



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI (D3A)

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE FORESTALI E AMBIENTALI (L25)

**Caratteri dendrometrico-strutturali nei
boschi di pino nero (*Pinus nigra* Arn.) adibiti
a martelloscopio nella foresta demaniale delle
Cesane (PU)**

Structural features of a marteloscope black pine (*Pinus nigra* Arn.) woodlot in the Cesane Regional forest (PU)

Tesi di Laurea di

Gloria Nespola

Gloria Nespola

Relatore

Prof. Carlo Urbinati

Carlo Urbinati

Correlatore

Dott. Alessandro Vitali

Alessandro Vitali

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA TESI	
1.1. Martelloscopi e gestione forestale sostenibile	Pag. 1
1.2. Obiettivi del lavoro	Pag. 5
2. IL MARTELLOSCOPIO NELLA FORESTA DEMANIALE DELLE CESANE (PU)	
2.1. Area di studio	Pag.5
2.1.1 Caratteri geolitologici	Pag. 10
2.1.2 Pianificazione forestale delle proprietà demaniali della regione Marche	Pag. 12
2.2. Individuazione e perimetrazione del sito	Pag. 15
2.3. Rilevamento parametri dendrometrici su piante in piedi	Pag. 17
2.4 Rilevamento parametri dendrometrici su individui abbattuti	Pag. 20
3. RISULTATI	
3.1. Caratteri dendrometrico-strutturali del soprassuolo	Pag. 24
3.1.1 Assetto composizione specifica	Pag. 25
3.1.2 Assetto diametrico	Pag. 27
3.1.3 Assetto ipsometrico	Pag. 31
3.1.4 Assetto cronologico	Pag. 37
3.2. La massa legnosa	Pag. 38
4. CONCLUSIONI	Pag. 42
5. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	Pag. 47

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA TESI

1.1. Martelloscopi e gestione forestale sostenibile

Con lo sviluppo di strumenti sempre più efficienti e la realizzazione di simulatori d'intervento di selvicoltura, a partire dagli ultimi venti anni, si è divulgata la creazione di martelloscopi. Questi, sono stati utilizzati per la prima volta in Francia, quando nel 2008 è stata istituita la prima “palestra” per forestali. La traduzione letterale deriva proprio dal francese “*martelage*” che significa segnare, permettendo di creare delle aule all'aperto dove avverrà la formazione di figure professionali. Il martelloscopio viene scelto da personale specializzato, con l'obiettivo di selezionare una particella di foresta.

La scelta del soprassuolo è il primo passo da compiere, e viene effettuata tenendo conto di vari fattori, quali ad esempio: il tipo di foresta, le caratteristiche del popolamento, l'accessibilità dell'area scelta, ecc. In seguito, il sito selezionato viene circoscritto per porre limiti ben definiti ed evidenti. (Figura 1.1)



Figura 1.1 Delimitazione martelloscopio
(G. Nespola 20/01/2021)

Generalmente, la dimensione di un martelloscopio corrisponde ad 1 ettaro, benché non sia sempre possibile delimitare in maniera precisa il sito. La fase successiva consiste nel numerare le singole piante, servendosi di cartellini o di vernici indelebili, che rimangano applicate al tronco a lungo termine. (Figura 1.2 e 1.3) Tutti gli alberi verranno sottoposti a rilievi biometrici, ottenendo dati relativi al diametro, all'altezza, all'altezza dell'inserzione della chioma, ad altre eventuali caratteristiche presenti.



Figura 1.2: Numerazione piante con vernice e cartellini (G. Nespola 20/01/2021)



Figura 1.3: Cartellini (G. Nespola 20/01/2021)

Tramite i dati raccolti, vi è la possibilità di utilizzare dei software specifici, in grado di riprodurre la condizione che verrebbe a crearsi con l'applicazione dell'intervento, permettendo di stabilire se procedere o meno con l'esecuzione.

La "martellata" viene eseguita tramite il "martello forestale", che contrassegna le piante selezionate in precedenza dal dottore forestale e che saranno destinate all'abbattimento. Questo attrezzo è composto da due lati: da una parte troviamo l'ascia e dell'altra la struttura di un martello con impressa l'impronta. Quest'ultima servirà per contrassegnare i tronchi e le ceppaie delle piante, per accertarsi che, una volta terminato il lavoro, vi sia la certezza che l'operazione selvicolturale svolta è stata autorizzata. Per semplificare tutto ciò è possibile sostituire il martello con una vernice spray.

L'assegnazione al taglio, effettuata da tecnici forestali, permette di valutare quali piante verranno utilizzate tramite la martellata e quali verranno lasciate nel sito.

Il martelloscopio quindi permette di determinare l'entità dell'intervento tramite la stima degli effetti derivanti dalle operazioni forestali tramite i seguenti elementi:

- il volume del legname di un popolamento;
- la quantità e la qualità del legno tagliato;
- il valore che assume il prodotto tagliato, diviso in assorti.

Oltre a questo, il martelloscopio viene utilizzato a fini didattici, rivelandosi uno strumento concreto che consente agli studenti di mettere in pratica le loro conoscenze dendrometriche e selvicolturali.

Infine, è un mezzo indispensabile per programmare e gestire l'ambiente forestale e per far sì che venga mantenuta la biodiversità e la capacità di produzione e rigenerazione dell'ecosistema. Questo permetterà di tutelare il futuro sia dell'ambiente stesso, che dell'economia che ruota attorno ad esso rimanendo in linea con la GFS. La gestione forestale sostenibile (GFS) non è, quindi, considerata come un semplice disboscamento, ma agisce tramite strumenti impiegati in maniera controllata e mai casuale, tenendo conto delle caratteristiche naturali e strutturali dell'ambiente. La definizione maggiormente accettata nel nostro settore è stata resa nota nel 1993, alla Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa e afferma quanto segue: *“l'uso delle foreste e dei terreni forestali nelle forme e ad un tasso di utilizzo che consentano di mantenerne la biodiversità, produttività, capacità di rinnovazione, vitalità e potenzialità di adempiere, ora e nel futuro, a rilevanti funzioni ecologiche, economiche e sociali a livello locale, nazionale e globale, senza comportare danni ad altri ecosistemi”* (MCPFE 1993).

Proprio in Europa, nel marzo del 1994, ci fu il primo tentativo di determinare i criteri e gli indicatori per la Gestione Forestale Sostenibile, grazie all'incontro denominato “pan-europeo”, tenutosi a Bruxelles e nel quale fu approvato un set criteri, modificato in seguito. Questo gruppo è composto da 14 norme, raccolte in 4 categorie, che sono state poi successivamente elaborate dal Comitato Generale di Coordinamento (*General Co-ordinating Committee*) in collaborazione con un Gruppo di Consulenza Scientifica (*Scientific Advisory Group*). In seguito, questi organi sono arrivati a determinare una serie di 6 criteri e 27 indicatori inerenti alla GFS per l'Europa. Per criterio si intende “un aspetto o un elemento particolare della GFS considerato di notevole rilevanza” (ISCI 1996) o “uno strumento concettuale grazie al quale viene espresso un

giudizio” (Boyle et al., 1998). L’indicatore invece è “ogni variabile o componente di un ecosistema forestale, o dei relativi sistemi di gestione, che venga utilizzata per dedurre caratteristiche della sostenibilità della risorsa e delle sue utilizzazioni” (Boyle et al., 1998)

Come affermato precedentemente, questi criteri ed indicatori sono stati redatti allo scopo di:

- individuare i principi di riferimento per la GFS, l’analisi e il monitoraggio delle politiche forestali;
- organizzare dei dati e sistemi di valutazione forestale;
- preparare degli strumenti di comunicazione sociale sulla condizione delle foreste;
- stabilire delle politiche di sostegno pubblico alla GFS;
- predisporre dei piani di certificazione per la gestione dell’ambiente aziendale di tipo forestale e di eco-labelling.

Per comprendere meglio di cosa trattano questi criteri, si può asserire che, essi riflettono il grado di conoscenza, intesa come l’accumularsi, nel tempo, di informazioni correlate tra loro. I Criteri nel loro insieme riflettono gli obiettivi e le attese della società nei confronti della GFS (ISCI 1996). Di seguito sono riportati i 6 criteri della Gestione Forestale Sostenibile:

1. mantenimento e appropriato miglioramento delle risorse forestali e loro contributo al ciclo globale del carbonio;
2. mantenimento della salute e vitalità degli ecosistemi forestali;
3. mantenimento e sviluppo delle funzioni produttive nella gestione forestale (prodotti legnosi e non legnosi);
4. mantenimento, conservazione e appropriato miglioramento della diversità biologica negli ecosistemi forestali;
5. mantenimento e appropriato miglioramento delle funzioni protettive nella gestione forestale (con specifica attenzione alla difesa del suolo e alla regimazione delle acque);
6. mantenimento delle altre funzioni e delle condizioni socioeconomiche. (ANPA 2000)

Nonostante il forte potenziale di rendimento dei boschi, non dobbiamo tralasciare un importante fattore, ovvero, operiamo con risorse che se non gestite e tutelate, potrebbero non solo ridursi in termini di quantità, ma persino non raggiungere i massimi livelli di produttività ottenibili. Per evidenziare l’importanza di questo tema, sono state create delle

certificazioni, rilasciate attraverso un processo volontario che, seguendo criteri sopra citati, induce la loro emissione, ad opera di enti specializzati e indipendenti.

Il compito principale di questo strumento è attestare che la gestione di un bosco sia dotata di specifici requisiti di tutela del territorio, di efficienza a livello economico e di equità sociale. Verranno monitorate tutte le fasi del procedimento, dalla pianificazione fino all'estrazione del legname per la corretta gestione dell'ambiente specifico. È importante ricordare che ogni zona ha caratteristiche peculiari che vanno amministrare in maniera differenziata dalle altre. Allo scopo di evitare lo sfruttamento non idoneo delle foreste è stata introdotta la tracciabilità dei prodotti definita anche "catena di custodia". Tra gli schemi di certificazioni riconosciuti a livello globale ricordiamo il *Forest Stewardship Council* (FSC) e il *Programme for Endorsement of Forest Certification* (PEFC).

1.2. OBIETTIVI DEL LAVORO

L'obiettivo del lavoro è di preparare e completare il censimento e l'analisi di dettaglio del soprassuolo che costituirà l'ambito del martelloscopio, in modo tale da fornire ai fruitori futuri (studenti o tecnici) tutte le informazioni disponibili, per permettere loro di simulare le diverse opzioni selvicolturali. L'inaugurazione del martelloscopio è prevista per il mese di maggio o giugno. In particolare, i) è stato completato il censimento di tutti gli individui presenti (numerazione e cavallettamento), ii) eseguita la geolocalizzazione degli individui e su circa la metà del popolamento, iii) misurate le altezze di oltre il 50% degli individui nonché su oltre 50 alberi modello specificamente selezionate ai fini della costruzione della curva ipsometrica, iv) prelevate carote incrementali su 45 individui per l'analisi dendroecologica, v) eseguito un abbattimento selettivo su circa 50 alberi per la determinazione precisa del volume, e la misurazione di tutti i parametri dendrometrici e dendro-auxometrici.

2. IL MARTELLOSCOPIO NELLA FORESTA DEMANIALE DELLE CESANE (PU)

2.1. AREA DI STUDIO

L'area presa in considerazione per l'esecuzione del martelloscopio si trova all'interno della Foresta Demaniale delle "Cesane". Quest'area boschiva è ubicata nella provincia di Pesaro-

Urbino, confina a Nord con il comune di Isola del Piano, a Sud-Est con Fossombrone e ad Ovest con il comune di Urbino. Essa è considerata come una proprietà pubblica, gestita per la maggior parte dall'Unione Montana dell'Alto Metauro.

Il territorio delle "Cesane" fa parte dell'unità del Bacino Marchigiano Esterno, diramazione orientale della grande dorsale Umbro-Marchigiana, che insieme ai rilievi del monte Nerone e Catria, rappresentano l'ossatura della regione Marche. Sono per lo più delle dorsali di tipo carbonatico, con dei profili dolci e pareti non troppo scoscese, soggette a percolazioni idriche che potrebbero causare erosioni e frantumazioni. L'assetto di tipo collinare-montano mette in risalto la presenza di estensioni in quota abbastanza pianeggianti, che si insediano tra il mar Adriatico e le colline dell'entroterra pesarese, in un leggero altopiano che va da 150 m s.l.m. e 650 m ca. s.l.m. (Figura 2.1)

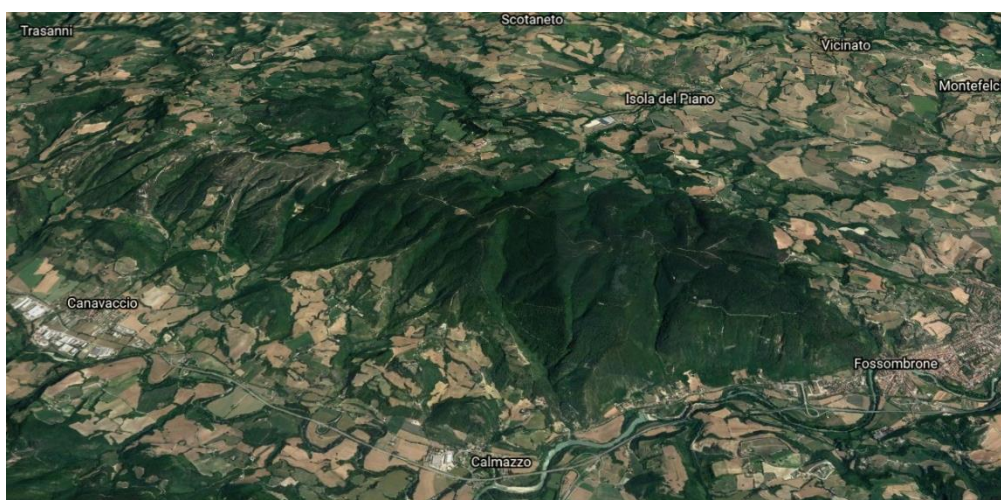


Figura 2.1: Foresta demaniale monti delle Cesane (PU)

L'area demaniale delle Cesane occupa 2213 ettari di territorio, di cui 2044,5 ettari, circa il 92,4%, appartiene al bacino del Metauro e la restante parte, 169,4 ettari (7,6%), riguarda il bacino del Foglia. (Figura 2.2)

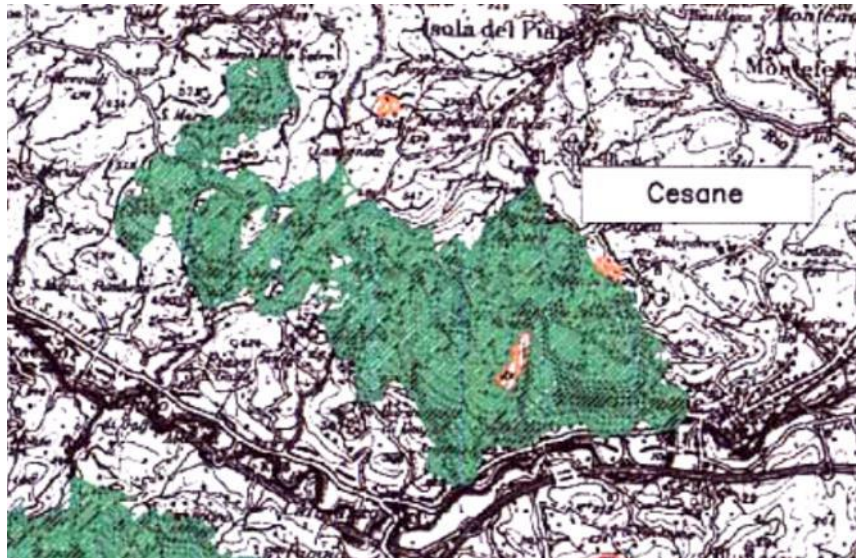


Figura 2.2: Pianta della Foresta Demaniale Regionale “Monti delle Cesane” (A. Mongini 2005)

Il comprensorio delle Cesane comprende oltre 1500 ettari di “foreste demaniali delle Cesane”, che si estendono per 15-20 km, costituendo un’ampia zona verde di grande importanza paesaggistica, ma soprattutto turistica offrendo opportunità ad escursionisti a piedi, bicicletta e a cavallo, raccoglitori di funghi ecc.

L’assetto patrimoniale del territorio delle Cesane è distribuito tra la Comunità Montana (0,8%), i Privati (50,4%) mentre la restante parte, alla regione Marche (48,8%) suddivisa tra il comune di Fossombrone (39,9%) e il comune di Isola del Piano (8,9%). (Figura 2.3)

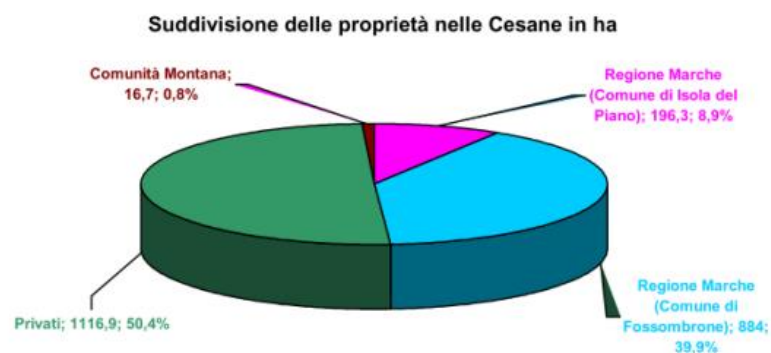


Figura 2.3: Suddivisioni della superficie delle Cesane in base alla proprietà (A. Mongini 2005)

Di seguito il grafico riporta le differenti destinazioni d’uso del suolo in tutto l’area delle Cesane. Oggi, in questo territorio si ha un grado di copertura arborea del 99%. (Figura 2.4)

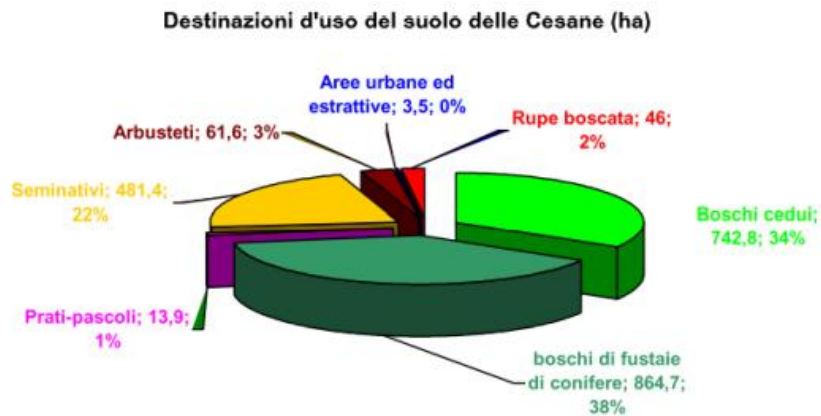


Figura 2.4: Suddivisioni della superficie delle Cesane in base all'uso del suolo (A. Mongini 2005)

L'importanza che assume la foresta demaniale delle Cesane è data, in particolare, dalla sua storia. Infatti, fino all'inizio del secolo scorso, i suoi territori venivano sfruttati per scopi agricoli, per i pascoli e in seguito ad una richiesta elevata di carbone e legname, si verificò un aumento soprattutto di esbosco del legname. A livello forestale comportò una drastica riduzione di queste superfici, spesso residuali, con piccole aree che venivano ceduate con turni brevi. Questo uso eccessivo dei terreni portò ad un tale impoverimento di essi, da rendere necessaria un imponente operazione di rimboschimento, anche per limitare il dissesto idrogeologico.

Cominciò, quindi, nel corso della Prima guerra mondiale, un'opera di riqualificazione di rimboschimento, tramite un concorso indetto nell'anno 1916 dal Real Corpo delle Foreste (Legge Luzzatti 1910), rivolto ai prigionieri austriaci, per concedere loro un lavoro di mano d'opera, nella preparazione e impianto delle foreste. (Figura 2.5)

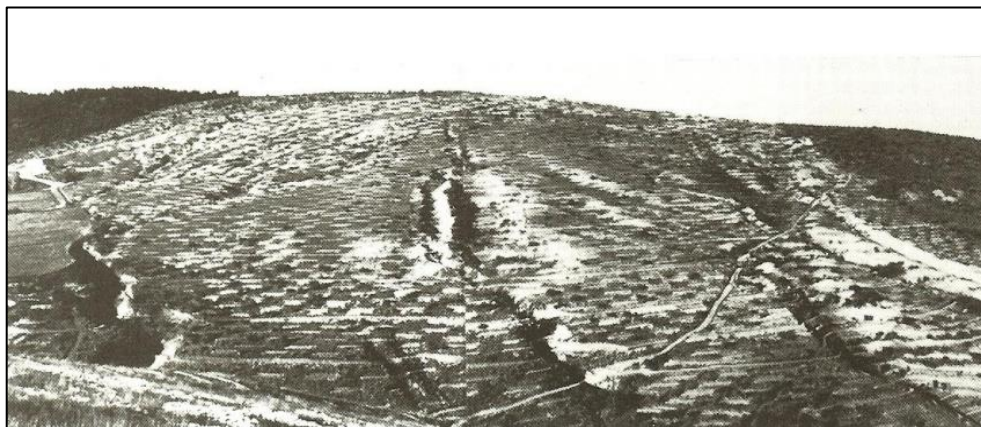


Figura 2.5: I Monti delle Cesane a seguito dei rimboschimenti degli anni '30 (A. Mongini 2005)

Questo rimboschimento si concluse quando, negli anni '70, l'Azienda di stato per le Foreste Demaniali rinunciò alla proprietà delle Cesane cedendole alla regione Marche. La specie forestale, utilizzata soprattutto negli ultimi 100, nell'Appennino centro-settentrionale per i rimboschimenti, fu inizialmente il Pino nero d'Austria poi successivamente il Pino laricio. Si può affermare quindi che il Pino nero assume il ruolo di specie arborea emblematica dei rimboschimenti italiani, principalmente perché è una specie di facile attecchimento e soprattutto, il suo accrescimento è rapido anche in suoli difficili. In generale si può attestare che questa conifera in quell'epoca è stata adottata come specie fondamentale, utilizzata per la riconquista di terreni montani da tempo dismessi e con assenza di vegetazione. Oltre a quest'ultima specie, sono state piantumate altre piante arboree, come Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), pino marittimo (*Pinus pinaster*), Abete bianco (*Abies alba*), Abete rosso (*Picea abies*), Cipresso comune (*Cupressus sempervirens*), Cipresso d'Arizona (*Cupressus arizonica*), Cipresso di Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana*), Cedro deodara (*Cedrus deodara*) Cedro dell'Atlante (*Cedrus atlantica*). Oltre a queste specie arboree, sono state impiantate anche specie arbustive locali, quali il Ginepro rosso (*Juniperus oxicedrus*), il Ginepro comune (*Juniperus communis*) e anche lo Scotano (*Rhus cotinus*).

Quindi, i primi impianti realizzati dagli anni 1920-1930 fino agli anni '50, avevano principalmente la funzione di protezione del suolo dal dissesto idrogeologico, ed erano stati progettati come boschi di temporanei per contrastare alcune emergenze ambientali. Questo implicò l'utilizzando di specie preparatorie, prevalentemente costituite da conifere, impiantate su suoli nudi, che sarebbero state successivamente convertite. Le conifere vennero utilizzate allo scopo di favorire l'insediamento di specie autoctone e dar vita a boschi misti e aree con boschi puri di latifoglie autoctone.

Tale intervento si è concluso con poco successo, infatti i territori dove o il rimboschimento non è avvenuto, o dove i pini non hanno attecchito (es. in rupi, impluvi, zone particolari o nascoste), mostrano la presenza di specie locali. Una considerazione da fare su questo aspetto è che altri eventi come incendi, schianti ed eventi meteorici, quali vento e neve, potrebbero aver favorito il loro insediamento. Il fenomeno naturale della ricolonizzazione di latifoglie autoctone all'interno dei rimboschimenti di conifere, si è verificato raramente, a causa dell'elevata densità in cui i popolamenti sono stati tenuti fino a poco più di un decennio fa. Ciò ha comportato anche un peggioramento della stabilità di numerosi rimboschimenti,

dovuto a valori eccessivi di snellezza degli individui del piano dominante e ad uno stato di sofferenza nel piano dominato.

Le latifoglie presenti con maggior capacità di insediamento nel nostro territorio sono: l'Orniello (*Fraxinus ornus*), la Roverella (*Quercus pubescens*), il Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), il Nocciolo (*Coryletum avellana*), il Leccio (*Quercus ilex*).

Sotto l'aspetto climatico, su grande scala, la zona delle Cesane rientra nel macroclima caldo temperato, e per la sua vicinanza, è influenzato dalla catena montuosa degli Appennini e dalle correnti provenienti dai Balcani e del mar Adriatico. Ciò comporta una diversità climatica e più fredda rispetto al versante opposto, il Tirreno. Per quanto riguarda le temperature, le minime si registrano nel primo mese dell'anno, gennaio, comprese tra i 4°C e 6°C, mentre per le massime, solite nel mese di luglio, fra 24°C e i 25°C. La temperatura media è di circa 12°C. L'escursione termica è di 18°C-20°C, invece i giorni gelo variano annualmente tra un range di 25 fino a 50 giorni l'anno (valore più basso della media nazionale che si attesta per le zone forestali sopra i 100 giorni). Le precipitazioni hanno un regime all'incirca costante, con maggior frequenza nelle stagioni invernali, autunnali e primaverili. La media annua si aggira intorno ai 900-1000 mm di pioggia, i giorni piovosi variano dai 60 agli 80 giorni l'anno. I periodi di siccità si registrano nei mesi estivi.

2.1.1 CARATTERI GEOLITOLOGICI

Come già detto in precedenza, il complesso montuoso delle Cesane, è una diramazione orientale della dorsale Umbro-Marchigiana, e assieme all'anticlinale del Furlo, che comprende il Monte Pietralata e il Monte Paganuccio, compongono la dorsale minore dei Monti della Cesana-Montalto. Dal punto di vista geologico, risalgono alla fine dell'era Mesozoica e agli inizi della Paleogenica e come il resto della nostra regione, è composta prevalentemente da rocce di tipo sedimentarie, essendo le rocce metamorfiche e ignee completamente assenti. I monti che la compongono sono strutturati in maniera anticlinale, ossia pieghe in cui gli strati sono inarcati verso l'alto; le rocce più antiche si trovano nel nucleo di una anticlinale, quelle più recenti si trovano nei fianchi. Nel complesso, si può affermare che, esse, sono particolarmente predisposte a percolazioni idriche, andando in contro a instabilità, frantumazioni ed erosioni. Grazie alla sua struttura sedimentaria, è

possibile rilevare in maniera netta la sua stratigrafia: inizialmente (dall'era del Trias Superiore fino al Quaternario) le deposizioni si localizzavano in una piattaforma carbonatica di acqua bassa, causando formazione di calcare massiccio, mentre nel periodo più recente, si riscontrano eventi legati all'orogenesi degli Appennini.

Dal punto di vista litologico, le Cesane sono composte per la maggior parte da facciate calcaree e calcareo-marnose: nella parte centrale, perciò nel nucleo, troviamo le formazioni più antiche, quali Scaglia Bianca e Rossa. Modesti ma molto diffusi sono gli accumuli di detriti stratificati, che sono stati prodotti da versanti marnoso-calcarei, strettamente legati alla formazione del Biscario, Scaglia Variegata e la Scaglia Cinerea.

Più specificamente la distribuzione geolitologica è la seguente:

- sui monti e sulle aree più elevate, compare principalmente la Scaglia Rossa, e si compone nella parte alta da calcari e calcari-marnosi rosati (con selce rossa in liste e noduli), nella parte intermedia da marne e marne-calcaree (priva di selce) e infine alla base da calcari e calcari-marnosi rosati (con selce rossa);
- nella parte più interna e più profonda, si rinvengono strati di Scaglia Bianca, che è composta da micriti bianche e calcari marnosi grigio-biancastri a frattura scagliosa, in strati sottili e medi (con selce nere);
- a valle, lungo l'anticlinale, si ritrova il Biscario, composto da alternanze di calcari e calcari-marnosi scuri, in strati sottili e medi, a luoghi con liste e noduli (di selce nera), poi di marne argillose grigie. Al di sopra di esso è presente la formazione dello Schlier, a nord-est, che è costituito da un'alternanza di calcari marnosi biancastri, marne argillose e marne calcaree.
- nell'anticlinale invece, ritroviamo la Scaglia Variegata che è costituita da alternanze policrome di calcari micritici, calcari marnosi, marne calcaree in strati medi e sottili. Oltre a quest'ultima troviamo la Scaglia Cinerea, costituita dall'alternanza di calcari marnosi, marne calcaree, marne e marne argillose;
- a valle dei monti, troviamo dei conoidi di deiezione e per lo più detriti, che provengono dalla disgregazione, disfacimento della Scaglia Rossa;
- nel versante nord-est delle Cesane, troviamo la formazione marnoso-arenacea "Urbinate", che è costituita dall'alternanza di arenarie e marne torbiditiche.

Queste rocce generano suoli, dove avremo versanti sottili e aridi, normalmente franco-sabbiosi; negli avvallamenti o anche a fondo valle, si rinvengono in media suoli profondi, aventi come caratteristiche una lettiera spessa e sporadicamente argillosi. In generale si può

affermare che sono terreni ricchi di scheletro (particelle di diametro superiore a 2 mm), dove affiora la Scaglia Bianca. Tuttavia, il contenuto di carbonato di calcio (CaCO_3) non è mai superiore all'85%, perciò origina dei suoli orientativamente alcalini con pH intorno a 7-7,5.

Secondo l'aspetto geomorfologico la superficie si presenta come un ampio rilievo con fianchi più o meno acclivi (a seconda del versante in cui di troviamo) e con la cima piuttosto arrotondata, o quasi del tutto appiattita, a causa dei fenomeni erosivi, come già affermato in precedenza. Infatti, i fianchi di queste aree, sono caratterizzate dalle numerose incisioni dei corsi d'acqua (di carattere torrentizio).

2.1.2 PIANIFICAZIONE FORESTALE DELLE PROPRIETÀ DEMANIALI DELLA REGIONE MARCHE

La Foresta Demaniale Regionale delle Cesane è gestita in gran parte dall'Unione dei Comuni "Alta Valle del Metauro". Alla base troviamo perciò un – "piano di Gestione Forestale dei patrimoni boschivi detenuti dalle Unioni Montane "Alta Valle del Metauro" e "Catria e Nerone" - che descrive l'architettura generale e gli elementi comuni della pianificazione forestale. Nello specifico il piano è in vigore dall'anno 2020 con durata di 15 anni e la pianificazione, che viene proposta, riguarda soltanto le aree boscate.

La Foresta Demaniale Regionale delle Cesane è costituita da due nuclei, quello principale, che va dal versante sud del rilievo, e si estende pressappoco al confine delineandolo, a nord, dalla strada di crinale Urbino-Fossombrone. L'altro di dimensione più ridotte, è collocato più a nord, su una propaggine secondaria del rilievo montuoso, in località Campolino, fra Santa Maria delle Selve e Santa Maria del Monte, estendendosi quasi del tutto sul versante sud-ovest. La dorsale sud-ovest è di natura carbonatica, presenta versanti piuttosto ripidi, dovuti alla natura del substrato, con le cime arrotondate. Questo per quanto riguarda la sezione C, poi troviamo la sezione N, più ridotta e fa parte del Comune di Isola del Piano, che è composta, invece, da un solo nucleo principale. È situato, facendo riferimento alla sezione precedente, a sud di essa e come confine a nord-ovest abbiamo la Strada Provinciale Cesane n.51. Si estende sul versante di destra del Fosso Tinaccio (affluente del Rio Maggiore). I rilievi di questa sezione, sono molto ripidi, ma solo a nord, in corrispondenza del Fosso Tinaccio e le altre zone boscate hanno pendenze tendenzialmente più dolci.

Fra le varie sezioni presenti nel piano di gestione una riguarda la gestione delle fustaie di conifere miste a latifoglie. Queste rappresentano il 25% della superficie pianificata e sono fustaie giovani di conifere, composte da specie preparatorie (o esotiche), con età compresa tra 40-50 anni, sviluppo e densità discreta, altezza media tra 15-20 m.

Fondamentalmente l'obiettivo principale proposto è la rinaturalizzare il popolamento in modo graduale e non in modo drastico, sfruttando le specie autoctone e farle rinnovare naturalmente. In questo modo si potranno ottenere soprassuoli maggiormente stabili e in equilibrio strutturale. È peraltro doveroso tenere presente alcuni fattori per una gestione sostenibile multifunzionale:

- la fisionomia dei popolamenti, che sono ancora troppo giovani e non in tutti si sono avviati processi di successione, ovvero la rinnovazione di specie autoctone;
- l'ecologia, il paesaggio e l'aspetto turistico-ricreativo, l'eliminazione improvvisa delle conifere per questi aspetti non sarebbe appropriata, in quanto si creerebbero delle vaste aree con una copertura forestale limitata;
- la produzione di funghi e tartufi, alcune specie molto caratteristiche di queste conifere come il pino nero;
- le normative, delle PMPF, prescrizioni di massima e di polizia forestale, riguardanti i popolamenti ancora giovani, non ancora idonei, lontani dal turno minimo previsto da essi;

Perciò l'unico modo per poter effettuare e operare un intervento controllato e prudente, data la disomogeneità e non sempre sufficiente rinnovazione delle piante in modo naturale, si può attuare un diradamento selettivo; con esso si intende una forma di diradamento libero legato alla selvicoltura naturalistica, con precise regole codificate (Piussi e Alberti 2015). Questo termine è utilizzato chiaramente per il diradamento selettivo di Schaedelin e poi perfezionato da Leibundgut nel 1946. Il diradamento libero è un intervento di miglioramento boschivo, che favorirà la creazione di condizioni minime di illuminazione per l'insediamento della rinnovazione (Catani e Marchi 2016).

L'unica area dove sono concessi interventi specifici, è quella che è stata interessata dall'incendio che ha distrutto circa 200 ettari nell'estate del 2017. Nelle aree con danni minori si eseguirà un tipo di intervento combinato con caratteristiche intermedie tra interventi fitosanitari o di recupero danni, nelle aree più colpite e danneggiate, e il

diradamento selettivo, che verrà eseguito dove la mortalità ha avuto così tanto effetto quanto un diradamento stesso.

L'intervento previsto nella sezione delle Cesane, nei boschi misti di conifere e latifoglie, è appunto il diradamento selettivo, che nella nostra regione, si procede secondo questo ordine:

1. Si asportano le piante dominanti danneggiate, malformate e deperienti. Si interviene nei raggruppamenti più densi e sani, aprendo piccole buche ellittiche (5-8 m, che corrisponde all'asse maggiore dell'ellisse) per consentire l'insediamento di novellame delle specie autoctone, con lo scopo di favorire la mescolanza di latifoglie presenti, anche se appartenenti al piano dominato.
2. Quando si effettua il taglio, bisogna soprattutto cercare di contenere i danni e di non danneggiare le piante ritenute fondamentali che sono state valutate tali da rimanere in bosco. Uno sguardo deve essere rivolto però, sia alle specie arboree che potrebbero essere presenti, purché siano in buono stato vegetativo, sia quelle arbustive fruttifere di grandi dimensioni e di età più che matura. Tutto ciò deve avvenire nel pieno rispetto della tutela della biodiversità. In termini percentuali si può affermare che in media le piante che saranno abbattute devono tenersi tra il 30/40% a seconda della densità dei soprassuoli. Mentre se ci troviamo di fronte a piante sottomesse di diametro ridotto oppure piante danneggiate da selvatici o eventi meteorici, si potranno abbattere fino al 50%, ma solo se in senza di abbondante successione.
3. Nelle vicinanze delle aree di sosta, della strada, dei fabbricati, dei sentieri escursionistici, si devono rimuovere gli individui instabili, secchi, deperienti e anche quelli crollati. Questa operazione serve per garantire un esbosco sicuro, il quale avverrà appunto utilizzando la viabilità intorno a quell'area, come strade forestali e piste. Questi percorsi in precedenza dovranno essere sistemati prima di cominciare il lavoro, in quanto si dovranno evitare fenomeni quali ristagno o erosione, eventualmente ripristinando tracciati esistenti o utilizzando teleferiche, condotte e canili di avvallamento. Nel caso in cui la viabilità non sia presente o non sia ben messa, si dovrà procedere con l'esbosco ad opera di muli.
4. Gli scarti, la ramaglia (materiale di risulta) derivanti dagli individui ormai a terra, dovrà essere innanzitutto sminuzzato e successivamente distribuito sul terreno, con una distanza superiore a 10 metri da strade rotabili di uso pubblico.

Per concludere si può affermare che la ripresa, sarà ad ogni modo minore al 40% del numero di piante, invece per quanto riguarda la provvigione legnosa una diminuzione del 30%, per evitare di destabilizzare il soprassuolo.

2.2. INDIVIDUAZIONE E PERIMETRAZIONE DEL SITO

L'individuazione di un'area adibita a martelloscopio, deve innanzitutto rispettare determinate caratteristiche, ed è fondamentale tener conto dei seguenti aspetti:

- scopi del martelloscopio;
- accessibilità e sicurezza del sito (es. frane o caduta di massi rocciosi);
- la rappresentatività (tipo di foresta, caratteristiche del popolamento e gestione applicate);
- predisporre un piano di gestione per gli interventi futuri e la loro frequenza;
- morfologia favorevole per configurare un martelloscopio, (generalmente terreno pianeggiante, ma non è un aspetto obbligatorio).

Nella nostra individuazione abbiamo considerato che l'area doveva essere esente da interventi selvicolturali recenti e non doveva prevederne a breve termine (almeno 5 anni). Inoltre, la zona doveva essere omogenea dal punto di vista del soprassuolo, infatti il popolamento è coetaneo con ampia copertura e densità elevata. L'Unione Montana Alta Valle del Metauro, che gestisce la foresta delle Cesane, ci ha permesso di selezionare l'area e facendosi carico dell'operazione di abbattimento selettivo a scopo dendroauxometrico.

I martelloscopi hanno solitamente dimensioni standardizzate ad 1 ettaro e devono considerare le caratteristiche geomorfologiche e topografiche, relativamente agli obiettivi del suo utilizzo. Generalmente, la forma più idonea, corrisponde ad un quadrato di dimensioni 100 x 100 metri, perché potrà essere suddivisa più speditamente in quattro quadrati, agevolando il procedimento. Su ogni quadrante verrà specificato e segnato, in modo permanente il centro, utile per calcolare l'azimut, che sarà necessario per la mappatura di ciascun individuo. Per concludere queste fasi teoriche, gli angoli dei vertici dell'ipotetico quadrato verranno inseriti come ordinate e ascisse, sostituendo x e y, alle funzioni di seno e coseno. (Figura 2.6)

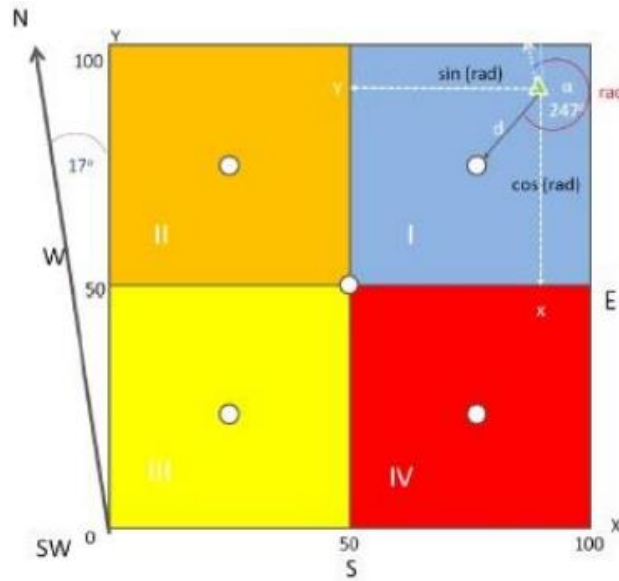


Figura 2.6: Rappresentazione di un martelloscopio quadrato fonte: Integrate+ Marteloscopes

Questa suddivisione, ovviamente, non è sempre possibile, ma nel nostro caso abbiamo avuto la possibilità di ottenere con la perimetrazione, un quadrato abbastanza preciso, partendo da due vertici che si trovano sulla strada forestale. I primi 2 vertici, lungo la strada, sono distanziati l'uno dall'altro da 100 metri, garantendo una larghezza sufficiente per rientrare nei requisiti del martelloscopio di 1 ettaro. Da ogni angolo si è scesi lungo il versante per 100 metri fino a determinare i due vertici inferiori. Per definire la parte bassa del martelloscopio, si è deciso di seguire una stradina che combacia quasi perfettamente con il poligono iniziale. Nella perimetrazione abbiamo considerato il fatto che in un versante le file di rimboschimenti a metà combaciavano, incrociandosi per via della presenza di un sentiero secondario. (Figura 2.7 e 2.8)

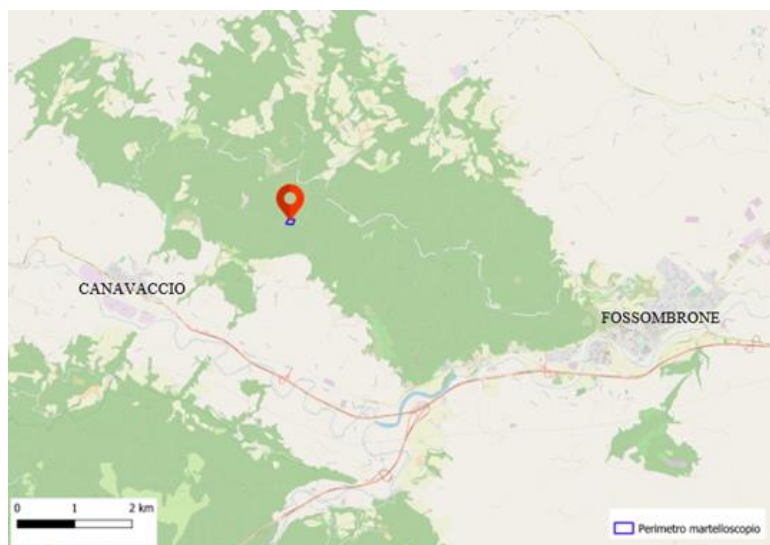


Figura2.7: Foresta Demaniale delle Cesane, focus su area del martelloscopio

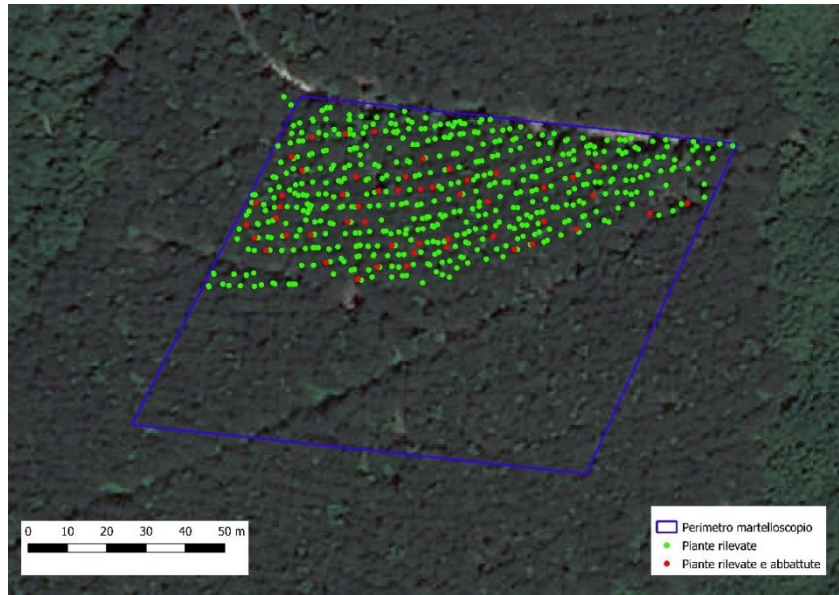


Figura 2.8: Perimetrazione area adibita a martelloscopio e individui censiti su circa 0,50 ha

2.3. RILEVAMENTO PARAMETRI DENDROMETRICI SU PIANTE IN PIEDI

Terminato il lavoro di perimetrazione dell'area, si è potuto procedere alla numerazione completa di tutti gli individui presenti all'interno di 1 ettaro. È stato di fondamentale importanza, stabilire quali piante rientravano, nel conteggio del popolamento, con una soglia diametrica minima, pari a 7 cm in corrispondenza di 1,30 m da terra (DBH). La numerazione inizialmente è stata fatta con vernice bianca indelebile, servendosi o di un pennello o a volte anche di una bomboletta spray che usata insieme a stampi numerici, all'altezza di 1,50 m, ha permesso di contrassegnare le piante, fino alla numero 533. (Figura 2.9)



Figura 2.9: Numerazione degli individui nell'area del martelloscopio (G. Nespola 20/01/2021)

Per facilitare questo tipo di operazione, è stata utilizzata anche la sgorbia, un particolare tipo di scalpello costituito da una lama in ferro o acciaio, che presenta all'estremità un manico, per facilitare il suo utilizzo. Questo attrezzo è stato necessario per poter numerare tutti gli individui di pino nero, che presenta una corteccia solcata in superficie, che si desquama in scaglie, aventi una forma irregolare. In seguito, sono stati affissi sul fusto di tutti gli individui in piedi presenti sull'intero ettaro del martelloscopio appositi cartellini in plastica. Il criterio scelto per numerare tutte le piante idonee è stato quello di seguire le curve di livello, lunghe le quali tendenzialmente sono stati messi a dimora gli alberi del rimboschimento. Il numero di piante arboree censite è di 1205, per la maggior parte monocormiche.

Per tutti questi individui, sono stati rilevati tre parametri:

1. la specie;
2. il diametro a 1,30 m;
3. l'altezza totale e dell'inserzione della chioma.

Sono state anche annotate eventuali deformazioni del fusto, biforcazioni e l'eventuale altezza, la presenza di ceppaie con più di un pollone (soprattutto orniello) e infine se l'albero era vivo o morto in piedi intero o in parte (snag).

Il diametro è stato rilevato a 1,30 m dal suolo su tutte le piante in piedi con un'approssimazione del valore al mezzo centimetro. Questo metodo diretto avviene utilizzando il cavalletto dendrometrico, è formato da un'asta graduata di diversa lunghezza, solitamente di materiale metallico, con un braccio fisso ad una estremità e un braccio che scorre su di esso. Sul regolo (asta fissa) è presente una scala graduata che indica i centimetri, quella che noi abbiamo utilizzato è di 50cm. Il cavallettamento, perciò, è stato eseguito posizionandosi a monte della pianta e sono state effettuate una o al massimo due misure, per cercare di stabilire il diametro in modo corretto, nell'ipotesi che il tronco non avesse una forma regolare. (Figura 2.11)



Figura 2.11: Cavalletto dendrometrico
(fonte: Integrate+ Marteloscope)

L'altezza totale della pianta è stata misurata prevalentemente con l'ipsometro Vertex III, è composto da un trasponder (emettitore di ultrasuoni), che va posizionato sul fusto della pianta, all'altezza di 1,30 m dal colletto, e da un rilevatore (ipsometro) che funge da ricettore di ultrasuoni (Figura 2.12). È essenziale che la cima della pianta sia ben visibile dal punto in cui si pone l'operatore che deve essere ad una distanza stimata, pari all'incirca dell'altezza della pianta. Le misure che sono state rilevate per ogni individuo, sono state, l'altezza totale, l'inserzione della chioma, e nel caso in cui qualche pianta risultava biforcata, si è determinato anche il punto di biforcazione. Oltre alle piante vive, sono stati misurate anche le altezze degli snag.



Figura 2.12: a sinistra trasponder posizionato sul fusto della pianta (G. Nespola 20/1/2021); a destra vertex (fonte: IFNC 2016)

Sono state infine prelevati con trivella di Pressler campioni legnosi (carote incrementali), da oltre 40 individui arborei delle due specie principali, pino nero e orniello per le analisi dendrocronologiche oggetto di un'altra tesi di laurea (Bocchini, 2021). Tutto il materiale raccolto è stato trasferito presso il TreeringLab del D3A tutti i dati e le informazioni su fogli elettronici di Excel, facilitandone innanzitutto la visualizzazione e per le successive elaborazioni di calcoli che ci hanno permesso di avere un quadro completo del sito.

2.4 RILEVAMENTO PARAMETRI DENDROMETRICI SU INDIVIDUI ABBATTUTI

In data 18 settembre 2020, ci siamo recati nell'area di lavoro per assistere all'operazione di abbattimento di 50 piante, selezionate fra le prime 533 censite. L'operazione è stata svolta in piena sicurezza, seguendo e rispettando le norme vigenti. Il gruppo dei rilevatori era dotato di elmetto di sicurezza, gilet ad alta visibilità e scarponi idonei per poter entrare all'interno della zona di abbattimento. In precedenza, erano state contrassegnate le piante destinate all'abbattimento, con una vernice spray gialla o rossa per garantire un lavoro ottimale e speditivo da parte degli operai. (Figura 2.13)



Figura 2.13: Segmento di tronco contrassegnato abbattuto

Lo scopo principale del nostro lavoro era determinare in maniera esatta il volume delle 50 piante abbattute e calcolare un coefficiente di forma (o riduzione f) utilizzabile per stimare la massa legnosa di tutto il soprassuolo. Perciò, questo campionamento è stato fondamentale per calcolare precisamente, con la formula di Heyer, applicabile su fusti atterrati e suddivisi in sezioni virtuali della lunghezza di 1 metro. Tramite i dati raccolti saremo in grado di validare, con una prova comparativa, i dati raccolti con una ripresa LIDAR terrestre portatile (tipo SLAM) oggetto di un ulteriore progetto di ricerca in collaborazione con i colleghi di Ingegneri. (Figura 2.16)



Figura 2.16: Punto di controllo a terra per rilevamento LIDAR terrestre

Sono state selezionate 50 piante di pino di dimensioni medio-grandi, con un diametro medio di circa 25 cm e altezza media di circa 17 m scelte fra quelle di forma e portamento regolare e in un buono stato vegetativo. Come previsto dai regolamenti è stato eseguito un taglio che non lasciasse eccessive aperture della copertura. (Figura 2.17)



Figura 2.17: Copertura aerea del soprassuolo (G. Nespola 20/01/2021)

Il diradamento è stato svolto dagli addetti di una locale cooperativa forestale che collabora con l'Unione montana: una volta eseguito il taglio, si sono assicurati di rimuovere i tronchi

atterrati con un verricello forestale, con il quale venivano trascinate le piante, fino al punto di raccolta delle stesse. Per facilitare questa fase dell'operazione, quindi diminuire i problemi legati allo spostamento, le piante sono state sramate, prima della rimozione, conservando il cimale.

Dopo il taglio, in sicurezza, i rilevatori procedevano con le misurazioni di ogni singolo individuo tagliato. Il procedimento per la raccolta dei vari dati è avvenuto seguendo una specifica procedura, che comprendeva queste misurazioni:

1. lunghezza totale del tronco, compreso il cimale (L_{tot});
2. lunghezza dell'inserzione della chioma (L_{ich});
3. lunghezza del cimale (L_{cim});
4. diametro alla base del tronco (D_{base}), diametro a 1,30 m di altezza (DBH) e diametro all'altezza dell'inserzione della chioma (D_{ich});
5. diametro preso per ogni tronchetto di 1 m, in corrispondenza di ogni sezione mediana ($D_{0,5}$, $D_{1,5} \dots D_n$).

Con una cordella metrica allungata per tutta la lunghezza della pianta a terra, si è proceduto a suddividere il fusto in sezioni da 1 metro (segnando ogni metro con una traccia bianca) e a registrare le suddette misure inserite un apposito piedilista. Allo stesso tempo, attraverso il cavalletto dendrometrico, sono state effettuate le misurazioni dei diametri ognuna delle sezioni mediane individuate. Per quanto concerne la lunghezza del cimale è stata rilevata dal punto in cui il diametro era al di sotto di 7 cm. (Figura 2.18 e 2.19)



Figura 2.18: Tronchi abbattuti e accatastati in seguito all'operazione di diradamento selettivo



Figura 2.19: Ceppaia di una delle 50 piante abbattute con cartellino

Per l'elaborazione di questi dati è stato fondamentale applicare la cubatura per sezioni con la formula di Heyer. Quest'ultima mira alla precisione, trascurando la forma geometrica del fusto per facilitare il calcolo. Per l'obiettivo di questo lavoro, essa, si è dimostrata sufficiente ed è quindi stata utilizzata in quanto è adatta per contesti didattici e tecnici, ma non a fini commerciali. Un limite è che tende a cubare per difetto, ossia non tiene conto delle perdite di lavorazione sottostimando in maniera proporzionale alla lunghezza del tronco. La formula di Heyer è comunque la più utilizzata grazie alla sua semplice applicazione e include la formula della sezione mediana di Huber per il calcolo dei singoli tronchetti. (Figura 2.20)

$$V = S_{0,5h} \cdot h$$

– $S_{0,5}$ = superficie sezione a metà lunghezza del tronco

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0,5h}^2$$

$$S = \frac{C_{0,5h}^2}{4\pi}$$

• $d_{0,5}$ $C_{0,5}$ rispettivamente diametro e circonferenza a metà lunghezza

– h = lunghezza totale del tronco

Figura 2.20: Formula di Huber (fonte: slide di dendrometria 2017 C. Urbinati)

La formula di Heyer può essere applicata con o senza considerazione del cimale (Figura 2.21 e Figura 2.22)

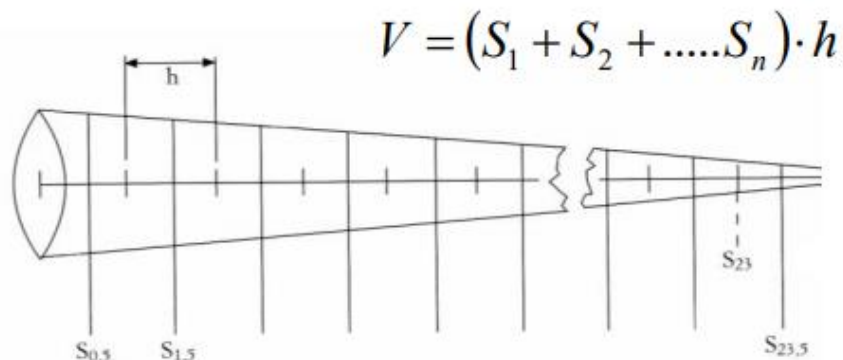


Figura 2.21: Formula di Heyer senza cimale (fonte: slide di dendrometria 2017 C. Urbinati)

$$V = h \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n) + \left(\frac{S_{cim} \cdot h_{cim}}{3} \right)$$

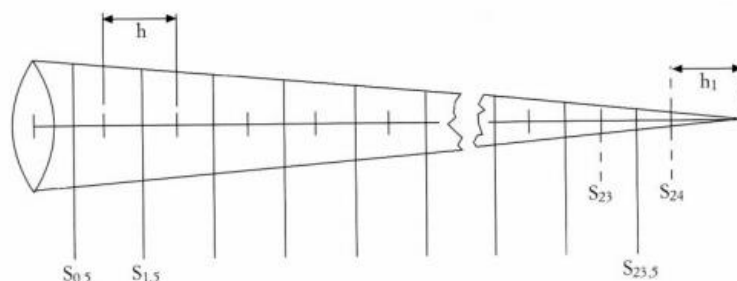


Figura 2.20: Formula di Heyer con cimale (fonte: slide di dendrometria 2017 C. Urbinati)

3. RISULTATI

3.1 ASSETTO DENDROMETRICO-STRUTTURALE DEL SOPRASSUOLO

Dopo circa 1 anno dalle prime misure del soprassuolo oggi è possibile, avere un quadro quasi completo sull'ettaro di bosco censito ed un preciso assetto dendrometrico-strutturale. (Tabella 3.1)

Tabella 3.1: Quadro generale del soprassuolo

Totale piante		Condizioni delle piante			
Specie	Piante totali	Piante vive	Snag	Abbattute	Schiantate
Pino nero	811	708	46	50	7
Orniello	375	368	2	0	5
Roverella	9	9	0	0	0
Altre specie	9	8	0	0	1
Totale piante	1204	1093	48	50	13

Prima di svolgere interventi e tener conto dei danni provocati da essi, la composizione specifica è quella illustrata dal grafico (Figura 3.1), e le piante presenti erano 1204. Ad oggi, abbiamo in piedi il 91% di questi individui, 4% di piante in piedi morte (snag), allo stesso valore troviamo le piante abbattute, in seguito al diradamento selettivo eseguito in metà ettaro e infine le piante schiantate, 1%. (Figura 3.2)

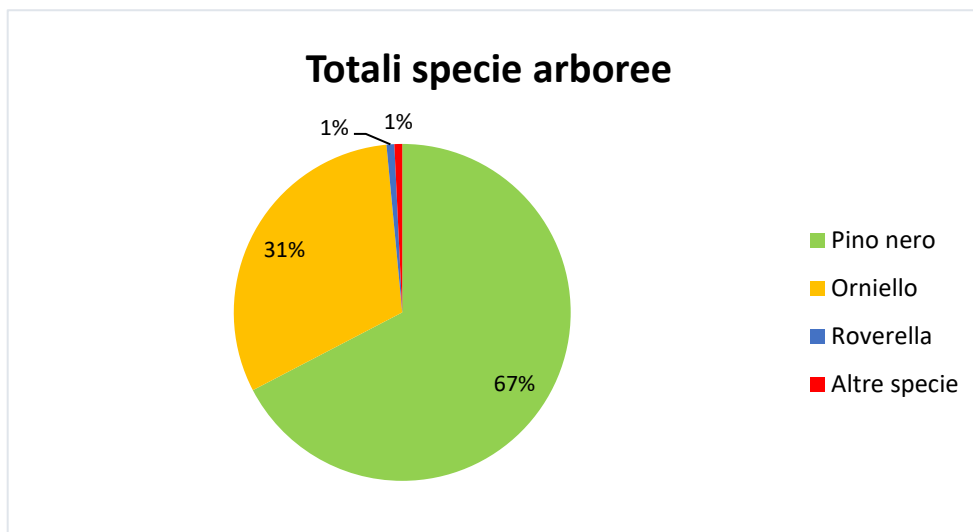


Figura 3.1: Ripartizione percentuale di tutte le specie arboree

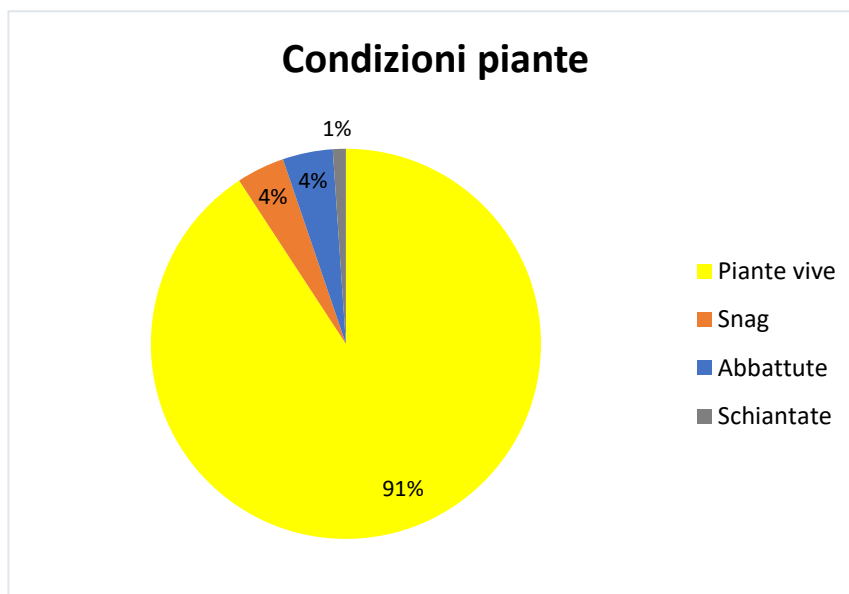


Figura 3.2: Condizioni delle piante del soprassuolo

3.1.1 ASSETTO COMPOSITIVI

All'interno della particella sono state riscontrate varie specie. Per la maggior parte *Pinus nigra* (pino nero), che è caratteristico, come già detto in precedenza, di tutta l'area

forestale, 708 individui. Come seconda specie caratteristica, troviamo *Fraxinus ornus* (orniello), 368 individui. C'è da sottolineare che non sono stati presi in considerazione tante piante di orniello, le quali non raggiungevano il diametro minimo richiesto. Infine, con un impatto minore sul totale (1%), troviamo 9 specie quali *Quercus pubescens* (roverella), *Acer pseudoplatanus* (acero montano), *Cupressus macrocarpa* (cipresso macrocarpa), *Cotinus coggygia* (scotano) e *Prunus avium* (ciliegio). (Figura 3.3)

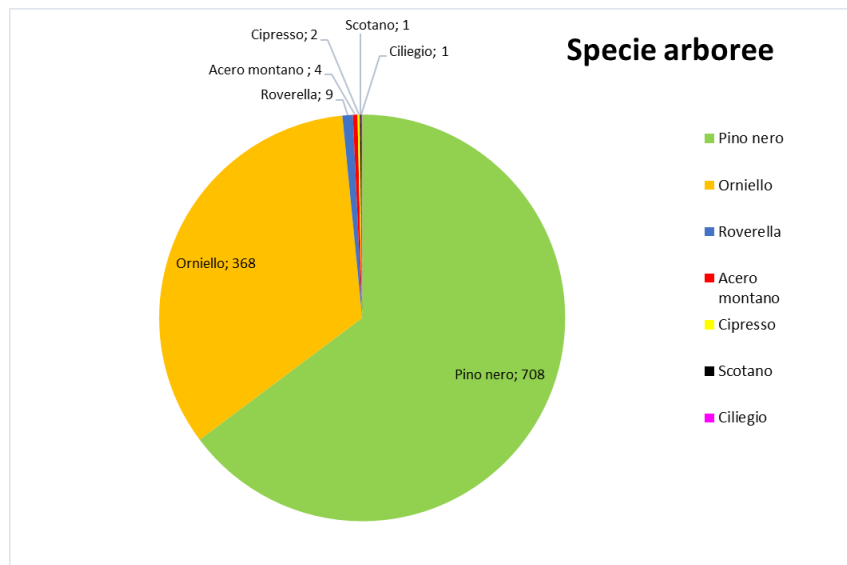


Figura 3.3: Composizione specifica delle piante vive presenti nel soprassuolo

Facendo riferimento solo alle percentuali si osserva una netta prevalenza di pino nero (65%), sull'orniello (33%) e sporadica presenza di roverella (1%) e altre specie (1%). (Figura 3.4)

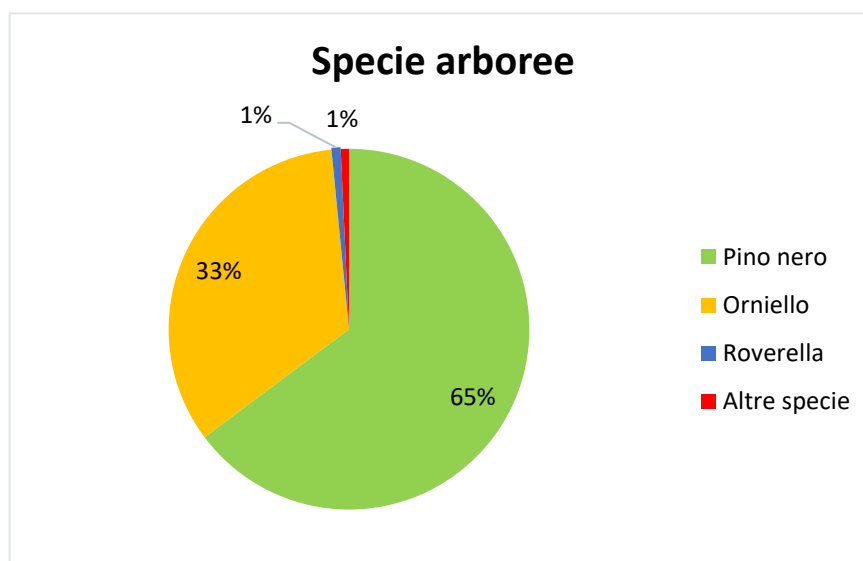


Figura 3.4: Composizione specifica delle piante vive

Nella figura 3.6 si osserva che gli snag di pino nero, rispetto a quelli dell'orniello, siano presenti in quantità maggiore, ma pur sempre occupando un valore ridotto sul totale.



Figura 3.5: Piante vive e piante morte in piedi nel soprassuolo

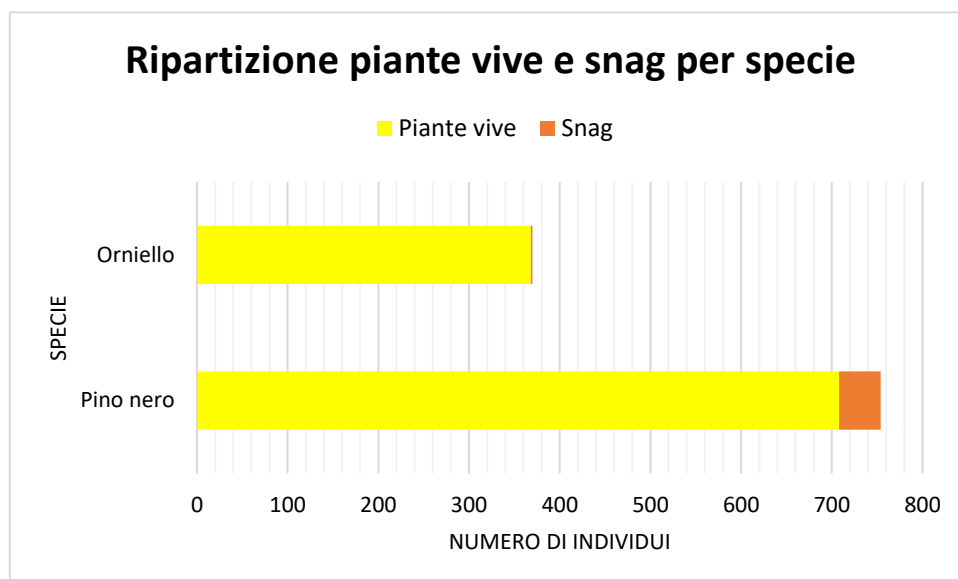


Figura 3.6: Ripartizione delle piante vive e degli snag divise per specie

3.1.2 ASSETTO DIAMETRICO

È stata calcolata l'area basimetrica su tutti gli individui vivi, risulta pari al 42,58 m²/ha, e la ripartizione percentuale per le specie arboree. (Figura 3.7). Il diametro medio è stato calcolato per ogni specie e si può affermare che sono piante aventi piccoli-medi diametri. (Tabella 3.2)

Tabella 3.2: Valori del diametro medio di ogni specie

Specie	Diametro medio
Pino nero	26,49
Orniello	10,69
Altro	14,09

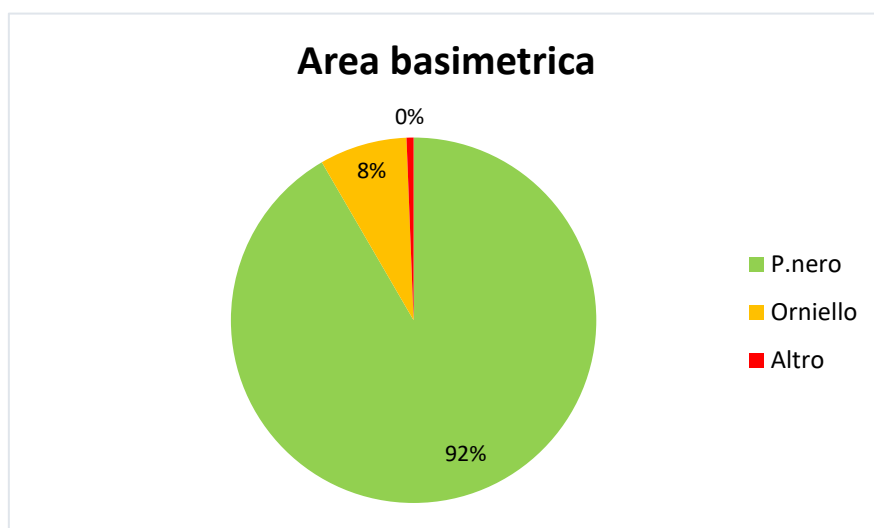


Figura 3.7: Ripartizione percentuale dell'area basimetrica

Successivamente è stata calcolata la distribuzione di frequenza diametrica, suddivisa in classi diametriche, di ampiezza 5 cm, dalla quale è emerso che il Pino nero ha un intervallo di valori fra 10 e 45 cm di diametro, mentre l'Orniello fra 5 e 30 cm e la Roverella tra 5 e 10 cm. (Figura 3.8) È possibile determinare la moda, che per la specie più numerosa si trova nella classe diametrica di 25 cm, mentre per la seconda nella classe da 10 cm.

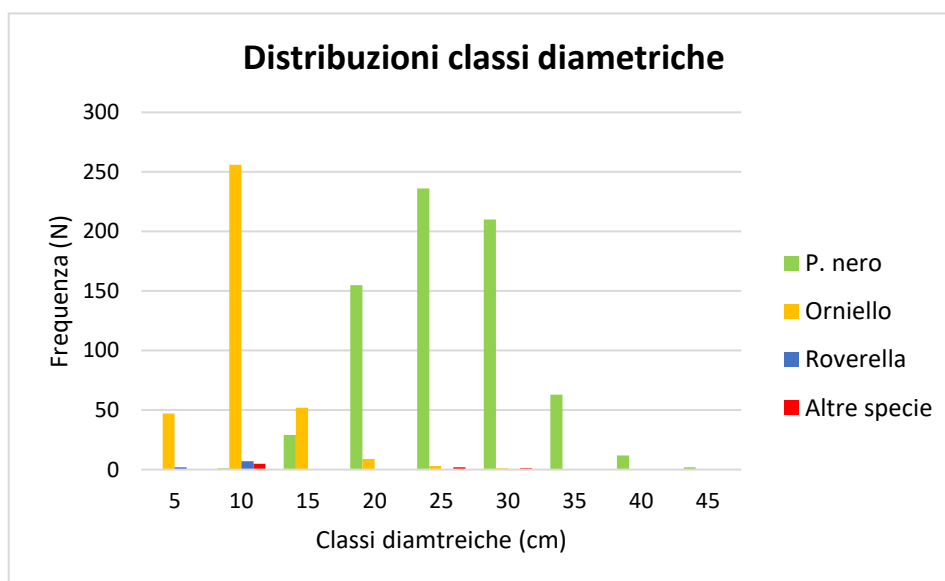


Figura 3.8: Distribuzione classi diametriche di tutte le specie vive del soprassuolo

A tal proposito, si può evidenziare che hanno una struttura coetaniforme e coetanea, per quest'ultima si intende che ci troviamo di fronte ad un bosco con alberi di età molto simile, dovuto al fatto, come sappiamo, della sua origine artificiale.

Per gli snag la classe diametrica più rappresentata è quella da 20 cm, e non corrisponde con la moda delle piante vive, sono quindi piante di dimensioni più piccole e in posizione dominata (Figura 3.9)

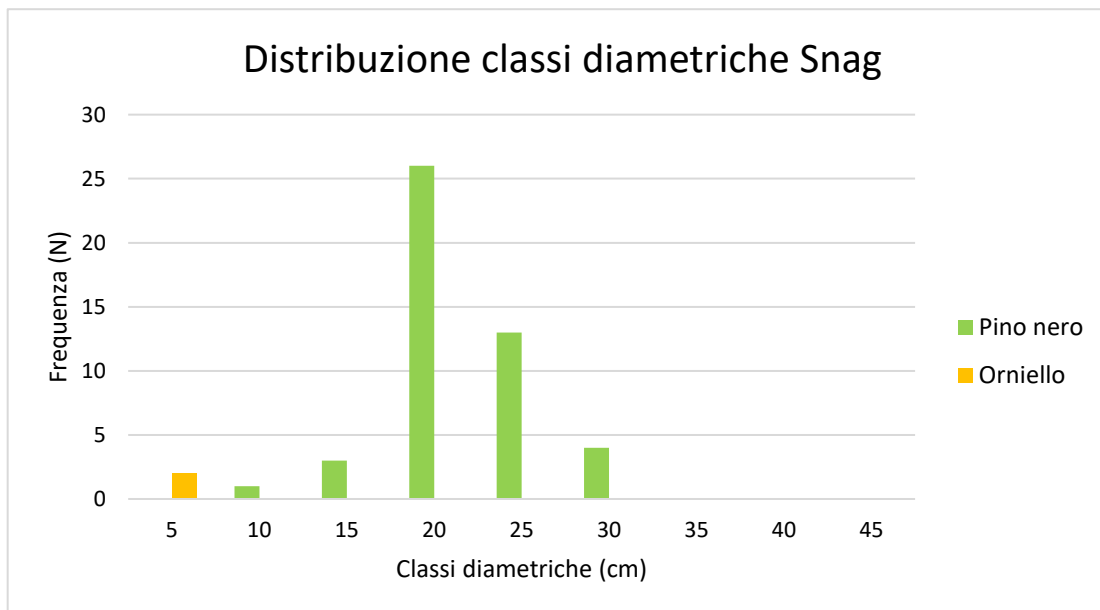


Figura 3.9: Distribuzione delle classi diametriche riferite agli snag

Con grafici box plot otteniamo una migliore e immediata percezione della distribuzione dei valori. Per il pino nero, si può enunciare che: i due lati estremi corrispondono al venticinquesimo e al settantacinquesimo percentile, rispettivamente 22 cm e 29,5 cm, la linea che divide in due la scatola è la mediana e corrisponde a 26 cm, la "x" è la media, 25,95 cm, i "baffi" rappresentano i valori estremi e infine i punti al di sopra o al di sotto dei "baffi" sono gli outliers. Si può perciò affermare che, il pino ha maggiori scostamenti rispetto alla media, considerando che la lunghezza dei baffi è elevata. La dispersione del dato quindi è ampia, ma vi è la ridotta presenza di valori anomali. Discorso differente emerge dalle altre due specie, le quali hanno minore dispersione del dato, ma solo l'orniello ha un elevato numero di *outliers*. I valori percentili di quest'ultima specie corrispondono a 8 cm e 11cm, mentre la media 10,17 cm e la mediana 9,5 cm. (Figura 3.10)

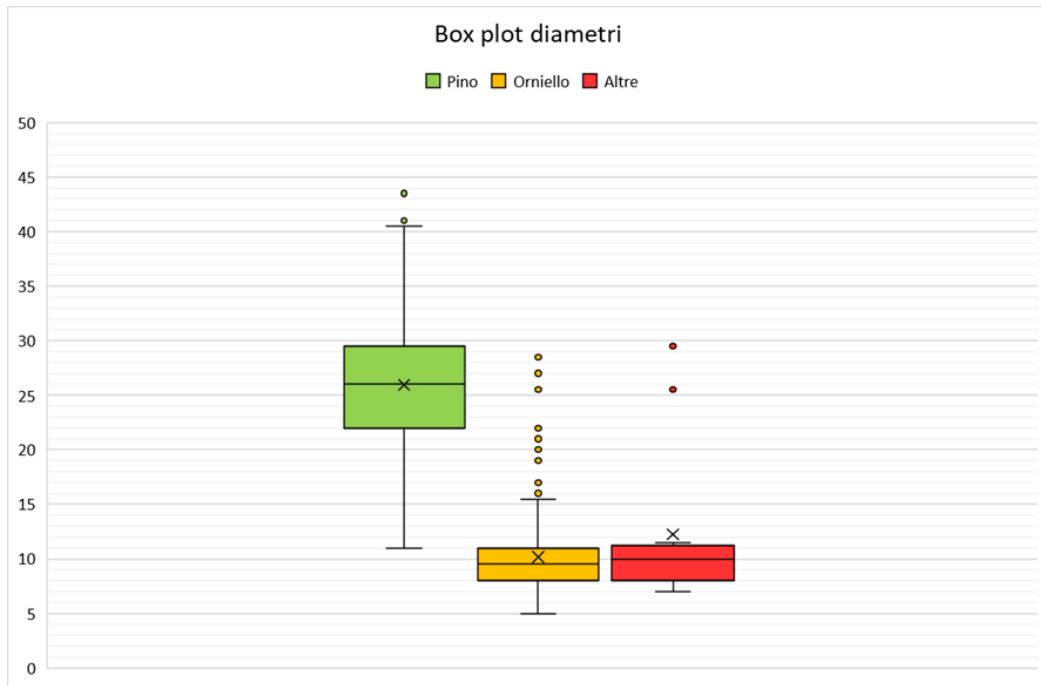


Figura 3.10: Box plot relativo ai diametri

La stessa tipologia di grafico è stata utilizzata per l'area basimetrica, dove si nota una differenza nella dispersione dovuto al fatto che il pino ha un maggior numero di individui. (Figura 3.11)

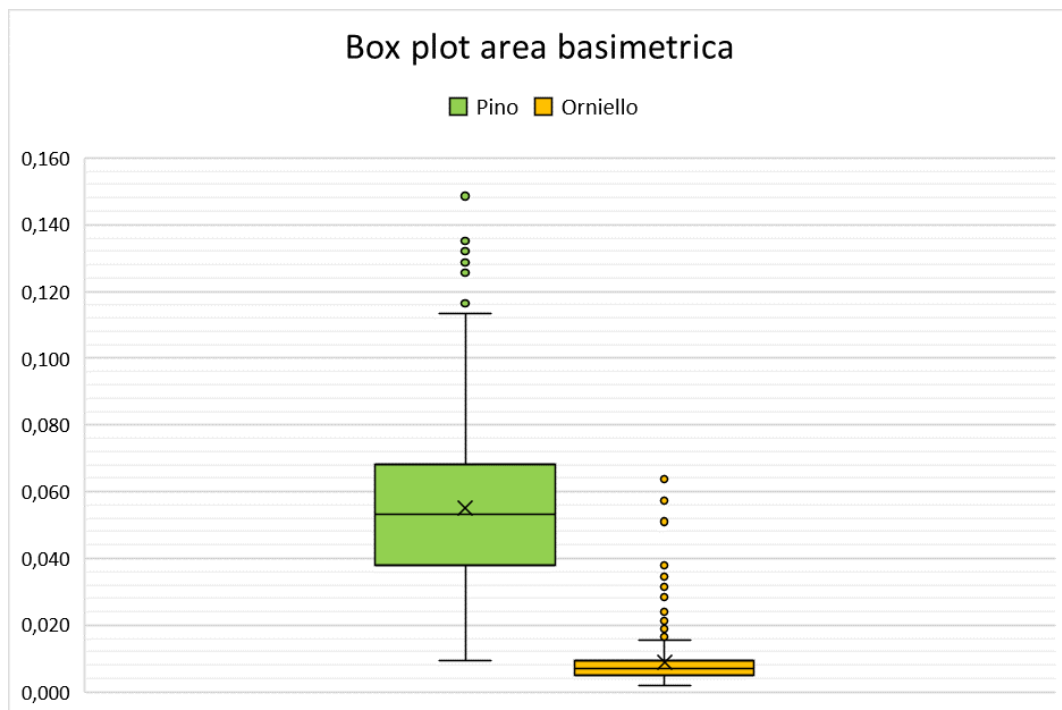


Figura 3.11: Box plot relativo all'area basimetrica

3.1.3 ASSETTO IPSOMETRICO

In questo paragrafo verrà illustrato l'aspetto ipsometrico e quello che concerne il coefficiente di snellezza, ovvero il rapporto ipsodiametrico. I valori che sono emersi dai primi calcoli, sono l'altezza media e quella dominante. (Tabella 3.3)

Tabella 3.3: Valori di altezza media e dominante di ogni specie

	Hmedia	Hdominante
P. nero	16,86	17,76
Orniello	11,80	11,43

Il soprassuolo ha una struttura biplana, con il pino nero nel piano dominante, e l'orniello nel piano dominato. Il primo ha un intervallo di altezza che va da 10 m a 20 m e la moda in corrispondenza della classe da 15 m. L'Orniello, invece, si distribuisce tra l'intervallo di 5 m fino ai 25 m di altezza, con media a 10 m. (Figura 3.12)

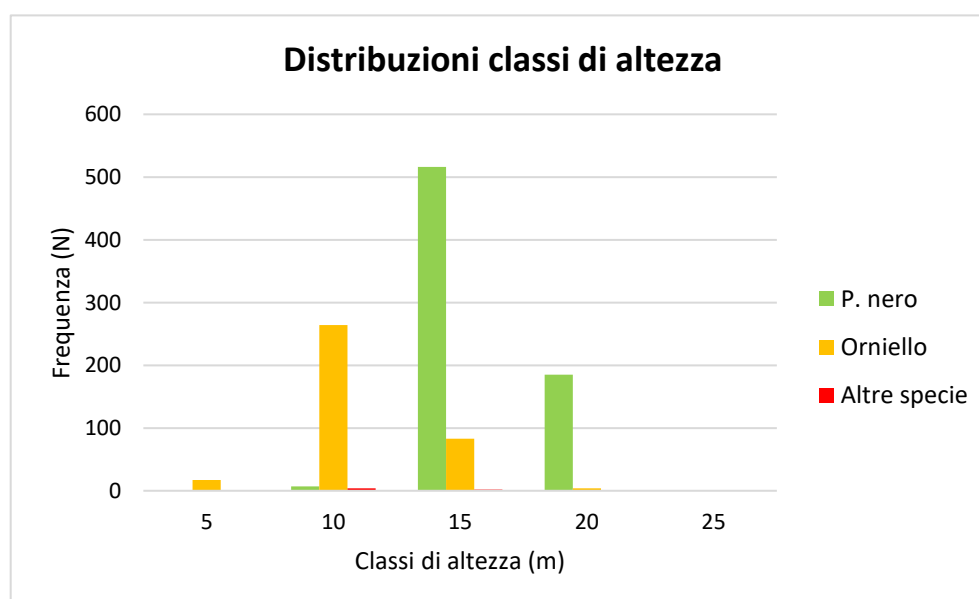


Figura 3.12: Distribuzione classi di altezza di ogni specie

Nel grafico box plot, l'orniello si discosta maggiormente dalla media rispetto al pino, che non ha un'ampia dispersione del dato. La mediana di quest'ultimo risulta all'altezza di 16,80 m, mentre per la latifolia a 11,30 m. (Figura 3.13)

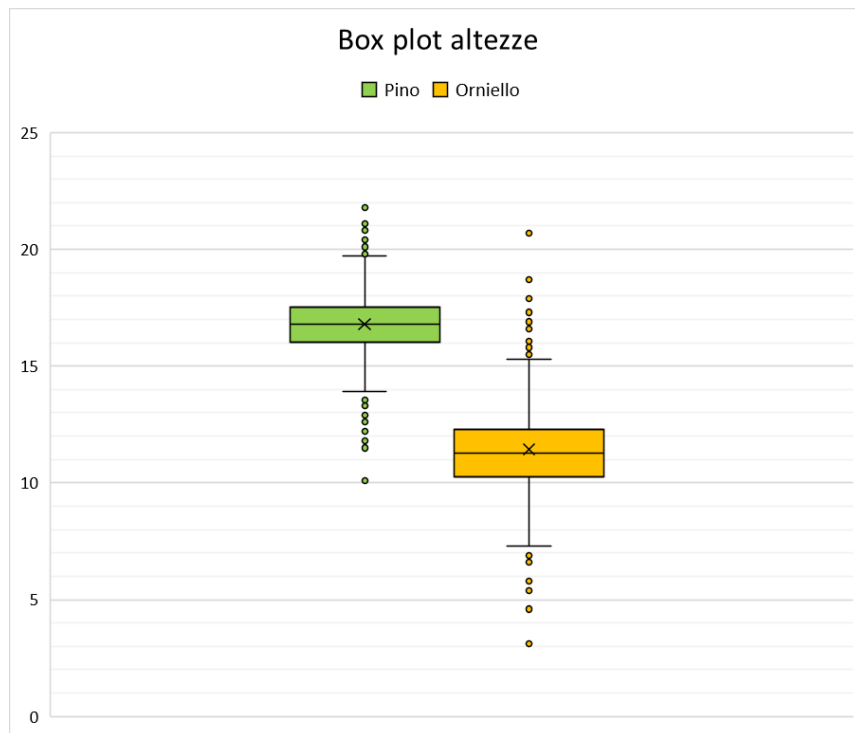


Figura 3.13: Box plot relativo alle altezze

Le altezze non sono state rilevate su tutte le piante presenti nel soprassuolo e quindi si è proceduto a costruire una curva ipsometrica per le due specie principale. Per il pino nero sono state selezionate piante modello, in base alla loro distribuzione per classe diametrica in maniera proporzionale alla loro frequenza. Per scegliere queste piante, abbiamo considerato che non fossero alberi inclinati o con portamento irregolare, piante che non avessero cimale secco e che non si trovavano in posizioni marginali del bosco. (Figura 3.14)

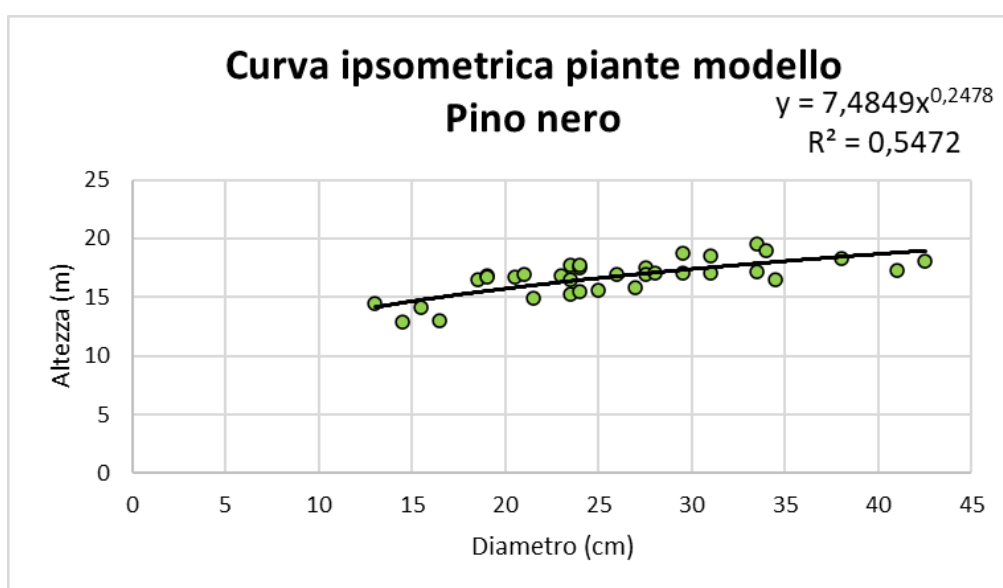


Figura 3.14: Curva ipsometrica derivante da alberi modello di Pino nero

Il risultato che è derivato da questa operazione, è perciò fondamentale per determinare le altezze delle piante sulla quali non era stato possibile rilevare l'altezza in campo. È stata scelta come linea di tendenza, quella della potenza, la quale presentava un R^2 maggiore, rispetto alle altre curve.

La curva dell'orniello invece per difficoltà di trovare alberi modello sono state utilizzate le altezze misurate durante i rilievi andanti opportunamente selezionate in fase di elaborazione. La migliore funzione perequativa caratterizzata anche da un R^2 elevato, è una curva logaritmica. (Figura 3.15)

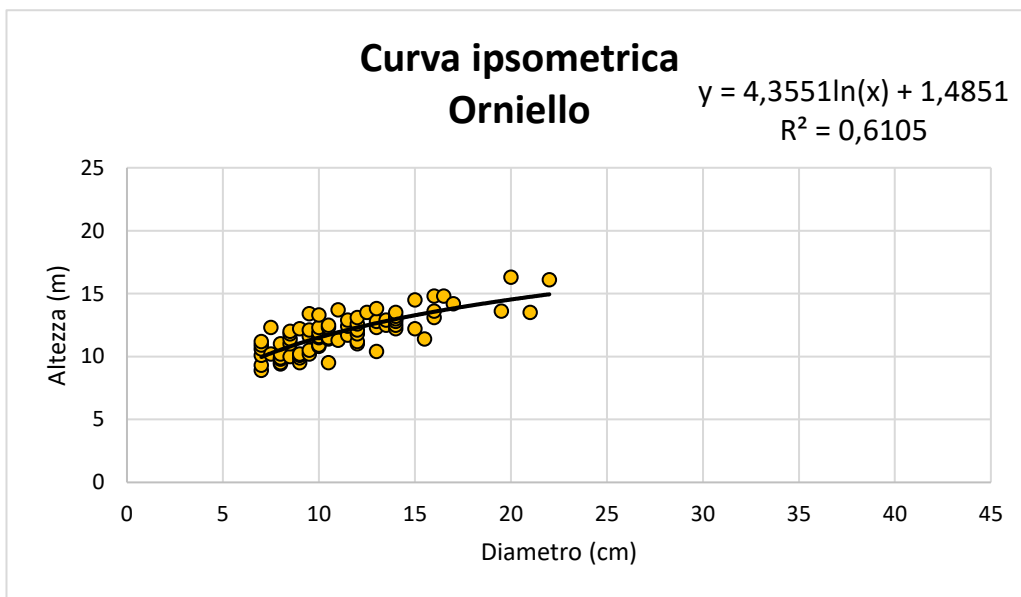


Figura 3.15: Curva ipsometrica dell'orniello

Infine, abbiamo inserito in un unico grafico di dispersione entrambe le curve ipsometriche che mostra la notevole similitudine fra le due. (Figura 3.16)

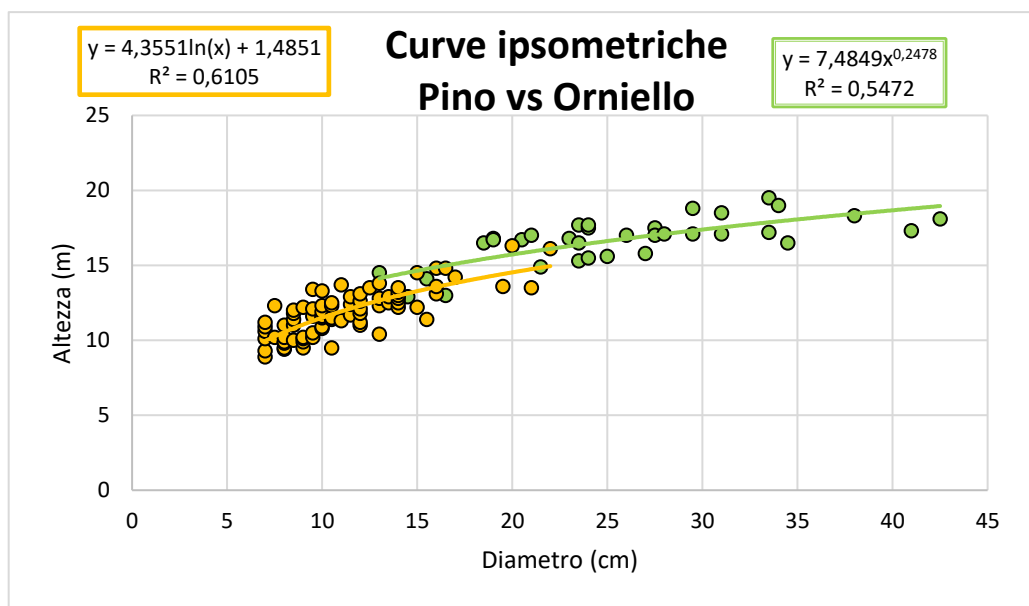


Figura 3.16: Curva ipsometrica che comprende sia il pino nero e l'orniello

Per ogni individuo è stato calcolato il coefficiente di snellezza, rapporto adimensionale fra l'altezza totale e diametro a 1,30 m e che stima la propensione alla stabilità meccanica della pianta se tale valore è inferiore a 0,9. Per le conifere il valore soglia è più basso, 0,7. La tabella 3.4 ci mostra il valore medio calcolato per le due specie principali.

Tabella 3.4: Coefficiente di snellezza calcolato su tutte le specie

H/D		
P. nero	Orniello	Totale
0,64	1,12335	1,76

Il 69% degli individui di pino nero sono stabili, in quanto il loro coefficiente di snellezza è $<0,7$; la restante parte (31%) risulta meno stabile con un coefficiente di snellezza $>0,7$. (Figura 3.17). L'orniello, come già visto nella tabella sovrastante, ha una stabilità totalmente differente rispetto al pino. Infatti, il 95% di questa specie ha un indice di stabilità $>0,7$. (Figura 3.18) La gran parte degli ornielli, sono soprattutto piante che hanno avuto un accrescimento travagliato, nonostante siano comunque riuscite a raggiungere altezze elevate. La continua ricerca di luce in altezza permette di comprendere maggiormente, come la gestione del popolamento non abbia favorito questa seconda specie, che risulta non avere una buona autonomia, anzi, al contrario rischia di non sopravvivere. Il grafico (Figura 3.19) dimostra che 22 individui, circa il 6% delle piante di orniello presenti nel soprassuolo, siano piegate.

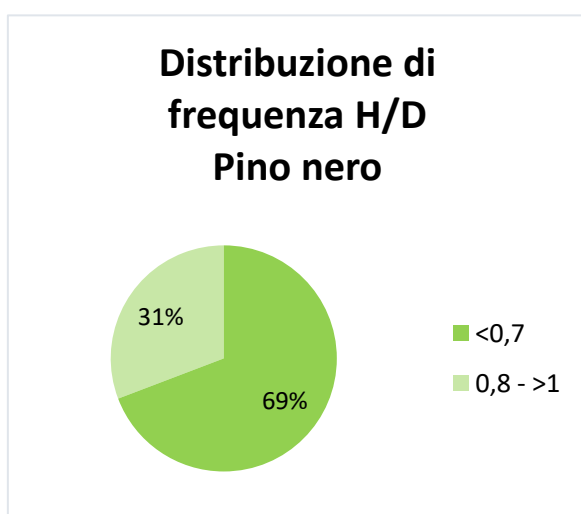


Figura 3.17: Distribuzione di frequenza del coefficiente di snellezza del Pino nero

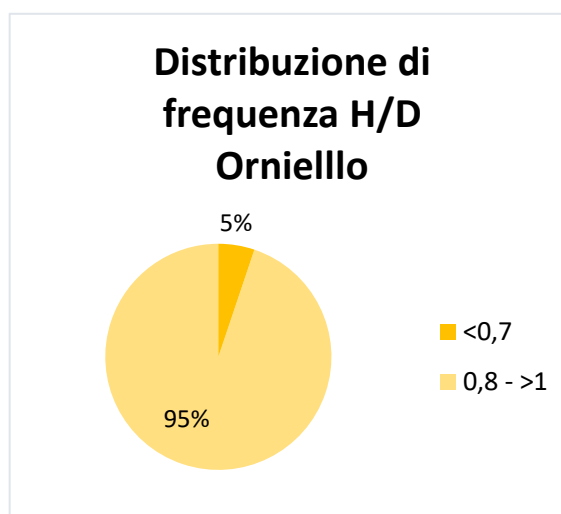


Figura 3.18: Distribuzione di frequenza del coefficiente di snellezza dell'Orniello

Le figure (Figure 3.20 e 3.21) mostrano che gli ornielli hanno delle forme non sempre regolari.

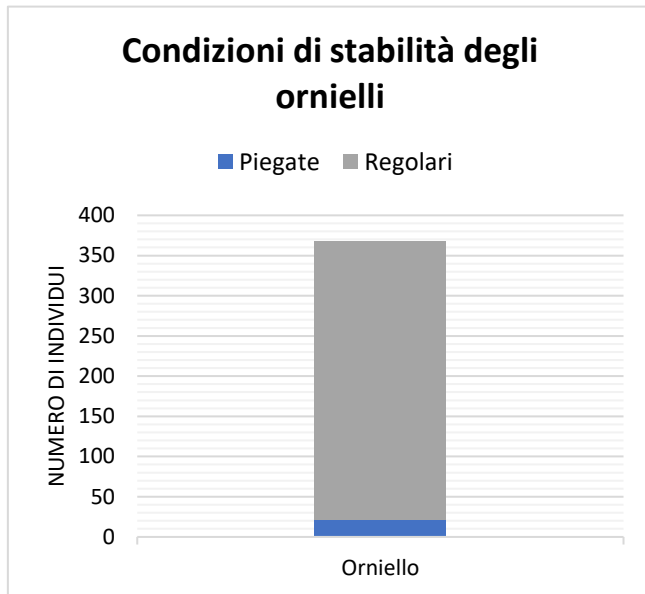


Figura 3.19: Condizioni di stabilità degli ornielli



Figura 3.20: In primo piano pianta di Orniello inclinata (G. Nespola 20/01/2021)



Figura 3.21: Qualche specie di orniello in condizioni poco stabili (G. Nespola 20/01/2021)

In sintesi, con il grafico-box plot sul coefficiente di snellezza si evidenzia come l'orniello abbia una maggiore dispersione dei valori rispetto al pino. (Figura 3.22)

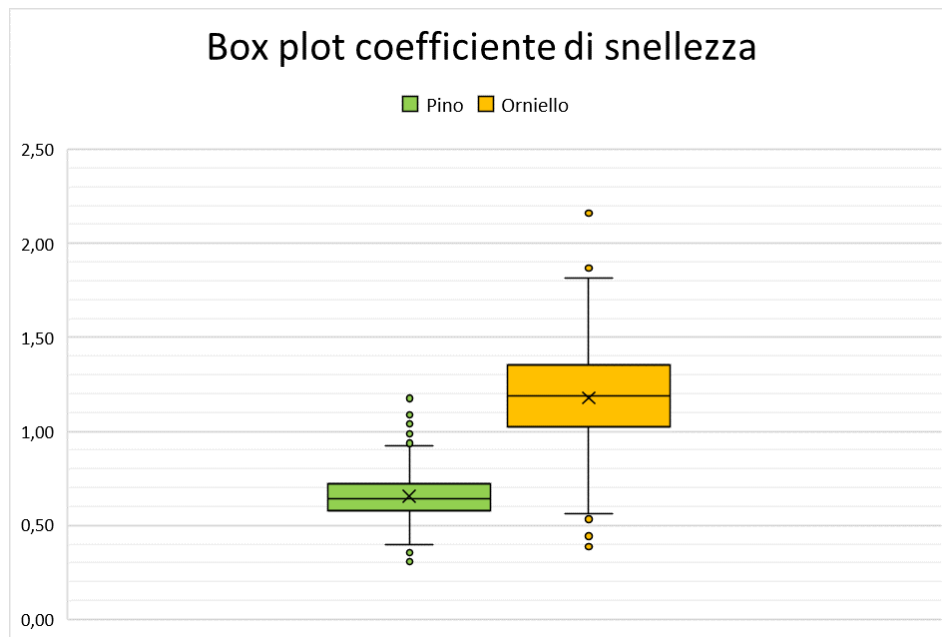


Figura 3.22: Box plot riferito al coefficiente di snellezza

Dall'analisi sulla distribuzione del coefficiente di snellezza medio per ogni classe di altezza nel Pino nero si evince che gli individui più stabili sono quelli con altezza fino a 21 m, fatta eccezione per la classe di altezza 12-15 m e gli individui più alti del soprassuolo (21-24 m). L'Orniello non ha per nessuna classe di altezza una media del coefficiente di stabilità, tale che possa essere al di sotto del valore soglia di 0,7. (Figura 3.23)

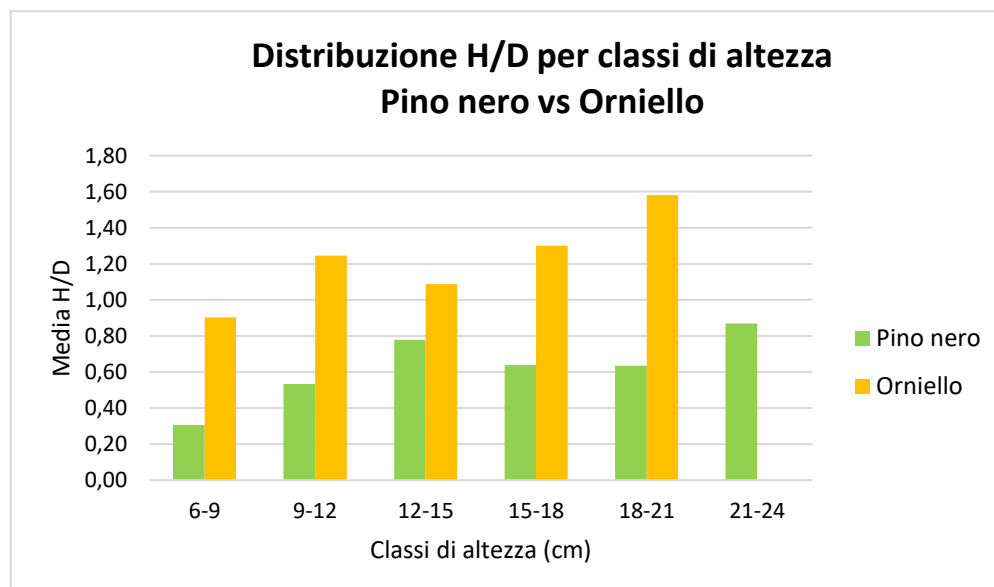


Figura 3.23: Distribuzione del coefficiente di snellezza per classi di altezza delle due specie principali

Le altezze, distribuite in classi di 3 m, hanno la moda nella classe 15-18 m. L'87% dei pini appartiene alle classi 15-18 m e 18-21 m. (Figura 3.24)

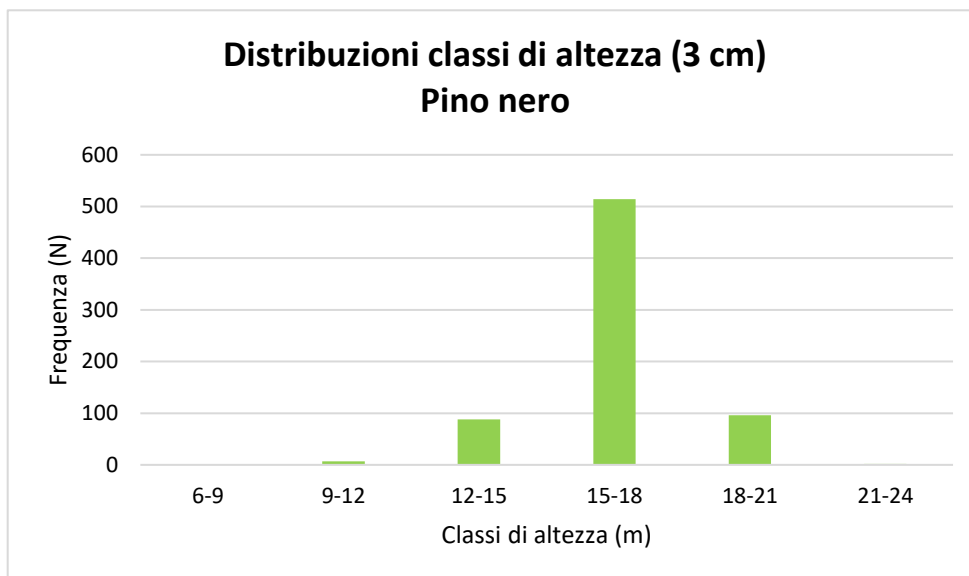


Figura 3.24: Distribuzione classi di altezza del Pino nero

Per l'orniello la moda cade nettamente nella classe 9-12 che raccoglie circa l'80% degli individui di questa specie. (Figura 3.25)

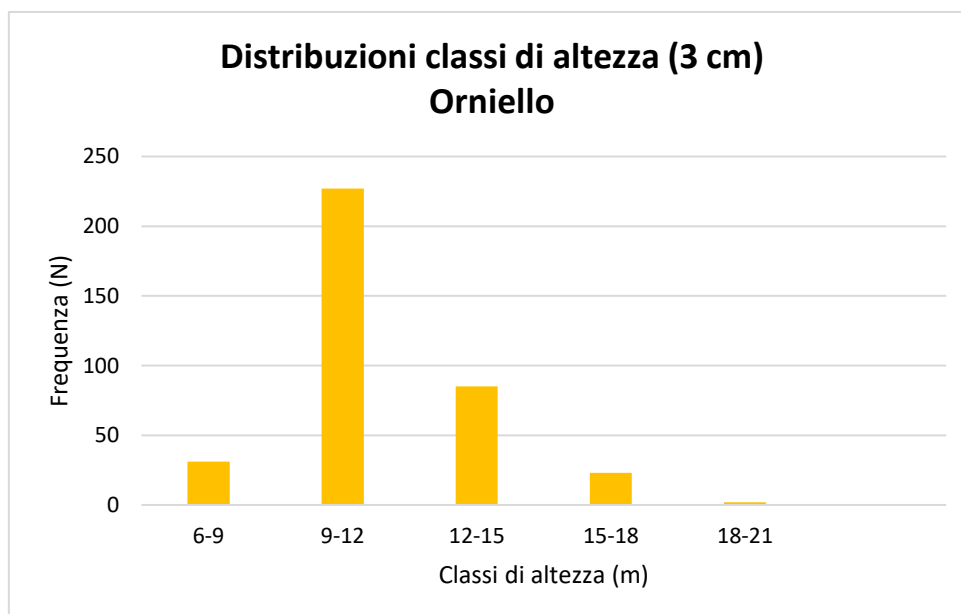


Figura 3.25: Distribuzioni classi di altezza dell'Orniello

3.1.4 ASSETTO CRONOLOGICO

Con l'analisi dendrocronologica (Bocchini 2021) emerge che l'età media di pino nero e orniello, è rispettivamente di 46 e 45 anni con un intervallo compreso tra 39 e 50 per il pino e tra 35 e 57 dell'orniello.

3.2 LA MASSA LEGNOSA

È stato dapprima calcolato il volume legnoso, grazie alle tavole di cubatura a doppia entrata dell'INFC 2005, in assenza di tavole di cubature locali per le due specie in esame. Il volume ad ettaro relativo al pino nero e all'orniello è riportato in tabella 3.5. Perciò il volume totale del soprassuolo corrisponde a 343,61 m³ di cui il 94% a carico del pino nero. (Figura 3.26)

Tabella 3.5: Volume relativo al Pino e all'Orniello

Volume (m ³)	
Pino nero	Orniello
323,33	20,28

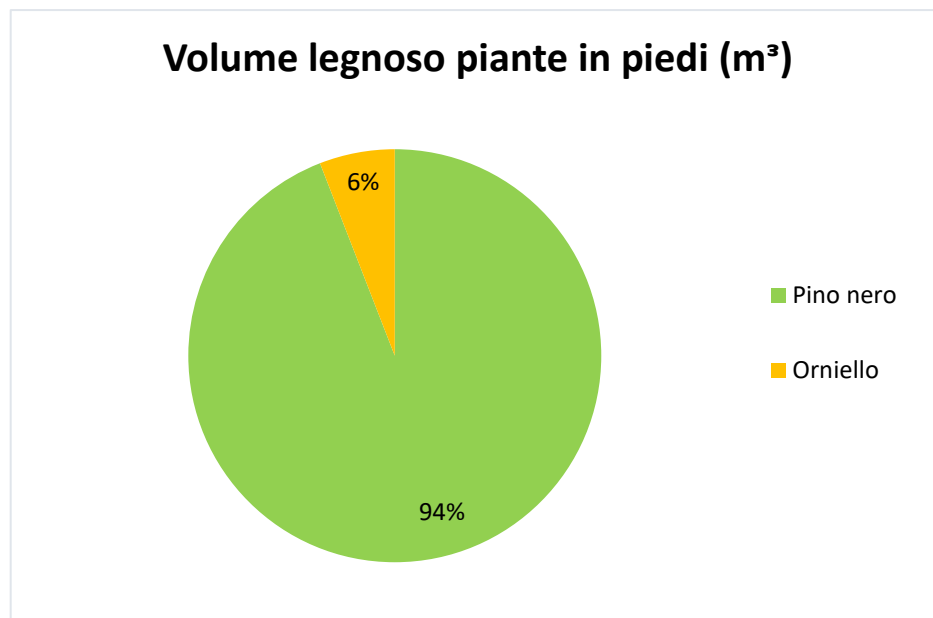


Figura 3.26: Volume legnoso delle piante in piedi di ogni specie

Le piante da abbattere sono state scelte con un criterio di distribuzione molto simile alla distribuzione diametrica di tutti gli individui in piedi prima dell'intervento. (Figura 3.27)

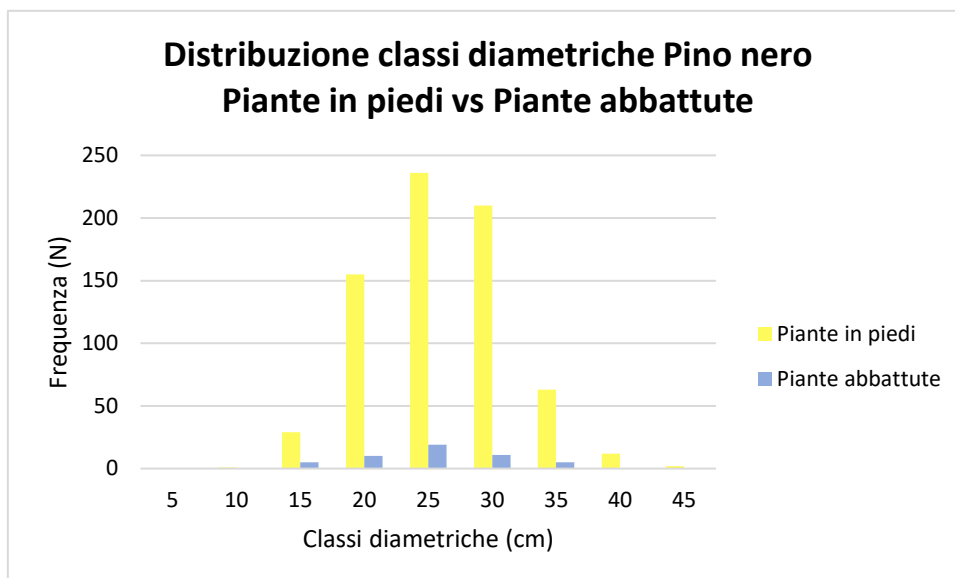


Figura 3.27: Distribuzione delle classi diametriche di Pino nero, confrontando le piante in piedi con quelle abbattute

Durante il diradamento, si sono verificati alcuni schianti involontari di 11 piante di cui 4 vive (orniello) le restanti erano snag di pino nero. (Figura 3.28)

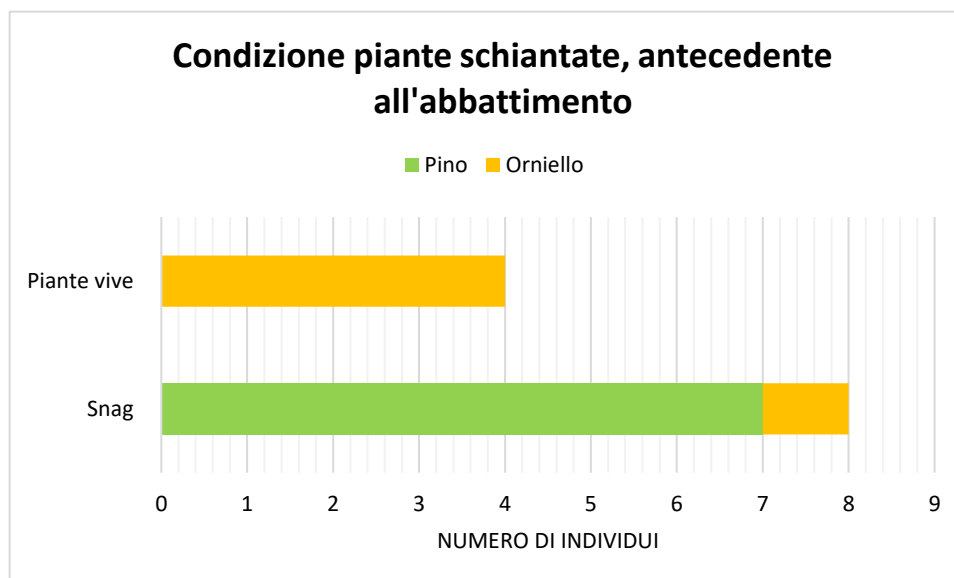


Figura 3.28: Condizione delle piante schiantate prima dell'abbattimento

Di tutte queste 50 piante sono stati calcolati valori, che ci permettono di avere delle informazioni medie riferite ad esse. (Tabella 3.6)

Tabella 3.6: Valori statistici calcolati sulle 50 piante abbattute

Media	19,32
Moda	22
Mediana	19,75
DS	4,76
CV	0,25
Correlazione	0,93
R²	0,86

Il volume asportato con le piante vive è pari a 18,70 m³ e corrisponde al 5% del volume totale. (Figura 3.29)

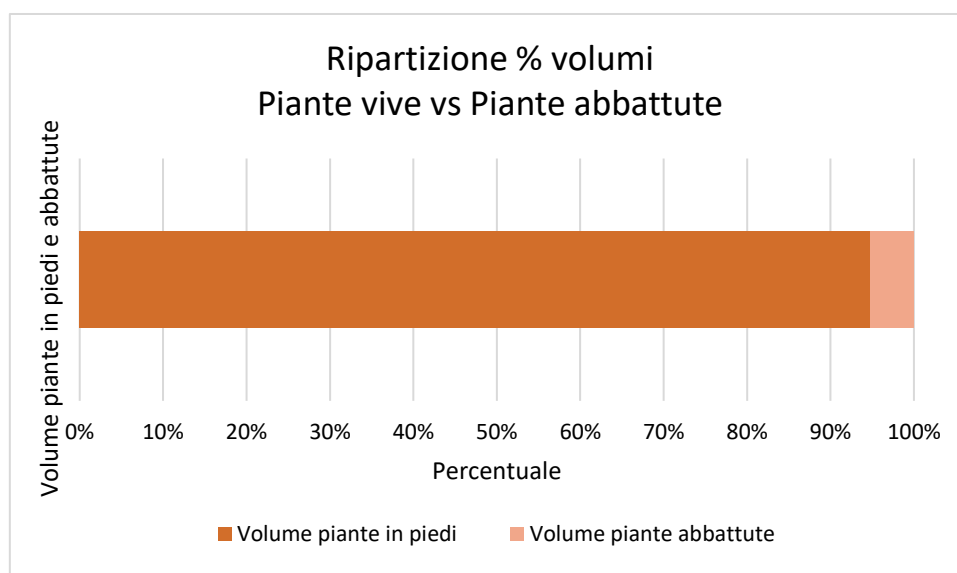


Figura 3.29: Ripartizione percentuale del volume totale, tra le piante vive e quelle abbattute

Le figura 3.30 e 3.29 illustrano il volume senza cimale e il volume con cimale. Scegliendo la linea di tendenza esponenziale, si ha R² elevato in entrambe le curve, che ci conferma la validità della curva stereometrica, sia considerando il fusto intero sia il fusto rastremato.

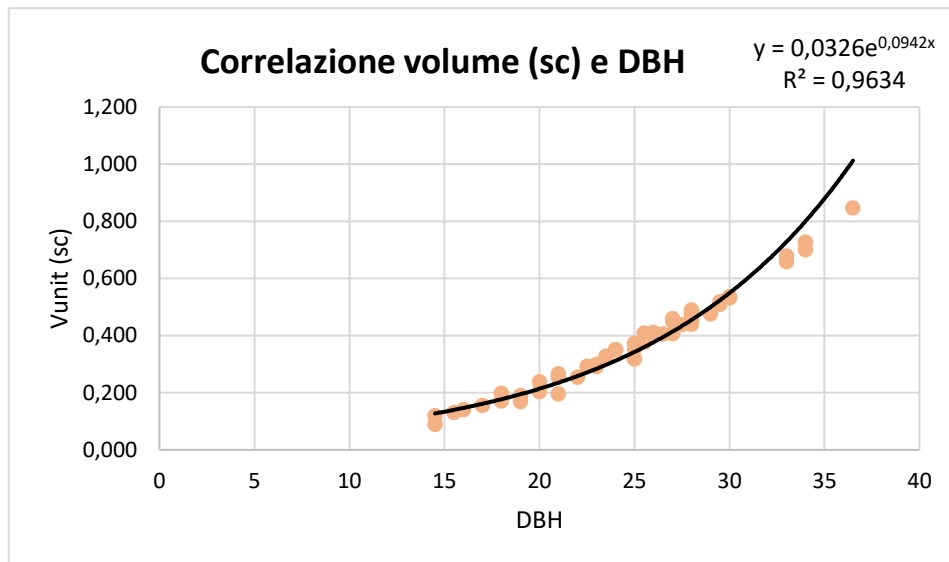


Figura 3.30: Correlazione tra il volume senza cimale e il diametro a 1,30m

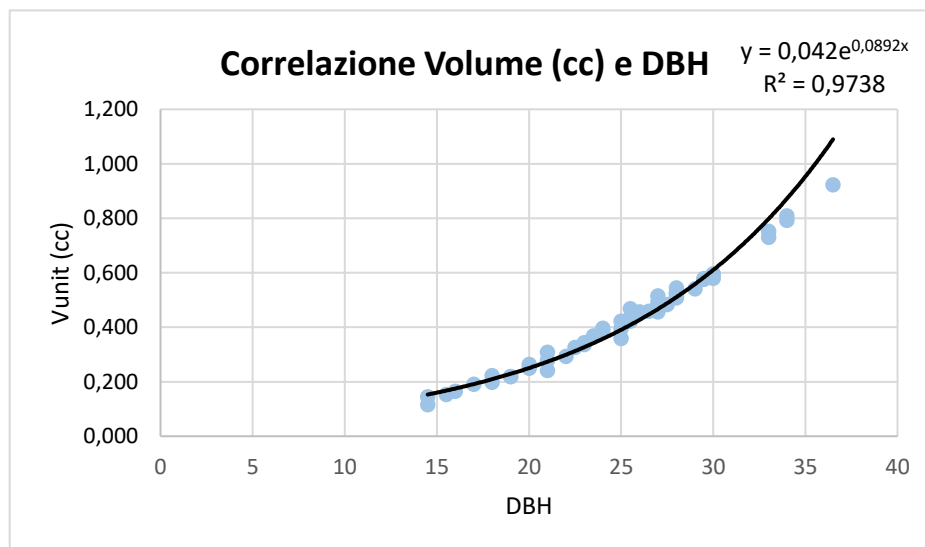


Figura 3.31: Correlazione tra volume con cimale e diametro a 1,30 m

Questo grafico considera la differenza fra i dati rilevati dalle 50 piante sia in piedi che in seguito all'abbattimento. Gli stessi individui erano già stati misurati nei primi sopralluoghi, in seguito avendo le misure più precise si è fatta una verifica dalla quale è emerso che i dati che si discostano maggiormente sono quelli dell'inserzione chioma. L'inserzione chioma misurata da terra, rispetto a quella misurata in piedi, è il valore che evidenzia i maggiori scostamenti (delta ich). I dati relativi all'analisi di diametro (delta DBH) e di altezza (Delta Htot) invece hanno scostamenti più ridotti, ovvero è presente una differenza ma non statisticamente rilevante. (Figura 3.32)

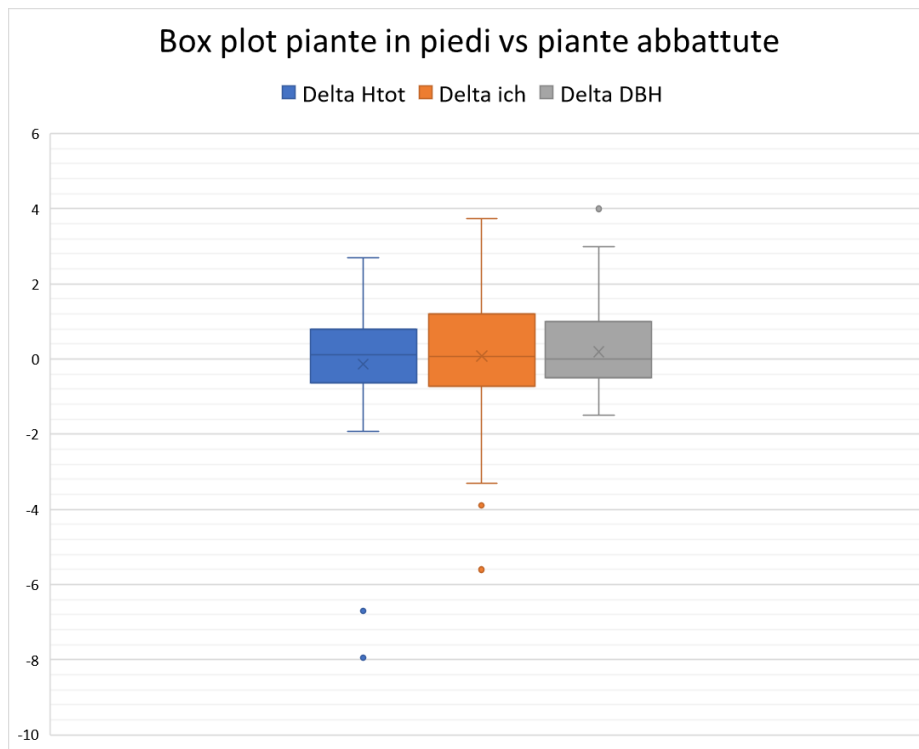


Figura 3.31: Box plot riferito alla differenza di valori tra le piante in piedi e le stesse piante che sono state abbattute

4. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha permesso di porre le basi per la creazione di un martelloscopio nella nostra regione, che verrà poi concluso nei prossimi mesi. Per la buona riuscita del progetto è stata di fondamentale importanza l'Unione Montana Alta Valle del Metauro, che ha partecipato attivamente con noi consentendoci di realizzare il martelloscopio.

Sono state censite 1204 piante all'interno dell'area di lavoro, misurando in campo parametri necessari, quali specie, diametro, altezza e dendroauxometrici. Dai questi dati è stato possibile dare un'identità al bosco identificando due specie arboree principali: una che caratterizza il piano dominante, *Pinus nigra* Arn, l'altra nel piano dominato, *Fraxinus ornus*. La pineta è di origine artificiale, coetanea e biplana di età intorno a 50 anni.

Il pino nero rappresenta la gran parte del soprassuolo, più precisamente il 65%, mentre la specie dominata occupa solo il 33%, ricordiamo la presenza anche di altre latifoglie e conifere, che risultano il 2% del totale. Nonostante la specie principale occupi il 65% del popolamento, possiede un'area basimetrica corrispondente al 92%, mentre l'Orniello l'8%.

Avendo concluso il censimento, misurato tutti gli individui ed eseguito il diradamento selettivo, è stato possibile scegliere delle piante modello di pino nero, creando una curva ipsometrica che ci ha permesso di determinare le altezze precedentemente non ancora rilevate.

Abbiamo notato una maggiore stabilità del pino nero, con altezze non superiori a 21 m, mentre l'orniello per il suo portamento irregolare, ha valori di gran lunga al di sopra del valore soglia. Questo ci permette di affermare che gli interventi di diradamento eseguiti precedentemente non hanno avuto beneficio sul bosco, limitando lo sviluppo degli individui sul piano dominato per i motivi ampiamente spiegati durante la stesura del lavoro.

Parlando di massa legnosa, possiamo osservare due aspetti: il primo riferito alla massa legnosa in piedi, che è risultata considerando entrambe le specie circa 362,50 m³, mentre il secondo aspetto riguarda la cubatura dei fusti a terra in seguito all'operazione di abbattimento. Quest'ultima è stata eseguita su 50 individui, dalla quale si sono ricavati dati sul volume di queste piante, che risulta perciò circa 18,70 m³ (5% di quello in piedi).

Infatti, come riportato nel progetto "Il diradamento selettivo - Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero" di SelPiBioLife il diradamento dal basso produce effetti positivi, ma non come il diradamento selettivo. Tale progetto spiega in maniera approfondita i diversi tipi di diradamento, evidenziando le tecniche e le modalità attuative che ora illustriamo. Un diradamento tradizionale "dal basso", a carico delle piante dominate, viene eseguito con una intensità bassa-moderata per una forma di cautela. Questa operazione si effettua nelle fustaie italiane e si è dimostrato efficace nel recuperare la copertura fogliare, persino in stadi evolutivi avanzati. (Figura 4.1) Ovviamente il grado dell'intervento deve essere regolato in base alla valutazione di diversi fattori, quali la fertilità della stazione, lo stadio di sviluppo ed il livello dell'attività selvicolturale già effettuata nel popolamento (Cantiani et al 2005).

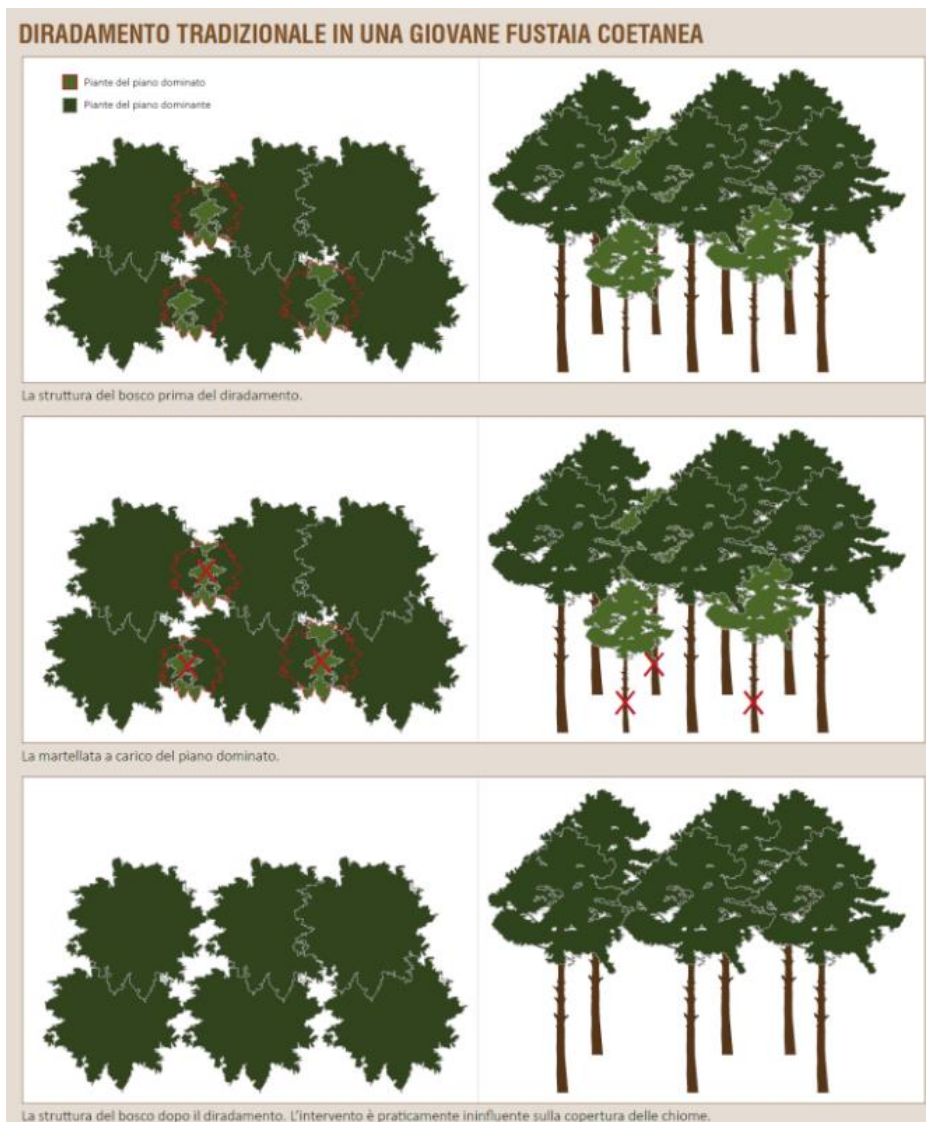
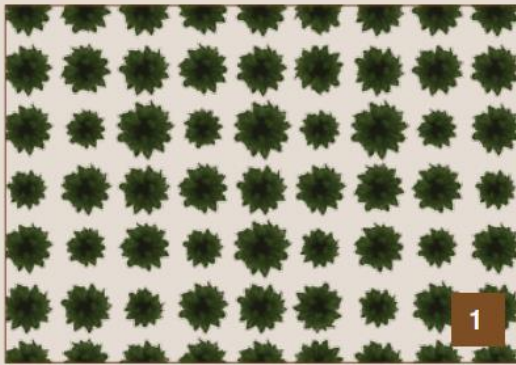


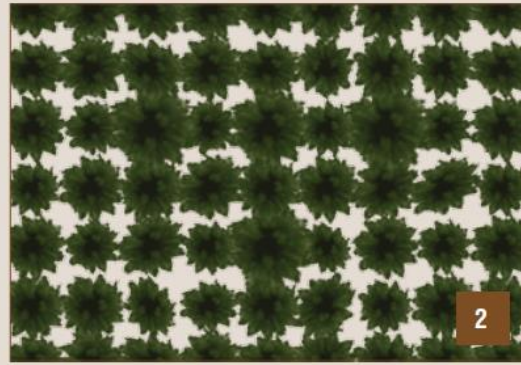
Figura 4.1: Schema del diradamento dal basso (fonte: Manuale tecnico SelPiBioLife)

Per quel che concerne il diradamento forte, si sono evidenziati risultati sul grado di stabilità della struttura delle pinete, riscontrando in questo caso una sensibilità maggiore nella componente dominante. In seguito a varie analisi sperimentali è stato constatato che questo tipo di intervento non avrebbe condotto ad esiti positivi sulla componente dominante, perdendo produttività e di conseguenza prodotto legnoso. Così, per ottenere la massima resa del piano dominante, è stato introdotto un nuovo metodo, ovvero il diradamento selettivo citato in precedenza. Esso si caratterizza per la sua facile applicazione e consiste nella selezione delle piante candidate e la liberazione delle relative chiome: verranno scelti gli individui con maggiore grado di stabilità e successivamente saranno diradate in maniera localizzata le piante sullo stesso piano attorno ad esse. Seguendo questo procedimento la componente dominante selezionata riceverà maggior luce, liberandosi dalla concorrenza, apportando benefici sul microclima a livello del suolo. (Figura 4.2)

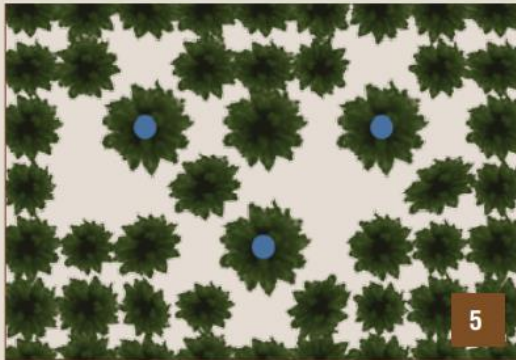
DIRADAMENTO SELETTIVO PROPOSTO DAL PROGETTO SePiBioLife



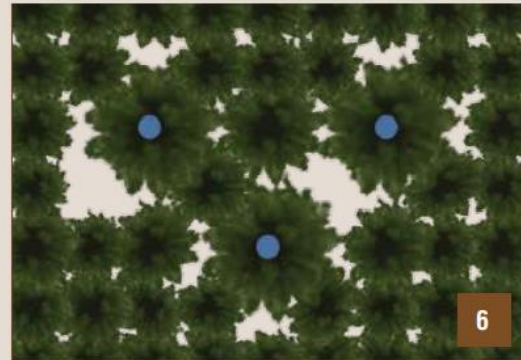
Giovane pineta di origine artificiale in cui le chiome delle piante non si toccano ancora.



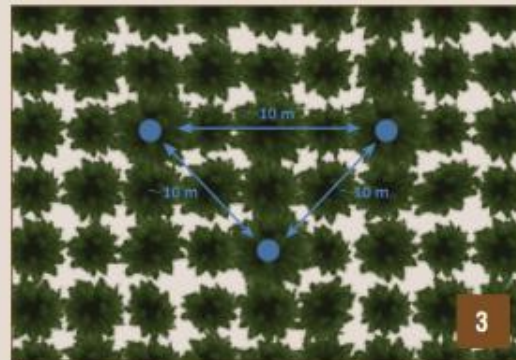
Fase in cui le piante entrano in competizione, le chiome arrivano a toccarsi: è il momento di fare il diradamento.



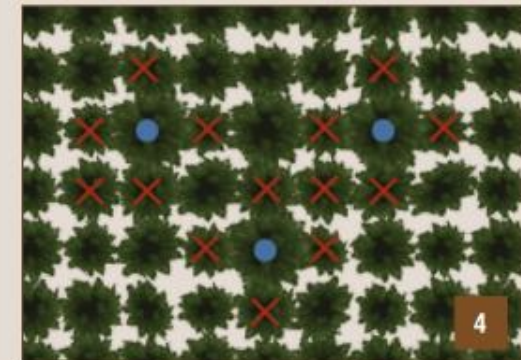
Situazione dopo il diradamento selettivo che ha eliminato le dirette concorrenti.



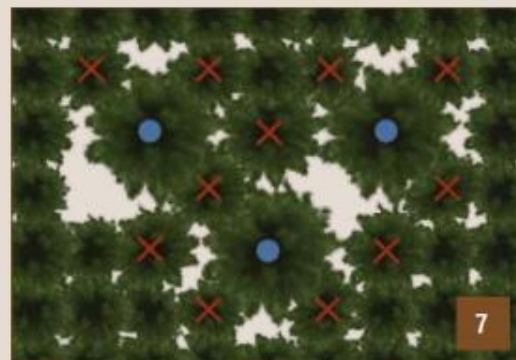
Le piante, sia le candidate che quelle di margine, si avvantaggiano degli spazi creati dal diradamento, fino a quando le chiome tornano a toccarsi.



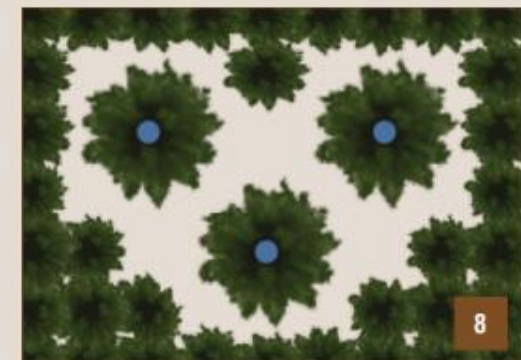
Si scelgono le piante candidate (vedi § 3.3.1). Per le pinete circa 100 candidate ad ettaro, la distanza media è di circa 10 m.



Si scelgono le piante dirette concorrenti delle candidate soprattutto sul piano dominante.



È il momento di un nuovo diradamento per eliminare le attuali competitori dirette delle candidate.



Situazione dopo il secondo diradamento selettivo.

Figura 4.2: Schema del diradamento selettivo (fonte: Manuale tecnico SePiBioLife)

Gli obiettivi sono quelli di ottimizzare la stabilità meccanica complessiva, la capacità di accrescimento delle piante e la differenziazione sociale. Per fare ciò, al primo intervento selettivo, è necessario individuare circa 100 piante candidate ad ettaro, che devono distinguersi dalle altre per vigoria, grado di stabilità e assenza di danni meccanici e/o patologici (Cantiani et al. 2016).

Il nostro lavoro consentirà di effettuare future simulazioni di interventi nel martelloscopio, essendo già in possesso di tutti i dati necessari, fornendo un'ottima base per la formazione di studenti e personale tecnico. L'obiettivo futuro potrebbe essere quello di generare una selvicoltura adattativa e più flessibile, cercando di aumentare la produttività e la multifunzionalità del bosco, e ove possibile, rendere il territorio più sostenibile e dando la possibilità di insediamento a specie autoctone.

5. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Bocchini V., (2021) – Analisi dendrocronologica su pino nero (*Pinus nigra* Arn.) e orniello (*Fraxinus ornus* L.) nella foresta demaniale delle Cesane (PU). Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università politecnica delle Marche
- Bortoluzzi B., Fedrigoli M., Pettenella D., Urbinati C., (2000) - Individuazione di un sistema di indicatori di gestione forestale sostenibile. Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente. Serie Stato dell’Ambiente n.11
- Brutti E. (2017). Incendi forestali nelle Marche: effetti sul territorio fra cambiamenti climatici e organizzativi. Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università politecnica delle Marche
- Calamita F., Cello G., Centamore E., Deiana G., Micarelli A., Paltrinieri W., Ridolfi M., (1991) – Stile deformativo e cronologia della deformazione lungo tre sezioni bilanciate dall’Appennino Umbro-Marchigiano alla costa adriatica. Studi Geologici Camerti, volume speciale pp. 295-314
- Cantiani P., (2017) - Il diradamento selettivo: tecnica e modalità attuative. CREA Centro di ricerca per le Foreste e il Legno. SelPiBioLife, Firenze
- Cantiani P., Di Salvatore U., Romano R. (2018). La selvicoltura delle pinete artificiali di pino nero: analisi delle legislazioni regionali italiane. *Forest@*. Volume 15 pp. 99-111
- Cantiani P., Bettini G., Butti F., Chiellini C., De Meo I., D’Errico G., Fabiani A., Gardin L., Graziani A., Landi S., Marchi M., Mazza G., Mocali S., Montini P., Plutino M., Roversi P. F., Salerno E., Samaden S., Canencia I. S., Torrini G., (2016) - Il diradamento selettivo. Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero. Manuale tecnico SelPiBioLife. Compagnia delle Foreste, Arezzo
- Centamore E., Deiana G., Micarelli A., Potetti M., (1986) – Stratigrafia – il trias-paleogene delle Marche, Studi geologici Camerti, volume speciale “la Geologia delle Marche”. pp. 9-27

- DREAM, Studio RDM, Studio SILVA, Studio Verde (2020) Piano di Gestione Forestale dei Patrimoni boschivi detenuti a vario titolo dalle Unioni Montane "Alta Valle del Metauro" e "Catria e Nerone" 2020-2029
- Fermanelli A., (1992) - Le foreste demaniali della regione Marche.
- Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., Notarangelo G., Rizzo M., 2016 – Guida per i rilievi in campo. INFC2015 – Terzo inventario forestale nazionale. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CREA-MPF); Corpo Forestale dello Stato, Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. 341 pp.
- La Marca O. (2004). Elementi di dendrometria. Pàtron editore, Bologna
- Lazzerini G. (2016). Un martelloscopio per pinete di *Pinus nigra*. Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università degli studi di Firenze. pp 5-30
- Lucesole C. (2019). Un martelloscopio nelle Marche: una “palestra” per praticare la gestione forestale sostenibile. Tesi di Laurea in Scienze Forestale e Ambientale. Università politecnica delle Marche
- Maistrelli F. (2014). I “martelloscopi” in Alto Adige: 10 anni d’esperienza pratica ed evoluzione futura. Proceedings of the Second International Congress of Silviculture, Firenze, 26-29 novembre 2014
- Mongini A. (2005). Gestione Forestale Sostenibile dei rimboschimenti di conifere nella Foresta Demaniale Regionale “Monti delle Cesane” (PU). Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università politecnica delle Marche
- Notarangelo M., Di Cosmo L., Gasparini P., 2007. Protocollo di rilievo dei caratteri quantitativi del terzo inventario forestale nazionale (INFC2015). Scuola Forestale Carabinieri – Centro addestramento Sabaudia (LT). Corso di formazione per i rilevatori; 26 settembre, 3 e 10 ottobre 2017
- Principi M., Bettucci C., Carotti A., (2007) – Rapporto sulle frane in Italia, cap.16 Analisi del dissesto da frana nelle Marche. pp 427-432
- Rinaldini G., Marchi M., Cantiani P., (2007). Primi passi verso una tavola assortimentale per il pino nero. SelPiBioLife

Regione Marche (2005) - Piano Forestale Regionale (PFR)

Regione Marche – I tipi Forestali delle Marche

Schuck, A., Krumm, F., Kraus, D., 2015. Integrate+ Marteloscopes - Description of parameters and assessment procedures. Integrate+ Technical Paper No. 18. 16 p.

<http://www.comune.fossombrone.ps.it/vivere-fossombrone/ambiente-eterritorio/>

[https://www.regione.marche.it/Portals/0/Agricoltura/foreste/cartografia/PARTE%20INTR
ODUTTIVA.pdf](https://www.regione.marche.it/Portals/0/Agricoltura/foreste/cartografia/PARTE%20INTR
ODUTTIVA.pdf)

www.pefc.it

<https://www.lavalledelmetauro.it/>

<https://boschivivi.it/i-benefici-di-una-gestione-forestale-sostenibile/>

<https://www.sofidel.com/it/soft-and-green/sostenibilita-alcune-tappe-importanti>