fonte Bettina: Tagli colturali ad uso civico del Comune di Fano Adriano (Te)” in cui si specifica che in località Iaccio delle Vacche (particella forestale n. 413) “la parte alta è caratterizzata da alberi monumentali ad elevato valore estetico”. Nel verbale di sopralluogo compilato dal personale tecnico dell'Ente Parco (in data 12.05.2009) è specificato che questi esemplari monumentali raggiungono diametri fino a 1,5 m e presentano particolare forma e portamento.

Analogamente nella bozza del Piano di Assestamento forestale del Comune di Crognaleto per il periodo 2009-2019 si segnalano esemplari monumentali (“alberi stramature o vetuste”) in diverse località (Colle della Pietra, Pianello, Tignoso), inoltre nel tessuto della faggeta è accertata la presenza della *Rosalia alpina*, cerambice legato a strutture dei popolamenti forestali e elementi propri di fasi evolutive avanzate.

Una mappa dei boschi vetusti è stata pubblicata dall'Ente Parco sulla rivista Camozze nel 2001. Secondo la carta i siti con elementi di vetustà risultano i seguenti: San Gerbone (Acquasanta Terme, Valle Castellana); Umito (Acquasanta Terme), Alta Valle del Castellano (Valle Castellana), Martese (Rocca Santa Maria), Venacquaro (Fano Adriano, Pietracamela), Aschiara-San Nicola (Pietracamela-Isola del Gran Sasso), Pelinca (Farindola), Voltignolo (Carpineto della Nora).

III.1.3. Individuazione delle aree potenzialmente vetuste

Una prima verifica di lembi di boschi con potenziali caratteristiche di vetustà nel territorio del PNGSML è stata possibile facendo riferimento alla ricerca bibliografica di cui al § III.1.2.

Ai fini di confermare in via preliminare le segnalazioni bibliografiche o identificare, sempre in via preliminare, ulteriori lembi di boschi potenzialmente vetusti nel territorio del Parco è stato coinvolto il Coordinamento Territoriale Ambientale del Corpo Forestale dello Stato.

Per standardizzare le segnalazioni è stata redatta una scheda (v. Allegato A.3.) per la qualificazione di un popolamento forestale in termini di vetustà sulla base di criteri orientativi di facile e speditivo rilievo, verificati in via preliminare: assenza di disturbo antropico diretto almeno negli ultimi 40-50 anni; presenza di alberi morti in piedi e/o a terra; notevole massa legnosa; alberi vivi di dimensioni diametriche ragguardevoli; presenza di alberi habitat e di rinnovazione naturale. Di ciascun bosco segnalato è stata specificata con precisione la localizzazione geografica.

Le segnalazioni verificate in via preliminare riguardano nove boschi: otto in provincia di Teramo e solo uno in provincia di Pescara. Si tratta di boschi a netta prevalenza di faggio con eventuale presenza di abete bianco (Rocca S. Maria) e tasso (Crognaleto - Coste di Incodara).

A livello comunale il maggior numero di segnalazioni è registrato nel Comune di Crognaleto dove caratteristiche di potenziale vetustà sono state individuate in un castagneto, nel frassineto, nella cerreta e in quattro soprassuoli a prevalenza di faggio.

L'elenco completo delle segnalazioni è riportato nell'Allegato A.1.

I boschi identificati sulla base di quanto descritto sono stati localizzati in campo mediante posizionamento satellitare di punti interni all'area indicata e qualificati in termini di vetustà mediante rilievi speditivi che hanno valutato, in prima approssimazione, l'area basimetrica a ettaro, il numero di alberi di grandi dimensioni a ettaro, la presenza di una struttura pluristratificata.

La puntuale localizzazione dei boschi segnalati ha permesso di verificare le forme di tutela già attive sul territorio in cui essi ricadono (Allegato A.2): una sintesi è riportata nelle tabelle 6 e 7.

Tabella 6. Boschi segnalati come vetusti inclusi in Zone di Protezione Speciale e Siti di Importanza Comunitaria.

Segnalazione	ZPS	SIC			
	Parco Nazionale Gran Sasso–Monti della Laga (IT7110128)	Valle della Corte (IT5340008)	San Gerbone (IT5340007)	Monti della Laga e Lago di Campotosto (IT7120201)	Gran Sasso (IT7110202)
Faggeta di Fonte Novello	x				x
Faggeta di Aschiero	x				
Frassineto di Valle Vaccaro	x				
Faggeta di San Gerbone	x		x		
Cerreta di Fonte della Cavalla	x				
Castagneto di Umito	x	x			
Castagneto di Senarica	x				x
Abetina di Tossicia	x				
Faggeta di Ceppo	x			x	
Faggeta di Fonte Bettina	x				x
Faggeta di Pietralunga	x				
Faggeta di Piano dell’Orto	x				
Faggeta di Pianello	x			x	
Faggeta di Colle della Pietra	x			x	
Faggeta di Tignoso	x			x	
Faggeta Coste di Incodara	x				x
Faggeta di Pelinca	x				x

Tabella 7. Boschi segnalati come vetusti inclusi nelle zone a differente grado di tutela del PNGSML.

Segnalazione	Zonazione (sensu D.P.R. 5 giugno 1995 v. anche Figura A.3.5)		Zonazione in fase di approvazione		
	Zona 1	Zona 2	Zona A “Riserva integrale”	Zona B “Riserva generale orientata”	Zona C “Aree di protezione”
Faggeta di Fonte Novello	x			x	
Faggeta di Aschiero	x			x	
Frassineto di Valle Vaccaro	x			x	
Faggeta di San Gerbone	x		x		
Cerreta di Fonte della Cavalla		x			x

Castagneto di Umito		x			x
Castagneto di Senarica	x				x
Abetina di Tossicia		x		x	
Faggeta di Ceppo	x			x	
Faggeta di Fonte Bettina	x			x	
Faggeta di Pietralunga	x		x		
Faggeta di Piano dell'Orto	x			x	
Faggeta di Pianello	x			x	
Faggeta di Colle della Pietra	x			x	
Faggeta di Tignoso	x		x		
Faggeta Coste di Incodara	x		x		
Faggeta di Pelinca	x		x		

III.1.4. Selezione delle aree vetuste

Tra i boschi segnalati e localizzati solo tre soprassuoli sono stati riconosciuti effettivamente come vetusti in relazione agli standard definiti nel presente studio: la faggeta di Fonte Novello, la faggeta di Aschiero e il frassinetto di Valle Vaccaro. Le faggete di Fonte Novello e Aschiero rispondono pienamente agli standard di riferimento predefiniti per la identificazione di una foresta vetusta; inoltre, ricerche pregresse condotte nel settore faunistico accertano in questi boschi la presenza di specie esigenti (soprattutto specie ornitiche), legate alla presenza di fusti con diametro elevato, e una significativa densità di alberi secchi, morti, maturi e marcescenti confermando così una struttura del bosco tipica di una fase evolutiva avanzata. L'inquadramento del frassinetto di Valle Vaccaro nell'ambito dei boschi vetusti del PNGSML deriva piuttosto dall'obiettivo di valorizzare le sue potenziali caratteristiche di vetustà in una prospettiva di medio-lungo periodo della pianificazione della gestione forestale: questo soprassuolo, infatti, costituisce un esempio, unico nel suo genere, di formazione a prevalenza di frassino al quale si associano importanti valori naturalistici, ambientali e culturali, potenzialmente caratteristici di vetustà.

Le altre situazioni individuate sono invece caratterizzate, in genere, da tratti identificativi dei boschi vetusti solo parziali o localizzati, espressione, frequentemente, di una particolare storia selvicolturale piuttosto che di una fase avanzata del processo evolutivo delle cenosi.

Pur presentando caratteri di spiccata vetustà i siti segnalati nell'ambito delle faggete di Pietralunga e di San Gerbone sono stati esclusi dalla successiva fase di mappatura data la dimensione della loro superficie inferiore a 1 ettaro, non sufficiente per rispondere a indagati standard di conservazione. Le faggete di Fonte Bettina e di Rocca S.Maria, caratterizzate da alberi monumentali di faggio e/o abete bianco particolarmente rilevanti sotto il profilo estetico e faunistico non sono state annoverate tra i boschi vetusti del Parco per la presenza ancora evidente di segni della attività antropica.

In ogni caso, gli elementi di vetustà riscontrati nei siti di cui all'Allegato A.1, seppure frammentari e su ridotte superfici, conferiscono ai boschi segnalati un elevato significato naturalistico-ambientale che può essere valorizzato a livello di pianificazione attraverso specifiche forme di preservazione o indirizzi di gestione forestale.

III.1.5. Mappatura delle aree di studio tramite tecniche di segmentazione

L'innovazione tecnologica e la disponibilità di immagini satellitari e aeree con risoluzioni geometriche submetriche rendono possibile una loro applicazione come supporto in studi a scala di dettaglio.

I risultati ottenuti dall'applicazione delle tecniche di analisi *object-oriented* in un contesto boscato ad elevata eterogeneità strutturale (v. § II.2.1) ha portato alla scelta di una metodologia di analisi che prevedesse l'uso del telerilevamento per la mappature di poligoni vetusti all'interno dei tre boschi selezionati.

La quantificazione dell'eterogeneità spettrale e geometrica tramite algoritmo di segmentazione multirisoluzione viene qui utilizzata per individuare sottopopolamenti arborei a diversi livelli di omogeneità strutturale all'interno del popolamento forestale. La tecnica di segmentazione è stata applicata alle ortofoto multispettrali acquisite per l'area di studio modulando di volta in volta i fattori che regolano il processo in modo da ottenere poligoni conformi per dimensioni con l'unità minima cartografabile definita per la zona d'interesse.

Nel caso specifico l'obiettivo della segmentazione è stato la produzione di uno strato vettoriale di supporto per la perimetrazione in campo delle aree con caratteristiche di vetustà all'interno dei boschi selezionati (v. § III.1.4). La tecnica applicata ad immagini ad elevata risoluzione ha permesso di suddividere in maniera semi-automatica un'area forestale in poligoni caratterizzati da un differente livello di eterogeneità strutturale (Lamonaca et al., 2008). I poligoni originati sono stati utilizzati quali strati informativi per

ottimizzare la successiva qualificazione in campo delle aree vetuste (Di Paolo et al., 2010; Manes et al., 2010).

I parametri guida impiegati per la segmentazione delle immagini relative ai boschi con caratteristiche di vetustà sono riportati in tabella 8. La ridotta superficie ricoperta dal frassinetto ha comportato la scelta di un fattore di scala minore rispetto a quello selezionato per le due faggete.

Tabella 8: Parametri di riferimento per la segmentazione di immagini telerilevate multispettrali.

<i>Denominazione del sito</i>	<i>Fattore di Scala</i>	<i>Eterogeneità spettrale</i>	<i>Fattore di Compattezza</i>
Fonte Novello	100	0,6	0,9
Aschiero	100	0,6	0,9
Valle Vaccaro	80	0,6	0,9

Lo strato vettoriale prodotto da segmentazione è stato utilizzato come supporto per la mappatura dei boschi effettivamente riconoscibili come vetusti sulla base delle specifiche caratteristiche esaminate nella fase di selezione e considerando come unità minima cartografabile una superficie di almeno un ettaro (Rubin et al., 2006).

In questi boschi ciascun poligono è stato localizzato in campo, tramite posizionamento satellitare con strumentazione GPS, quindi classificato in vetusto o non vetusto in relazione agli attributi di vetustà considerati più significativi: area basimetrica superiore alla soglia identificata in letteratura per i boschi vetusti ($>29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), presenza di alberi vivi di grandi dimensioni diametriche (diametro a petto d'uomo maggiore di 70 cm), distribuzione delle chiome nell'intero spazio verticale, presenza significativa di legno morto a terra ed in piedi. La compresenza dei suddetti parametri all'interno del poligono ne ha consentito la classificazione nella categoria "vetusto".

L'identificazione di tutti i poligoni vetusti all'interno del popolamento selezionato ha permesso di circoscrivere l'area con spiccate caratteristiche di vetustà rispetto alla intera superficie boscata esaminata: i confini dell'area sono stati quindi restituiti georiferiti su supporto digitale (Figura 5).



Figura 5: Esempio di segmentazione dell'area di indagine (Faggeta di Fonte Novello) da immagine multi-spettrale ad altissima risoluzione: in evidenza i poligoni classificati come vetusti nella fase di controllo in campo.

Nei boschi selezionati l'area vetusta è riferita a una superficie di 13,4 ettari nella faggeta di Fonte Novello, 3 ettari nella faggeta di Aschiero e 1,35 ettari nel frassinetto di Valle Vaccaro.

III.1.6. Rilevamenti per la caratterizzazione strutturale e selvicolturale dei boschi vetusti individuati nel PNGSML

Sulla base dell'individuazione e mappatura dei boschi vetusti del PNGSML è stato messo a punto e realizzato un protocollo per la caratterizzazione strutturale e selvicolturale di questi boschi.

I modelli prescelti di unità di rilevamento sono strutturati con riferimento al protocollo proposto dal progetto PRIN2007 (*Metodi innovativi per la identificazione, caratterizzazione e gestione dei boschi vetusti in ambito Mediterraneo*) e a quello inventariale nazionale (INFC, 2003) per la rete di aree di saggio nei boschi selezionati come vetusti nel PNGSML

III.1.6.1. Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007

Il modello di parcella utilizzato si ispira, in linea di massima, a quello proposto nel progetto PRIN 2007.

Il rilievo operativo delle caratteristiche dei popolamenti oggetto di studio è stato realizzato su un'area estesa 1 ha. L'area è costituita da un plot di forma quadrata, di 100 m di lato, compatibilmente con l'accidentalità della stazione, orientato verso il nord magnetico (Figura 6).

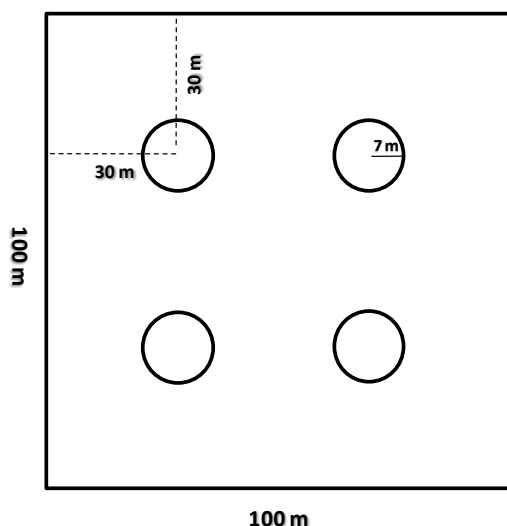


Figura 6: Area PRIN 2007.



Figura 7: Field Map.

Le coordinate dei vertici sono state acquisite con GPS submetrico nel sistema di riferimento cartografico UTM 33N WGS 84.

All'interno della suddetta area sono stati analogamente georeferenziati quattro punti a una distanza di 30 m dal confine della stessa, ognuno rappresentativo del centro di subplots circolari di raggio pari a 7 m.

Per il bosco di Valle Vaccaro i rilievi sono stati condotti sull'intera superficie occupata dal frassinetto in quanto la ridotta estensione e la particolare disposizione dello stesso non hanno consentito la realizzazione dell'area di monitoraggio quadrata prevista dal protocollo. Analogamente, le caratteristiche orografiche della stazione in cui vegeta la faggeta di Aschiero hanno determinato il rilievo su una superficie di forma irregolare.

All'interno dell'area di rilievo di 1 ha è stato effettuato il censimento della necromassa e degli alberi vivi, mentre i subplots sono stati utilizzati per la caratterizzazione dello strato arbustivo e della lettiera.

Tutti i dati rilevati in campo sono stati acquisiti mediante Field-Map® (Figura 7): stazione computerizzata portatile di supporto per la registrazione di dati dendrometrici e strutturali del popolamento arboreo.

Relativamente alla necromassa, tutti gli elementi censiti sono stati classificati in base al grado di decomposizione adottando il sistema di nomenclatura a cinque classi (Figura 8) proposto da Hunter (1990).

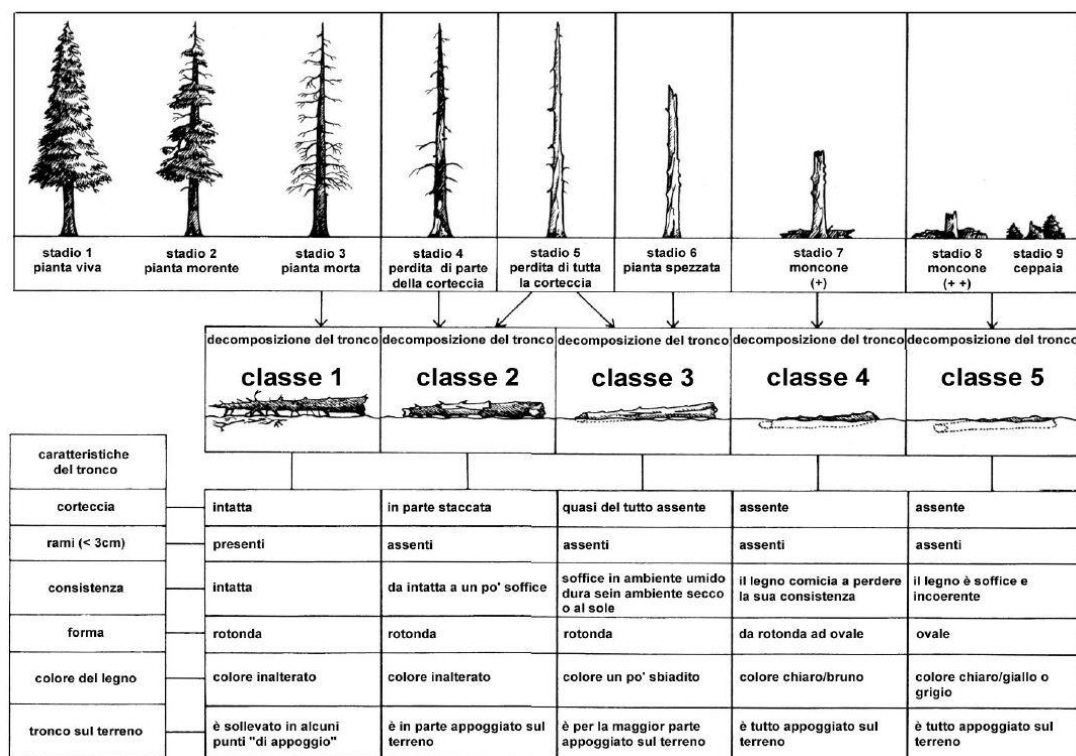


Figura 8: Classi di decomposizione secondo la classificazione di Hunter (1990, modificato).

Per tutti gli alberi vivi censiti sono stati registrati i seguenti parametri:

- specie;
- diametro a petto d'uomo ($D_{1,30m}$);
- altezza dendrometrica;
- altezza di inserzione della chioma, misurata in corrispondenza del primo ramo vivo in basso;
- proiezione sul terreno della chioma, misurata nelle 4 direzioni cardinali (Nord, Sud, Est, Ovest);
- posizione.

Per integrare le informazioni ottenute dai parametri strutturali rilevati e attribuire un significato cronologico alle strutture presenti nel popolamento indagato, in ogni area è stato effettuato il prelievo di carote incrementali scegliendo le 5-6 alberi di maggior vigoria, diametro e altezza appartenenti allo strato dominante.

Per gli attributi inventariali riferiti al legno morto (vd. Tabella 9) sono stati registrati i seguenti parametri:

- diametro a petto d'uomo ($D_{1,30m}$) degli alberi morti in piedi;
- diametro alla base (D_{base}) e diametro in testa (D_{testa}) dei frammenti legnosi, degli snag e delle ceppaie;
- altezza/lunghezza totale;
- inclinazione del fusto in gradi rispetto al piano orizzontale;
- posizione;
- orientamento rispetto al nord magnetico degli elementi a terra.

Infine, allo scopo di completare il quadro conoscitivo del popolamento, sono state condotte all'interno dei quattro subplots misure speditive sullo strato arbustivo e sulla lettiera. In dettaglio:

- per quanto riguarda lo strato di rinnovazione (individui arborei di altezza ≥ 25 cm e <130 cm) e lo strato arbustivo (individui di altezza ≥ 25 cm) sono state individuate in ogni subplot le specie presenti e la relativa altezza media e grado di copertura percentuale;
- per la lettiera, è stata effettuata al centro di ogni subplot una misura della profondità.

Una sintesi dei parametri strutturali censiti nel plot di 1 ha e nei 4 subplots con le relative soglie dimensionali adottate per il rilievo è riportata in Tabella 9.

Il volume di ogni albero vivo individuato e di ogni albero morto in piedi e a terra rilevato è stato stimato mediante le tavole di cubatura a doppia entrata del primo Inventario Forestale Nazionale.

Il volume di ogni singola ceppaia, snag e frammento legnoso è stato calcolato mediante la formula seguente:

$$V = \pi \frac{h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

dove V = volume, h = altezza (nel caso dei frammenti legnosi, si considera la lunghezza totale), R = raggio maggiore ($D_{base}/2$ o $D_{max}/2$, nel caso di frammenti legnosi) e r = raggio minore. ($D_{testa}/2$ o $D_{min}/2$, nel caso di frammenti legnosi).

Tabella 9: Parametri strutturali rilevati all'interno dell'area di saggio PRIN.

<i>Attributo inventariale</i>	<i>Soglie dimensionali</i>	<i>Parametri da registrare</i>	<i>Unità di campionamento</i>
Alberi vivi			
Alberi vivi	$D_{1,30m} \geq 10$ cm $H \geq 130$ cm	Specie, $D_{1,30m}$, altezza dendrometrica, altezza d'inserzione della chioma, proiezione a terra della chioma, posizione dell'albero	Plot 100 m x 100 m
Legno morto			
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 5$ cm $H \geq 130$ cm	$D_{1,30m}$, altezza dendrometrica, posizione dell'albero, classe di decomposizione	Plot 100 m x 100 m
Snags	$D_{1,30m} \geq 5$ cm $H \geq 130$ cm	D_{base} , D_{testa} , altezza, posizione, classe di decomposizione	Plot 100 m x 100 m
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 5$ cm $L \geq 100$ cm	$D_{1,30m}$, lunghezza, posizione, classe di decomposizione	Plot 100 m x 100 m
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 5$ cm $L \geq 100$ cm	D_{min} e D_{max} , lunghezza, posizione, classe di decomposizione	Plot 100 m x 100 m
Ceppaie	$D_{testa} \geq 5$ cm $H < 130$ cm	D_{base} e D_{testa} , altezza, posizione, classe di decomposizione	Plot 100 m x 100 m
Altri parametri			
Rinnovazione	$25 \text{ cm} \leq H < 130 \text{ cm}$	Per ogni specie: altezza media e grado di copertura (%)	Subplot R=7 m
Arbusti	$H \geq 130 \text{ cm}$	Per ogni specie: altezza media e grado di copertura (%)	Subplot R=7 m
Lettiera		Profondità al centro del subplot	Subplot R=7 m

Al fine di definire la struttura orizzontale (o tessitura) del soprassuolo boschivo presente all'interno dell'area PRIN sono utilizzati gli indici del gruppo NBSI (*Neighbourhood Based Structural Indices*), sistema integrato di indici basato sulle relazioni tra alberi vicini, formato da quattro indici che descrivono aspetti peculiari della diversità strutturale (Corona et al., 2005): (i) l'indice di Winkelmass (Uniform Angle Index, UAI), che descrive la distribuzione degli alberi nello spazio orizzontale (Von Gadow et al., 1998; Aguirre et al., 2003); (ii) l'indice di mescolanza dendrologica (SM), che confronta il dendrotipo dell'albero di riferimento con quello dei quattro alberi più vicini (Füldner, 1995; Aguirre et al., 2003); (iii) l'indice di dominanza diametrica (DBHD), che quantifica il grado di dominanza dimensionale dell'albero di riferimento rispetto agli alberi circostanti (Hui e Von Gadow, 2002); (iv) l'indice di

distanza dell'albero più vicino (DIST), che misura la distanza tra l'albero di riferimento e quello più vicino (Corona et al., 2005). Per il calcolo dei valori dei singoli indici è usato il software NBSI basato sulle coordinate nello spazio orizzontale degli alberi presenti all'interno dell'area PRIN rispetto a un vertice di riferimento, al diametro a petto d'uomo e al dendrotipo (Corona et al., 2005).

III.1.6.2. Protocollo campionario con aree di saggio INFC

All'interno dei tre ambiti boschivi selezionati e cartografati è stato effettuato un campionamento sistematico mediante il quale sono state rilevate le caratteristiche descrittive strutturali e ecologiche dei boschi vetusti.

Le unità di campionamento sono costituite da due aree di saggio concentriche di forma circolare di raggio rispettivamente pari a 13 m e 4 m (Figura 9). Le aree di saggio circolari sono localizzate con criterio sistematico (1 unità di monitoraggio ogni ettaro) per la faggeta di Fonte Novello, mentre per il frassinetto di Valle Vaccaro e la faggeta di Aschiero è stato applicato un reticolo con passo inferiore.

La posizione del centro dell'area è stata georeferenziata tramite GPS sub-metrico.

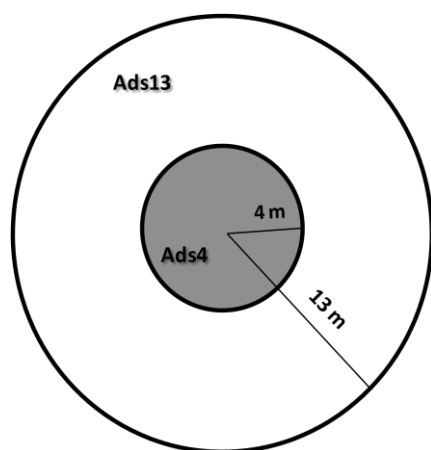


Figura 9. Configurazione dell'unità di campionamento secondo il protocollo INFC adattato.

All'interno dell'area con raggio di 4 m sono stati censiti tutti i soggetti arborei vivi aventi diametro a 1,30 m uguale o maggiore a 4,5 cm, indicandone la specie di appartenenza. La stessa soglia dimensionale è stata utilizzata per il censimento della necromassa a terra e in piedi.

I rilievi entro la corona circolare esterna all'area con raggio 4 m (area di campionamento di 13 m di raggio) hanno riguardato tutti gli elementi arborei vivi e il legno morto a terra e in piedi con diametro maggiore o uguale a 9,5 cm.

In relazione alla distribuzione delle frequenze dei fusti arborei in classi di diametro, nelle due aree concentriche, sono stati individuati gli alberi campione per le altezze; il prelievo di carotine incrementali è stato eseguito su alberi campione (3) scelti tra i più vigorosi e con diametro maggiore.

Una descrizione dettagliata degli attributi inventariali rilevati secondo il sistema di campionamento descritto è riportata in Tabella 10.

Il volume di ogni albero vivo, di alberi morti in piedi, e alberi morti a terra è stato stimato mediante le equazioni di cubatura a doppia entrata del primo Inventario Forestale Nazionale.

Per il calcolo della necromassa grossolana e fine a terra e per la determinazione del volume degli snags è stata utilizzata la formula:

$$V = \pi \frac{h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

dove V = volume, h = altezza, R = raggio maggiore ($D_{base}/2$) e r = raggio minore ($D_{testa}/2$).

I singoli volumi ottenuti sono stati sommati a livello dell'unità di campionamento per ottenere i $m^3 ha^{-1}$.

Tabella 10: Parametri strutturali rilevati all'interno delle aree INFC.

<i>Attributo inventariale</i>	<i>Soglie dimensionali</i>	<i>Parametri da registrare</i>	<i>Unità di campionamento</i>
Alberi vivi	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $H \geq 130cm$	$D_{1,30m}$, altezza	Ads4
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $H \geq 130cm$	$D_{1,30m}$, altezza, classe di decomposizione	Ads4
Snags	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $H \geq 130cm$	D_{base} , D_{testa} , altezza, classe di decomposizione	Ads4
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 4,5cm$ $L \geq 100cm$	$D_{1,30m}$, lunghezza, classe di decomposizione	Ads4
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 4,5cm$ $L \geq 100cm$	D_{min} e D_{max} , lunghezza, classe di decomposizione	Ads4

Ceppaie	$D_{top} \geq 4,5\text{cm}$ $H < 130\text{cm}$	D_{base} e D_{testa} , altezza, classe di decomposizione	Ads4
Alberi vivi	$D_{1,30m} \geq 9,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	$D_{1,30m}$, altezza	Ads13
Alberi morti in piedi	$D_{1,30m} \geq 9,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	$D_{1,30m}$, altezza, classe di decomposizione	Ads13
Snags	$D_{1,30m} \geq 9,5\text{cm}$ $H \geq 130\text{cm}$	D_{base} , D_{testa} , altezza, classe di decomposizione	Ads13
Alberi morti a terra	$D_{1,30m} \geq 9,5\text{cm}$ $L \geq 100\text{cm}$	$D_{1,30m}$, lunghezza, classe di decomposizione	Ads13
Legno morto a terra	$D_{min} \geq 9,5\text{cm}$ $L \geq 100\text{cm}$	D_{min} e D_{max} , lunghezza, classe di decomposizione	Ads13
Ceppaie	$D_{top} \geq 9,5\text{cm}$ $H < 130\text{cm}$	D_{base} e D_{testa} , altezza, classe di decomposizione	Ads13

In particolare, sono state censite 12 aree INFC nel bosco di Fonte Novello, 4 aree INFC nella faggeta di Aschiero e 3 nel frassinetto di Valle Vaccaro (Figura 10).

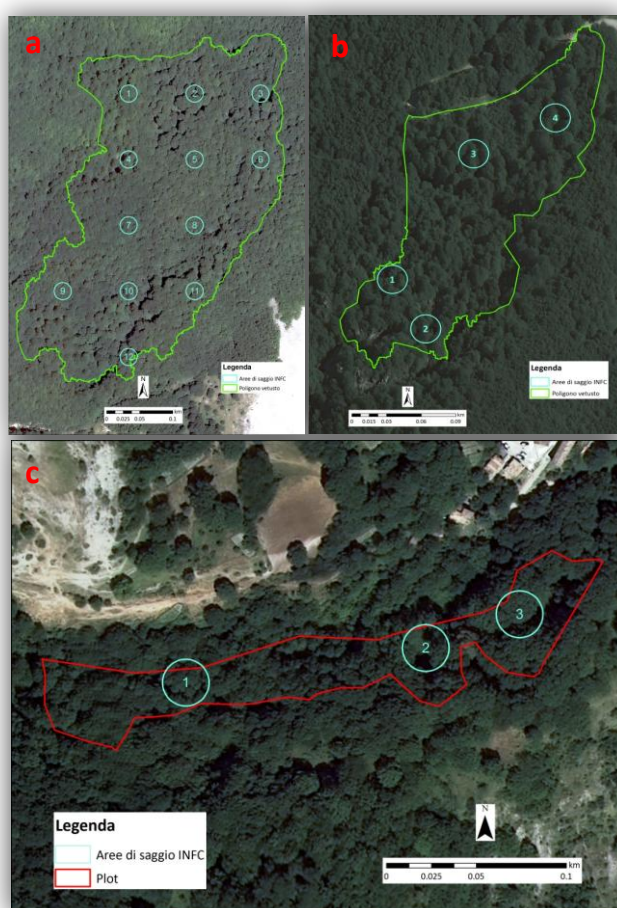


Figura 10: Aree di saggio INFC nei tre boschi vetusti: Fonte Novello (a), Aschiero (b), Valle Vaccaro (c).

III.1.7. Analisi statistiche

Sono state calcolate alcune variabili legate alla complessità strutturale dei boschi considerati (Whitman et al., 2007; McElhinny et al., 2005) (Tabella 11). Le variabili scelte sono semplici da calcolare, scientificamente valide e utili ai fini gestionali. Il criterio seguito è stato quello di identificare variabili che permettano di descrivere e caratterizzare le potenzialità vetuste dei boschi strutturalmente complessi presenti all'interno del PNGSML. A questo proposito l'analisi della varianza (ANOVA) è stata fondamentale per individuare eventuali differenze significative riscontrabili nei tre boschi utilizzando i due protocolli campionari. Le aree PRIN e INFC relative ai tre boschi di Fonte Novello, Aschiero e Valle Vaccaro sono state confrontate con un livello di significatività pari a 0,05.

Tabella 11: Lista delle variabili derivate per ciascuno dei tre boschi vetusti.

<i>Elemento strutturale</i>	<i>Variabile strutturale</i>
Diametro	Numero classi diametriche
	Range diametrico
	D_{medio} (cm)
	D_{max} (cm)
	Quadratic mean diameter (cm)
Densità degli alberi	Numero di alberi a ettaro
	N alberi Dbh>50 (%)
	N alberi Dbh>70 (%)
	RadQ (N ha ⁻¹ alberi con Dbh > 50 cm)
Altezza	H_{max} (m)
	H_{media} (m)
	$H_{dominante}$ (m)
Biomassa in piedi	G_{tot} (m ² ha ⁻¹)
	G_{media}
	V_{tot} (m ³ /ha)
	V alberi Dbh>50 (%)
	V alberi Dbh>70 (%)
	Area basimetrica (m ² ha ⁻¹) alberi con Dbh > 50 cm
	Rapp N ha ⁻¹ vivi con Dbh>50 cm / N ha ⁻¹ necromassa _{totale}
	Rapp G ha ⁻¹ vivi con Dbh>50 cm / G ha ⁻¹ necromassa _{totale}
	Rapp V ha ⁻¹ vivi con Dbh>50 cm / V ha ⁻¹ necromassa _{totale}
Specie	Numero specie
Legno morto	Necromassa _{tot} (m ³ ha ⁻¹)
	Necromassa in piedi (m ³ ha ⁻¹)
	Necromassa a terra (m ³ ha ⁻¹)
	Rapporto Volume necromassa/Volume vivi (%)
	Legno morto a terra (m ³ ha ⁻¹)
	Alberi morti a terra (m ³ ha ⁻¹)
	Ceppaie (m ³ ha ⁻¹)
	Snags (m ³ ha ⁻¹)
	Alberi morti in piedi (m ³ ha ⁻¹)
	D_{medio} - Legno morto a terra

	D _{medio} - Alberi morti a terra
	D _{medio} – Ceppaie
	D _{medio} - Snags
	D _{medio} - Alberi morti in piedi
	Altezza media snags (m)
	Altezza media alberi morti in piedi (m)
	Altezza media ceppaie (m)
	Lunghezza media del legno morto a terra (m)
	Lunghezza media degli alberi morti a terra (m)
	Massima classe di decomposizione
	Numero classi di decomposizione
	75th percentile del Dbh del legno morto a terra (cm)
	CV del Dbh del legno morto a terra
	Dbh mediano del legno morto a terra (cm)
	Area basimetrica del legno morto a terra con Dbh > 30 cm (m ² ha ⁻¹)
	N ha ⁻¹ del legno morto a terra con Dbh>30 cm
	L _{tot} del legno morto a terra con Dbh> 30 cm (m ha ⁻¹)
	Volume del legno morto a terra con Dbh>30 cm (m ³ ha ⁻¹)
	L _{tot} del legno morto a terra (m ha ⁻¹)
	RadQ (L _{tot} del legno morto a terra) (m ha ⁻¹)
	RadQ (L _{tot} del legno morto a terra con Dbh> 30 cm) (m ha ⁻¹)
	N ha ⁻¹ del legno morto a terra
	Ln (N ha ⁻¹ del legno morto in piedi + 1)

III.2. Risultati

III.2.1. Faggeta di Fonte Novello

Tabella 12: Informazioni generali della faggeta di Fonte Novello.

Provincia	Teramo	
Comune – Foglio catastale – Particelle catastali	Fano Adriano – 27 – 6 e 8	
	Pietracamela – 25 – 21, 22 e 27	
Toponimi CTR o IGM	Fonte Novello	
Coordinate cartografiche di un punto interno all'area (sistema di riferimento UTM WGS84 33N)	Est	377525 m
	Nord	4705956 m
Superficie (ha)	13,38	
Proprietà	Comune di Fano Adriano e Pietracamela	
Accesso area	Dall'abitato di Intermesoli immissione su strada trattorabile che dopo circa 3 km prosegue come sentiero forestale (sentiero CAI n. 144)	
Zonazione	Zona 1 (D.P.R. 5 giugno 1995) Zona B (Zonazione in fase di approvazione)	
Usi civici	SI	
Giacitura	Medio versante	
Esposizione prevalente	Est	
Pendenza media	32%	

Ubicata nell'alta Valle del Venacquaro (Figura 11), la faggeta di Fonte Novello rappresenta un biotopo di particolare rilevanza ambientale. La prolungata assenza di significativi interventi di utilizzazione, a seguito di un contenzioso per la proprietà del bosco tra due Comuni limitrofi (Fano Adriano e Pietracamela) ha permesso la conservazione di esemplari di faggio (*Fagus sylvatica* L.) ultracentenari (età media 250 anni) di dimensioni colossali (diametri oltre il metro e altezze di 40 m) e lo sviluppo di una struttura prevalentemente disetaneiforme assimilabile a quella delle foreste vetuste. La copertura, in genere colma, è interrotta sporadicamente da gap di origine naturale in cui si inserisce la rinnovazione di faggio, che rappresenta così un ulteriore elemento di diversificazione strutturale. La necromassa, uno dei principali attributi delle foreste vetuste, costituisce un carattere peculiare di tutta l'area non solo in termini quantitativi ma anche qualitativi: si riscontra infatti un'ampia diversificazione del legno morto con elementi a terra e in piedi, in diversi stadi di decomposizione. L'eterogeneità strutturale del bosco, sia verticale che orizzontale, modula i fattori ecologici a cui sono esposte le specie del sottobosco e crea una maggiore diversità a livello di popolamento rispetto a foreste regolarmente gestite. Da un punto di vista funzionale ed ecologico nel bosco vetusto è stato osservato un aumento relativo di

emicriptofite, con capacità di dispersione limitata, una diminuzione di geofite vernali e un incremento di specie a semi piccoli a dispersione anemocora adattate a condizioni relativamente aperte e luminose (Sabatini et al., 2010).

Le particolari condizioni riscontrate nel bosco vetusto di Fonte Novello favoriscono una fauna ricca e diversificata per la presenza di mammiferi (*Cervus elephus*, *Sus scrofa*, *Canis lupus*, *Meles meles*, *Capreolus capreolus*, *Chionomys nivalis*) e di specie ornitiche che trovano nei soprassuoli vetusti un habitat particolarmente idoneo: individui arborei senescenti o morti, di dimensioni almeno superiori a 15 cm di diametro, rappresentano un fattore condizionante la presenza delle specie più esigenti quali picchio rosso minore, picchio dorsobianco, picchio muratore, balia dal collare, rampichino alpestre (Bernoni, 2009). Inoltre, nella faggeta di Fonte Novello anche la presenza della *Rosalia alpina*, cerambicide di interesse prioritario a livello comunitario, è dovuta alla disponibilità di fusti di enormi dimensioni marcescenti o deperienti ai quali è legato il ciclo biologico di questa specie. Sotto il profilo vegetazionale, il bosco di Fonte Novello è ascrivibile all'associazione *Cardamino kitaibelii-Fagetum sylvaticae*, inquadrata nell'alleanza *Aremonio-Fagion sylvaticae* a distribuzione appennino-balcanica e, nell'ambito di questa, nella sub-alleanza appenninica *Cardamino kitaibelii-Fagenion* (Biondi et al., 2002).

All'interno della faggeta sono stati osservati i principali attributi strutturali delle foreste vetuste quali l'assenza di disturbo antropico negli ultimi 50 anni, notevole massa legnosa con un area basimetrica superiore ai 29 m² ha⁻¹, presenza di alberi con diametro > 70 cm, presenza di grossi alberi cavi o marcescenti, abbondante necromassa a terra e in piedi diversificata nelle varie classi di decomposizione, elevata variabilità dell'architettura delle chiome, presenza di rinnovazione naturale e di eterogeneità spaziale della copertura arborea.

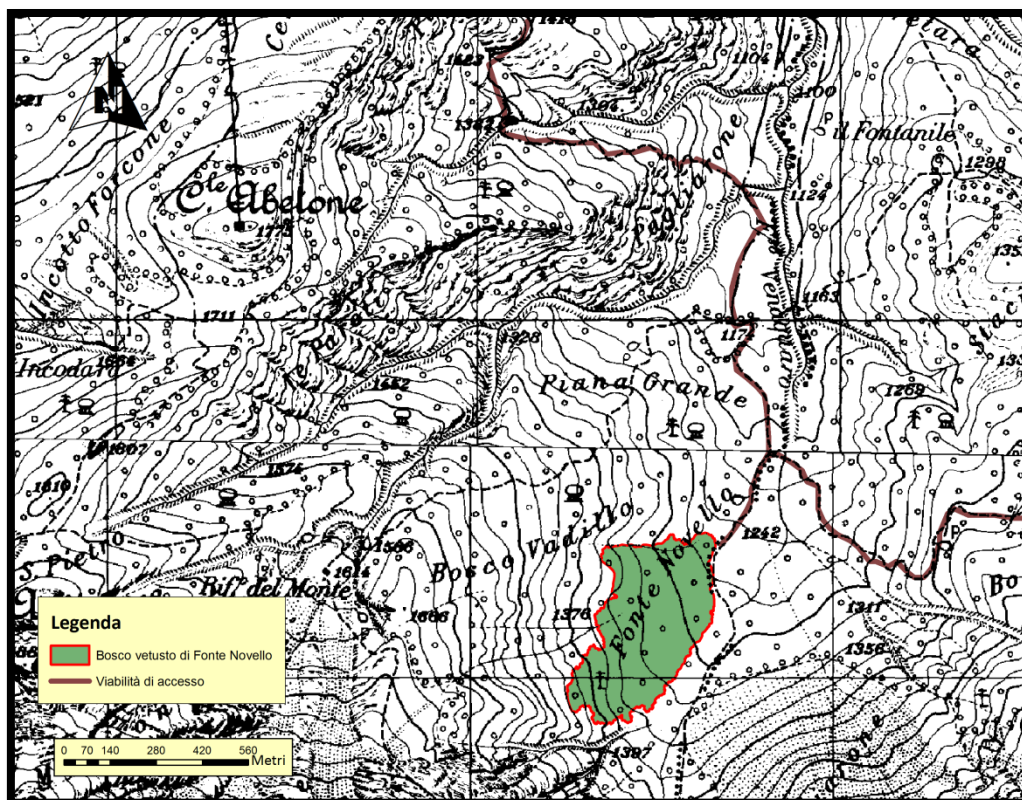


Figura 11: Localizzazione cartografica del bosco di Fonte Novello.

III.2.1.1. Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007

Nell'area di studio PRIN (Figura 12) la complessità strutturale è sottolineata dalla presenza di gap ricolonizzati dalla rinnovazione oltre che dalla variabilità nelle dimensioni diametriche degli individui. La densità di alberi riscontrata durante il rilievo è di 391 alberi ha^{-1} di cui poco più del 20 % presenta diametri maggiori di 50 cm. La curva di distribuzione delle frequenze in classi diametriche di 5 cm è descritta dal modello tipico per le fustaie coetanee in corrispondenza delle classi diametriche medio-grandi (Figura 13).

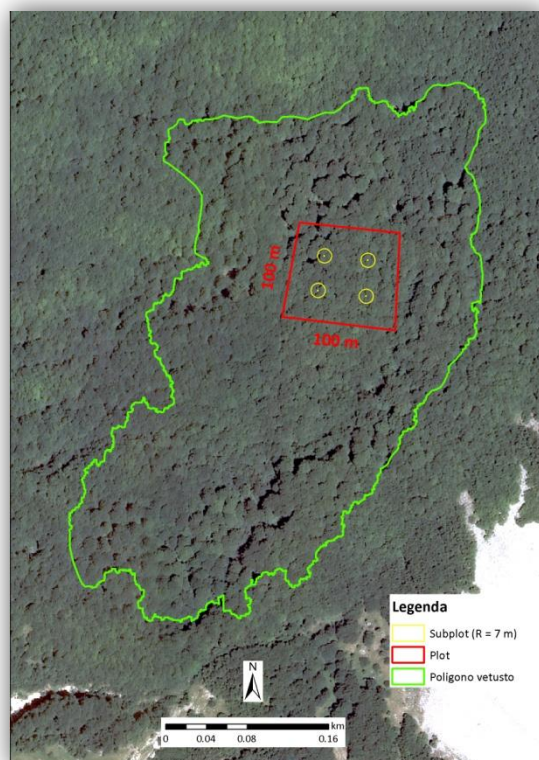


Figura 12: Area PRIN all'interno del poligono *vetusto* nella faggeta di Fonte Novello.

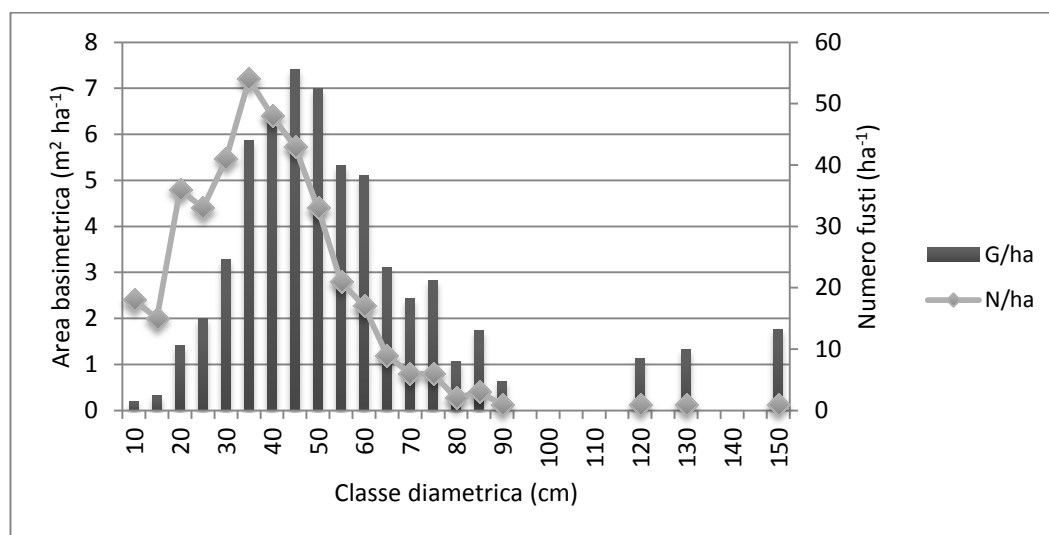


Figura 13: Distribuzione delle frequenze del diametro e dell'area basimetrica degli alberi in piedi dell'area PRIN di Fonte Novello.

Sono stati rilevati alberi con diametro massimo di 150 cm e in ogni caso la presenza di alberi con diametro a petto d'uomo maggiore di 70 cm è superiore a 20 fusti a ettaro. L'altezza dominante è di 33 cm con individui che raggiungono i 41 m. L'area

basimetrica totale è di $60 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e tende ad essere distribuita normalmente tra le classi diametriche medio–grandi (Figura 13).

Il volume complessivo è di $1030 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. La maggiore percentuale di volume legnoso si accumula nelle classi diametriche più grandi: il 59% del volume legnoso è concentrato nei fusti con diametro $> 50 \text{ cm}$ (Figura 14).

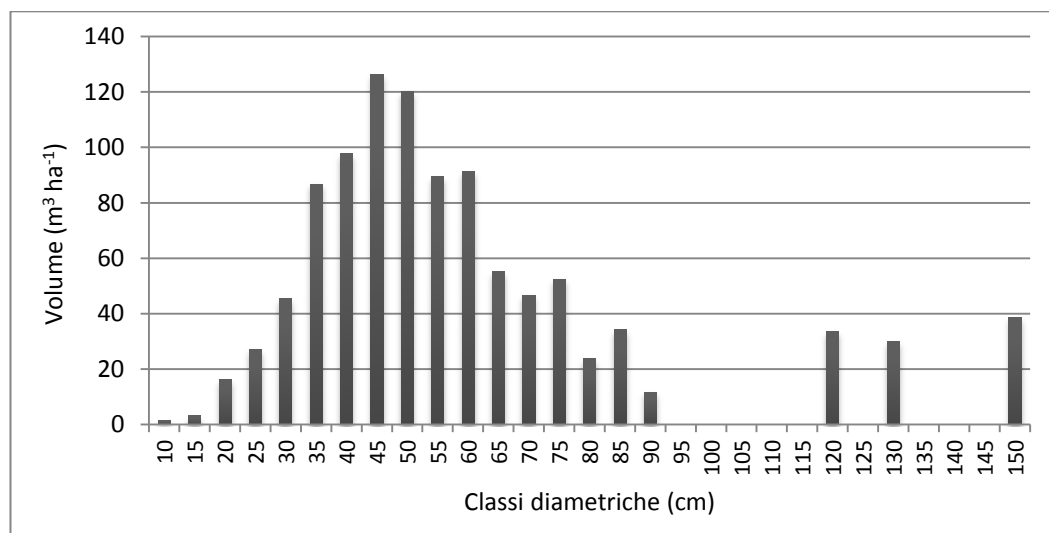


Figura 14: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche dell'area PRIN di Fonte Novello.

La necromassa presente nell'area ha un volume totale di $89 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di cui il 54% è rappresentato dalle componenti a terra. La tabella 13 mostra in dettaglio la ripartizione del volume del legno morto sia nelle sue componenti in piedi (alberi morti in piedi, snag e ceppaie) che a terra (alberi morti a terra e Coarse Woody Debris). Sono stati rilevati $18,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di alberi morti in piedi, $19,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di snag, $29,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di alberi morti a terra, $18,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di CWD e $2,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ di ceppaie. Numericamente la componente più frequente è rappresentata dal CWD (146 elementi ha^{-1}) e secondariamente dagli snag (49 elementi ha^{-1}) e dagli alberi morti in piedi (43 elementi ha^{-1}). In relazione allo stato di decomposizione della necromassa vi è una maggiore incidenza delle classi di decomposizione 3 e, in misura inferiore, 4 rispetto alle altre (Figura 15).

Tabella 13: Ripartizione della necromassa nelle componenti del legno morto dell'area PRIN di Fonte Novello.

	Volume ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Volume (%)
CWD	18,61	21
Alberi morti a terra	29,70	33
Ceppaie	2,62	3
Snag	19,60	22
Alberi morti in piedi	18,47	21

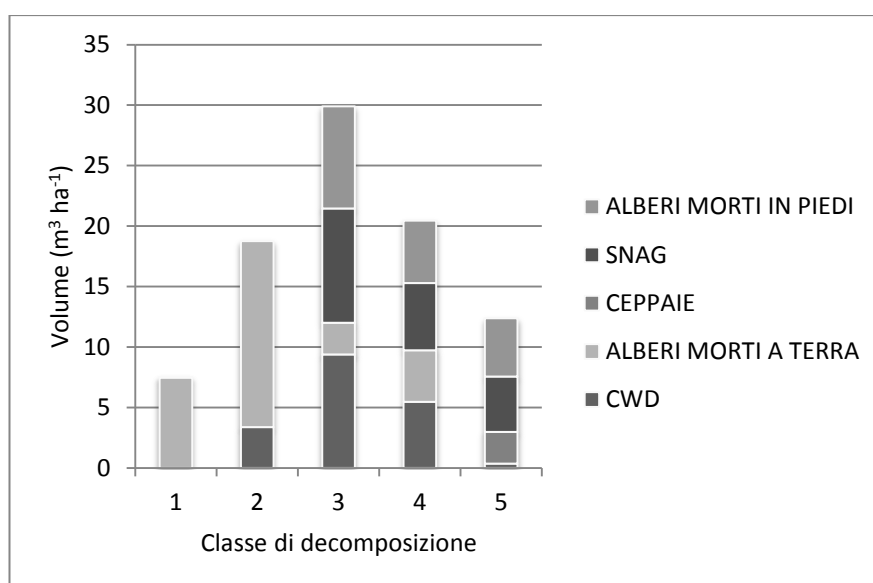


Figura 15: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) dell'area PRIN di Fonte Novello.

L'incremento corrente annuo del popolamento è di $3,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Non è stata rilevata rinnovazione nei quattro subplots, mentre il 5 % della superficie di due di essi è ricoperta da arbusti di faggio alti circa 2 m. La lettiera garantisce una copertura continua del suolo e presenta uno spessore di 3 cm in tutti i subplots.

Per quanto riguarda la struttura orizzontale, valutata attraverso gli indici NBSI (Figura 16) sono stati presi in esame 349 alberi di riferimento. Nel 55% dei casi l'indice di Winkelmass individua una distribuzione delle osservazioni sul terreno di tipo casuale. Tuttavia limitando il campo di analisi ai soli alberi con diametro inferiore a 50 cm, si osserva, seppur in percentuale inferiore, la tendenza anche a una distribuzione di tipo regolare. L'indice di mescolanza dendrologica è sempre pari a zero in quanto trattasi di una faggeta pura. L'indice di dominanza diametrica sottolinea la presenza di situazioni caratterizzate in maggior misura da una limitata dominanza accanto ad altre con forte

dominanza riconducibili ad alberi di grosse dimensioni vicino ai quali si è insediata della rinnovazione ormai affermata. L'indice di distanza dell'albero vicino evidenzia nel 43% dei casi una distanza inferiore al metro rispetto all'albero di riferimento.

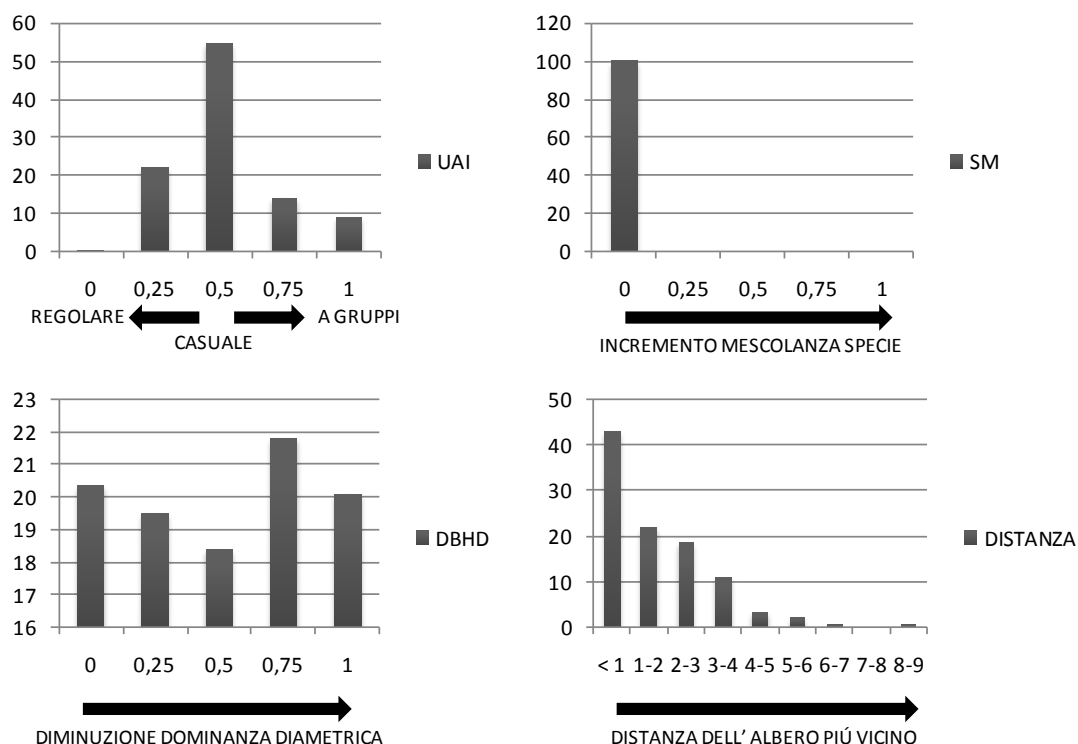


Figura 16: Distribuzione dei valori degli indici strutturali per gli alberi dell'area PRIN di Fonte Novello.

III.2.1.2. Protocollo campionario con aree di saggio INFC

Sono state selezionate 12 aree di saggio circolari all'interno dell'area vetusta di Fonte Novello (Figura 10) per le quali è risultata una densità media pari a 453 alberi ha^{-1} , con un range di variazione compreso tra 151 e 1187 alberi ha^{-1} . Circa il 39% dei soggetti complessivamente censiti consiste in alberi di grandi dimensioni (diametro > 50 cm) mentre gli individui arborei con diametro maggiore di 70 cm rappresentano in media il 17% del totale delle piante cavallettate. Il diametro massimo rilevato mediamente raggiunge i 99 cm, con un massimo e un minimo di 160 cm e 55 cm registrato rispettivamente nell'area Ads3 e Ada7 (Tabella 14).

Tabella 14: Principali parametri strutturali rilevati nelle 12 aree INFC nella faggeta di Fonte Novello.

ATTRIBUTI STRUTTURALI	Ads1	Ads2	Ads3	Ads4	Ads5	Ads6	Ads7	Ads8	Ads9	Ads10	Ads11	Ads12	Valore medio
<i>Numero di alberi vivi</i>													
<i>totale (ha^{-1})</i>	565	151	151	339	471	188	490	565	1.187	622	270	471	453
<i>di diametro > 50 cm (%)</i>	17	100	88	17	16	60	15	23	3	3	77	16	39
<i>di diametro > 70 cm (%)</i>	3	63	50	11	4	20	0	0	0	3	23	4	17
<i>Diametro medio (cm)</i>	31	78	107	36	38	67	31	38	25	25	62	38	50
<i>Diametro massimo (cm)</i>	90	110	160	98	130	125	55	68	70	80	80	130	99
<i>Altezza massima (m)</i>	29	38	36	32	35	37	22	30	28	20	36	35	31
<i>Area basimetrica</i>													
<i>Area basimetrica totale ($m^2 ha^{-1}$)</i>	47,1	72,0	135,4	36,1	55,8	66,4	40,2	65,0	64,4	32,3	74,6	55,8	69,1
<i>Area basimetrica area 4m ($m^{2h} a^{-1}$)</i>	11,8	0,0	16,5	1,6	3,0	20,2	0,0	9,0	7,6	6,1	20,8	3,0	8,1
<i>Area basimetrica area 13m ($m^2 ha^{-1}$)</i>	42,9	72,0	118,9	34,5	52,8	46,2	40,2	56,1	56,8	26,2	53,7	52,8	61,6
<i>Volume degli alberi vivi</i>													
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	675,3	1409,1	2744,2	555,3	1002,6	1627,3	718,6	800,8	656,7	290,3	1042,0	1002,6	1211,3
<i>Volume area 4m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	40,3	0,0	312,9	17,5	23,1	478,2	0,0	121,0	79,3	50,0	282,1	23,1	117,0
<i>Volume area 13m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	635,0	1409,1	2431,4	537,8	979,6	1149,1	718,6	679,8	577,3	240,3	759,9	979,6	1094,3
<i>Volume (%) di piante con Dbh $\geq$ 50 cm</i>	29	82	89	71	56	63	0	0	0	37	39	56	44
<i>Volume (%) di piante con Dbh > 70 cm</i>	79	100	98	85	80	92	56	61	27	37	94	80	74
Legno morto													
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	41,3	100,2	403,2	528,5	528,0	5,9	64,4	12,9	20,5	48,9	31,0	528,0	157,5
<i>Volume area 4m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	2,9	0,0	2,2	96,5	17,3	1,2	3,2	0,5	0,7	1,5	0,1	17,3	14,6
<i>Volume area 13m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	38,4	82,0	401,0	433,1	510,7	4,7	61,2	12,8	19,7	47,4	30,9	510,7	141,6
<i>CWD ($m^3 ha^{-1}$)</i>	10,4	65,1	162,7	55,4	515,3	5,9	34,2	8,1	1,2	35,2	10,1	515,3	76,3
<i>Alberi morti a terra ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	424,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	37,2
<i>Ceppaie ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,5
<i>Alberi morti in piedi ($m^3 ha^{-1}$)</i>	30,9	35,1	240,4	48,6	12,8	0,0	30,2	4,8	19,3	0,0	20,9	12,8	42,7
<i>Snag ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9

Dalla distribuzione media dei diametri in classi diametriche di 5 cm (Figura 17) si evince che la maggior parte delle aree di saggio è occupata da alberi di diametri inferiori a 20 cm (49%).

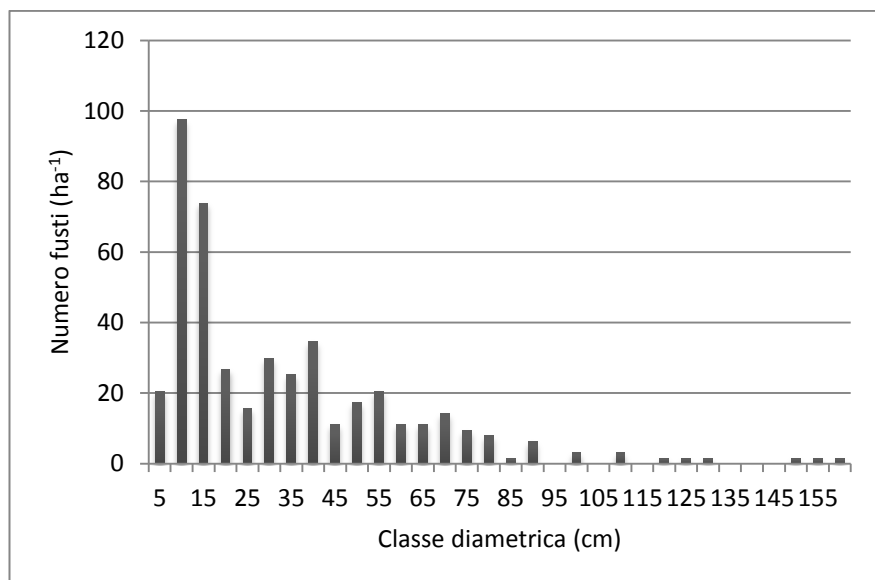


Figura 17: Distribuzione delle frequenze del diametro degli alberi in piedi delle aree INFC di Fonte Novello.

L'altezza massima misurata varia tra i 20 m e 38 m, raggiungendo in media un valore di 30 m. L'area basimetrica delle aree in media è di circa 70 m² ha⁻¹, con variazioni comprese tra i 32 m² ha⁻¹, registrati per l'area Ads10, e i 135 m² ha⁻¹, misurati nell'Ads3. Il volume totale medio stimato è pari a 1211 m³ ha⁻¹, con un range di variazione compreso tra 290 m³ ha⁻¹ (Ads10) e 2744 m³ ha⁻¹ (Ads3). Oltre il 60% del volume legnoso è concentrato in alberi con diametro maggiore di 70 cm e in una delle aree risulta essere il 100% del totale calcolato. Dalla distribuzione del volume tra le classi diametriche si nota che in media la maggior parte delle alberi (oltre il 90%) racchiude volumi superiori a 40 cm (Figura 18).

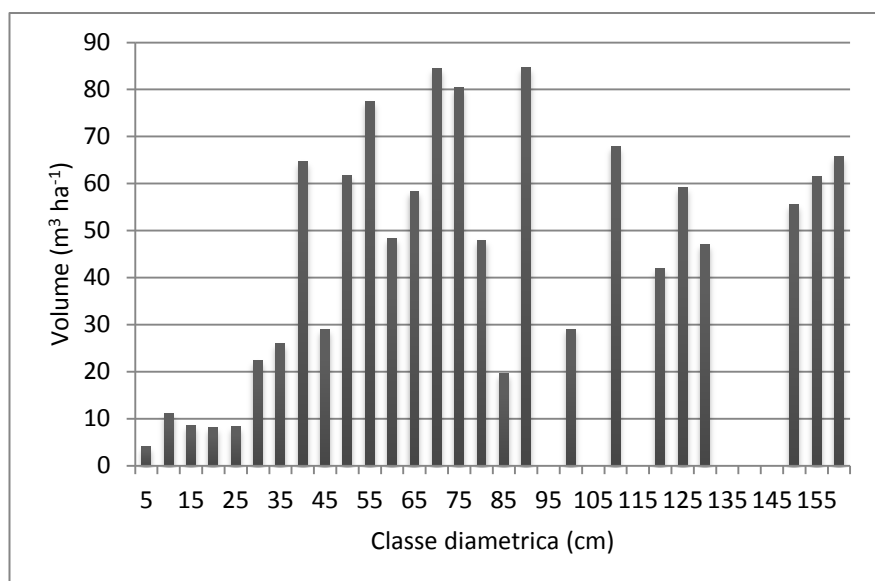


Figura 18: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche delle aree INFC di Fonte Novello.

Per quanto riguarda il legno morto, in media il volume totale stimato per le 12 aree è di circa $158 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, variando da un minimo di $5,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ad un massimo di $528,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Le componenti a terra in media costituiscono il 72% della necromassa totale. Dal punto di vista del volume la componente che prevale mediamente sulle altre è il CWD ($76 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) seguito dagli alberi morti in piedi ($43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e dagli alberi morti a terra ($37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). L'86% del volume è racchiuso negli elementi di diametri superiori a 40 cm e in media il 20% del volume totale è presente in elementi di grandi dimensioni (classe diametrica 130 cm) (Figura 19). La classe di decomposizione con maggiore incidenza è in media la 3, seguita in misura leggermente inferiore dalla 2 (Figura 20).

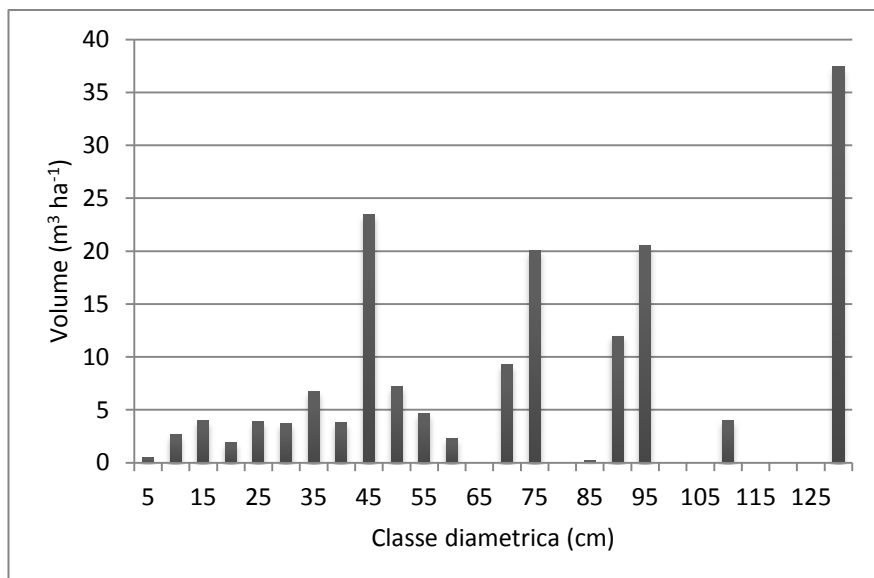


Figura 19: Ripartizione del volume della necromassa in classi diametriche delle aree INFC di Fonte Novello.

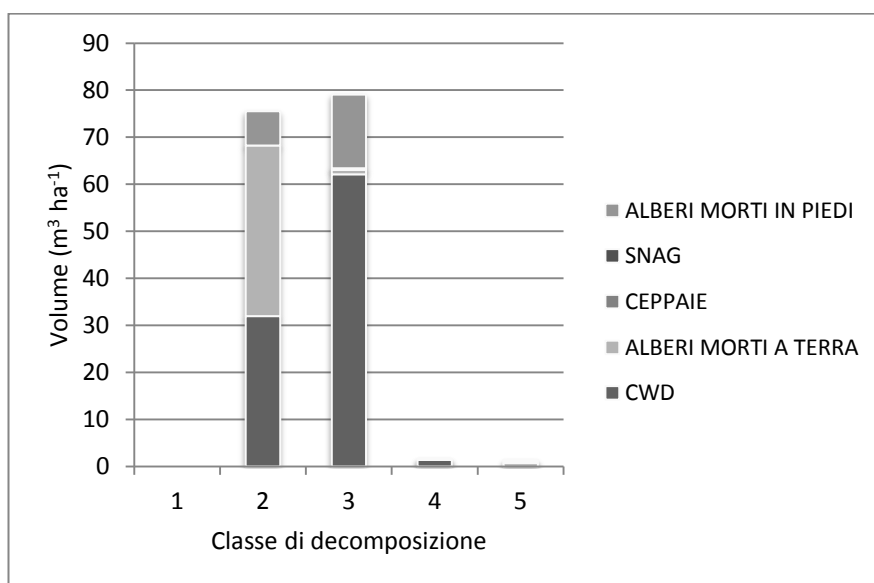


Figura 20: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) delle aree INFC di Fonte Novello.

III.2.2. Faggeta di Aschiero

Tabella 15: Informazioni generali della faggeta di Aschiero.

Provincia	Teramo	
Comune	Pietracamela	
Foglio catastale	24	
Particella catastale	130	
Toponimi CTR o IGM	Aschiero	
Coordinate cartografiche di un punto interno all'area (sistema di riferimento UTM WGS84 33N)	Est	383037 m
	Nord	4706436 m
Superficie vetusta (ha)	2,96	
Superficie comprensiva di buffer (ha)	5,21	
Proprietà	Amministrazione Separata per i Beni di Uso Civico di Pietracamela	
Accesso area	Da Prati di Tivo immissione su strada trattorabile per circa 2,5 Km; addentrarsi nel bosco per circa 50 m in direzione sud-est.	
Zonazione	Zona 1 (D.P.R. 5 giugno 1995) Zona B (Zonazione in fase di approvazione)	
Usi civici	SI	
Giacitura	Basso versante	
Esposizione prevalente	Nord-Ovest	
Pendenza media	30%	

Questo lembo di faggeta (Figura 21), appartenente all'Amministrazione Separata per i Beni di Uso Civico di Pietracamela, si colloca nel versante teramano del Parco, a ridosso della trattorabile che collega Prati di Tivo con le pendici del Gran Sasso. Si tratta di un'area di circa 3 ettari circondata da boschi cedui di faggio e da pascoli alberati in abbandono culturale. La morfologia particolarmente accidentata, per la presenza di grandi massi affioranti e pareti rocciose, sembra aver preservato questa fascia di bosco dalle ceduzioni, evidenti invece nei soprassuoli limitrofi più facilmente accessibili. L'assenza di intense utilizzazioni per un periodo piuttosto prolungato ha consentito lo sviluppo di individui con dimensioni diametriche superiori al metro, che rappresentano una peculiarità della faggeta di Aschiero. La forte accidentalità del terreno ha spesso creato vuoti tra i singoli individui così che questi hanno potuto sviluppare una chioma espansa e un'architettura articolata. Nonostante le condizioni di densità siano variabili da punto a punto, si osserva un'area basimetrica generalmente prossima o superiore alla soglia identificata per i popolamenti vetusti ($29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). La struttura si presenta tendenzialmente biplana, a tratti stratificata, anche in relazione allo sviluppo della rinnovazione che si diffonde abbondantemente nelle

chiarie aperte in seguito a schianti. L'alternanza di grandi massi rocciosi e aree in rinnovazione creano una elevata eterogeneità spaziale della copertura arborea. La necromassa è presente in tutte le sue forme e con differenti gradi di decomposizione: alberi morti in piedi, alberi a terra, snags e frammenti. Si segnala anche la presenza di alberi morti a terra e in piedi di dimensioni diametriche a 1,30 m superiori a 40 cm. Particolarmente interessante è la presenza di alberi habitat: fusti marcescenti o con cavità che contribuiscono, insieme alla rocciosità accentuata, alla variabilità e ricchezza di nicchie ecologiche e quindi di biodiversità: Bernoni (2009) riporta infatti che alcune specie (a es., scricciolo - *Troglodytes troglodytes*, e cincia mora - *Parus major*), nidificanti a terra, sono favorite dalla presenza di cavità, anche rocciose, al piede degli alberi. Le specie esigenti (balia dal collare, picchio rosso minore, rampichino alpestre, picchio dorsobianco), alcune di interesse comunitario, sono tutte segnalate all'interno dell'area vetusta con densità superiori alla media riscontrata nel territorio del Parco (Bernoni, 2009).

All'interno della faggeta sono stati osservati i principali attributi strutturali delle foreste vetuste quali l'assenza di disturbo antropico negli ultimi 50 anni, notevole massa legnosa con un area basimetrica superiore ai $29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, presenza di alberi con diametro $> 70 \text{ cm}$, presenza di grossi alberi cavi o marcescenti, abbondante necromassa a terra e in piedi diversificata nelle varie classi di decomposizione, elevata variabilità dell'architettura delle chiome, presenza di rinnovazione naturale e di eterogeneità spaziale della copertura arborea.

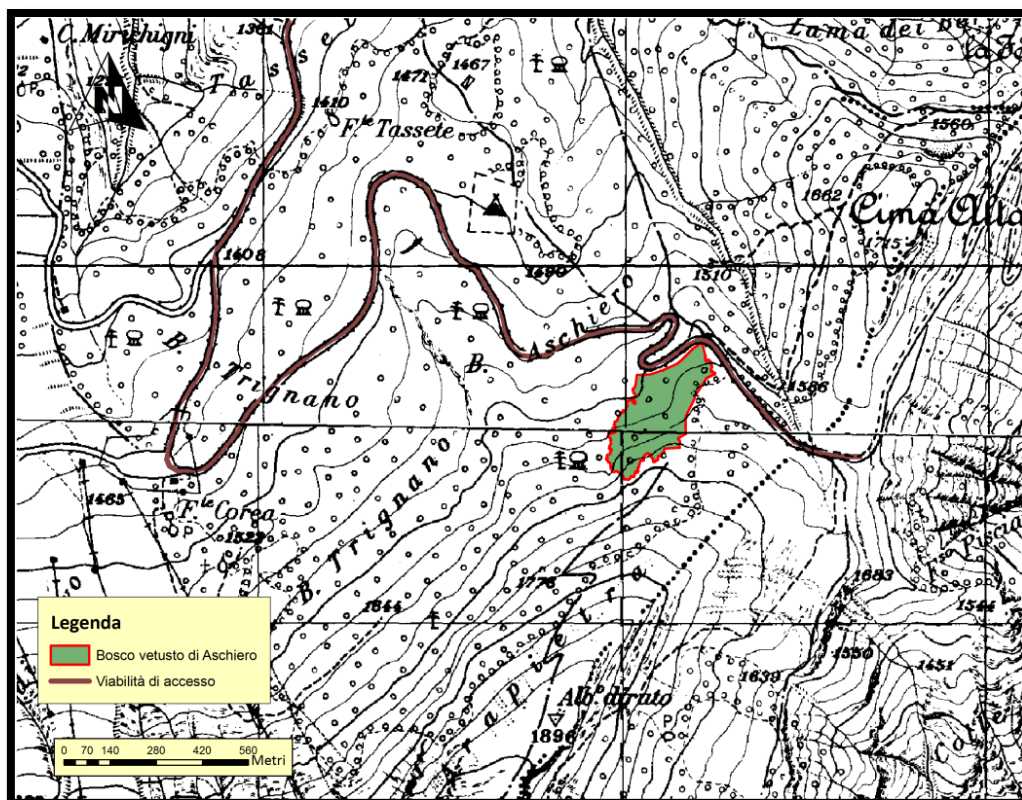


Figura 21: Localizzazione cartografica del bosco di Aschiero.

III.2.2.1. Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007

Per questo bosco il rilievo PRIN ha interessato una superficie di un ettaro racchiusa in un'area di saggio di forma non regolare a causa delle caratteristiche orografiche del terreno (Figura 22).

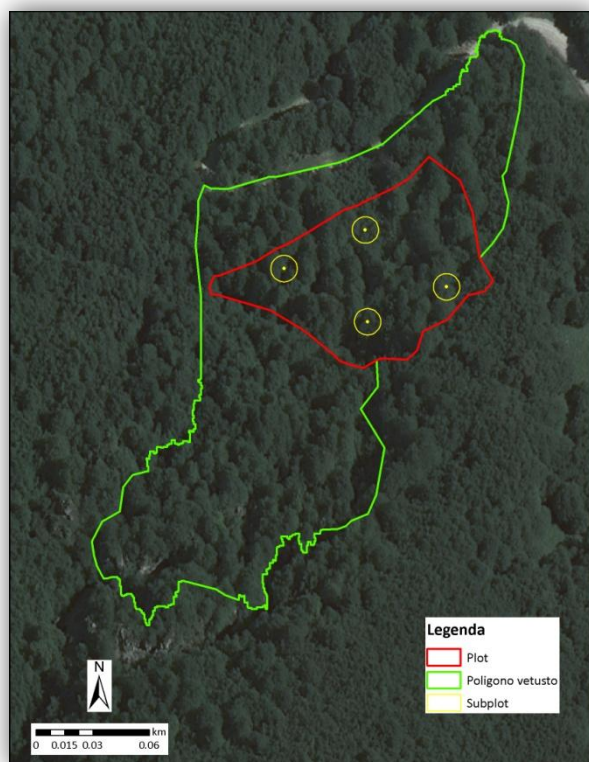


Figura 22: Area PRIN all'interno del poligono *vetusto* nella faggeta di Aschiero.

All'interno della stessa sono stati censiti 273 alberi di cui il 32% possiede diametri superiori a 50 cm. La distribuzione delle frequenze dei diametri degli alberi vivi mostra un comportamento stratificato del bosco con una frequenza elevata di alberi nelle prime classi diametriche (Figura 23).

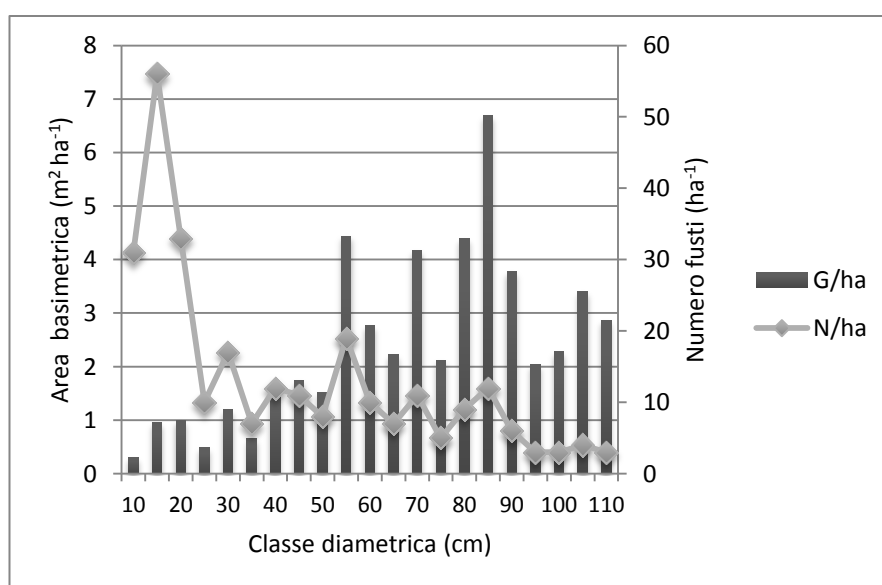


Figura 23: Distribuzione delle frequenze del diametro e dell'area basimetrica degli alberi in piedi dell'area PRIN di Aschiero.

La presenza di alberi con diametro a petto d'uomo superiore a 70 cm raggiunge quasi i 50 fusti a ettaro che rappresentano il 17% degli alberi vivi. Inoltre, in corrispondenza dei fusti di maggiori dimensioni, è stata riscontrata la presenza di cavità (alberi habitat). L'altezza massima rilevata è pari a 32 m, mentre l'altezza dominante raggiunge i 20 m. L'area basimetrica complessiva è di $51 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, prevalentemente concentrata negli alberi con diametri superiori a 55 cm (Figura 23).

Il volume complessivo degli alberi vivi è di $578 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Dalla ripartizione del volume nelle varie classi diametriche si evince che nelle classi diametriche maggiori si accumula la maggiore percentuale di volume legnoso (Figura 24). Gli alberi di grandi dimensioni contribuiscono infatti per circa l'85% al raggiungimento del volume totale.

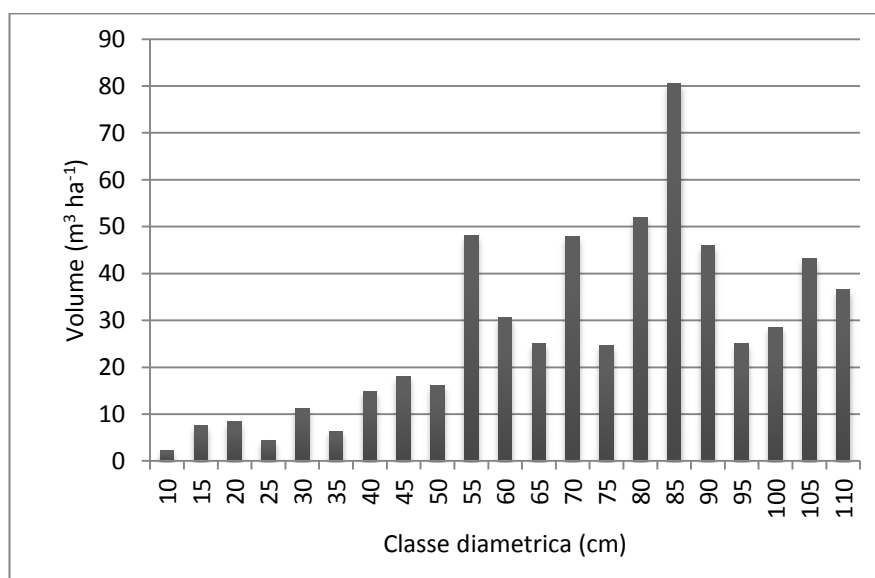


Figura 24: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche dell'area PRIN di Aschiero.

Per quanto riguarda la necromassa, è stato rilevato un volume complessivo di $21,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ del quale la componente a terra rappresenta circa il 70%. Il maggior contributo alla necromassa a terra in termini di volume è dato dagli alberi morti a terra (Tabella 16), con esemplari dal diametro misurato a una distanza di 1,30 m dalla base superiore di oltre 70 cm. La componente numericamente più frequente è il CWD (180 elementi ha^{-1}) seguito dalle ceppaie (6 elementi ha^{-1}). Nel complesso il livello di decomposizione della necromassa si concentra nella classe 2 (72%) (Figura 25).

Tabella 16: Ripartizione della necromassa nelle componenti del legno morto dell'area PRIN di Aschiero.

	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Volume (%)
CWD	3,76	18
Alberi morti a terra	10,97	51
Ceppaie	1,02	5
Snag	0,03	0
Alberi morti in piedi	5,60	26

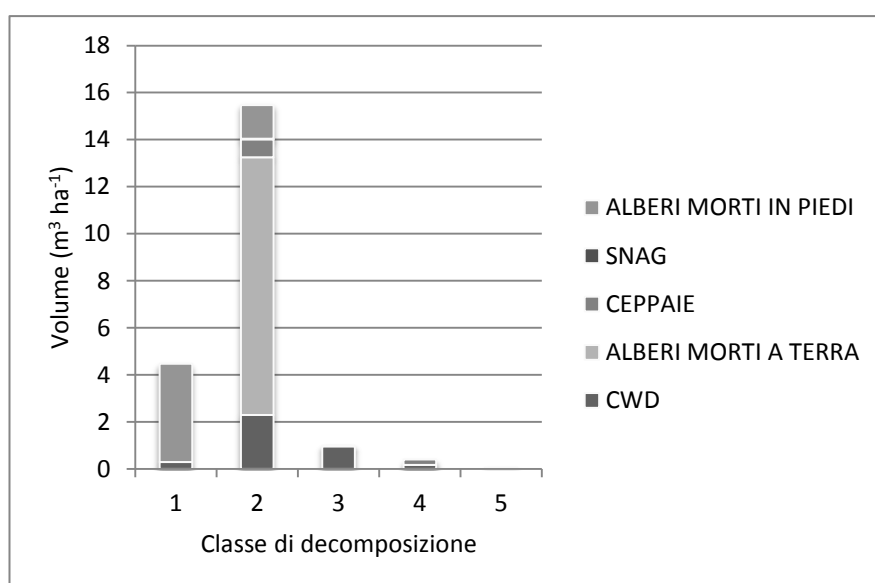


Figura 25: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) dell'area PRIN di Aschiero.

L'incremento corrente annuo del popolamento è di 2,5 m³ ha⁻¹. La rinnovazione di faggio è presente in due dei quattro suplots esaminati, ricoprendo, in un caso, il 60% della superficie con piantine alte 30 cm e, nell'altro, il 10% dell' area con soggetti di altezza media di 1 m. La lettiera ricopre completamente i subplots con uno spessore che si attesta su un valore di 3 cm raggiungendo solo in un caso i 4 cm.

Per la caratterizzazione della struttura attraverso gli indici NBSI sono stati presi in esame 247 alberi di riferimento (Figura 26). L'indice di Winkelmass evidenzia nel 50% dei casi la presenza di una distribuzione delle alberi sul terreno di tipo casuale. L'indice di mescolanza dendrologica solamente nel 15% dei casi assume un valore diverso da zero per effetto della presenza di alcuni individui di sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia* L.). La distribuzione osservata per l'indice DBHD, con una frequenza massima del valore 0,25, indica la presenza di un elevato numero di alberi dominanti all'interno dell'area considerata. L'indice di distanza dell'albero vicino

mostra una certa variabilità con una frequenza massima di circa il 25% per valori inferiori al metro, raggiungendo, in limitati casi, distanze massime superiori ai 10 m.

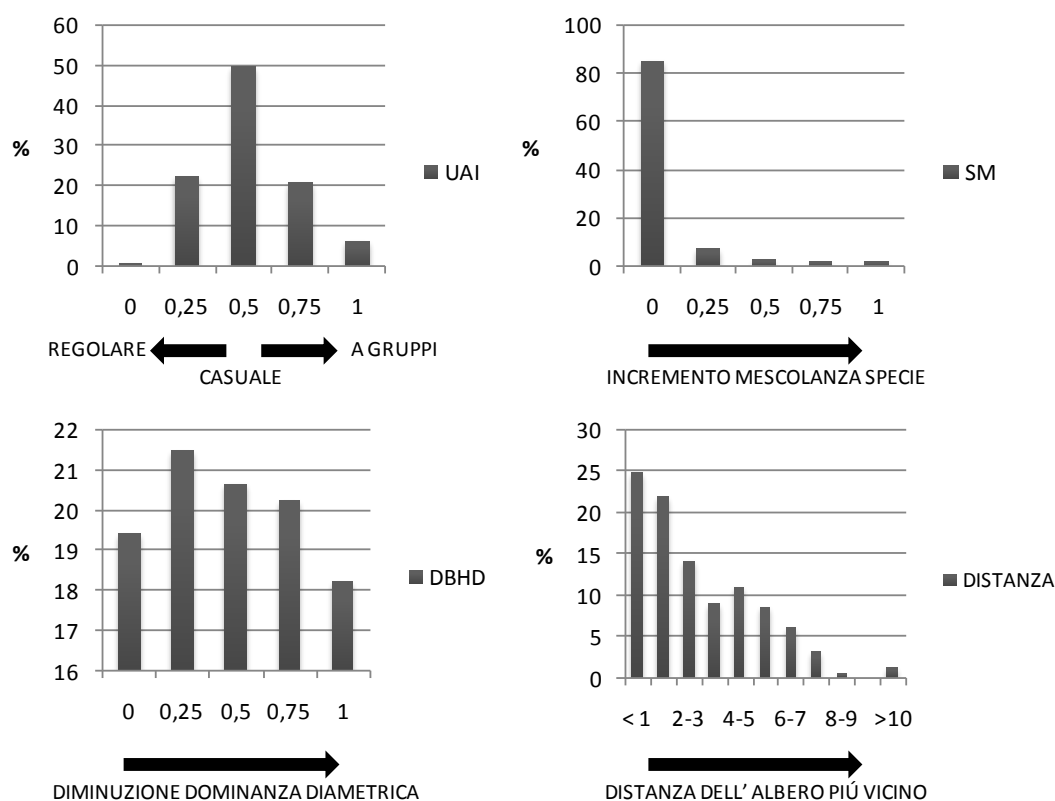


Figura 26: Distribuzione dei valori degli indici strutturali per gli alberi dell'area PRIN di Aschiero.

III.2.2.2. Protocollo campionario con aree di saggio INFC

La densità media ottenuta dai rilievi sulle 4 aree di saggio INFC è di 212 alberi ha^{-1} (range di variazione compreso tra 132 e 320 alberi a ettaro), di cui mediamente il 29% possiede un diametro superiore ai 70 cm e, in generale, il 49% supera i 50 cm (Tabella 17). Il diametro massimo complessivamente registrato è di 110 cm e in media si attesta su valori appena superiori ai 90 cm. Mediamente il 42% degli individui rilevati presenta diametri inferiori a 20 cm (Figura 27).

Tabella 17: Principali parametri strutturali rilevati nelle 4 aree INFC di Aschiero.

ATTRIBUTI STRUTTURALI	Ads1	Ads2	Ads3	Ads4	Valore medio
Numero di alberi vivi					
<i>totale (ha^{-1})</i>	320	151	245	132	212
<i>di diametro > 50 cm (%)</i>	18	63	46	71	49
<i>di diametro > 70 cm (%)</i>	6	38	31	43	29
<i>Diametro medio (cm)</i>	32	57	55	76	55
<i>Diametro massimo (cm)</i>	85	79	89	110	91
<i>Altezza massima (m)</i>	22	28	30	21	25
Area basimetrica					
<i>Area basimetrica totale ($m^2 ha^{-1}$)</i>	25,7	39,0	57,6	60,0	46
<i>Area basimetrica area 4 m ($m^{2h} a^{-1}$)</i>	1,5	7,5	0,3	0,0	2
<i>Area basimetrica area 13 m ($m^2 ha^{-1}$)</i>	24,2	31,5	57,3	60,0	43
Volume degli alberi vivi					
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	273,3	518,0	838,4	648,6	570
<i>Volume area 4 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	11,5	100,4	1,8	0,0	28
<i>Volume area 13 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	261,8	417,6	836,6	648,6	541
<i>Volume (%) di piante con Dbh $\geq$ 50 cm</i>	83	97	92	91	91
<i>Volume (%) di piante con Dbh > 70 cm</i>	50	65	78	75	67
Legno morto					
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	154,0	40,0	3,6	6,1	51
<i>Volume area 4 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	1,6	25,2	0,0	0,8	7
<i>Volume area 13 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	152,4	14,8	3,6	5,3	44
<i>CWD ($m^3 ha^{-1}$)</i>	108,4	31,1	3,6	6,1	37,3
<i>Alberi morti a terra ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ceppaie ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alberi morti in piedi ($m^3 ha^{-1}$)</i>	45,5	0,0	0,0	0,0	11,4
<i>Snag ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	8,8	0,0	0,0	2,2

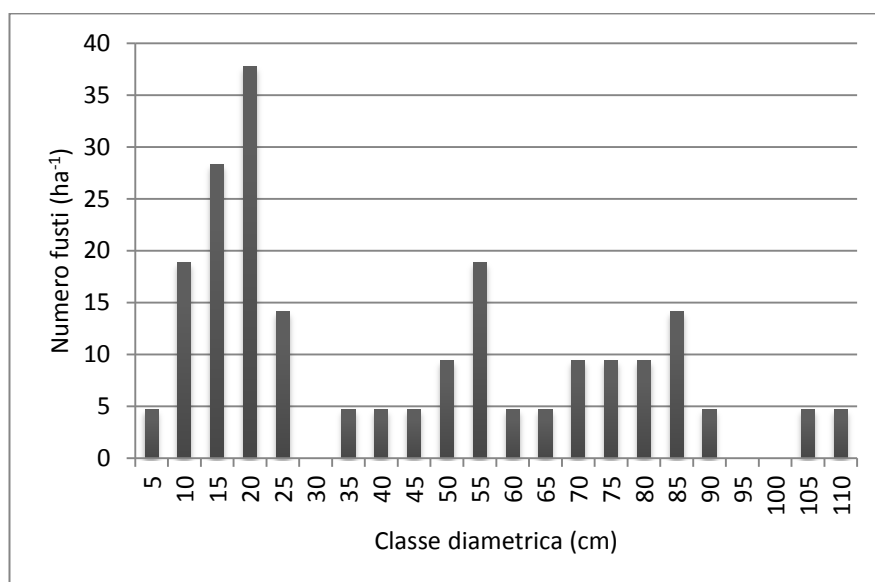


Figura 27: Distribuzione delle frequenze del diametro degli alberi in piedi delle aree INFC di Aschiero.

I faggi campionati raggiungono in media altezze massime di 25 m. L'area basimetrica media è di $46 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e varia da un minimo di $26 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ a un massimo di $60 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Il volume medio totale della massa legnosa viva è pari a $570 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, di cui il 90% è racchiuso in alberi di grandi dimensioni (Figura 28). In generale, gli alberi con diametro superiore a 70 cm contengono in media circa il 70% del volume totale calcolato.

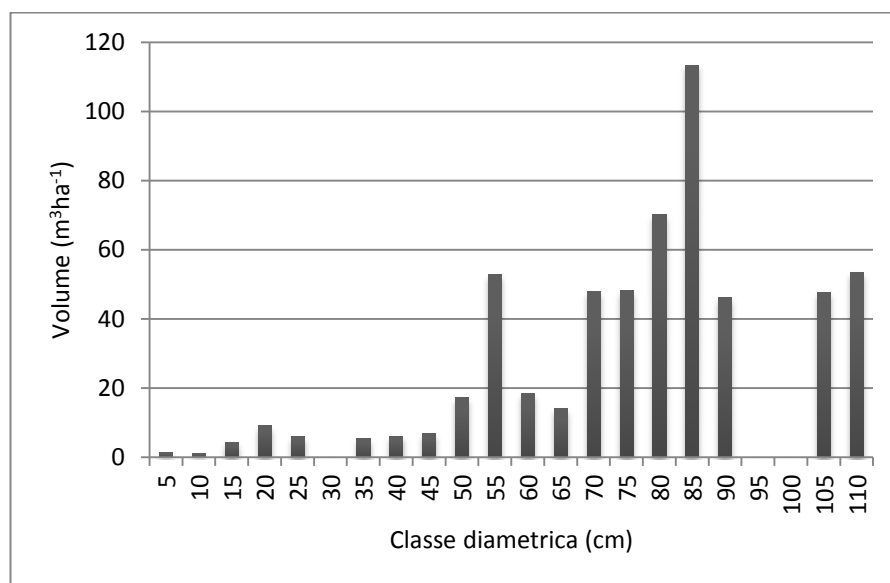


Figura 28: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche delle aree INFC di Aschiero.

In termini di necromassa si nota una elevata variabilità tra le aree di saggio: in media il volume totale è di $51 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, con un campo di variazione compreso tra $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $154 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. In media, il 56% del volume della necromassa è concentrato nelle classi diametriche 50–60 cm e per il 27% è racchiuso in elementi morti di grandi dimensioni (Figura 29). I volumi misurati sono ripartiti nelle tre componenti di CWD, snag e alberi morti in piedi. In particolare, il CWD contribuisce mediamente al 73% del legno morto con un volume medio di $37,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, mentre le componenti in piedi (snag e alberi morti in piedi) rappresentano mediamente $13,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Il 55% della necromassa presenta uno stadio di decomposizione pari alla classe del 3, mentre il 37% del legno morto rilevato è ascrivibile alla classe 2 (Figura 30).

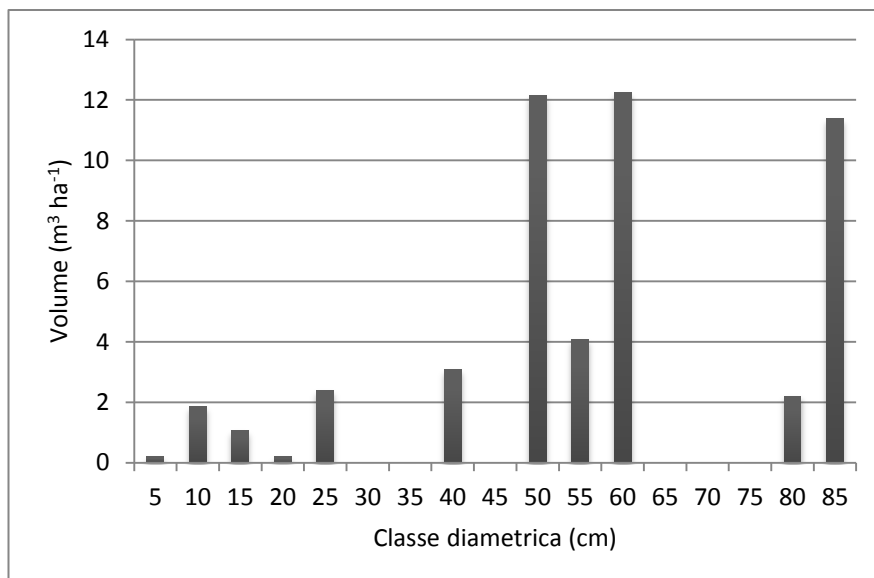


Figura 29: Ripartizione del volume della necromassa in classi diametriche delle aree INFC di Aschiero.

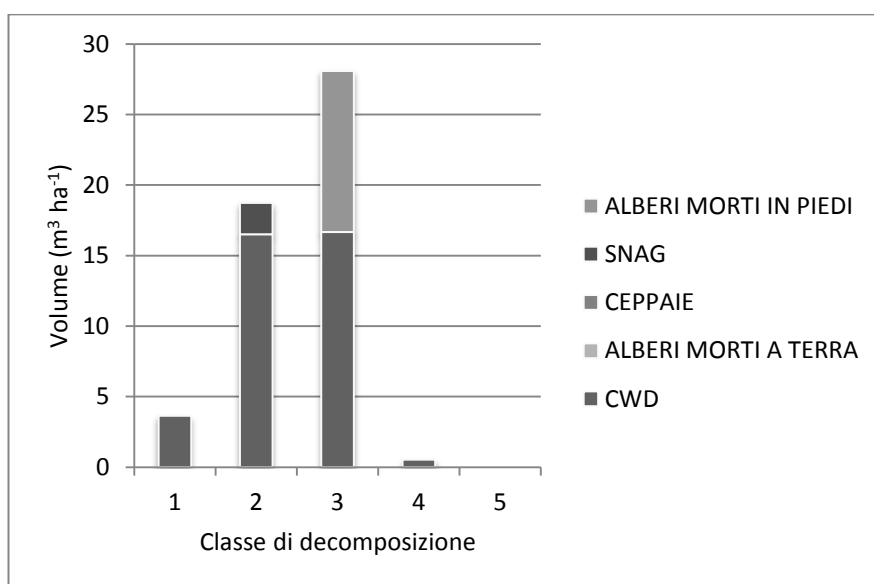


Figura 30: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) delle aree INFC di Aschiero.

III.2.3. Frassineto di Valle Vaccaro

Tabella 18: Informazioni generali del frassineto di Valle Vaccaro.

Provincia	Teramo	
Comune	Crognoleto	
Foglio catastale - particelle catastali	4 – 28	
	5 – 79, 80, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 140, 149, 152, 166	
Toponimi CTR o IGM	Valle Vaccaro	
Coordinate cartografiche di un punto interno all'area (sistema di riferimento UTM WGS84 33N)	Est	374850 m
	Nord	4716897 m
Superficie vetusta (ha)	1,01	
Superficie comprensiva di buffer (ha)	4,77	
Proprietà	Comune di Crognoleto e privati	
Accesso area	Dall'abitato di Valle Vaccaro, immissione su via della montagna per 100 m; addentrarsi nel bosco sulla scarpata a sinistra	
Zonazione	Zona 1 (D.P.R. 5 giugno 1995) Zona B (Zonazione in fase di approvazione)	
Usi civici	NO	
Giacitura	Basso versante	
Esposizione prevalente	Nord	
Pendenza media	90%	

Questo soprassuolo, ricadente nella proprietà del Comune di Crognoleto, si trova immediatamente a ridosso del borgo di Valle Vaccaro (Figura 31). Nonostante la vicinanza all'abitato il bosco non sembra essere stato interessato da utilizzazioni da almeno 40-50 anni. Strutturalmente, il piano arboreo presenta un profilo verticale prevalentemente biplano: nel piano dominante prevale nettamente il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior* L.), con individui che raggiungono dimensioni diametriche anche elevate (in alcuni casi oltre 50 cm a 1,30 m), accompagnato da acero montano (*Acer pseudoplatanus* L.), carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), faggio e castagno (*Castanea sativa* Mill.); nel piano dominato si segnalano ciliegio (*Prunus avium* L.), olmo (*Ulmus glabra* Huds.), faggio, carpino nero e ginepro comune (*Juniperus communis* L.). Questa cenosi è stata riferita a un aggruppamento a *Fraxinus excelsior* inquadrato nell'alleanza *Geranio versicoloris-Fagion sylvaticae*. I caratteri identificativi di un bosco vetusto si riscontrano in questo caso solo parzialmente: gli elementi della necromassa, in piedi o a terra, sono per lo più localizzati e non raggiungono, in genere, dimensioni elevate (inferiori a 40 cm a 1,30 m); la rinnovazione è abbondante, ma con netta prevalenza di polloni di origine agamica: è ancora

visibile, infatti, la struttura originaria del ceduo da cui deriva il soprassuolo. Molto frequente è, invece, la presenza di alberi morti in piedi con evidenti segni della presenza di piciformi, che sottolineano l'importanza di questo soprassuolo da un punto di vista faunistico.

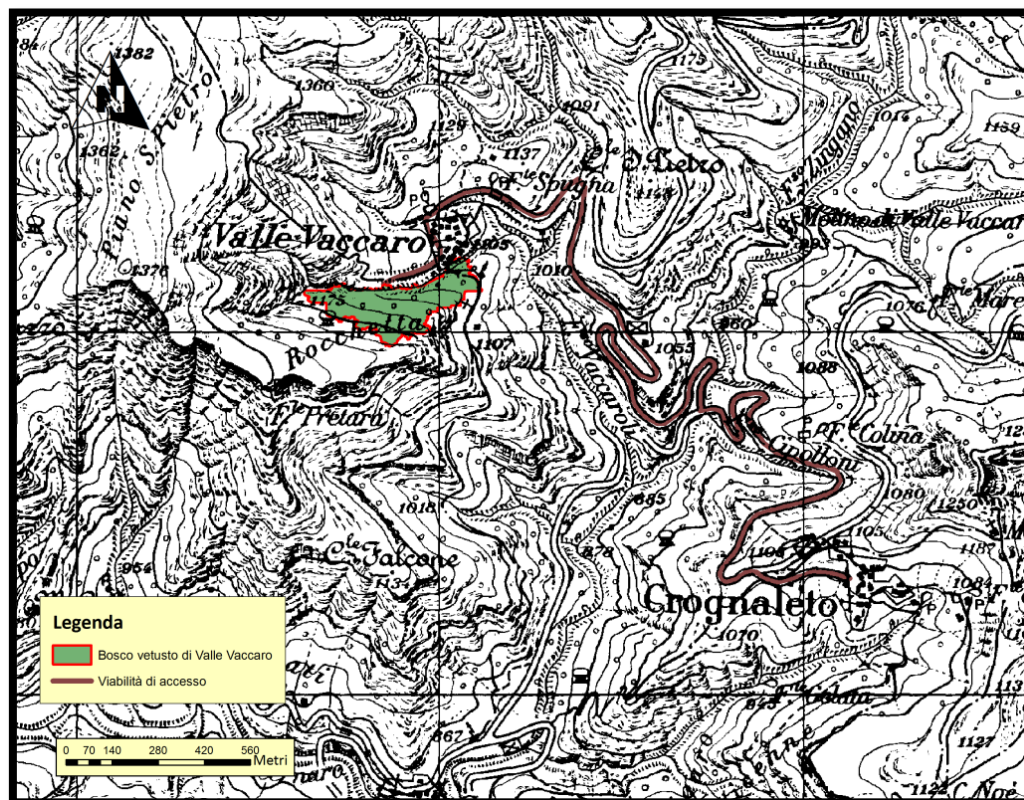


Figura 31: Localizzazione cartografica del bosco di Valle Vaccaro.

III.2.3.1. Protocollo campionario con aree di saggio PRIN 2007

L'area esaminata (Figura 32) è ricoperta da un soprassuolo composto per il 59% da frassini (prevalentemente frassino maggiore e secondariamente orniello), il 20% da aceri (acero montano e acero campestre), il 13% da carpino nero e il 7% da ciliegio (Figura 33). La restante frazione è legata alla presenza di soggetti di faggio, castagno, maggiociondolo e salicone.

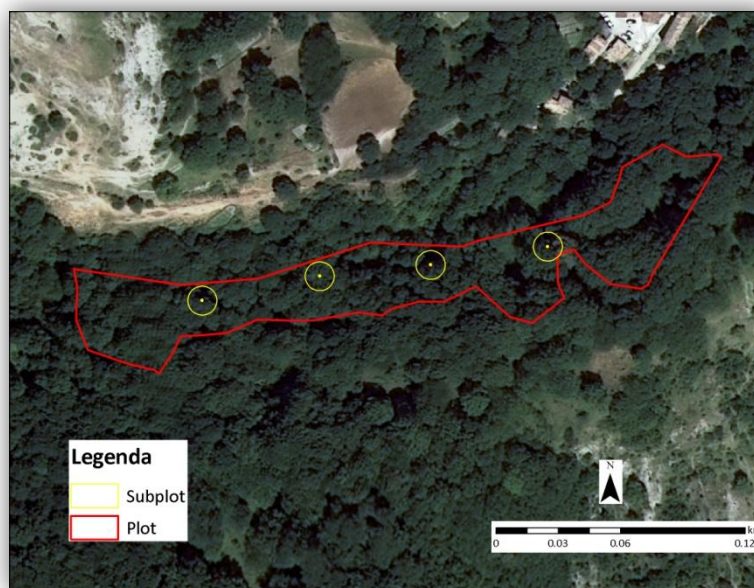


Figura 32: Area PRIN nel frassineto di Valle Vaccaro.

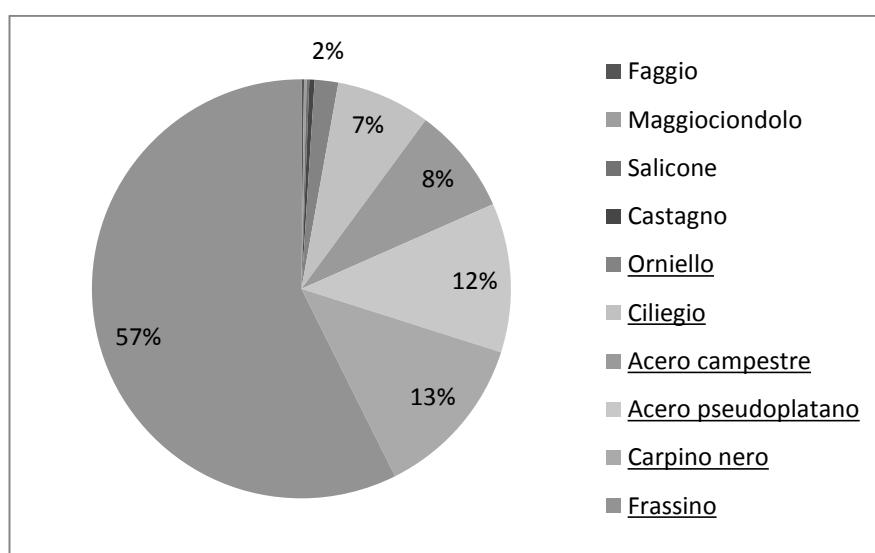


Figura 33: Distribuzione percentuale delle specie presenti nel bosco; nel diagramma sono riportate le percentuali delle specie sottolineate nelle legenda.

La densità del popolamento campionato è di 490 alberi ha^{-1} , di cui solamente il 4% presenta un diametro superiore a 50 cm, con un diametro massimo rilevato pari a 95 cm. La curva di distribuzione diametrica (Figura 34) ha un andamento tipico delle fustaie coetanee con una maggiore frequenza di alberi nelle classi intermedie.

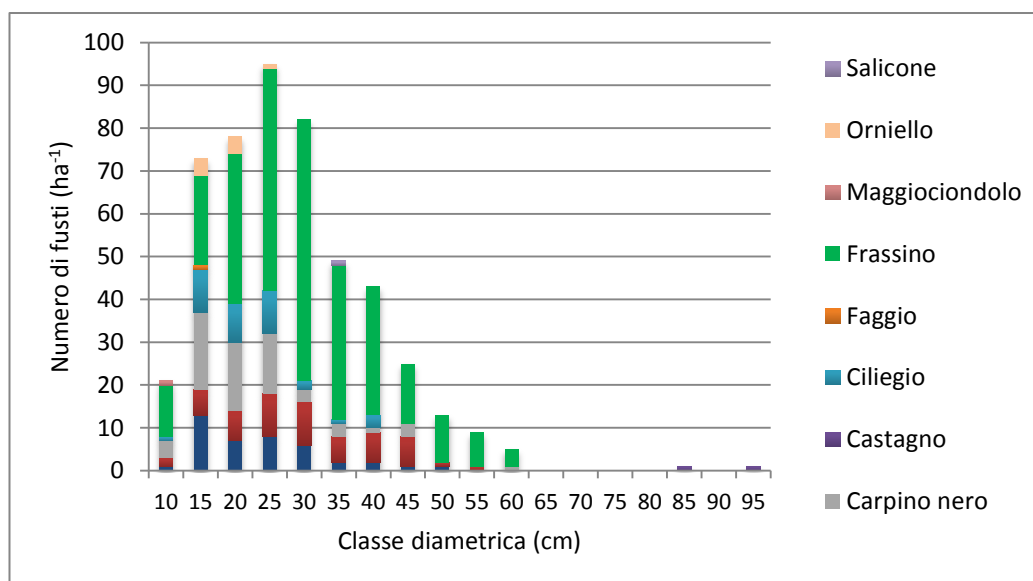


Figura 34: Distribuzione distinta per specie delle frequenze del diametro degli alberi in piedi dell'area PRIN di Valle Vaccaro.

L'altezza dominante è di 26 m mentre l'altezza massima registrata è di 35 m. L'area basimetrica totale è di $36 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e presenta una distribuzione pressochè normale (Figura 35).

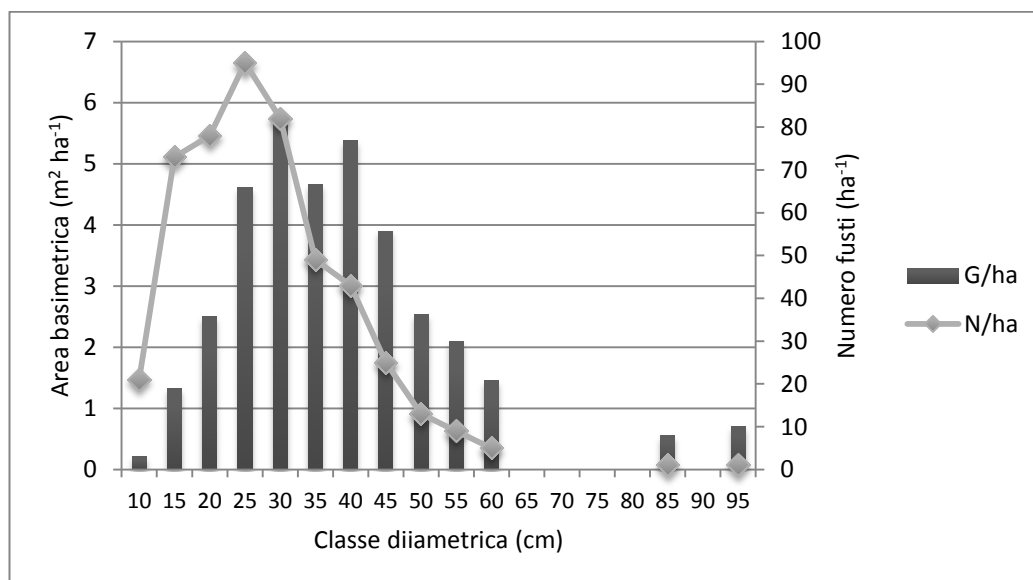


Figura 35: Distribuzione delle frequenze dell'area basimetrica e del diametro degli alberi in piedi dell'area PRIN di Valle Vaccaro.

Il volume complessivo è di $458 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, racchiuso per il 65% in alberi di frassino. La maggiore percentuale di volume si accumula nelle classi diametriche intermedie

mentre le classi maggiori contribuiscono per circa un quinto al volume degli alberi vivi (Figura 36).

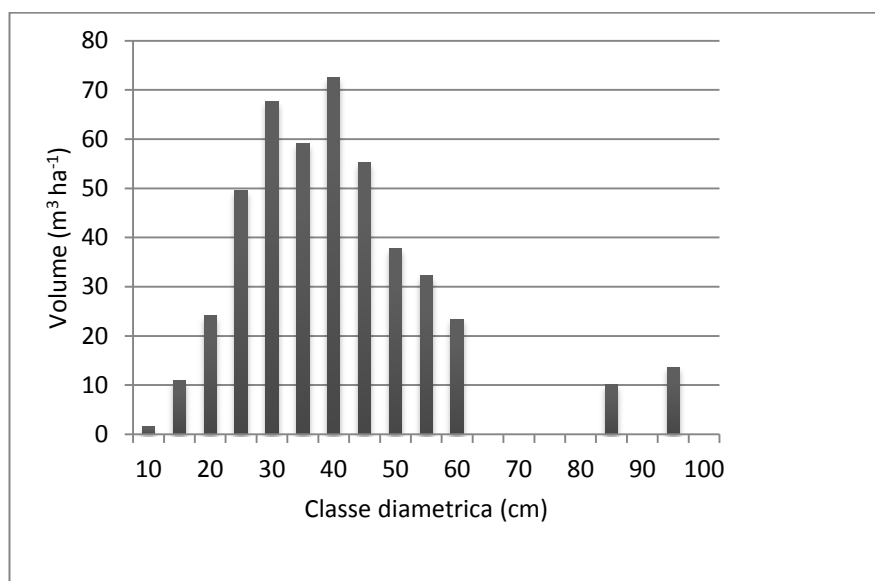


Figura 36: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche dell'area PRIN di Valle Vaccaro.

Nel complesso la necromassa totale ha un volume pari a $9,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, con il 54% appartenente alle componenti a terra (Tabella 19). La componente maggiormente frequente è rappresentata dal CWD (203 elementi ha^{-1}) in cui è racchiuso il 29% del volume della necromassa. La distribuzione della necromassa tra le classi di decomposizione risulta omogenea. Le classi che hanno registrato maggiore incidenza sono la 1 e , in misura leggermente inferiore, 3 (Figura 37).

Tabella 19: Ripartizione della necromassa nelle componenti del legno morto rilevata nell'area PRIN di Valle Vaccaro.

	Volume ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Volume (%)
CWD	2,70	29
Alberi morti a terra	2,28	25
Ceppaie	0,07	1
Snag	1,93	21
Alberi morti in piedi	2,21	24

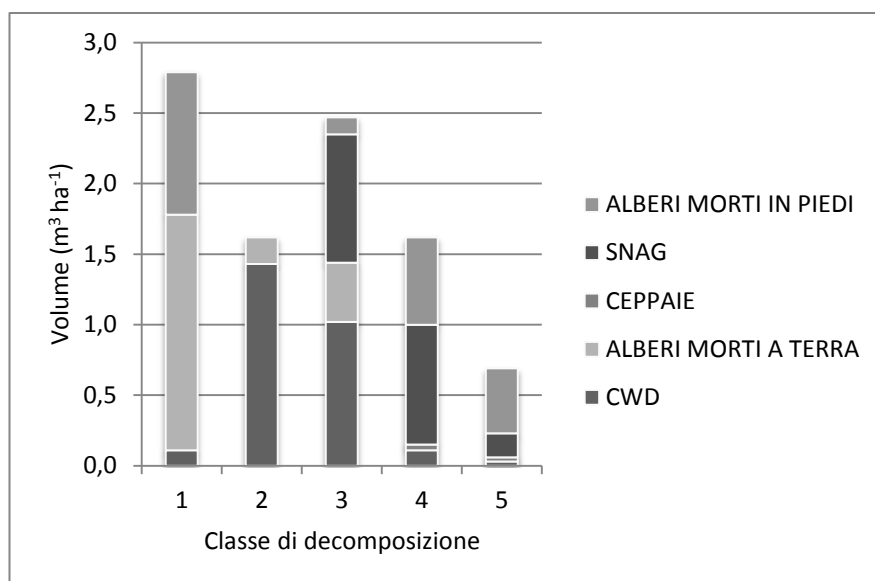


Figura 37: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) dell'area PRIN di Valle Vaccaro.

L'incremento corrente annuo del popolamento è di $4,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Per ciò che concerne la rinnovazione è stata riscontrata, limitatamente a due subplots, la presenza di rinnovazione di acero montano (*Acer pseudoplatanus* L.) di altezza media pari a 50 cm esercitante in entrambi i casi una copertura del 5%. In tutti i subplots è presente uno strato arbustivo composto da biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides* Medik) e sambuco nero (*Sambucus nigra* L.) di altezza media di 3 m, ricoprente in media il 15% della superficie campionata. La lettiera è in ogni caso pressochè continua e di spessore mai superiore al centimetro.

Per l'analisi della struttura orizzontale sono stati esaminati 427 alberi di riferimento (Figura 38). Nel 65% dei casi l'indice di UAI indica una distribuzione del tutto casuale delle osservazioni sul terreno; non mancano comunque casi (16%) con una distribuzione intermedia tra quella casuale e quella a gruppi. Secondo l'indice di mescolanza dendrologica esiste una modesta mescolanza di specie tra gli alberi esaminati. L'indice di dominanza diametrica mette in luce la presenza di situazioni caratterizzate da un'elevata dominanza dimensionale e allo stesso tempo altre in cui questa è assente o limitata. L'indice di distanza dall'albero vicino evidenzia che nella maggior parte dei casi (43%) gli alberi si trovano a distanze inferiori al metro e mai superiori a 8,5 m.

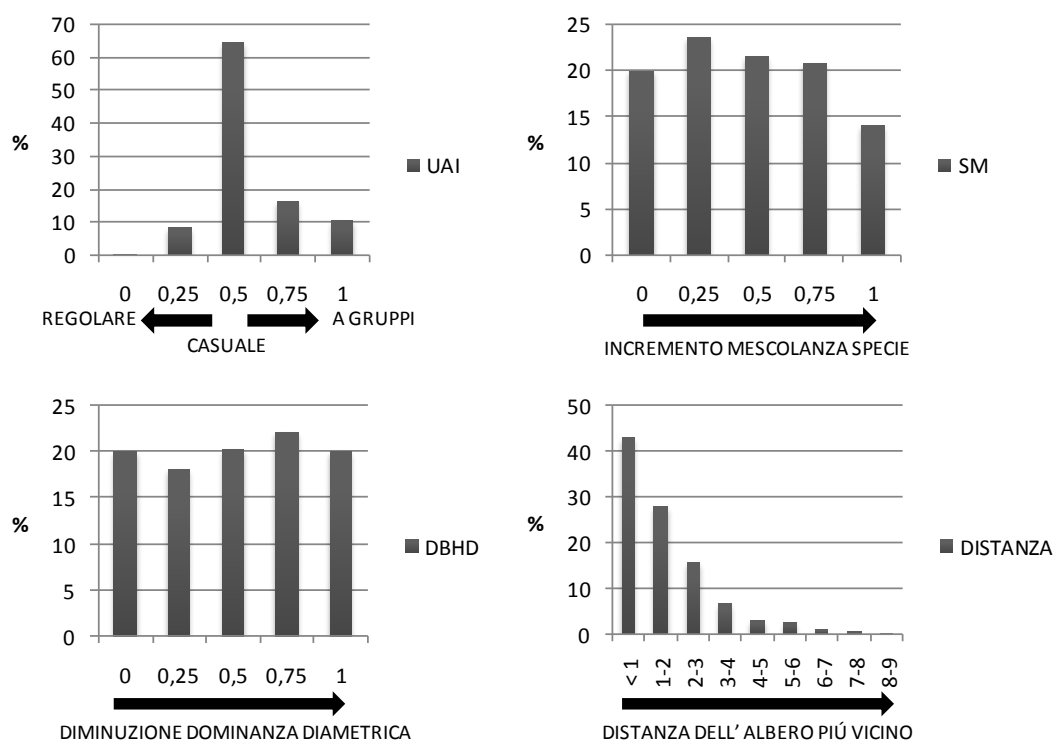


Figura 38: Distribuzione dei valori degli indici strutturali per gli alberi dell'area PRIN di Valle Vaccaro.

III.2.3.2. Protocollo campionario con aree di saggio INFC

Le 3 aree INFC realizzate all'interno del frassineto presentano una densità media di 333 alberi ha^{-1} , con un minimo di 75 e un massimo di 546 alberi ha^{-1} . Dalla curva di distribuzione diametrica si nota che oltre il 60% degli alberi presenta diametri compresi tra 25 e 35 cm e solo l'11% ricade in classi diametriche superiori a 50 cm (Figura 39). I diametri degli alberi non si spingono comunque oltre i 55 cm, registrati solo in una delle aree di saggio (Tabella 20).

Tabella 20: Principali parametri strutturali rilevati nelle 3 aree INFC nel frassineto di Valle Vaccaro

ATTRIBUTI STRUTTURALI	Ads1	Ads2	Ads3	Valore medio
Numero di alberi vivi				
<i>totale (ha^{-1})</i>	546	377	75	333
<i>di diametro > 50 cm (%)</i>	3	0	0	1
<i>di diametro > 70 cm (%)</i>	0	0	25	8
<i>Diametro medio (cm)</i>	31	29	45	35
<i>Diametro massimo (cm)</i>	51	50	55	52
<i>Altezza massima (m)</i>	32	27	32	30
Area basimetrica				
<i>Area basimetrica totale ($m^2 ha^{-1}$)</i>	41,2	24,4	11,8	25,8
<i>Area basimetrica area 4 m ($m^{2h} a^{-1}$)</i>	0,0	1,7	0,0	0,6
<i>Area basimetrica area 13 m ($m^2 ha^{-1}$)</i>	41,2	22,8	11,8	25,3
Volume degli alberi vivi				
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	614,3	315,4	185,8	371,8
<i>Volume area 4 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	19,3	0,0	6,4
<i>Volume area 13 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	614,3	296,1	185,8	365,4
<i>Volume (%) di piante con Dbh $\geq$ 50 cm</i>	12	0	41	17
<i>Volume (%) di piante con Dbh > 70 cm</i>	0	0	0	0
Legno morto				
<i>Volume tot ($m^3 ha^{-1}$)</i>	3,5	2,5	0,4	2,1
<i>Volume area 4 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,4	0,0	0,1
<i>Volume area 13 m ($m^3 ha^{-1}$)</i>	3,5	2,0	0,4	2,0
<i>CWD ($m^3 ha^{-1}$)</i>	2,6	1,5	0,0	1,4
<i>Alberi morti a terra ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ceppaie ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alberi morti in piedi ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,0	1,0	0,0	0,3
<i>Snag ($m^3 ha^{-1}$)</i>	0,9	0,0	0,4	0,4

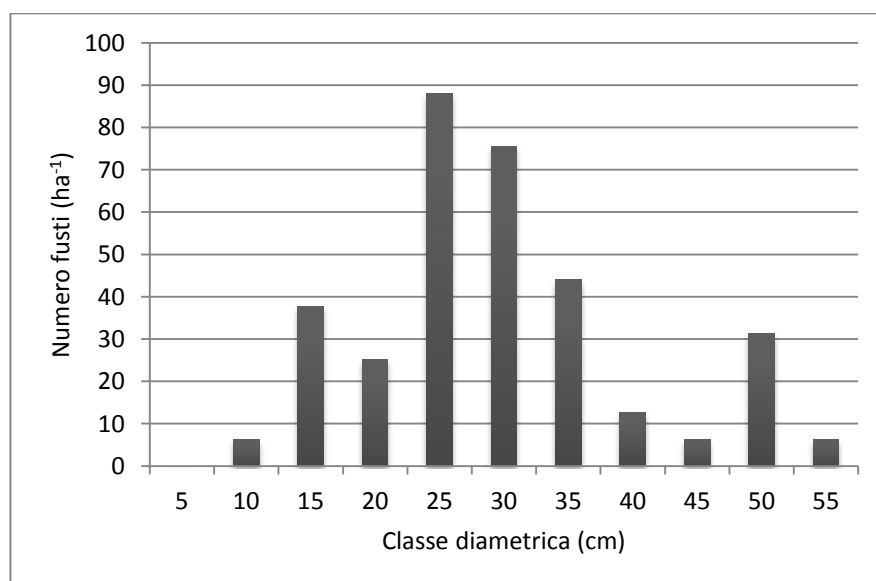


Figura 39: Distribuzione delle frequenze del diametro degli alberi in piedi delle aree INFC di Valle Vaccaro.

L'altezza massima raggiunge mediamente i 30 m. L'area basimetrica varia tra gli 11,8 $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e i 41,2 $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Il volume degli alberi vivi in media è di 371,8 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$, variabile tra 186 e 614 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Il 56% del volume è racchiuso negli alberi appartenenti alle classi intermedie (25–40 cm) (Figura 40).

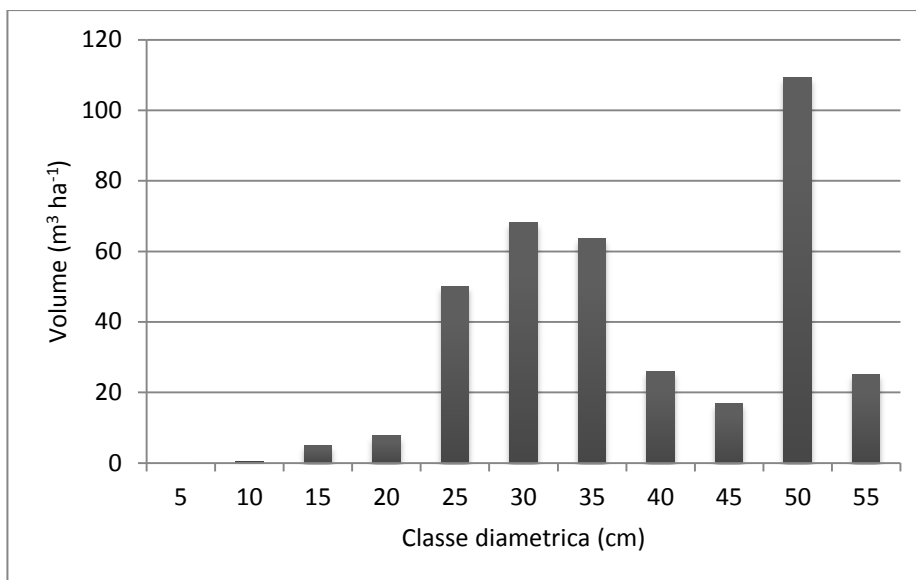


Figura 40: Ripartizione del volume dendrometrico in classi diametriche delle aree INFC di Valle Vaccaro.

La necromassa è rappresentata per il 67% dalla componente CWD che raggiunge un volume medio di 1,5 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$, seguita da 0,3 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e 0,3 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ rispettivamente degli alberi morti in piedi e degli snag. In generale la necromassa appare poco presente nelle aree di saggio selezionate con volumi che non superano i 3,5 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Si tratta di legno morto di piccole dimensioni con elementi che raggiungono al massimo la seconda classe diametrica (Figura 41). La classe di decomposizione predominante è la 3, in cui è ricade oltre il 40% della necromassa, seguita dalle classi 1, 2 e 4 che hanno registrato pari incidenza in tutte le aree rilevate (Figura 42)

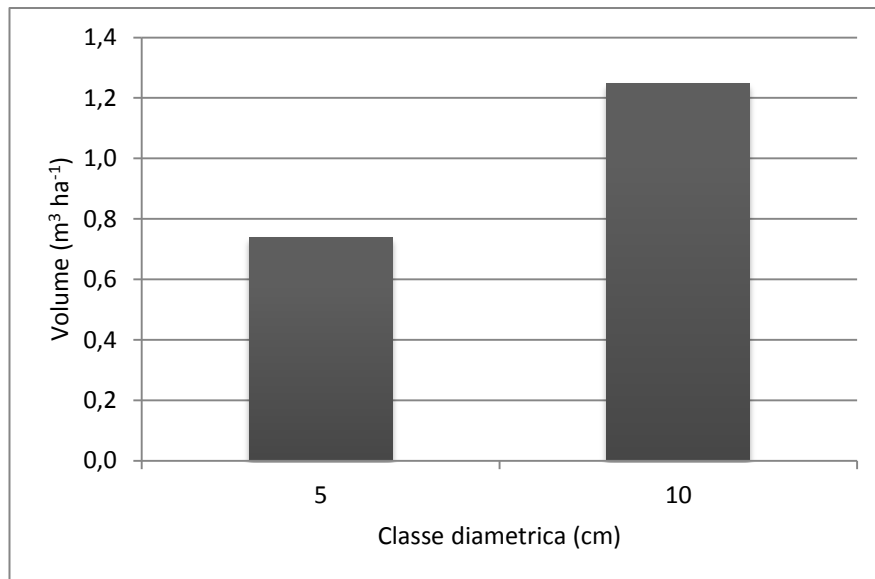


Figura 41: Ripartizione del volume della necromassa in classi diametriche rilevata nelle aree INFC di Valle Vaccaro.

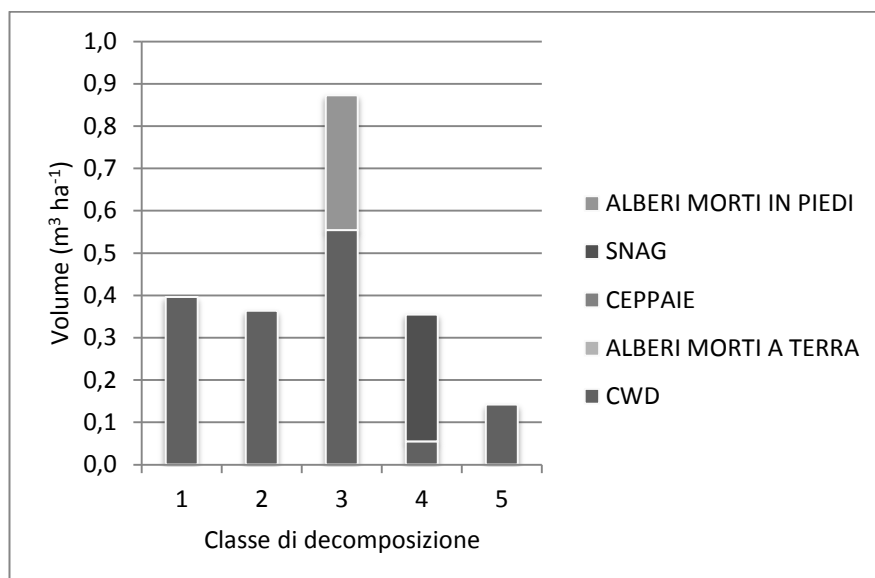


Figura 42: Ripartizione della necromassa nelle cinque classi di decomposizione (Hunter, 1990) rilevata nelle aree INFC di Valle Vaccaro.

III.3. Discussione

L'approccio comunemente adottato per caratterizzare la foresta vetusta implica la valutazione quantitativa e qualitativa di attributi strutturali: il passaggio alla vetustà di una comunità arborea manifesta infatti alcune peculiarità strutturali che, assenti nei popolamenti più giovani, sono utili per riconoscere il raggiungimento di questa condizione.

Prendendo in considerazione le aree PRIN dei tre boschi oggetto di studio, la complessità strutturale tipica delle foreste tardo-successionali è riscontrabile soprattutto in termini di distribuzione orizzontale delle chiome per effetto della presenza irregolare di piccole buche di rinnovazione (Figura 43). La presenza di gap derivanti dagli schianti di singoli individui è una componente fondamentale per garantire la rinnovazione del popolamento. Studi recenti in foreste temperate decidue (Sefidi et al., 2011) dimostrano che la dimensione del gap non incide sulla densità della rinnovazione delle specie dominanti, anche se nelle piccole buche (50 m²) possono essere registrati tassi di sopravvivenza più elevati rispetto a quanto riscontrato all'interno di gap più grandi (600 m²) (Parhizkar et al., 2011).

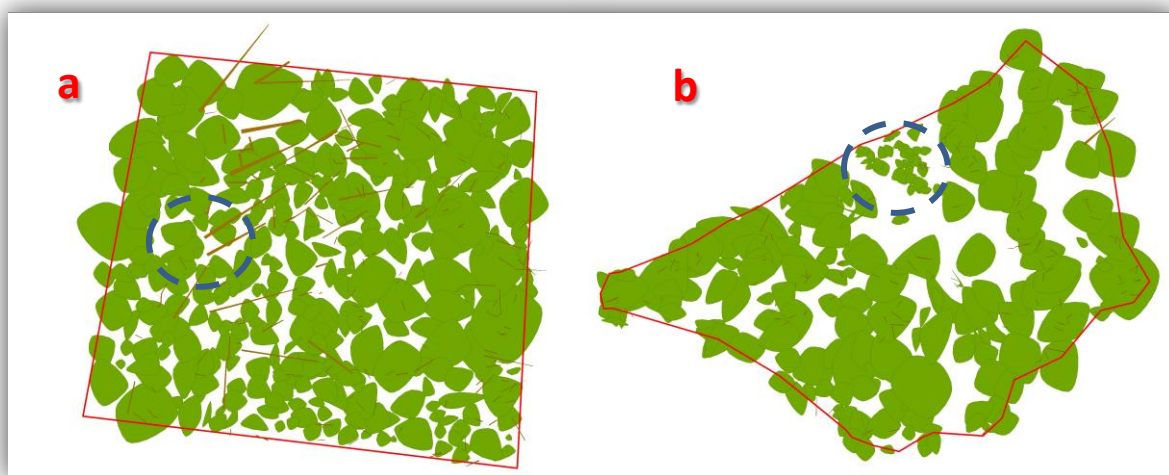


Figura 43: Distribuzione delle chiome e gap di rinnovazione (in linea tratteggiata) nei boschi di Fonte Novello (a) e Aschiero (b).

Nei tre boschi oggetto di studio la distribuzione verticale delle chiome appare invece relativamente omogenea, nonostante un'ampia varietà di strutture individuali che si manifesta in particolare nella diversificazione delle dimensioni diametriche degli individui e nella variabilità dell'architettura delle chiome.

L'area basimetrica a ettaro e la presenza di alberi di grandi dimensioni sono due rilevanti parametri sia perché la presenza di alberi maestosi costituisce spesso l'elemento più significativo dei boschi vetusti, sia per la correlazione con la fase di sviluppo biologico dei singoli individui. In tutte le aree di studio PRIN l'area basimetrica supera la soglia minima individuata per le foreste vetuste di ambienti temperati proposta da Keddy e Drummond (1996), pari a 29 m² ha⁻¹.

Le dimensioni massime dei diametri misurati variano da 95 cm a Valle Vaccaro fino a 150 cm a Fonte Novello; mentre la massima altezza è stata misurata nella faggeta di Fonte Novello (41 m). In ogni caso i valori rilevati nelle faggete e nel frassinetto si trovano all'interno del range stimato per le foreste temperate decidue (25-45 cm per l'altezza e 100 cm di diametro misurato a petto d'uomo) (Peterken, 1996; Greenberg et al., 1997).

La presenza di grandi alberi è particolarmente rilevante in quanto spesso connessa alla diversificazione di nicchie ecologiche utilizzate da molte specie animali e vegetali. Nelle aree PRIN a faggio gli alberi con diametro a petto d'uomo maggiore di 70 cm sono ben rappresentati: mentre a Fonte Novello, pur non superando il minimo di densità stabilito da Nilsson et al. (2002) di 30 alberi a ettaro, rispettano i valori relativi al volume (20–30% del volume totale; Brown et al., 1997), in località Aschiero costituiscono la maggior parte degli alberi e del volume presente. Inoltre, in quest'ultima area, soprattutto in corrispondenza dei fusti di maggiori dimensioni, è stata riscontrata la presenza di cavità: essi costituiscono i cosiddetti “alberi habitat” elemento particolarmente caratterizzante nonché indispensabile alla vita di molte specie animali (Keddy e Drummond, 1996).

A fianco della componente viva, la presenza di elevate quantità di necromassa costituisce un altro elemento altamente diagnostico, segno tangibile dell'abbandono delle attività selvicolturali che lascia la selezione degli individui arborei al solo processo di mortalità naturale (Wolynski, 2001). Una foresta vetusta possiede una necromassa ben differenziata in individui morti in piedi, ancora integri o troncati e nelle varie fasi di degradazione, e detriti legnosi a terra, a cui sono associati determinati valori di densità e di volume. Data l'importanza di questo carattere, negli ultimi anni il legno morto è sempre più considerato come uno strumento per comprendere la fase evolutiva in cui si trova il popolamento stesso, rendendo visibili e interpretabili le caratteristiche ecologico–funzionali possedute in passato e la loro evoluzione nel tempo (Marchetti e Lombardi, 2006; Burrascano et al., 2008). La quantità di necromassa varia notevolmente tra le tre aree PRIN: a Aschiero e a Valle Vaccaro si mantiene intorno a valori nettamente inferiori al range individuato per le foreste vetuste di ambiente temperato ($50\text{--}200\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$; Travaglini et al., 2007), mentre il bosco di Fonte Novello, con i suoi $89\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, rientra pienamente in questo intervallo e non si discosta molto dai risultati ottenuti in altri siti vetusti di ambiente mediterraneo (Lombardi et al., 2010). Rapportata al volume totale, la necromassa rappresenta rispettivamente il 4% e l'8% per le faggete di Aschiero e Fonte Novello, come stimato per i boschi italiani (4% secondo Wolynski, 2001), mentre per il frassinetto non supera il 2% del volume totale rilevato. L'importanza di questa caratteristica risiede nel ruolo cruciale che essa possiede non solo nel garantire la

sopravvivenza di rare specie vegetali e animali, legate al ciclo di decomposizione del legno, ma anche perché la degradazione dei detriti legnosi favorisce i processi pedogenetici e il mantenimento della fertilità dei suoli. La necromassa rilevata all'interno delle aree PRIN, seppure in misura diversa, è presente in tutti e tre i boschi oggetto d'indagine in forma sia di materiale morto in piedi che di frammenti o fusti a terra anche di grandi dimensioni. La componente a terra è sempre prevalente e ad Aschiero rappresenta circa il 70% della necromassa totale, in accordo con altre indagini effettuate nell'area mediterranea (Lombardi et al., 2010). Nelle faggete il maggior contributo alla necromassa a terra in termini di volume è dato dagli alberi morti (33% a Fonte Novello, 51% ad Aschiero), mentre nel frassinetto i frammenti legnosi contribuiscono in maniera leggermente superiore rispetto ai fusti interi.

Oltre alla quantificazione e alla qualificazione delle diverse componenti, il grado di decomposizione del legno morto assume particolare rilevanza per comprendere il ruolo che il legno morto svolge complessivamente nella conservazione della biodiversità nei diversi stadi evolutivi. Il grado di decomposizione sembra infatti influenzare le funzioni svolte e gli organismi ospitati dalla necromassa (Motta et al., 2006). Recenti indagini in ambiente mediterraneo hanno evidenziato una correlazione tra il numero di classi di decomposizione, espressione dell'assenza prolungata di disturbi, e la ricchezza di specie delle foreste vetuste (Burrascano et al., 2008).

Nelle aree di studio PRIN sono rappresentate tutte le cinque classi di decadimento previste nella classificazione Hunter (1990) all'interno delle quali si registra un ampio range dimensionale tra le diverse componenti del legno morto. Nella faggeta di Fonte Novello e nel frassinetto la distribuzione della necromassa tra le cinque classi considerate risulta più omogenea e il maggior volume si registra rispettivamente nella classe 3 e nella classe 1. In particolare, per Fonte Novello emerge la prevalenza di stadi decompositivi in classe 3 anche nelle aree INFC, per le quali risultano invece quasi del tutto assenti le classi più elevate di decadimento. Per la classe 1, quindi per gli alberi morti più di recente, è importante notare nel frassinetto l'elevata presenza di alberi morti in piedi a dimostrazione che le modificazioni compositive e strutturali del bosco, dal momento in cui sono terminati gli interventi, sono ancora a uno stadio iniziale. Nella faggeta di Aschiero, invece, la maggior quantità di necromassa si concentra nella classe 2, in particolar modo per la necromassa a terra, caratterizzata quindi da un legno decomposto solo superficialmente ma ancora intatto al suo interno e con corteccia staccata e in parte caduta. Rilevante nelle aree INFC è la presenza di CWD e alberi morti in piedi in uno stadio di decomposizione più avanzato (3): essi presentano gran parte del fusto decomposto per parecchi centimetri, mostrando probabile segni di

debolezza strutturale anche in tempi relativamente non recenti. Sono presenti infatti in maniera più o meno diffusa su tutta l'area campionata alberi in piedi con elevato grado di marcescenza interno che fanno desumere un incremento numerico di "alberi habitat". Sono invece quasi del tutto assenti classi elevate di decadimento, ad eccezione di qualche ceppaia e detrito a terra quasi completamente decomposti, dimostrando una passata asportazione delle componenti legnose naturalmente presenti. La presenza di legno morto di dimensioni diametriche elevate sembra essere un fattore caratterizzante soprattutto l'ambiente della faggeta dove sono stati registrati alberi morti con diametro a 1,30 m anche oltre 70 cm.

Le caratteristiche strutturali dei boschi indagati sono strettamente relazionate con lo stadio di sviluppo. L'identificazione di fasi o stadi successivi del ciclo forestale attraverso modelli elaborati a scala di popolamento può risultare utile per schematizzare la dinamica in atto e poter operare un confronto tra situazioni differenti (Bormann e Likens, 1979; Oldemann, 1990; Oliver e Larson, 1996; Emborg et al., 2000; Franklin et al., 2002; Frelich, 2002). Si tratta comunque di suddivisioni arbitrarie dal momento che la dinamica in atto è continua nel tempo e molti processi coinvolti proseguono nel corso dell'intero ciclo.

La faggeta di Fonte Novello si trova nella fase di sviluppo che può essere definita di "transizione demografica" (*demographic transition*) secondo la classificazione utilizzata in America settentrionale (Frelich, 2002) in cui il suo maestoso aspetto di fustaia prevalentemente coetaneiforme è interessato da processi di decadimento della volta forestale. Ciò comporta il passaggio da una a più coorti nella copertura arborea, caratterizzata da una distribuzione diametrica dei fusti arborei di tipo bimodale, con un picco di frequenze di distribuzione nelle classi diametriche più grandi e un altro picco, di neoformazione, nelle classi diametriche più piccole. In questo stadio il bosco inizia ad assumere la fisionomia e le caratteristiche di foresta vetusta e si possono riscontrare ondate di mortalità causate dal raggiungimento della senescenza nello stesso periodo da parte di più alberi. Sebbene la maggior parte della biomassa sia concentrata negli individui di grandi dimensioni (diametro > 50 cm), la biomassa totale è destinata a decrescere fino a raggiungere un livello di quasi-equilibrio, man mano che gli eventi di disturbo faranno evolvere la struttura verso lo stadio multicoorte (Shungart e West, 1981). In assenza di disturbi di grande estensione e intensità, la dinamica forestale appare guidata soprattutto da disturbi a scala di dettaglio che interessano il singolo albero o piccoli gruppi.

La struttura della faggeta di Aschiero nel suo complesso è disetanea. Accanto ai fusti di grosse dimensioni si hanno gruppi di alberi più piccoli, soprattutto in corrispondenza dei vuoti nella copertura susseguenti a schianti. Le caratteristiche strutturali del popolamento e la necromassa

appaiono tipiche delle fasi più mature della dinamica forestale e fanno sì che la faggeta possa essere considerata vetusta per struttura e biomassa. In particolare, la distribuzione diametrica degli alberi vivi in classi di 5 cm può essere descritta da una curva di tipo sigmoideale–ruotato, tipica delle foreste vetuste e ben rappresentata da una polinomiale di terzo ordine in seguito alla trasformazione logaritmica dei dati di ordinata (Figura 44; Goff e West, 1975; Alessandrini et al., 2011).

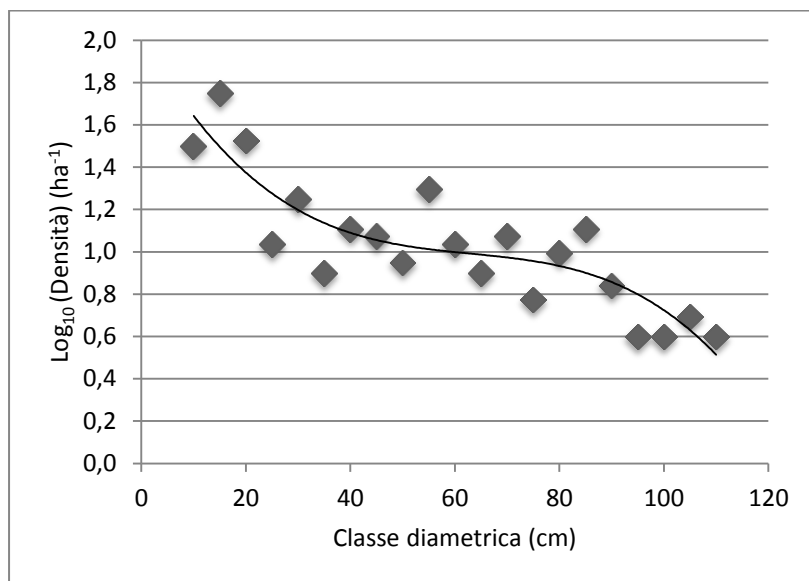


Figura 44: Distribuzione del logaritmo decimale del numero di alberi a ettaro per classi diametriche di 5 cm interpolata con una polinomiale di terzo grado nella faggeta di Aschiero.

La derivazione della sigmoideale–ruotata è molto complessa essendo il risultato delle dinamiche di reclutamento, crescita e morte (Coomes et al., 2003). Nelle foreste vetuste i tassi di mortalità e di accrescimento possono variare molto nelle diverse classi diametriche (Piovesan et al., 2005). La curva di mortalità in funzione del diametro assume spesso una tipica forma a U (Goodburn e Lorimer, 1999): gli alberi di piccole dimensioni, posizionate nello strato inferiore, muoiono a causa della competizione asimmetrica della luce (autodiradamento); le classi diametriche intermedie, grazie alla posizione sociale più favorevole, presentano minori tassi di mortalità (Goff e West, 1975); infine, le classi diametriche maggiori, composte dagli alberi più alti e più vecchi con chioma molto espansa, sono di fatto le più vulnerabili agli eventi di disturbo naturale (vento, neve, galaverna, parassiti, siccità), che ne possono determinare la morte. La faggeta di Aschiero mostra dunque una struttura più evoluta assimilabile alla fase di sviluppo definita di *old growth* secondo la classificazione utilizzata da Oliver e Larson (1996) o di *multi-aged* da Frelich (2002). Questa fase è caratterizzata molto spesso da una distribuzione

diametrica sigmoidale-ruotata dei fusti arborei, elevata quantità di biomassa, elevata quantità di legno morto, singoli individui o gruppi di alberi di grandi dimensioni, struttura pluristratificata con presenza di nuclei di rinnovazione.

Il frassinetto di Valle Vaccaro rappresenta un esempio di bosco misto di latifoglie termofile e mesofile del piano sub-montano. L'area non è più interessata da interventi selvicolturali da ormai circa 50 anni; l'influenza delle attività antropiche è da considerarsi trascurabile, mentre l'evoluzione del bosco segue da decenni le dinamiche evolutive naturali. Questo ha favorito un sensibile incremento della diversità strutturale che spazialmente è molto variabile sia in senso verticale che in senso orizzontale presentando spesso una complessa stratificazione della volta arborea, mai monoplana. In un'area così limitata è di notevole interesse la compresenza di almeno dieci specie arboree, soprattutto se raffrontata alla realtà dei boschi italiani, dove anche in aree forestali di notevole valenza naturalistica e lasciate all'evoluzione naturale, la diversità raramente raggiunge valori così elevati. La gestione passata ha favorito, grazie alla continue aperture nella copertura, l'ingresso di numerose latifoglie che oggi affiancano gli alberi di frassino maggiore, specie di particolare pregio e elevato valore floristico. D'altra parte è comprensibile che non sia particolarmente elevata la densità di alberi al di sopra di una certa soglia dimensionale, in quanto il bosco non è indisturbato da un lungo tempo. La struttura del frassinetto è quindi il risultato di un accentuato disturbo antropico passato derivante dalla vicinanza al centro abitato e allo stesso tempo di un abbandono colturale prolungato che ne ha permesso l'evoluzione sotto il prevalente effetto di dinamismi interni al sistema. Nonostante il relativamente breve periodo in cui questo popolamento è stato lasciato evolvere naturalmente, il frassinetto rappresenta un esempio di evoluzione naturale di una determinata tipologia di bosco, unica all'interno del PNGSML, e può costituire un importante punto di riferimento per lo studio della dinamica dei popolamenti forestali. Il ritorno del faggio, che in alcune aree rappresenta l'unica specie dominante nello strato della rinnovazione, indica la naturale evoluzione dell'area verso una vegetazione diversa, favorita da condizioni di maggiore illuminazione del suolo in seguito a tagli passati. È evidente come il sito sia localizzato infatti nell'areale tipico della faggeta, nonostante la quota non sia particolarmente elevata.

Negli accordi internazionali su cambiamento climatico-biodiversità-desertificazione, i boschi vetusti e i popolamenti che, in Italia, grazie all'abbandono prolungato delle pratiche selvicolturali dello scorso secolo presentano caratteri di maggiore naturalità, assumono un ruolo importante anche come sistemi modello per la conservazione della biodiversità (vedi Parte I).

Le variabili, basate sulle caratteristiche strutturali del popolamento, calcolate per i tre boschi vetusti sono indicatori di biodiversità (McElhinny, 2005a; vd. § III.1.7).

Dal confronto statistico tra le variabili calcolate per le aree PRIN e le stesse per le aree INFC di ogni bosco vetusto esaminato risulta che alcune differiscono in maniera significativa tra i due protocolli di rilevamento (Tabella 21).

Tabella 21: Variabili strutturali significativamente differenti (ANOVA; $p < 0,05$) nelle aree PRIN e INFC dei tre boschi vetusti.

Variabili strutturali	PRIN			INFC					
	Aschiero	Valle Vaccaro	Fonte Novello	Aschiero		Valle Vaccaro		Fonte Novello	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max
Numero classi diametriche	21	14	20	7	9	4	8	7	13
Range diametrico	102	85	141	62	78	27	41	45	125
Numero specie	40	55	30	14	32	23	42	10	24
Quadratic mean diameter (cm)	49	31	44	11	18	7	10	6	23
D _{medio} – Alberi morti a terra (cm)	51	27	33	0	0	0	0	27	85
D _{medio} – Ceppaie (cm)	66	29	34	0	0	0	0	31	31
Altezza media – Snags (m)	2	5	6	0	3	2	6	0	6
Altezza media – Alberi morti in piedi (m)	21	13	16	0	6	0	6	2	18
Altezza media – Ceppaie (m)	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0,1
Lunghezza media – Alberi morti a terra (m)	18	19	22	0	0	0	0	11	22
Massima classe di decomposizione	5	5	5	3	4	3	5	3	5
Numero classi di decomposizione	5	5	5	2	3	1	3	2	5

Dalla tabella si nota che il *numero di classi diametriche* misurato dal rilievo PRIN è maggiore di quello individuato tramite le aree INFC in tutti e tre i boschi. Nel caso di Aschiero, nelle quattro aree INFC non compaiono mai alberi appartenenti alle classi dei 30, 95 e 100 cm. La mancanza di informazione nei confronti di queste ultime si ripercuote sulla curva di

distribuzione diametrica. Se si considera infatti la curva di distribuzione delle frequenze dei diametri derivante dal rilievo INFC (Figura 27) il popolamento appare disetaneo a gruppi e fornisce una descrizione della struttura del bosco differente rispetto a quella derivante dal rilievo PRIN (Figura 23). Nel bosco di Fonte Novello la curva di distribuzione diametrica per le aree INFC è assimilabile a quella di un popolamento disetaneo (Figura 17), affianco ad una distribuzione prettamente coetaneiforme per gli alberi nell'area PRIN (Figura 13). Per Valle Vaccaro, le curve di distribuzione diametrica differiscono in particolare nel valore mediano dei diametri rilevati (Figura 35 e Figura 39).

Il *range diametrico*, inteso come differenza tra il diametro massimo e minimo misurati, viene poco apprezzato nelle aree INFC di Valle Vaccaro e Aschiero.

L'assenza di alcune *specie* nelle aree INFC è legata all'elevata eterogeneità ambientale riscontrata all'interno dei poligoni vetusti.

La dimensione media delle alberi vive è stata quantificata in termini di *Quadratic mean diameter*:

$$dbh_Q = \sqrt{\frac{\sum dbh^2}{N}}$$

dove N rappresenta il numero a ettaro degli alberi vivi rilevati nelle aree PRIN e INFC.

I risultati ottenuti dal rilievo INFC sono nettamente inferiori rispetto a quelli registrati nelle aree PRIN, in cui ad esempio il dbh_Q di Aschiero è quasi 3 volte maggiore di quello riscontrato in una delle rispettive aree INFC.

Le restanti variabili sono collegate alla componente morta dei tre boschi.

In particolare, non sono stati rilevati all'interno delle aree INFC di Aschiero e Valle Vaccaro alberi interi a terra. Questo determina una differenza statisticamente significativa tra le aree INFC e PRIN in corrispondenza delle variabili che misurano il *diametro medio* e la *lunghezza media degli alberi morti a terra*. Per Fonte Novello gli alberi morti a terra compaiono all'interno di tre aree INFC con un diametro medio massimo due volte più grande di quello dell'area PRIN e una lunghezza media che eguaglia a volte quella misurata nell'area da un ettaro.

Le ceppaie riscontrate nell'area PRIN, il cui diametro medio raggiunge valori di 66 cm nella faggeta di Aschiero, non compaiono nel rilievo INFC di Aschiero e Valle Vaccaro. Solo per Fonte Novello, il *diametro medio delle ceppaie* registrato in una delle aree INFC è simile a quello rilevato nell'area da un ettaro anche se l'*altezza media* è pari a un quarto di quella dell'area PRIN.

Gli snags sono presenti in una sola area INFC di Aschiero con un'altezza media che supera di poco quella rilevata nell'area PRIN. Stessa situazione per Fonte Novello dove l'*altezza media degli snags* è uguale tra le differenti aree, mentre a Valle Vaccaro due aree INFC sono caratterizzate dalla presenza di snags con altezze simili a quelle registrate all'interno dell'area PRIN.

Scarsa presenza anche di alberi morti in piedi nelle aree INFC di Aschiero e Valle Vaccaro dove, in generale, risultano mediamente più bassi di quelli campionati nelle relative aree PRIN. Solo nel bosco di Fonte Novello l'*altezza media degli alberi morti in piedi* rilevati in una delle aree INFC supera i 16 m di quella dell'area da un ettaro.

La diversità del legno morto può essere misurata dalla relativa abbondanza delle sue componenti nelle diverse classi di decomposizione. Il grado di decadimento permette di comprendere pienamente il ruolo che la necromassa svolge complessivamente nella conservazione della biodiversità nei diversi stadi evolutivi. La presenza di tutte e cinque le classi di decomposizione è un indicatore della presenza di faune specializzate e rare di insetti saproxilici (Mason, 2002). Considerare il *numero delle classi di decomposizioni* rilevato nelle aree INFC comporterebbe a una sottostima delle effettive potenzialità predittive di biodiversità di tre boschi. Differenze statisticamente significative sono state riscontrate anche nei confronti della *massima classe di decomposizione* che in alcune aree INFC di entrambi i boschi non superava la classe 3.

In definitiva, le differenze riscontrate nei confronti di variabili particolarmente legate alla complessità strutturale di un popolamento vetusto e calcolate con un diverso approccio campionario evidenziano una probabile influenza della dimensione dell'area di campionamento sul rilievo. Valutare un popolamento sulle base di variabili strutturali è importante ai fini gestionali (McElhinny, 2005b) e fornisce indicazioni anche sulla selvicoltura da adottare in formazioni non vetuste seguendo quelli che sono i criteri di sostenibilità. È dunque indispensabile sviluppare una metodologia di campionamento idonea al popolamento considerato capace di catturare al massimo tutte le variabili utili alla sua caratterizzazione.

Nel capitolo seguente viene affrontato il problema con una sperimentazione in merito.

PARTE IV

IV.1. Effetto della dimensione dell'area di saggio sulla distribuzione diametrica nei boschi vetusti del PNGSML

La distribuzione diametrica è un fondamentale indicatore ecologico di un popolamento forestale, in particolare della sua struttura dimensionale (o somatica) e, entro certi limiti, cronologica. Il diametro del fusto, infatti, è un parametro di semplice e rapida misurazione e, normalmente, è correlato con altri parametri dimensionali della pianta. Tali relazioni, benché siano soggette a variazioni a livello di singola pianta, a causa di fattori genetici, micro-ambientali e specie-specifici, mostrano regolarità statistiche a livello di comunità (Niklas et al., 2003). Ad esempio, la distribuzione diametrica può essere utilizzata per indicare se la densità degli alberi di piccole dimensioni è sufficiente a sostituire l'attuale popolazione di alberi grandi. Pertanto, è utile a valutare la sostenibilità potenziale della foresta basandosi sulla sua struttura (Rubin et al., 2006).

Nel caso delle foreste vetuste, il modello comunemente utilizzato per descrivere la distribuzione degli alberi è la curva sigmoideale-ruotata (vedi Parte I) in cui il picco di distribuzione si sposta gradualmente verso diametri inferiori a causa della crescita di nuove piante e, allo stesso tempo, al decadimento di quelle più grandi.

Recenti studi (Westphal et al., 2006; Alessandrini et al., 2011) hanno peraltro specificato che le foreste vetuste di faggio sono perlopiù caratterizzate dalla curva di tipo sigmoideale ruotata. Ampliare lo spettro di indagine a realtà forestali simili ma pur sempre differenti per caratteristiche bioclimatiche, ecofisiologiche e storico-evoluzionistiche, fornisce un contributo fondamentale alla conoscenza delle dinamiche strutturali di boschi da tempo sottratti a interventi di natura antropica.

Al fine di determinare l'area minima di campionamento necessaria a ottenere una rappresentazione convincente della struttura orizzontale di un bosco vetusto, è stato sviluppato un metodo che consiste nell'aggregazione progressiva delle aree di saggio e successivamente nella determinazione della curva che si adatta meglio alla distribuzione del numero degli alberi presenti nelle aree a superficie crescente.

La superficie per la quale il modello di distribuzione degli alberi raggiunge un coefficiente di determinazione elevato può essere utilizzata per determinare il requisito minimo di campionamento per il tipo di foresta studiata.

Il modello è stato applicato separatamente ai boschi di Aschiero e di Fonte Novello utilizzando i dati relativi alle rispettive aree PRIN e INFC. Partendo da una superficie minima di 0,053 ha, le

aree INFC e PRIN sono state aggregate progressivamente in tutte le possibili k (con $k = 5$ in Aschiero e $k = 13$ in Fonte Novello) combinazioni senza ripetizione fino a una superficie massima corrispondente alla somma di tutte le aree di campionamento censite in quel determinato bosco.

La distribuzione diametrica è stata costruita usando classi di diametro di 5 cm a partire da 7,5 cm. È stata utilizzata una scala logaritmica per il numero di alberi a ettaro e la linea di tendenza impiegata per fittare la distribuzione di ogni combinazione di aree di saggio è stata la polinomiale di terzo ordine. Al fine di permettere l'analisi anche nel caso di classi con numerosità pari a zero, è stata aggiunta una unità a tutti i valori del numero di alberi a ettaro prima della trasformazione logaritmica.

Per la faggeta di Aschiero sono state prese in considerazione le 4 aree INFC di superficie unitaria pari a 0,053 ha e l'area PRIN di 1 ha (vedi Parte III). La distribuzione diametrica è stata studiata incrementando progressivamente l'area di campionamento minima di 0,053 ha fino a una superficie massima di 1,21 ha.

Per la faggeta di Fonte Novello sono state considerate le 12 aree INFC e l'area PRIN (vedi Parte III). A partire dall'area minima di 0,053 ha si è arrivati ad una superficie massima di 1,636 ha per aggregazione successiva.

Osservando i risultati (Figura 45) si nota che per la faggeta di Aschiero la curva, al progressivo aumento della superficie dell'area di campionamento, arriva a meglio approssimare una sigmoide rovesciata in corrispondenza di una superficie pari a un ettaro ($R^2 = 0,75$).

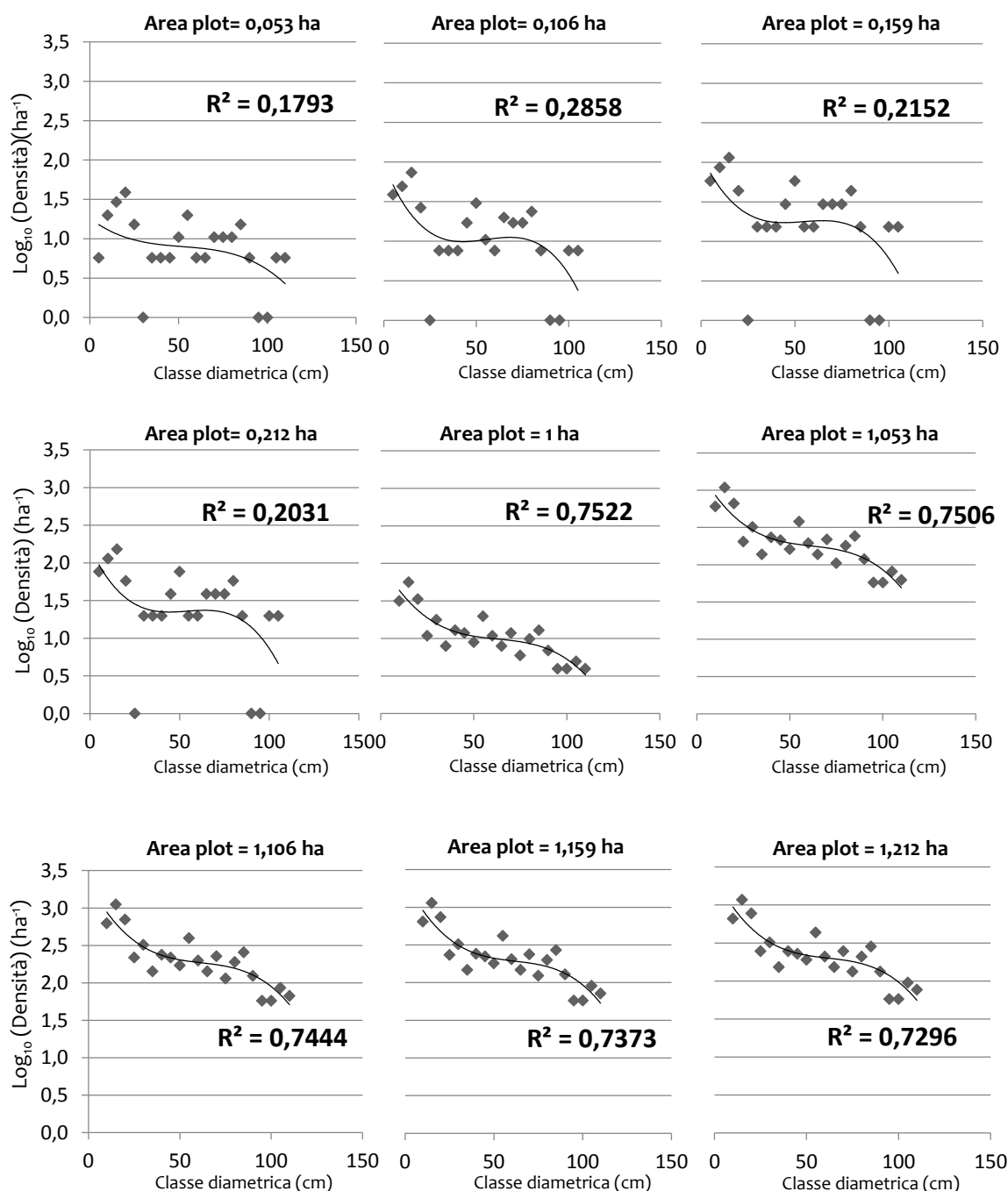
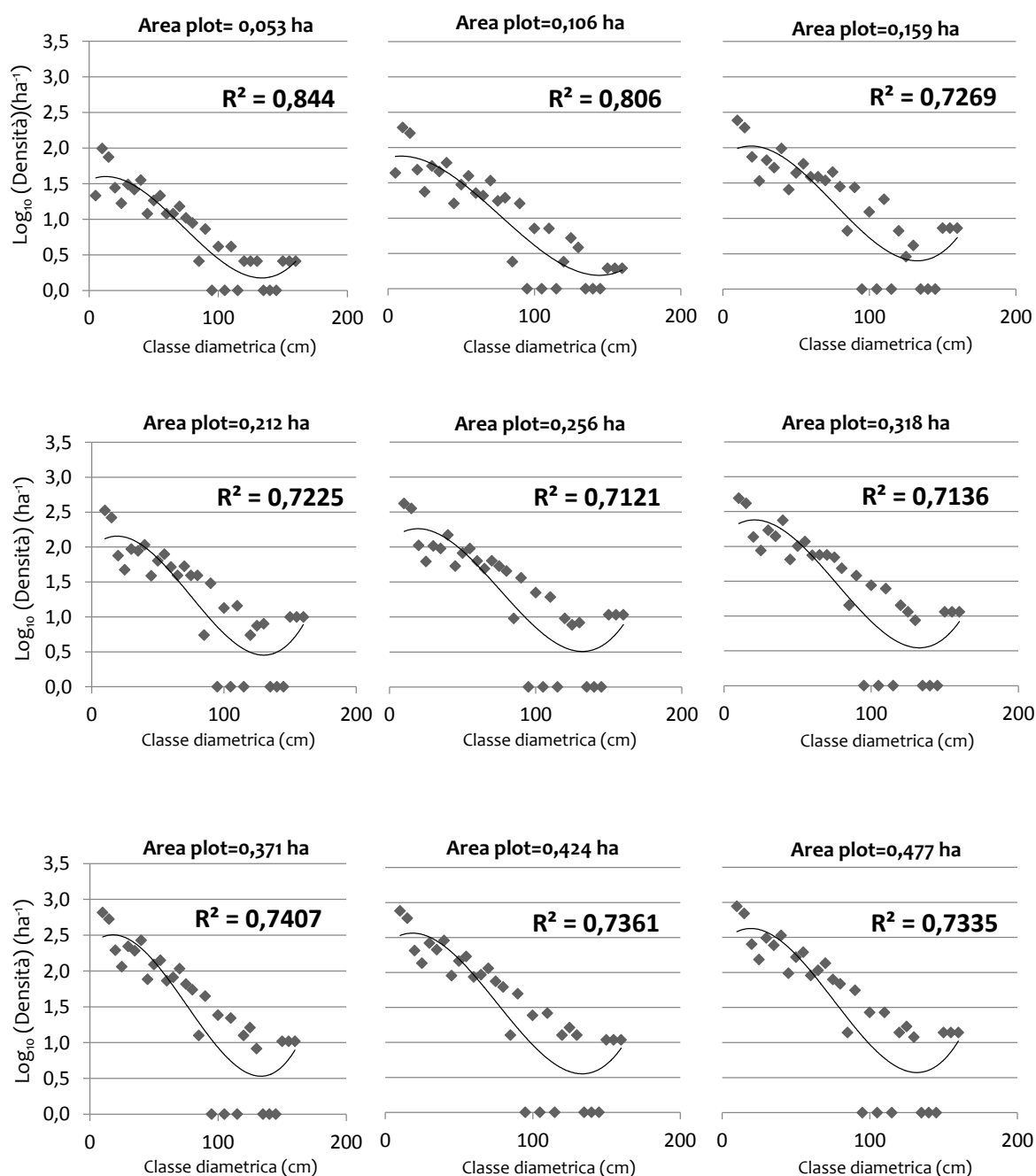
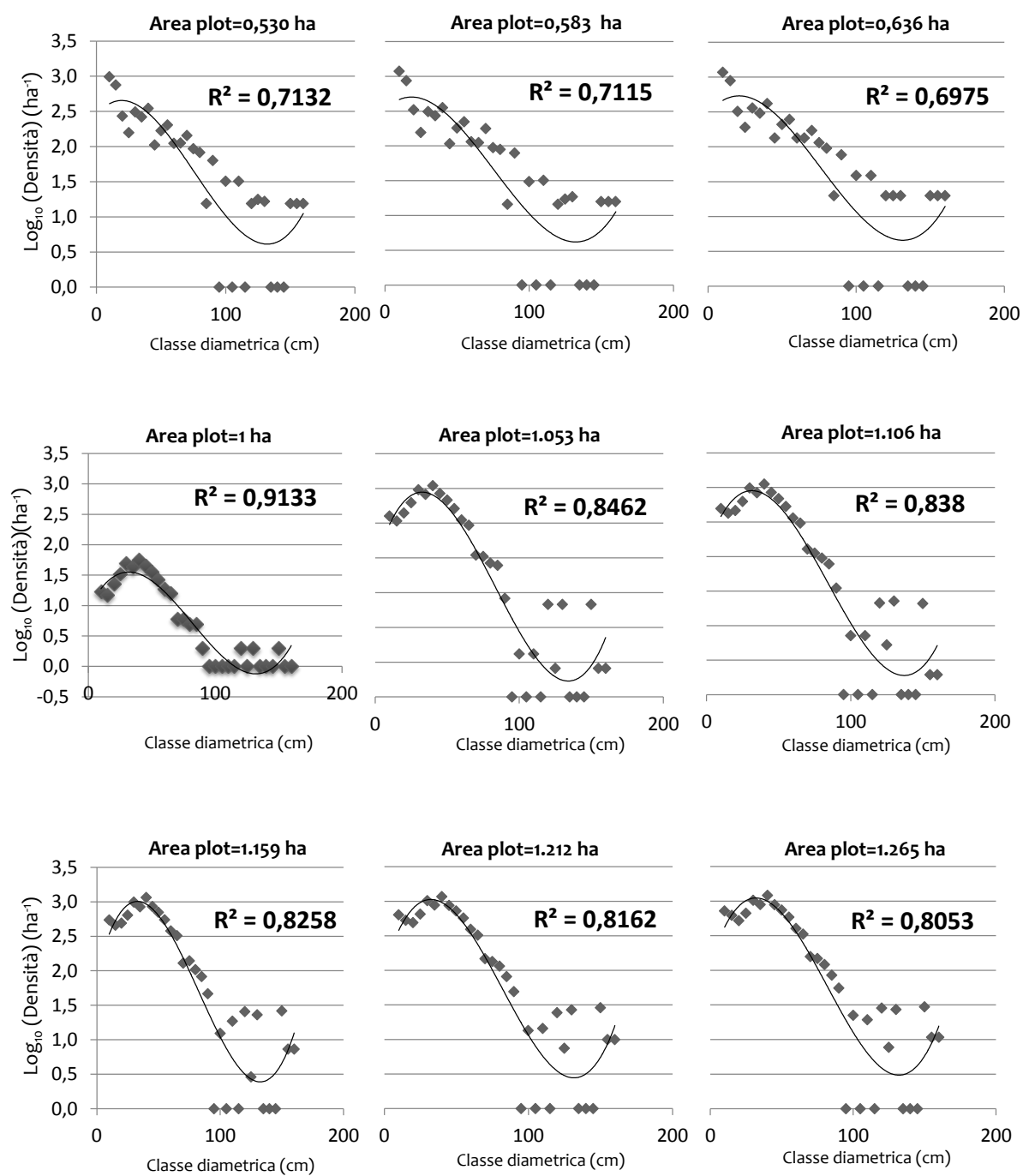


Figura 45: Variazione della curva di distribuzione sigmoideale-ruotata con l'incremento dell'area di campionamento per il bosco vetusto di Aschiero.

L'analisi effettuata su di un'area di almeno un ettaro rende il rilievo apprezzabile ai fini prefissati dal lavoro. Si nota per di più che all'aumentare della superficie oltre la soglia ottimale dell'ettaro l'accuratezza del modello rimane sostanzialmente stabile, diminuendo lentamente con l'incremento dell'area di campionamento.

Per la faggeta di Fonte Novello, già la distribuzione derivante da aree di saggio di superficie pari a 0,053 ha approssima relativamente bene la curva sigmoideale ruotata (Figura 46). All'aumentare dell'area di campionamento l'accuratezza del modello declina progressivamente, raggiungendo di nuovo livelli ottimali di fitting in corrispondenza dell'ettaro. La simulazione prosegue con un ulteriore declino dell'accuratezza per superfici superiori all'ettaro per le quali la curva acquista un'inclinazione maggiore in corrispondenza delle classi diametriche medio-grandi (30–50 cm) nelle quali si addensa il maggior numero di alberi.





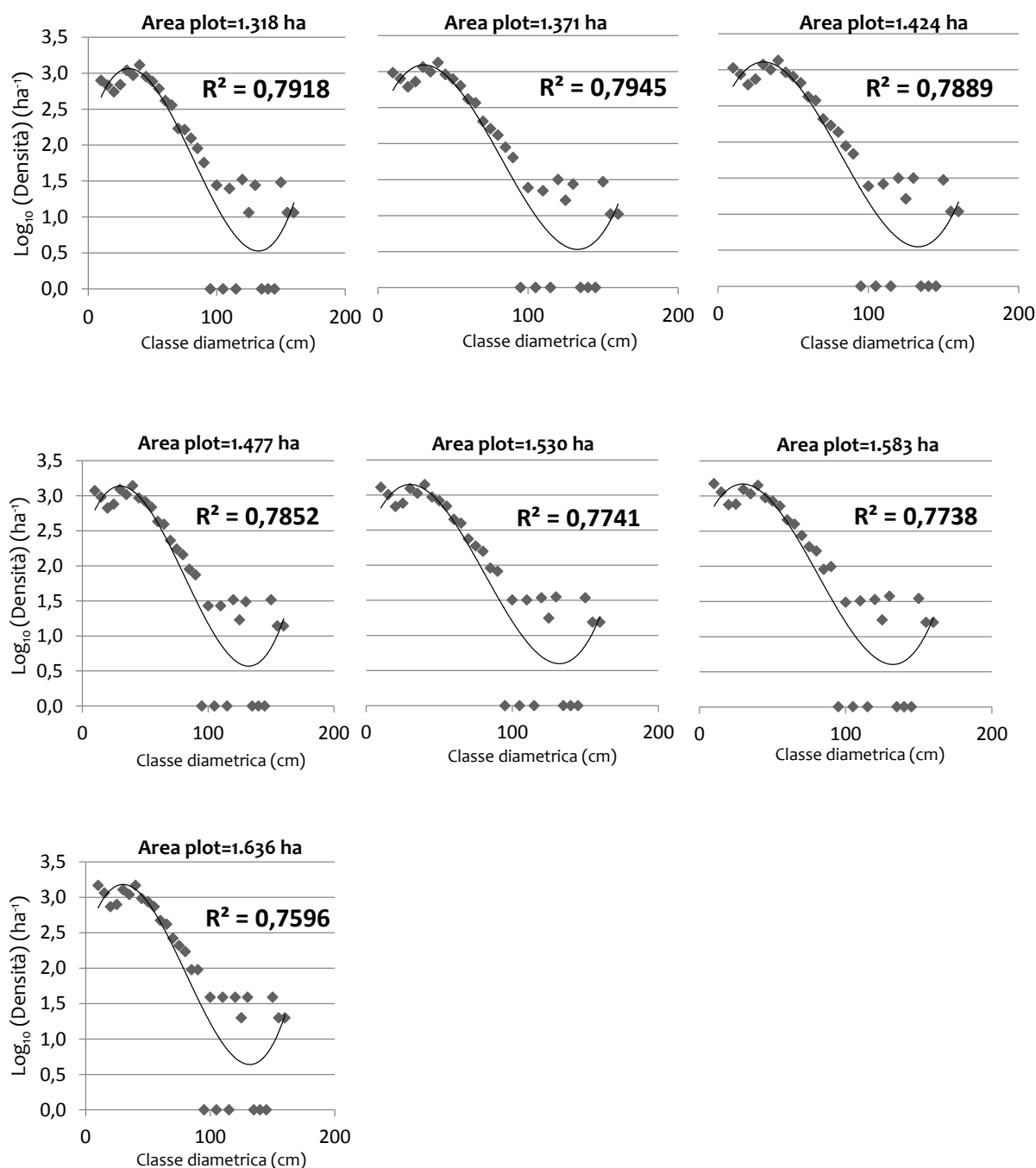


Figura 46: Variazione della curva di distribuzione sigmoideale-ruotata con l'incremento dell'area di campionamento per il bosco vetusto di Fonte Novello.

La dimensione dell'area di campionamento può quindi influenzare la curva di distribuzione diametrica osservata. A tal proposito dallo studio fatto da Rubin et al. (2006) si evince che la superficie idonea per rilevare piante di diametri superiori a 70 cm, considerando un tasso di mortalità relativamente basso (< 20%) e tenendo conto di un'area basimetrica di almeno 29 m² ha⁻¹, è compresa tra 0,5 e 2 ha.

La presenza di distribuzioni sigmoidale-ruotate è stata riscontrata spesso attraverso campionamenti con aree di saggio di dimensioni inferiori all'ettaro (Schmelz e Lindsey, 1965; Goff e West, 1975; Lorimer, 1980; Lorimer e Frelich, 1984; Leak, 1996; Goodburn e Lorimer, 1999; Lorimer et al., 2001; Leak, 2002). D'altra parte, all'aumentare della superficie dell'area di saggio aumenta la probabilità di campionare una maggiore variabilità di individui con età e dimensioni differenti per motivi legati anche ai disturbi naturali che ne hanno condizionato l'evoluzione (Westphal et al., 2006). È importante infatti che l'area di saggio non sia troppo piccola e che venga scelta anche in relazione alla scala del disturbo in modo da evitare di analizzare porzioni di bosco con una bassa variabilità al loro interno. Al fine di cogliere in maniera adeguata la struttura di un popolamento, inoltre, le aree di campionamento dovrebbero essere disperse il più possibile nel paesaggio in modo da avere una maggiore probabilità di ottenere una distribuzione diametrica del campione non significativamente differente da quella dell'intera popolazione (Grenier et al., 1991).

Per le popolazioni vetuste di faggio appenninico, Alessandrini et al. (2011) sottolineano come una scala spaziale di un ettaro sia sufficiente a rappresentarne correttamente la distribuzione diametrica di tipo sigmoidale rovesciata. Dalla loro indagine emerge inoltre che il modello sigmoidale-ruotato è uno strumento primario per l'analisi e la gestione (Keeton, 2006) soprattutto delle foreste vetuste, anche utilizzando aree di campionamento molto grandi (5-10ha, Westphal et al., 2006; Commarmot et al., 2005).

Ad ogni modo, come dimostrato a Fonte Novello, un bosco interessato da disturbi relativamente modesti che ne determinano un continuo cambiamento nel tempo può dunque ospitare al suo interno *patch* di grandezza spaziale inferiore la cui struttura è molto complessa (Paluch, 2007). La faggeta presenta quindi una tessitura a grana fine, diversa da quella grossolana del bosco di Aschiero, che ne permette il rilevamento strutturale anche tramite unità campionarie di dimensioni inferiori all'ettaro. Il modo migliore per caratterizzare queste "isole vetuste" nell'insieme della matrice del bosco è comunque anche in questo caso l'utilizzo di un'area di monitoraggio permanente grande (almeno di un ettaro) in grado di fornire informazioni per una migliore strategia di conservazione e preservazione delle "isole" stesse.

PARTE V

V.1. Considerazioni conclusive

I boschi vetusti possono essere considerati come l'espressione della naturalità potenziale di un determinato ambiente, la cui complessità strutturale si mantiene attraverso una serie di successioni che si verificano tra le generazioni. La morte per senescenza di un grosso albero o gli eventi perturbativi dovuti a situazioni climatiche estreme portano alla costituzione di aperture, gap, in cui la rinnovazione si afferma, dando inizio a strati multicoorte (Frelich, 2002). Lo studio delle foreste vetuste in Italia si trova ancora in una fase preliminare. Allo stato attuale, appare fondamentale identificare quanti più casi studio possibile, per garantirne la protezione, per descriverne i principali attributi biofisici e comprendere i processi che ne sono alla base. In questo contesto la disposizione di aree di studio all'interno di siti privilegiati come i Parchi permette di raggiungere una comprensione organica del fenomeno.

La valutazione del grado di vetustà di un bosco può rivelarsi costosa dato l'elevato numero di indicatori che dovrebbero potenzialmente essere considerati (Piovesan et al., 2010). Gli attributi comunemente associati alle condizioni di vetustà possono essere suddivisi in strutturali e biologici. L'approccio basato sulle caratteristiche strutturali rappresenta un surrogato facilmente misurabile delle funzioni (es. produttività) e degli organismi (es. gli animali che vivono nelle cavità dei tronchi) di un bosco (Franklin et al., 2002) e quindi quello ampiamente applicato. L'analisi della struttura, pertanto, è uno degli elementi che permette di individuare e definire lo stadio evolutivo del bosco e il grado di complessità del sistema (Ciancio e Nocentini, 1994; Pignatti, 1998) e viene ritenuta una chiave caratteristica e elemento distintivo delle grandi successioni delle foreste (Spies e Franklin, 1991). Attraverso lo studio della struttura si possono caratterizzare i popolamenti forestali in funzione dell'organizzazione interna, della disposizione spaziale dei vari componenti e delle relazioni fra questi e l'ambiente. La struttura, infatti, è la risultante dei meccanismi di adattamento, cooperazione e competizione tra i diversi organismi che la compongono, riflettendo quelle che sono le reazioni del bosco alle sollecitazioni interne (caratteristiche autoecologiche) ed esterne (fattori climatici, fattori antropici, fauna).

Un problema di rilevanza specifico per i paesi del Mediterraneo è la possibilità di individuare e eventualmente mappare non solo le foreste vetuste, ma anche tutti quei boschi nei quali sono espressi gli attributi strutturali rivelatori di vetustà. Il rilevamento spaziale del grado di vetustà di un bosco su larga scala è spesso difficile e dispendioso; per ragioni pratiche dovrebbe essere

sempre raggiunto un compromesso tra le due dimensioni di valutazione: la risoluzione descrittiva (il numero delle variabili) e la risoluzione spaziale (estensione dell'area di studio e dell'area di campionamento). I protocolli operativi sono spesso sbilanciati verso la massimizzazione del numero di variabili da rilevare e quindi sottovalutano l'estensione e la risoluzione spaziale dell'area di studio (Proulx, 2007). A tal proposito il telerilevamento potrebbe rappresentare uno strumento valido per ottimizzare il disegno di rilevamento permettendo di caratterizzare aree con variabili strutturali simili. L'applicazione della segmentazione in particolare permette di esplorare a fondo le informazioni contenute nelle immagini attraverso la partizione in oggetti omogenei sulla base delle proprietà spettrali e spaziali di pixel vicini (Benz et al., 2004). Lamonaca et al. (2008) hanno trovato nella segmentazione di immagini QB un promettente strumento di predizione dell'eterogeneità strutturale associata alle faggete vetuste del centro Italia. La segmentazione permette di sezionare in maniera semi automatica una zona boscata in poligoni caratterizzati da un livello decrescente di eterogeneità strutturale, migliorando il disegno spaziale di un protocollo di monitoraggio per valutare la vetustà di un bosco. È stato riscontrato inoltre che la vetustà è legata alla variabilità di riflessione delle immagini satellitari QB: in particolare, la banda del verde si è rilevata efficace per predire la vetustà dei lembi vetusti nel sud Italia (vedi Parte II). Utilizzare strumenti e tecnologie differenti ha concorso a ottimizzare il rilievo di quante più informazioni possibili relative a questi boschi. L'integrazione e la combinazione delle tecniche del telerilevamento con i dati rilevati in campo tramite un definito protocollo campionario hanno permesso infatti di approfondire le attuali conoscenze sulla struttura e il dinamismo dei boschi vetusti italiani appenninici.

Sebbene le foreste vetuste costituiscono un'icona della biodiversità forestale, esistono poche esperienze dedicate all'ottimizzazione del disegno campionario necessario a raccogliere le variabili relative alla vetustà del bosco. Il protocollo multiscala adottato per il rilievo di attributi strutturali porta a risultati differenti tra le due faggete di Aschiero e Fonte Novello, dimostrando la presenza di una diversa scala tessiturale che deve essere presa in considerazione per il monitoraggio della vetustà. Per Fonte Novello, essendo la struttura più fine per piede d'albero, già con aree di saggio di 530 m² si riesce a caratterizzare con sufficiente approssimazione la distribuzione diametrica sigmoidale-ruotata attraverso una funzione di terzo grado. L'esistenza, invece, di una struttura disetanea a gruppi nella faggeta di Aschiero richiede un rilievo su un'area di estensione di almeno 1 ettaro per poter caratterizzare l'eterogeneità strutturale caratteristica del bosco.

I tre boschi studiati, se confrontati ad altre realtà italiane, sono candidati a evolvere verso la piena vetustà in tempi ragionevoli e, considerando i criteri di elasticità e relatività del significato del termine vetusto, possono già da oggi esser considerati molto vicini a una fase stramatura. Il frassineto di Valle Vaccaro potrebbe essere considerato una formazione forestale con un grado di naturalità moderatamente elevato, in cui peraltro il popolamento evolve indisturbato da meno di sessanta anni, per cui i segni degli interventi dell'uomo sono ancora visibili, ma tendono a scomparire nel tempo.

Grazie alla loro unicità le foreste vetuste rappresentano un'opportunità unica di studio all'interno delle quali è possibile quindi promuovere azioni di monitoraggio della biodiversità (Winter e Möller, 2008), trovare le condizioni di riferimento per interventi di restauro ecologico (Bauhus et al, 2009) e preservare “archivi naturali” per studi dendroclimatici (Piovesan et al., 2008). Inoltre le foreste vetuste hanno la possibilità di ospitare “ecoturismo” e attività “nature-based” (Ziaco et al., 2012).

La gestione delle foreste vetuste deve essere esclusivamente di tipo conservativo e dovrebbe enfatizzare diversi obiettivi ecologici (Keeton, 2006). Questi includono il ripristino (restoration) di specie endemiche (Chernyavskyy, 2009), la riqualificazione delle caratteristiche strutturali sottovalutate, come ad esempio la presenza di grandi snags (Linder e Ostlund, 1998), di legno morto a terra (Fries et al., 1997) e l'accumulo di biomassa (Keeton, 2006). Questo permetterebbe di migliorare anche lo stoccaggio di carbonio da parte delle foreste vetuste, la loro dinamica e la loro produttività all'interno dello scenario sempre attuale dei cambiamenti climatici (Seidl et al., 2008).

Fondamentale è la presenza di legno morto all'interno delle foreste vetuste. La necromassa infatti crea eterogeneità nel popolamento e fornisce un ambiente favorevole per molte specie, e la sua rimozione può avere a lungo termine un impatto sulla rinnovazione (Sefidi et al., 2010). Di conseguenza, una rimozione del CWD porterebbe a una probabile diminuzione della biodiversità. Una possibile gestione alternativa è quella di mantenere una combinazione di alberi, snags e logs all'interno della foresta.

Dal punto di vista applicativo, lo studio delle foreste vetuste offre un'opportunità per controllare, comparativamente, gli effetti di una “selvicoltura a basso impatto ambientale”, cioè un uso delle risorse forestali capace di conservare in parte gli attributi legati alla vetustà. Ciò garantirebbe la sostenibilità delle utilizzazioni forestali, ossia la tutela della biodiversità, l'integrità dei cicli biogeochimici e la funzionalità–stabilità degli ecosistemi. Le conoscenze

sulle foreste vetuste permetteranno lo sviluppo di progetti di ricostituzione boschiva finalizzati al ripristino di attributi legati alla vetustà in boschi secondari. Questi interventi potrebbero essere effettuati in quelle foreste potenzialmente avviabili alla vetustà. La conservazione dei lembi di foreste vetuste esistenti e quelle avviabili alla vetustà deve essere comunque integrata in un'ottica di pianificazione ecologica delle risorse naturali (Corona et al., 2011).

BIBLIOGRAFIA

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.

Aksenov D., Karpachevskiy M., Lloyd S., Yaroshenko A., 1999. *The last of the last: The Oldgrowth Forests of Boreal Europe*. Ed. Sarah Lloyd.

Alessandrini A., Biondi F., Di Filippo A., Ziaco E., Piovesan G., 2011. *Tree size distribution at increasing spatial scales converges to the rotated sigmoid curve in two old-growth beech stands of the Italian Apennines*. Forest Ecology and Management, 262: 1950 – 1962.

Aude E., Lawesson J.E., 1998. *Vegetation in Danish beech forests: the importance of soil, microclimate and management factors, evaluated by variation partitioning*. Plant Ecology, 134: 53-65.

Baatz M., Benz U., Dehghani S., Heynen M., 2004. *eCognition User Guide 4*. Definiens Imagine GmbH, Munich, Germany.

Baatz M., Benz U., Dehghani S., Heynen M., Holtje A., Hofmann P., Lingenfelder I., Mimler M., Sohlbach M., Weber M., Willhauck G., 2003. *eCognition user guide 3*. Definiens Imaging GmbH, Munchen, Germany.

Baatz M., Schäpe A., 1999. *Object-oriented and multi-scale image analysis in semantic networks*. Proceedings of the 2nd International Symposium on operationalization of Remote Sensing. ITC, Enschede.

Baatz M., Schäpe A., 2000. *Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation*. In: Strobl, Blascke, Greisebener (eds), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI. Beiträge*.

Bakker J.P., Olff H., Willems J.H., Zobel M., 1996. *Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics?* Journal of Vegetation Science, 7: 147-155.

Bauhus J., Puettman K., Messier C., 2009. *Silviculture for old-growth attributes*. Forest Ecology and Management, 258: 525–537.

Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M., 2004. *Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 58: 239-258.

Bergeron Y., Harvey B., 1997. *Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec*. Forest Ecology and Management, 92: 235-242.

Bergstedt J., Milberg P., 2001. *The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests*. Forest Ecology and Management, 154: 105-115.

Bernoni M., 2009. *L'avifauna nidificante delle faggete del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga*. Ente Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, Assergi (AQ).

Blasi C. (a cura di), 2008b. *Monitoraggio alla rete dei boschi vetusti del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano*. Rapporto di Servizio, Roma.

Blasi C., 2008a. *Le foreste vetuste nei Parchi Nazionali d'Italia, caratterizzazione floristica, vegetazionale, strutturale e linee guida per la conservazione e la gestione*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Bormann F.H., Likens G.E., 1979. *Catastrophic disturbance and the steady state in northern hardwood forests*. American Scientist, 67: 660-669.

Brang P., 2005. *Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth?* Forest Snow and Landscape Research, 79: 19-32.

Brown S.L., Schroeder P., Birdsey R., 1997. *Aboveground biomass distribution of US eastern hardwood forests and the use of large trees as an indicator of forest development*. Forest Ecology and Management, 96: 37-47.

Burrascano S., Lombardi F., Marchetti M., 2008. *Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy*. Plant Biosystems, 142: 313-323.

Burrascano S., Rosati L., Blasi C., 2009. *Plant species diversity in Mediterranean old-growth forests: a case study from central Italy*. Plant Biosystems 143(1): 190-200.

Calamini G., Maltoni M., Iovino F., Nicolaci A., Menguzzato M., Corona P., Ferrari B., Chirici G., Lombardi F., 2011. *Aspetti dendrostrutturali di boschi vetusti appenninici*. L'Italia Forestale e Montana, 66(5): 365 – 381.

Chen J., Bradshaw G.A., 1999. *Forest structure in space: a case study of an old growth spruce-fir forest in Changbaishan Natural Reserve, P.R. China*. Forest Ecology and Management, 120: 219-233.

Chernyavskyy M.V., 2009. *Forest stand dynamics and close to nature forestry*. In: Soloviy I, Keeton WS, editors. Ecological economics and sustainable forest management: Developing a trans-disciplinary approach for the Carpathian mountains. Lviv, Ukraine: Ukrainian National Forestry University Press. pp. 201-217.

Ciancio O., Nocentini S., 1994. *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea Ecologica, 26(6): 10-13.

Ciancio O., Nocentini S., 2001. *Forest management, between science and ethics*. Italia Forestale e Montana, 56: 198-208.

Ciapanna C., Ettore M., 2003. *Piano di gestione forestale polifunzionale 2006-2015*. Amministrazione Separata dei Beni di Uso Civico della Antica Università di Intermesoli. Comune di Pietracamela (TE).

Coomes D.A., Duncan R.P., Allen R.B., Truscott J., 2003. *Disturbances prevent stem size-density distributions in natural forests from following scaling relationships*. Ecology Letters, 6: 980-989.

Corona P., Barbati A., Ferrari B., Portoghesi L., 2011. *Principi di pianificazione ecologica di un'area vasta*. In *Pianificazione ecologica dei sistemi forestali*, p.45, Compagnia delle Foreste, Arezzo, Italia.

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, 4: 447-462.

Di Filippo A., Piovesan G., Schirone B., 2004. *Le foreste vetuste: criteri per l'identificazione e la gestione*. In: Ecologia. Atti del XIV Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Siena, 4-6 ottobre 2004), pp. 1-7. [online] URL: <http://www.xivcongresso.societaitalianaecologia.org/>.

Di Paolo S., Giuliarelli D., Ferrari B., Barbati A., Corona P., 2010. *Support of multispectral very high resolution remotely sensed imagery for old-growth beech forest detection*. L'Italia Forestale e Montana, 65(5): 519-527.

Emborg J., Christensen M., Heilmann-Clausen J., 2000. *The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark*. Forest Ecology and Management, 126: 173-189.

FAO, 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010*. Italy. FAO Forestry Department, Country Report, Roma.

Foster D., Swanson F., Aber J., Burke I., Brokaw N., Tilman D., Knapp A., 2003. *The importance of land-use legacies to ecology and conservation*. BioScience, 53: 77-88.

Foster D.R., 2002. *Thoreau's country: a historical-ecological perspective on conservation in the New England landscape*. Journal of Biogeography, 29: 1537-1555.

Foster D.R., Orwig D.A., McLachlan J.S., 1996. *Ecological and conservation insights from reconstructive studies of temperate old-growth forests*. Trends in Ecology and Evolution, 11: 419-424.

Franklin J.F., 1989. *Importance and Justification of Long-Term Studies in Ecology*. In: Likens G.E. (Ed.) Long-term studies in Ecology. Approaches and Alternatives. Springer-Verlag, New York, pp. 3-19.

Franklin J.F., 1993. *Lesson from old-growth*. Journal of Forestry, 91: 10-13.

Franklin J.F., Cromack K., Denison W., McKee A., Maser C., Sedell J., Swanson F. Juday G., 1981. *Ecological characteristics of oldgrowth Douglas-fir forests*. General Technical Report PNW-118. US Department of Agriculture, Portland, OR.

Franklin J.F., Spies T.A., 1991. *Composition, function, and structure of old-growth Douglas-fir forests*. In: Ruggiero L.F., Aubry K.B., Carey A.B., Huff M.H. eds. *Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR, 285: 91–110.

Franklin J.F., Spies T.A., Van Pelt R., Carey A.B., Thornburgh D.A., Berg D.R., Lindenmayer 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., Van Pelt R., 2004. *Spatial aspects of structural complexity in old growth forests*. *Journal of Forestry*, pp.23–28.

Frelich L.E., 2002. *Forest dynamics and disturbance regimes, studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Fries C., Johansson O., Pettersson B., Simonsson P., 1997. *Silvicultural models to maintain and restore natural stand structures in Swedish boreal forests*. *Forest Ecology and Management*, 94: 89–103.

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

Gabbrielli A., 2004. *Le faggete di Pietracamela e Fano Adriano nel gruppo del Gran Sasso d'Italia: un'indagine storica*. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 119–142.

Gilg O., 2004. *Forêts à caractère naturel: caractéristiques, conservation et suivi*. *Cahiers Techniques de l'ATEN*, 74. Montpellier.

Goff F.G., West D., 1975. *Canopy-understory interaction effects on forest population structure*. *Forest Science*, 21: 98–108.

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: 11–29.

Graae B.J., Heskjær V.S., 1997. *A comparison of understorey vegetation between untouched and managed deciduous forest in Denmark*. *Forest Ecology and Management*, 96: 111–123.

Greenberg C.H., McLeod D.E., Loftis D.L., 1997. *An oldgrowth definition for western and mixed mesophytic forests*. USDA For. Serv. Tec. Rep. GTR-SRS-16 Asheville, NC, US.

Grenier Y., Blais L., Lavoie È., 1991. *Aire minimum d'échantillonnage ou nombre de points de prisme nécessaires pour établir la structure d'un peuplement inéquienne*. *Canadian Journal of Forest Research*, 21: 1632–1638.

Gutiérrez A.G., Armesto J.J., Aravena J.C., Carrasco N.V., Christie D.A., Carmona M.R., Pérez C., Peña P.M., Huth A., 2009. *Structural and environmental characterization of old-growth temperate rainforests of northern Chiloé Island, Chile: regional and global relevance*. *Forest Ecology and Management*, 258: 376–388.

Huete A.R., Jackson R.D., Post D.F., 1985. *Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds*. Remote Sensing of the Environment, 17: 37-53.

Hui G.Y., Von Gadow K., 2002. *Das Winkelmass: Herleitung des optimalen Standardwinkels*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 173(10): 173-177.

Hunter M.L.Jr, 1990. *Wildlife, forests and forestry: principles for managing forests for biological diversity*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA.

Jansson G., Andren H., 2003. *Habitat composition and bird diversity in managed boreal forests*. Journal of Forest Research, 18: 225-236.

Keddy P.A., Drummond C.G., 1996. *Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystems*. Ecological Applications, 3(6): 748-762.

Keeton W.S., 2006. *Managing for late-successional/old-growth characteristics in northern hardwood-conifer forests*. Forest Ecology and Management, 235: 129-142.

Lamonaca A., Corona P., Barbati A., 2008. *Exploring forest structural complexity by multi-scale segmentation of VHR imagery*. Remote Sensing of the Environment, 112: 2839-2849.

Leak W.B., 2002. *Origin of sigmoid diameter distributions*. NE- 718. USDA For. Serv. Res. Pap., Northeastern Research Station, Newton Square, PA, USA.

Leibundgut H., 1960. *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, 9: 277-287.

Leibundgut H., 1993. *Europäische Urwälder*. Haupt Verlag.

Linder P., Ostlund L., 1998. *Structural changes in three midboreal Swedish forest landscapes, 1885-1996*. Biological Conservation, 85: 9-19.

Lõhmus A., Lõhmus P., Remm J., Vellak K., 2005. *Old-growth structural elements in a strict reserve and commercial forest landscape in Estonia*. Forest Ecology and Management, 216: 201-215.

Lombardi F., Chirici G., Marchetti M., Tognetti R., Lasserre B., Corona P., Barbati A., Ferrari B., Di Paolo S., Giuliarelli D., Mason F., Iovino F., Nicolaci A., Bianchi L., Maltoni A., Travaglini D., 2010. *Deadwood in forest stands close to old-growthness under Mediterranean conditions in the Italian Peninsula*. L'Italia Forestale e Montana, 65(5): 481-584.

Luyssaert S., Schulze E.D., Börner A., Knohl A., Hessenmöller D., Law E.B., Ciais P., Grace J., 2008. *Old-growth forests as global carbon sinks*. Nature, 455: 215-215.

Manes F., Ricotta C., Salvatori E., Bajocco S., Blasi C., 2010. *A multiscale analysis of canopy structure in Fagus sylvatica L. and Quercus cerris L. old-growth forests in the Cilento and Vallo di Diano National Park*. Plant Biosystems, 144(1): 202-210.

Marchetti M., Lombardi F., 2006. *Analisi quali-quantitativa del legno morto in soprassuoli non gestiti. Il caso di Bosco Pennataro, Alto Molise*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 275-302.

Marchetti M., Tognetti R., Lombardi F., Chiavetta U., Palumbo G., Sellitto M., Colombo C., Iovieno P., Alfani A., Baldantoni D., Barbati A., Ferrari B., Bonacquisti S., Capotorti G., Copiz R., Blasi C., 2010. *Ecological portrayal of old-growth forests and persistent woodlands in the Cilento and Vallo di Diano National Park (southern Italy)*. Plant Biosystems, 144(1): 130-147.

Mason F., 2002. *Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Primo contributo, monitoraggio 1995*. Rapporti scientifici, 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona – Bosco della Fontana. Arcari Editore, Mantova, pp. 208.

McElhinny C., 2005a. *A method for collecting structural attribute data in a representative sample of stands*. In: Quantifying Stand Structural Complexity in Woodland and Dry Sclerophyll Forest, South-Eastern Australia. Ph.D. Thesis. Australian National University, Canberra, pp. 78–90.

McElhinny C., 2005b. *An index for rapidly assessing stand structural complexity in dry sclerophyll forests and woodlands of south-eastern Australia*. In: Quantifying Stand Structural Complexity in Woodland and Dry Sclerophyll Forest, South-Eastern Australia. Ph.D. Thesis. Australian National University, Canberra, pp. 121–140. <http://eprints.anu.edu.au/archive/00003346/>.

McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J., 2005. *Forest and woodland stand structural complexity: its definition and measurement*. Forest Ecology and Management, 218: 1–24.

Meier E., Paal J., Liira J., Jüriado I., 2005. *Influence of tree stand age and management on the species diversity in Estonian eutrophic alvar and boreonemoral Pinus sylvestris forests*. Scandinavian Journal of Forest Research, 20: 135-144.

Motta R., 2008. *Il ciclo del carbonio nelle foreste vetuste*. Forest@, 5: 302-305.

Motta R., Berretti R., Lingua E., Piussi P., 2006. *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps*. Forest Ecology and Management, 235: 155-163.

Nelson C.R., Halpern C.B., 2005. *Short-term effects of timber harvest and forest edges on ground-layer mosses and liverworts*. Canadian Journal of Botany, 83: 610-620.

Niklas K., Midgley G., Enquist B., 2003. *A general model for mass – growth – density relations across tree – dominated communities*. Evolutionary Ecology Research, 5: 459 – 468.

Nilsson S.G., Niklasson M., Hedin J., Aronsson G., Gutowski J.M., Linder P., Ljungberg H., Mikusinski G., Ranius T., 2002. *Densities of large and dead trees in old-growth temperate and boreal forests*. Forest Ecology and Management, 161: 189-204.

Nocentini S., 2002. *Gli alberi morti in foresta: un principio biologico per la gestione forestale sostenibile*. In: Atti del convegno “Dagli alberi morti... la vita della foresta”. (Corniolo, 10 maggio 2002), pp. 15-20.

Nordén B., Paltto H., Götmark F., Wallin K., 2007. *Indicators of biodiversity, what do they indicate?—Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest*. Biological Conservation, 135: 369-379.

Ódor P., Standovár T., 2001. *Richness of bryophyte vegetation in a near-natural and managed beech stands: the effects of management-induced differences in deadwood*. Ecological Bulletin, 49: 219-229.

Oldemann R.A.A., 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 624.

Oliver C.D., Larson B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*, Update edn. Wiley, New York, pp.520

Parhizkar P., Sagheb – Talebi K., Mataji A., Nyland R., Namiranian M., 2011. *Silvicultural characteristics of Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps*. Forestry, 84: 177 – 185.

Peterken G.F., 1996. *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Pignatti S., 1998. *I boschi d'Italia*. Sinecologia e biodiversità. UTET.

Piovesan G., Alessandrini A., Baliva M., Chiti T., D'Andrea E., De Cinti B., Di Filippo A., Hermanin L., Lauteri M., Scarascia Mugnozza G., Schirone B., Ziaco E., Matteucci G., 2010. *Structural patterns, growth processes, carbon stocks in an Italian network of old-growth beech forests*. Italia Forestale e Montana, 65(5): 557-590. doi: 10.4129/ifm.2010.5.07

Piovesan G., Biondi F., Di Filippo A., Alessandrini A., Maugeri M., 2008. *Drought-driven growth reduction in old beech (Fagus sylvatica L.) forests of the central Apennines, Italy*. Global Change Biology, 14: 1-17.

Piovesan G., Di Filippo A., Alessandrini A., Biondi F., Schirone B., 2005. *Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apennines*. Journal of Vegetation Science, 16: 13-28.

Proulx R. 2007. *Ecological complexity for unifying ecological theory across scales, a field ecologist's perspective*. Ecological Complexity, 4: 85-92.

Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W., Harlan J.C., 1974. *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation*. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD, USA, p. 1-371.

Rovelli E., 2006. *Il gigante della foresta*. Panorami del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, 13:21-31.

Rubin B. D., Manion P. D., Faber-Langendoen D., 2006. *Diameter distributions and structural sustainability in forests*. Forest Ecology and Management, 222: 427–438.

Sabatini F.M., Burrascano S., Blasi C., 2010. *Niche heterogeneity and old-growth forest conservation value*. L'Italia Forestale e Montana, 65(5): 621-636.

Sefidi K., Mohadjer Marvie M.R., 2010. *Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (Fagus orientalis) forests of Northern Iran*. Journal of Forest Science, 56: 7–17.

Sefidi K., Mohadjer M.R.M., Mosandl R., Copenheaver C.A., 2011. *Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) stands, northern Iran*. Forest Ecology and Management, 262: 1094 – 1099.

Seidl R., Rammer W., Lasch P., Badeck F.W., Lexer M.J., 2008. *Does conversion of even-aged, secondary coniferous forests affect carbon sequestration? A simulation study under changing environmental conditions*. Silva Fennica, 42: 369–386.

Siitonen J., 2001. *Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example*. Ecological Bulletins, 49: 11-42.

Siitonen J., Martikainen P., Punttila P., Rauh J., 2000. *Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland*. Forest Ecology and Management, 128: 211-225.

Siitonen P., Tanskanen A., Lehtinen A., 2002. *Method for selection of old-forest reserves*. Conservation Biology, 16:1398–1408.

Society of American Foresters, 1984. *Proceedings of the 1983 National Convention*; 1983 October 16-20; Portland, OR. Washington, DC.

Spies T.A., Franklin J.F., 1991. *The structure of naturale, young mature, and oldgrowth Douglas-fir forests in Oregon and Waschnghon*. In: «Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir Forests», a cura di Ruggiero L.F., Aubry K.B., Carey A.B., Huff M.M., (Eds.). USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-285, Pacific Northwest Res. Stn, Portland, OR: 91-121.

Susmel L., 1956. *Caratteri comparati delle abetine primarie delle Alpi dinariche e delle abetine secondarie delle Alpi orientali italiane*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, 5: 115-146.

Susmel L., 1980. *Normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana Editrice, Padova.

Svoboda M., Pouska V., 2008. *Structure of a Central European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development*. Forest Ecology and Management, 255: 2177-2188.

Travaglini D., Barbati A., Chirici G., Lombardi F., Marchetti M., Corona P., 2007. *ForestBIOTA data on deadwood monitoring in Europe*. Plant Biosystems, 2: 222-230.

Turner M.G., Romme W.H., Tinker D.B., 2003. *Surprise and lessons from the 1988 Yellowstone fires*. Frontiers in Ecology and the Environment, 1: 351-358.

UNEP/CBD/SBSTTA. 2001. *Main Theme: Forest Biological Diversity*. Report Of The Ad Hoc Technical Expert Group On Forest Biological Diversity. Subsidiary Body On Scientific, Technical And Technological Advice, Seventh Meeting, Montreal, 12-16 November 2001.

Vandekerckhove K., De Keersmaecker L., Meyer P., Verschelde P., 2009. *When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe*. Forest Ecology and Management, 258: 425–435.

Vettori C., Paffetti D., Ciani L., Giannini R., 2010. *Fonte Novello old-growth forest*. L'Italia Forestale e Montana, 65(5): 637-651.

Vincini M., Frazzi E., D'alessio P., 2007. *Comparison of narrow-band and broadband vegetation indexes for canopy chlorophyll density estimation in sugar beet*. In: Stafford J.V. (Ed.), Precision agriculture '07: Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture, pp. 189-196. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Von Gadow K., Hui G., Albert M., 1998. *Das Winkelmaß - ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen*. Centralbl. Für das ges. Forstw., 115: 1-10.

Wang X., Hao Z., Ye J., Zhang J., Li B., Yao X., 2008. *Spatial pattern of diversity in an old-growth temperate forest in Northeastern China*. Acta oecologica, 33: 345-354.

Westphal C., Tremer N., von Oheimb G., Hansen J., von Gadow K., Härdtle W., 2006. *Is a reverse J – shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests ?* Forest Ecology and Management, 223: 75 – 83.

Winter S., Möller G.C., 2008. *Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation*. Forest Ecology and Management, 255: 1251–1261.

Wolynski A., 2001. *Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile*. Sherwood, 67: 5- 12.

Woodgate P.W., Peel B.D., Coram J.E., Farrel S.J., Ritman K.T., Lewis A., 1996. *Old-growth forest studies in Victoria, Australia. Concepts and principles*. Forest Ecology and Management, 85: 79-94.

Ziaco E., Alessandrini A., Blasi S., Di Filippo A., Dennis S., Piovesan G., 2012. *Communicating old-growth forest through an educational trail*. Biodiversity and Conservation, 21: 131-144.

ALLEGATO A.1. TABELLA DI SINTESI DELLE SEGNALAZIONI DI BOSCHI POTENZIALMENTE VETUSTI NEL PARCO NAZIONALE DEL GRAN SASSO E MONTI DELLA LAGA

<i>Comune</i>	<i>Località</i>	<i>Bosco</i>	<i>Segnalazione</i>
Pietracamela (TE)	Fonte Novello	Faggeta	Ente Parco
Pietracamela (TE)	Aschiero	Faggeta	Ente Parco
Crognaleto (TE)	Valle Vaccaro	Frassineto	Ente Parco
Acquasanta Terme (AP)	San Gerbone	Faggeta	Ente Parco
Crognaleto (TE)	Fonte della cavalla (Casagrega)	Cerreta	Ente Parco
Crognaleto (TE)	Senarica	Castagneto	Ente Parco
Acquasanta Terme (AP)	Umito	Castagneto	Ente Parco
Tossicia (TE)	Selva degli abeti	Abetina	Ente Parco
Rocca S.Maria (TE)	Ceppo (Bosco della Martese - Costa di Solagna)	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Fano Adriano (TE)	Fonte Bettina (Iaccio delle Vacche)	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Castelli (TE)	Pietralunga	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Castelli (TE)	Piano dell'Orto	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Crognaleto (TE)	Pianello	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Crognaleto (TE)	Colle della Pietra	faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Crognaleto (TE)	Tignoso (fraz. Cesacastina)	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Crognaleto (TE)	Coste di Incodara	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente
Farindola (PE)	Pelinca	Faggeta	Coordinamento Territoriale per l'Ambiente

ALLEGATO A.2. MAPPE DI INQUADRAMENTO GENERALE DEI BOSCHI SEGNALATI NEL PARCO NAZIONALE DEL GRAN SASSO E MONTI DELLA LAGA

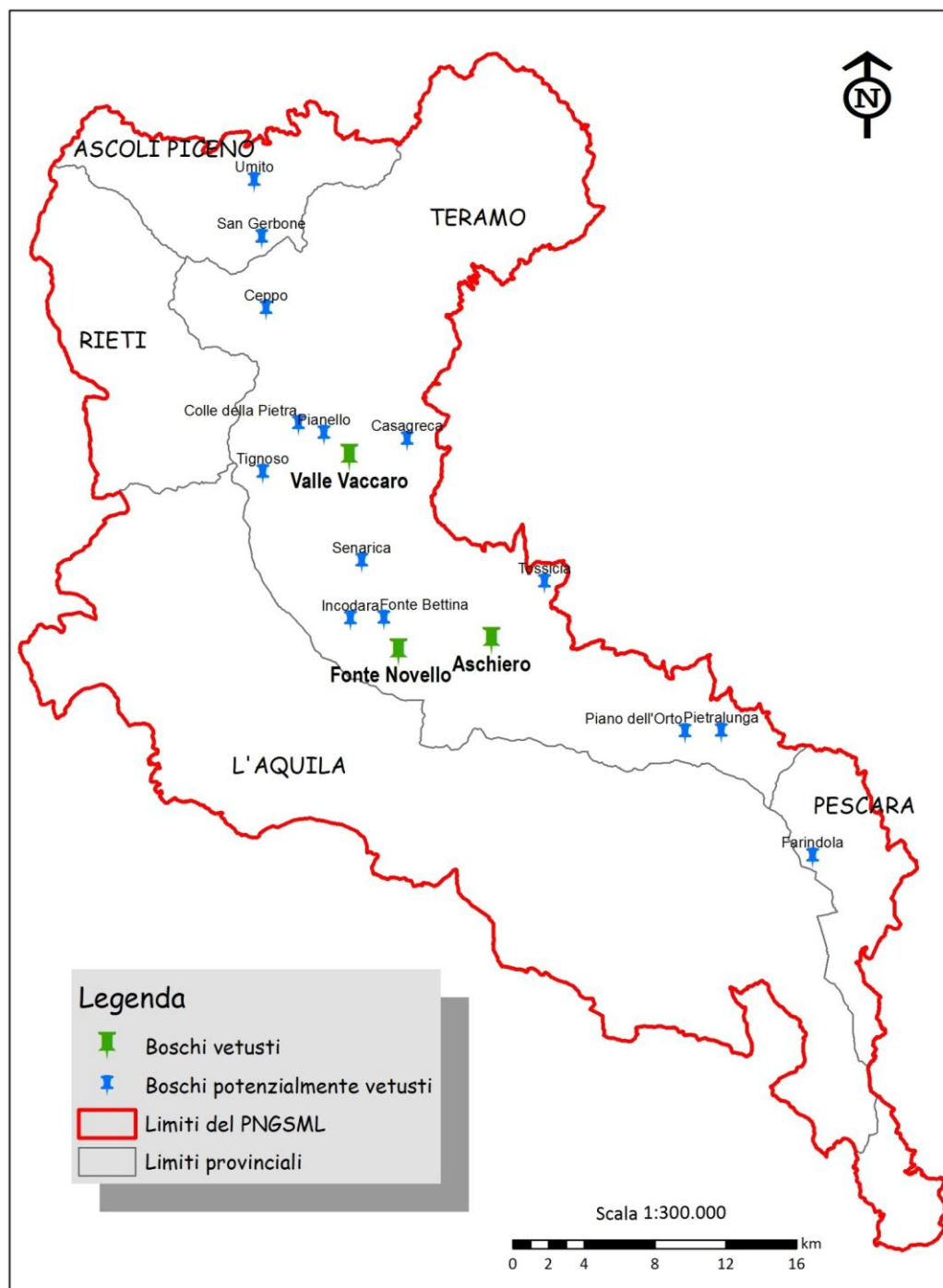


Figura A.2.1. Localizzazione dei boschi segnalati come potenzialmente vetusti all'interno del territorio del Parco (dall'alto: Castagneto di Umito; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossicia; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

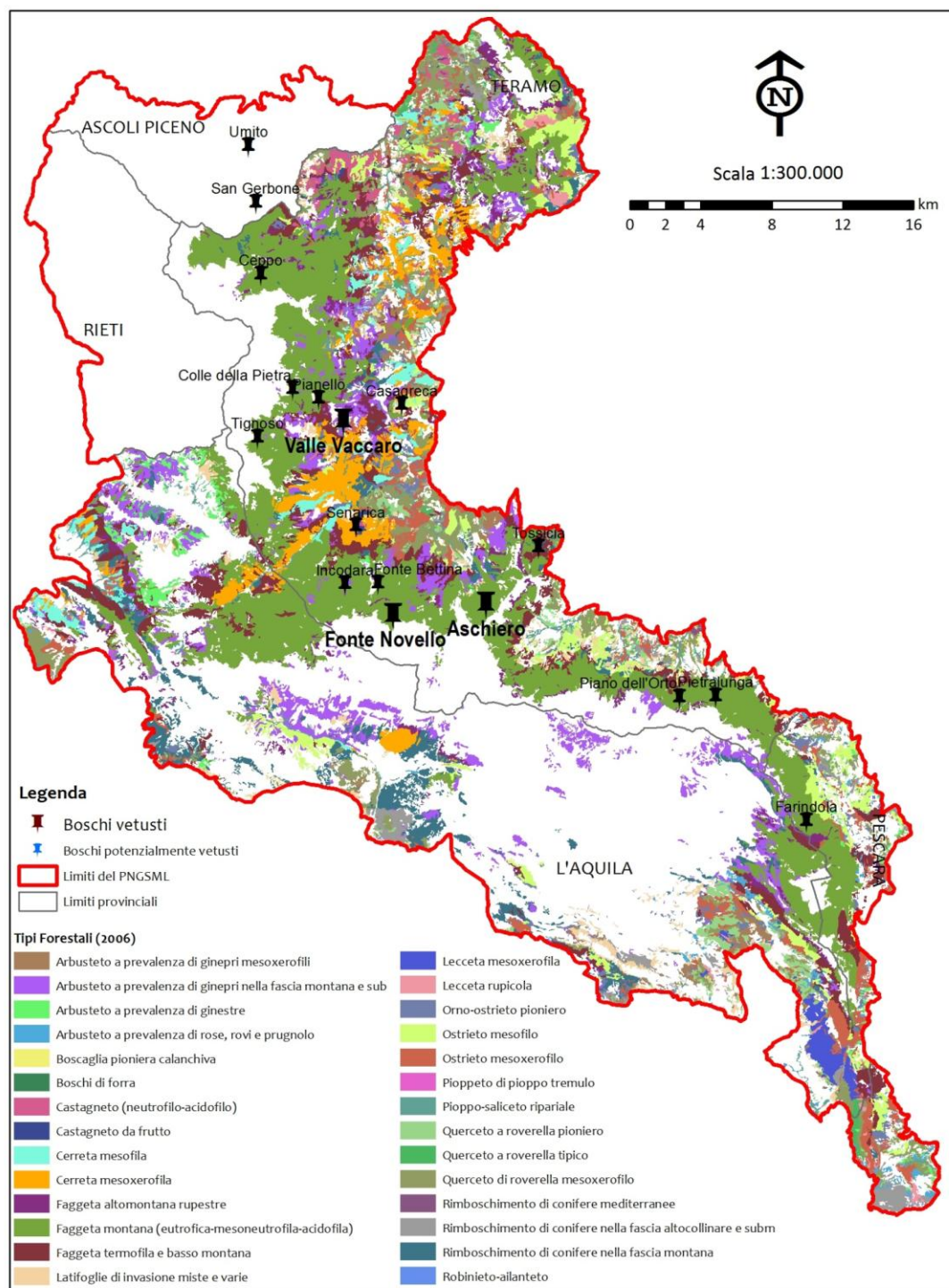


Figura A.2.2. Carta dei tipi forestali del Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga (dall'alto: Castagneto di Umito; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossicia; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

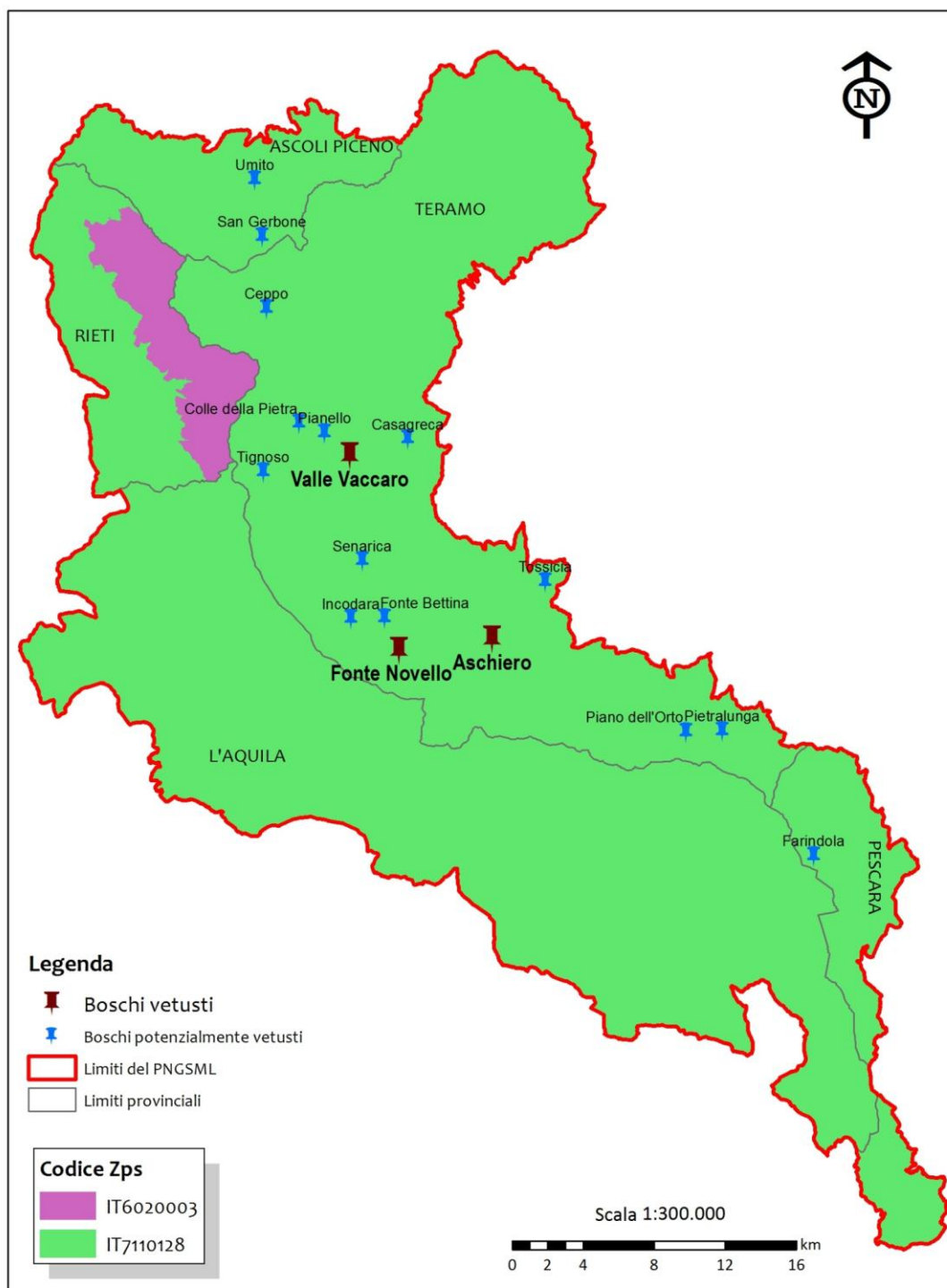


Figura A.2.3. Zone di Protezione Speciale presenti nel territorio del PNGSML (IT6020003=Monti della Laga; IT7110128=Parco Nazionale Gran Sasso-Monti Laga. Dall'alto: Castagneto di Umite; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossicia; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

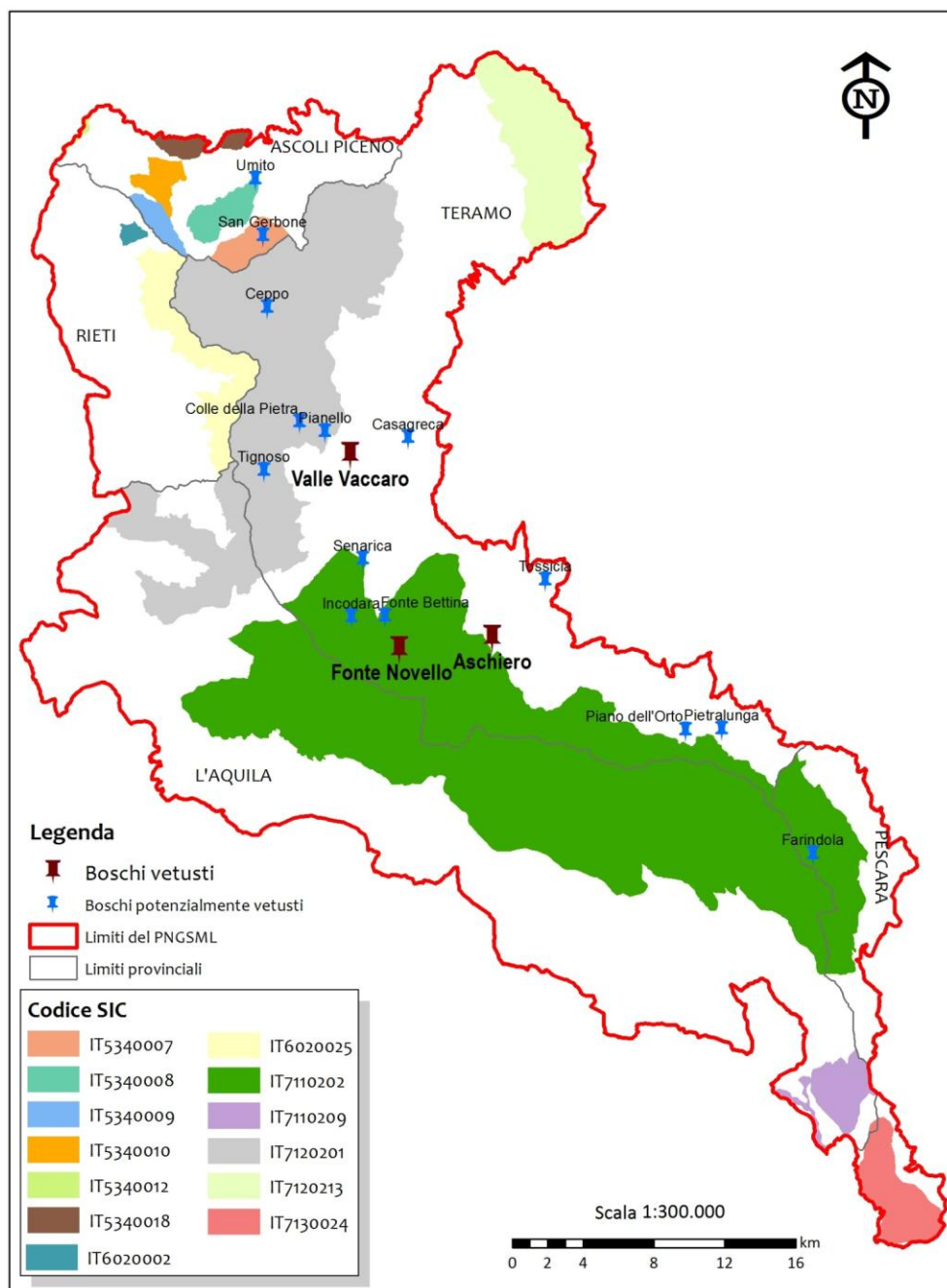


Figura A.2.4. Siti di Importanza Comunitaria presenti nel territorio del PNGSML (IT5340007=S.Gerbone; IT5340008=Valle Della Corte; IT5340009=Macera della Morte; IT5340010=Monte Comunicatore; IT5340012=Boschi ripariali del Tronto; IT5340018=Fiume Tronto tra Favallanciatà e Acquasanta; IT6020002=Lago Secco e Agro Nero; IT6020025=Monti della Laga; IT7110202=Gran Sasso; IT7120201=Monti della Laga e Lago di Campotosto; IT7110209=Primo tratto del Fiume Tirino e Macchiozze di San Vito; IT7130024=Monte Picca-Monte di Roccatagliata; IT7120213=Montagne dei Fiori e di Campi e Gole di Salinello. Dall'alto: Castagneto di Umito; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossica; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

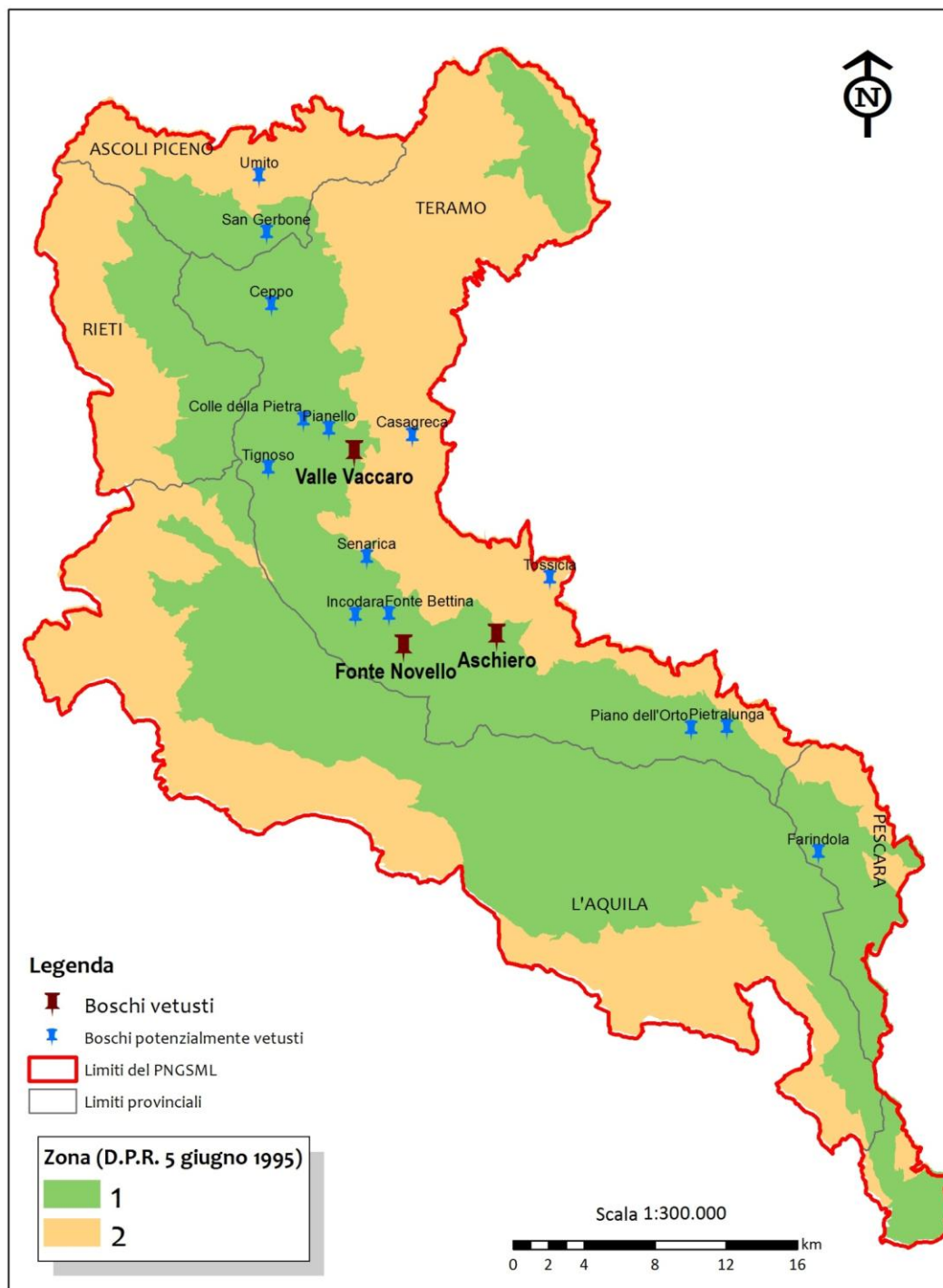


Figura A.2.5. Zonazione del PNGSML ai sensi del D.P.R. 5 giugno 1995 (Zona 1 di rilevante interesse naturalistico, paesaggistico e culturale con limitato o inesistente grado di antropizzazione; Zona 2 di valore naturalistico, paesaggistico e culturale con maggiore grado di antropizzazione. Dall'alto: Castagneto di Umjto; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossica; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

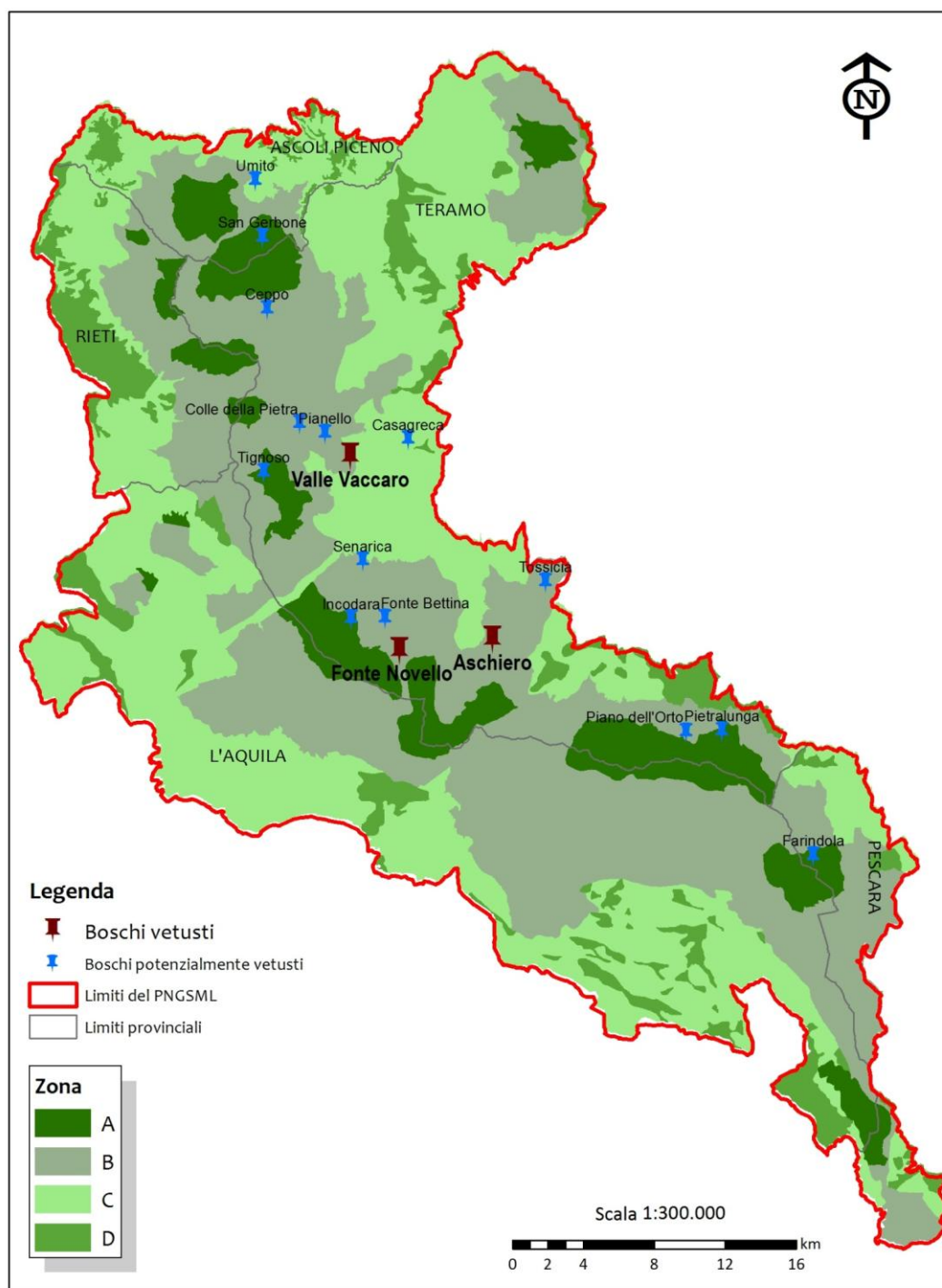


Figura A.2.6. Zonazione del PNGSML in fase di approvazione (Zona A Riserva integrale; Zona B Riserva generale orientata; Zona C Aree di protezione; Zona D Altre zone. Dall'alto: Castagneto di Umito; Faggeta di San Gerbone; Faggeta di Ceppo; Faggeta di Colle della Pietra; Faggeta di Pianello; Cerreta di Fonte della Cavalla; Frassineto di Valle Vaccaro; Faggeta di Tignoso; Castagneto di Senarica; Abetina di Tossicia; Faggeta Coste di Incodara; Faggeta di Fonte Bettina; Faggeta di Aschiero; Faggeta di Fonte Novello; Faggeta di Piano dell'Orto; Faggeta di Pietralunga; Faggeta di Pelinca)

ALLEGATO A.3. SCHEDA PER LA SEGNALAZIONI DI BOSCHI VETUSTI NEL PNGSML.

COMANDO STAZIONE _____

LOCALIZZAZIONE DEI BOSCHI VETUSTI

Località	
Toponimi CTR o IGM	
Coordinate topografiche di un punto interno all'area	

Località	
Toponimi CTR o IGM	
Coordinate topografiche di un punto interno all'area	

CRITERI ORIENTATIVI PER LA IDENTIFICAZIONE DI BOSCHI VETUSTI

Assenza di disturbo antropico diretto recente (ultimi 40-50 anni)	
Presenza di alberi morti in piedi o a terra, o di grande quantità di pezzi di legno morto	
Notevole massa legnosa (indicativamente, area basimetrica maggiore di 25 m ² a ettaro)	
Presenza di alberi vivi con diametro maggiore di 40 cm	
Presenza di grandi alberi con cavità o marcescenti	
Presenza di rinnovazione naturale	