



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali (L)

**L'abete bianco (*Abies alba* Mill.) nelle Marche:
ecologia, distribuzione e selvicoltura**

*Silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Marche region: ecology,
distribution and silviculture*

Tesi di laurea di
Stefano Cappelli

Relatore
Prof. Carlo Urbinati

Correlatore
Dott. Alessandro Vitali

Anno Accademico 2018-2019
Sessione straordinaria Febbraio 2020

INDICE

1. Introduzione	3
1.1 Contestualizzazione e obiettivi della tesi	3
1.2 L'abete bianco in Europa e in Italia	4
1.2.1 Caratteri morfologici, distribuzione ed ecologia	4
1.2.2 Caratteri anatomici e tecnologici del legno	13
1.3 L'abete bianco appenninico	16
2. Materiale e metodi	20
2.1 Area di studio	20
2.1.1 Caratteri morfologici e geolitologici	20
2.1.2 Caratteri climatici	24
2.1.3 Caratteri vegetazionali	27
2.2 Raccolta e processamento dei dati	29
2.2.1 Predisposizione dati per Suitability analysis (Analisi di idoneità)	29
2.2.2 Rilevamento dendrometrico-strutturale	31
2.2.3 Rilevamento dendrocronologico	33
2.2.4 Analisi dendroclimatica	35
3. Risultati	36
3.1 Suitability analysis	36
3.2 Analisi dei dati dendrometrico-strutturali	40
3.2.1 Analisi dei dati dendroclimatici	45
4. Conclusioni	48
5. Bibliografia	50
6. Sitografia	52

1 Introduzione

1.1 Obiettivo della tesi

L'abete bianco (*Abies alba* Mill.) nelle Marche è oggi una specie residuale presente allo stato naturale solo in un paio di stazioni appenniniche con suoli marnoso-arenacei (Alpe della Luna, PU e Monti della Laga, AP). In un passato ormai lontano ha avuto, anche in Appennino, una diffusione molto più ampia ma le variazioni climatiche e lo sfruttamento intensivo dovuto alla elevata valenza commerciale ne hanno causato una forte riduzione. La presenza di cenosi e/o nuclei di abete assumono oggi sia un valore fitogeografico che ecologico, soprattutto nelle faggete, dove possono costituire habitat di interesse prioritario a livello europeo nell'ambito della Rete Natura 2000. L'abete bianco, insieme al tasso, è una delle poche gimnosperme arboree appenniniche, e quindi grazie anche alle sue notevoli dimensioni ha avuto un notevole interesse conservazionistico. Fino ai primi decenni del XX secolo ha avuto una importantissima valenza per la produzione di legname di qualità, poi progressivamente surrogata da quella estetica e da quella naturalistica. Oltre alle due stazioni marchigiane di dichiarata autoctonia, nel territorio regionale sono presenti alcuni nuclei minori, che attestano una sua capacità vegetativa anche al di fuori del ristretto ambito montano.

Con questa tesi si è cercato, sulla base della bibliografia, di altri studi e tesi svolti presso il D3A e di una *suitability analysis*, di ridefinire il quadro corologico della specie evidenziandone le esigenze ecologiche e la sua vocazionalità (*suitability*) nel territorio regionale. L'indagine è stata caratterizzata da rilevamenti di campo e da diverse tipologie di analisi, fra le quali la *suitability analysis* ed alcune analisi dendrocronologiche preliminari, che hanno consentito la determinazione dell'età e la ricostruzione ed interpretazione delle dinamiche di accrescimento degli individui di questi popolamenti. Una gestione selvicolturale più razionale sull'abete bianco consentirebbe interventi sistematici in popolamenti a maggiore valenza naturalistici per il loro miglioramento strutturale ed interventi finalizzati anche alla produzione legnosa nelle cenosi più antropogene.

1.2 L'abete bianco in Europa e in Italia

1.2.1 Caratteri morfologici, distribuzione ed ecologia

L'abete bianco (fig.1.2.1) è una specie a portamento arboreo, fa parte della famiglia delle *Pinaceae* e della classe delle *Coniferae* con sottodivisione *Gymnospermae*. Il suo nome deriva dal colore chiaro della sua corteccia rispetto all'abete rosso, inoltre la sua chioma vista dal basso riflette colori argentati.



fig.1.2.1 Abete bianco in faggeta a Valle della Corte (AP)

È un albero con portamento colonnare e chioma conico-piramidale riesce a raggiungere altezze anche superiori a 50m, il diametro del tronco a 1,30m da terra può raggiungere 2m e

in casi particolari arriva 3m. La corteccia si presenta liscia di color grigio argento negli individui giovani, mentre negli esemplari adulti, intorno ai 70-80 anni, questa diventa opaca e rugosa. Gli aghi sono pettinati appiattiti di lunghezza di circa 3cm con la pagina superiore verde scuro lucido e quella inferiore bianco azzurrina, sono presenti ai lati della nervatura centrale due linee argentee che possiedono 8 file di stomi. I rami principali sono robusti e disposti in pseudoverticilli sul fusto che consentono (entro certi limiti) di stimare l'età sull'albero (fig. 1.2.2).



Fig. 1.2.2 Pseudovercilli molto visibili su abete bianco (fonte: floraitaliae)

E' una specie monoica in cui, possiamo distinguere i conetti maschili (fig. 1.2.3 dx) e i coni femminili (fig. 1.2.3 sx), i primi si trovano nella parte centrale e alta della chioma sui rami dell'anno precedente, sono di colore giallo, portano una grande quantità di polline e maturano verso primavera. I coni femminili invece sono presenti in posizione apicale, eretti sopra il rametto di un anno, cilindrici –ovoidi di colore rosso violetto. Gli strobili, che ne derivano, sono cilindrici ed eretti lunghi intorno ai 14cm e larghi 4cm; inizialmente sono di colore verdastro poi a maturità diventano rosso-bruni con squame legnose.



fig.1.2.3 A sinistra coni femminili di abete bianco; a destra coni maschili di abete bianco (fonte nella seminara)

I semi sono lunghi dai 6 ai 9 mm con forma schiacciata e di colore bianco, con tasche resinifere molto profumate (fig. 1.2.4), non sono dormienti ma i periodi con temperature molto basse favoriscono l'attività germinativa al contrario delle temperature calde. L'abete raggiunge la maturazione sessuale tra i 20 e i 40 anni e che in bosco può arrivare anche a 50 anni. Dopo i 100 anni la pianta diminuisce la quantità di coni e la qualità del seme.



fig. 1.2.4. tipico strobilo eretto di abete bianco (fonte ecosia)

La dispersione del seme è anemocora viste le dimensioni e le caratteristiche del seme, ma con connotazioni barocora poiché, in gran parte cadono entro l'area d'insidenza della chioma ("il seme non s'allontana troppo dalle piante madri", e ciò sarebbe legato alle "esigenze biologiche relative al riparo nei primi anni") e in minor misura. La distanza massima raggiunta dal seme varia in relazione alla tipologia del popolamento: da 6-11 m, 6-21.5 m, o meno in popolamenti densi; da 13 a 19 m; da 9.9 a 21.5 m rispettivamente in popolamenti puri e in quelli misti (Mercurio 2019). La produzione di seme abbondante (pasciona) avviene ogni 3-4 anni, 2-4 anni o 4-6 anni, secondo la fertilità delle stazioni e il potere germinativo si mantiene per circa 6 mesi (Mercurio 2019).

L'apparato radicale a candelabro, inizialmente è fittonante ma poi si formano robuste radici laterali da cui dipartono quelle verticali, conferendo una notevole resistenza alle sollecitazioni esterne, inoltre la vicinanza con altri esemplari crea spesso condizioni di anastomosi radicale. Grazie all'apparato radicale fittonante l'abete bianco è una delle conifere che meglio si ancora al terreno e risulta essere perciò poco soggetta a sradicamenti (Ducci et al. 1998). Inoltre, la radice fittonante permette alla specie allo stadio di adulto di affrontare le condizioni di siccità arrivando in profondità alle riserve di acqua sotterranee.

Distribuzione

La specie nell'Europa centro meridionale ha una distribuzione compatta nell'area alpina, in Francia e Germania e nel settore centro-orientale fino ai Carpazi, che poi si frammenta nell'area meridionale appennino-balcanica e nei Pirenei. In Italia la sua distribuzione principalmente è nell'area alpina dal Piemonte al Friuli-Venezia-Giulia, mentre sull'Appennino l'areale è discontinuo, ma con presenze in quasi tutte le regioni dalla Liguria alla Calabria dove vegeta ad un'altitudine fra 700 m e 1600m slm, raggiungendo in alcuni casi i 1900 m (fig. 1.2.5).

L'abete bianco mostra una notevole capacità acidificante del terreno e forma popolamenti puri o misti: si trova principalmente in mescolanza con abete rosso (*Picea abies*) o pino silvestre (*Pinus sylvestris*) fino al limite superiore del bosco e con il faggio (*Fagus sylvatica*) alle quote più basse.

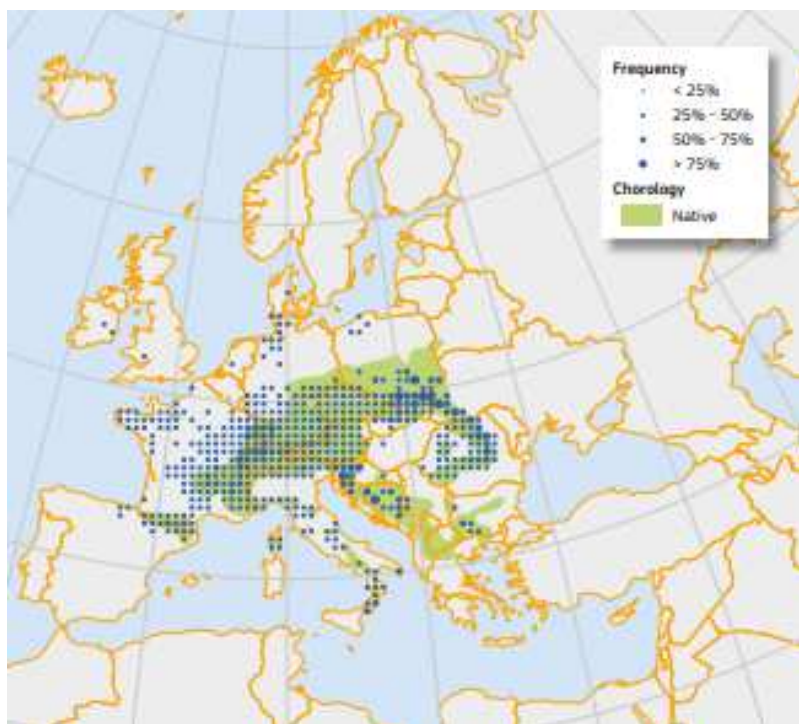


fig. 1.2.5 distribuzione di abete bianco in Europa (fonte: *European Atlas of Forest Tree Species*)

Ecologia

L'abete bianco è presente ad altitudini comprese fra 500 e 2.000 m sul livello del mare. A differenza di altre specie di *Abies*, preferisce climi oceanici rispetto a quelli continentali caratterizzati da temperature medie estive fra 14°C - 19°C e precipitazioni annuali fra 800-1000 mm e suoli freschi e profondi, tipici delle zone ombreggiate e piovose (Dobrowolska et al.2017). Di conseguenza, i principali fattori limitanti la sua crescita sono la mancanza di calore estivo e di umidità adeguata durante il periodo vegetativo. Gli alberi giovani sono più sensibili alla siccità e la loro eccellente tolleranza all'ombra, permette la crescita solo in foreste miste che per loro natura sono molto stabili e vigorose. Le piante mature resistono alle basse temperature invernali, anche fino a -30°C, mentre le più giovani e la rinnovazione sono estremamente sensibili ai danni causati dal gelo. Alle nostre latitudini la fioritura dell'abete bianco avviene tra maggio e giugno. L'età di "fioritura" inizia a circa 40 anni negli alberi isolati che crescono al di fuori della foresta e a 60-70 anni negli alberi presenti all'interno della foresta. È una specie che tollera bene l'ombra e può resistere a lungo sotto copertura in boschi misti alpini e appenninici. Negli stadi giovanili può rimanere sotto copertura anche oltre trent'anni con effetti sulle geometrie della chioma che variano dalla forma conica a quella appiattita, infatti in condizioni di deficit luminoso i semenzali di abete modificano l'architettura della chioma che si manifesta con l'appiattimento della

disposizione degli aghi, l'allungamento dei rami laterali e il raccorciamento del getto apicale (Mercurio 2019).

L'abete bianco tollera un'ampia gamma di condizioni del suolo, con diverso contenuto di sostanze nutritive, di tessitura da fine a media, ben drenati, ad eccezione di terreni compatti e idromorfi. In generale preferisce terreni profondi e umidi, con pH da acido a neutro.

A. alba è molto sensibile all'inquinamento atmosferico, in particolar modo all'anidride solforosa (SO₂), che ne ha causato il declino tra il 1950-1990 in Europa centrale. Dopo una siccità prolungata, l'abete bianco è sensibile ad attacchi di xilofagi ed in particolare gli Scolitidi come *Ips typographus* (fig. 1.3.1) che porta progressivamente all'ingiallimento, all'arrossamento e infine alla morte della pianta se non si attuano interventi preventivi e/o di contenimento. Per riprodursi necessitano inizialmente di individui stressati o o senescenti ma poi possono dare luogo e a vere e proprie pullulazioni anche su piante sane (fig.1.2.6) (Tiberi e Roversi ed al 2005).



fig. 1.2.6 *Ips typographus* con le tipiche gallerie sotto corteccia (fonte Insect-foto)

Individui più giovani di abete bianco sono soggetti ad attacchi da parte dell'afide lanoso *Dreyfusia nordmanniana* (Vitasse et al.2019) che si manifestano dopo la primavera con deformazioni degli aghi che tendono ad accartocciarsi a "scovolino" (fig. 1.2.7).



fig. 1.2.7 Deformazione degli aghi di abete bianco causata dall'afide lanoso *Dreyfusia nordmanniana* (fonte Waldwissen)

L'abete bianco è spesso oggetto di deperimento dovuto a marciumi radicali da agenti fungini (es. *Armillaria*, *Heterobasidion*, *Fomes*) provocati da condizioni di eccessiva umidità e dall'accumulo in foresta di biomassa vegetale (piante ammalate, ceppaie, tronchi). Dagli anni '80 le ricerche sulle cause della grande suscettibilità dell'abete al marciume da *Heterobasidion* hanno subito una accelerazione e molti quesiti hanno trovato risposta nell'esistenza di una nuova specie: *Heterobasidion abietinum*, fortemente specializzata nell'attaccare l'abete bianco. Indagini sistematiche condotte nella foresta hanno evidenziato che *H. abietinum* è presente praticamente ovunque ci sia l'abete bianco (83% delle aree campionate, e il 56,1% delle ceppaie esaminate) mentre *H. annosum*, che colpisce anche abete di Douglas e pino, sebbene presente su abete solo in poche aree (Capretti ed al. 1987). *Fomes annosus* è un basidiomicete e parassita facoltativo, ma è la causa più frequente e incisiva del marciume radicale nella parte centrale delle radici e dei tronchi di conifere e latifoglie in crescita. Il legno attaccato all'inizio diventa violaceo e successivamente compaiono macchie ovali bianche. Nella fase finale della decomposizione il legno diventa fibroso e cavernoso e la putrefazione entra nel tronco ad un'altezza di circa 1 m; nelle varietà meno resinose può salire a 10 m o più. *Fomes annosus* si diffonde da alberi infetti o morti a quelli sani e forma nidi, causando gravi danni (The Great Soviet Encyclopedia (1979)).

Selvicoltura e gestione

Nella gestione delle abetine le diverse tecniche colturali devono essere calibrate con particolare attenzione alla densità e alle caratteristiche dei soprassuoli. Il taglio a raso è vietato dal "Testo unico in materia di foreste e filiere Forestali" (DL 34/ 2018) e da molti regolamenti forestali regionali. Può essere eseguito in deroga: a) laddove si è in presenza di un declino del popolamento di ordine biotico o abiotico; b) nel caso in cui si debbano

mantenere boschi di rilevante interesse storico e paesaggistico (abetine di abete bianco nell'Appennino centro-settentrionale).

Altri tagli di rinnovazione in boschi di abete bianco sono i tagli a buche (*Gap cuttings System*) ovvero dei tagli a raso su piccole superfici che simulano gli effetti dei piccoli disturbi naturali. Infatti, l'evoluzione naturale delle foreste temperate è legata all'apertura di *gaps* nella copertura arborea per la morte di uno o più individui dovuta a senescenza, eventi meteorici, attacchi di insetti e funghi da cui si origina una tessitura a grana fine della foresta (Mercurio 2019).

Molto spesso nelle abetine italiane si tende ad effettuare interventi per migliorare la struttura delle abetine con tagli intercalari, che si attuano in una fustaia coetaniforme/coetanea in un momento intermedio fra il suo insediamento (naturale o artificiale) e la raccolta finale del prodotto attuata con i tagli di maturità. I diradamenti in particolare, sono interventi irrinunciabili, anche se spesso non sono remunerativi, se si vogliono creare le basi di una buona produzione legnosa finale, mettendo in sicurezza i popolamenti. La frequenza di schianti nei soprassuoli non diradati è responsabile della maggiore percentuale degli individui di cattiva forma (chiome a candelabro, a lira) e della maggiore quantità di necromassa in piedi e a terra (Mercurio 2019). Quando si deve intervenire in popolamenti cresciuti a lungo con densità eccessive, per omissione dei diradamenti, vi sono molti rischi per la stabilità dopo il diradamento. In questi casi si può optare per un diradamento dall'alto, rilasciando i soggetti migliori in previsione di una "rinaturalizzazione" verso boschi misti o, nei casi più compromessi, si può procedere tempestivamente alla trasformazione dell'abetina. Il diradamento consente di passare attraverso una mediazione culturale, da una struttura semplificata (monoplana) a strutture articolate (monostratificate) (Mercurio 2019). La rinnovazione di abete è molto sensibile alla brucatura degli ungulati (capriolo e cervo soprattutto), che compromette e riduce il successo riproduttivo della specie (Vitasse et al. 2019). A livello europeo è una delle specie forestali maggiormente condizionata dall'espansione delle popolazioni di cervidi. La sua alta appetibilità (dovuta alla scarsa o nulla presenza di resina), le "scelte alimentari opportunistiche" dei cervidi e la bassa capacità di recupero dopo la brucatura lo rendono particolarmente suscettibile. In presenza di elevate densità animali, queste caratteristiche possono alterare e compromettere i processi di rinnovazione con qualsiasi forma di trattamento, sia nei popolamenti gestiti a scopo produttivo, dove viene ridotta la produzione e la qualità del legname, sia in foreste gestite con obiettivi di conservazione. Alcune scelte selvicolturali e gestionali possono quindi essere

inefficaci e gli effetti della sovrabbondanza dei cervidi possono ripercuotersi sia sulla produzione legnosa sia sulle possibilità di realizzare scelte selvicolturali che tendono a favorire il cambiamento della composizione specifica dei soprassuoli (Fiorentini et al. 2015). L'abete bianco costituisce una importante risorsa alimentare in inverno anche per il cervo, che determina una azione congiunta di brucatura, sfregamento, scortecciamento (Brugnoli 2006) (fig. 1.3.4). Il cinghiale, con i grufolamenti, incide negativamente sulla pedofauna del suolo ed ostacola i processi di bioriduzione della sostanza organica; con gli sfregamenti al tronco può indurre stress fisiologico irreversibile (Moriondo e Tiberi 2000); con lo scalzamento e lo stroncamento può causare la morte delle piantine. Anche la brucatura della fauna domestica (bovini) provoca danni a gemme e germogli dei rami e agli apici delle piantine di abete bianco. Il danno è molto più grave quando colpisce l'apice terminale della pianta in quanto provoca la formazione di biforcazioni o, se ripetuto nel tempo, ne impedisce lo sviluppo verticale, tanto da modificarne l'habitus e a diminuirne l'accrescimento. A livello di suolo, il transito del bestiame determina il compattamento (che altera profondamente il microhabitat della fauna edafica, riduce la porosità del terreno e la capacità di ritenzione dell'acqua), la rimozione della lettiera, e nei casi più importanti, l'erosione e la solifluzione, le incisioni e lo scavo del terreno (Mercurio 2019).



fig. 1.2.7 danni da brucatura su rinnovazione di abete bianco

L'abete bianco è una delle 6 conifere con sequenza genomica nota: complessivamente sono state decodificate 18 miliardi di coppie di basi, i singoli tasselli che compongono il patrimonio ereditario. Osservando i geni è possibile riconoscere le caratteristiche già nelle giovani piante, senza dovere aspettare che crescano a lungo. Le analisi del patrimonio

ereditario consentono ai selvicoltori di selezionare gli alberi più idonei al luogo, rendendo più redditizia la costosa e complessa coltivazione degli abeti bianchi. Per questo la decodificazione dell'enorme genoma dell'abete bianco è un investimento per una specie importante e dunque anche per un'economia forestale sostenibile (Kittl 2019). Ciò è utile per selezionare esemplari resistenti a eventi climatici estremi (ECE) come gravi siccità, ondate di calore e gelate tardive primaverili che sono rari ma svolgono un ruolo fondamentale nella formazione delle distribuzioni delle specie arboree, l'abete bianco mostra una maggiore resistenza e resilienza alle siccità primaverili e sembra quindi meglio adattato al clima futuro.

1.2.2 Caratteri anatomici e tecnologici del legno

Il legno delle conifere viene detto omoxilo in quanto costituito per circa il 90% da un unico tipo di cellule assiali, le fibro-tracheidi (fig. 1.2.2.1) che hanno forma allungata, ma diametro ridotto, e non sono distinguibili ad occhio nudo. Ad interrompere la continuità di queste cellule possiamo osservare i canali resiniferi, tali canali, quando presenti, sono macroscopicamente visibili sulle superfici trasversali. Le fibro-tracheidi inoltre hanno pareti cellulari molto spesse e ciò permette di identificare con maggiore precisione la differenziazione degli anelli. I raggi nei legni di conifere sono in genere uniseriati, cioè formati in larghezza da una sola fila di cellule e dunque non percepibili ad occhio nudo (Ruffinato et al.2015). Nel legno di abete bianco sono ben visibili gli anelli di accrescimento, corrispondenti ognuno ad una stagione vegetativa dell'albero. Ogni anello è costituito da due porzioni: il legno primaticcio, formatosi all'inizio della stagione vegetativa, ed il legno tardivo, formatosi a stagione inoltrata.

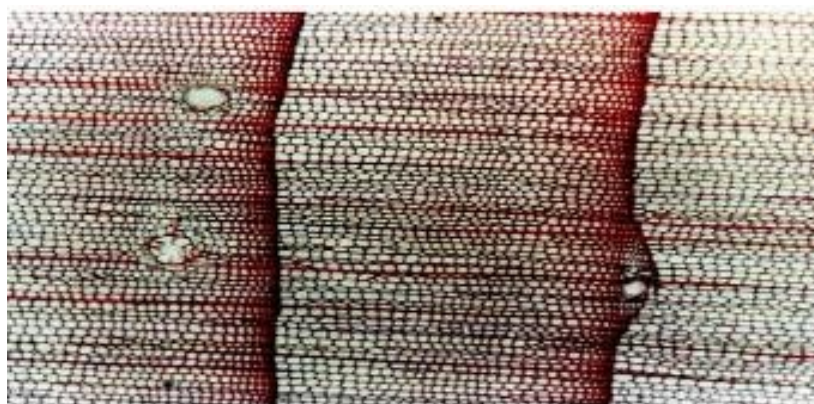


fig. 1.2.2.1 sezione trasversale di abete bianco (legno omoxilo) (fonte atlante di botanica)

Nel ciclo di vita degli individui arborei, le condizioni di crescita cambiano a seconda degli interventi selvicolturali, dei disturbi naturali e dei rapporti di concorrenza intra e interspecifica che determinano, soprattutto nell'abete bianco che una specie tollerante dell'ombra, periodi di "soppressione" e di recupero nelle serie di anelli legnosi. In Europa centrale, ad eccezione del periodo di declino della crescita dovuto alle emissioni di SO₂, l'abete bianco ha mostrato un tasso di crescita crescente negli ultimi cento anni (Dobrowolska et al.2017). L'abete bianco ha un legno elastico e resistente, apprezzato perché privo di nodi, ma non molto resistente, usato per compensati e materiali da cellulosa. Esteticamente il legno dell'abete bianco ha caratteristiche molto simili a quelle dell'abete rosso, ma non ha in genere canali resiniferi (Tramaglione et al. 2020) nè tasche resinose. Pertanto, il legno di Abete bianco, oltre ad offrire elevate prestazioni di elasticità, portanza e resistenza, è particolarmente adatto per lavori d'interni come pavimenti, mobili, finestre, porte e per il rivestimento delle pareti esterne. Il suo legno è molto adatto ad ogni tipo di struttura, caratterizzato da una fibra compatta, facilmente piallabile, con un aspetto luminoso e con le sue esclusive striature (Fig. 1.2.2.2).



fig. 1.2.2.2 Aspetto del legno di abete bianco, laccato (sinistra) e non laccato (destra) (fonte Promolegno)

Si presta anche ad essere impregnato di oli e cere che aumentano la resistenza ad agenti atmosferici. Tra gli svantaggi si ricorda la cipollatura, cioè il distacco tra due anelli annuali e il cuore bagnato (Tramaglione et al. 2020), nel quale il durame nelle piante appena tagliate ha un contenuto idrico del 100 % invece che del 40 %. Le caratteristiche tecnologiche del legno di abete bianco (leggero, elastico, facile da lavorare) fin dall'epoca preromana ne fecero una specie molto apprezzata in edilizia e per le costruzioni navali (1.2.2.3). Per questo motivo le abetine sono state anche piantate in aree fuori dell'areale tipico ma sempre caratterizzate da condizioni pedoclimatiche idonee alla specie (Proietti et al. 2017).



fig. 1.2.2.3 Imbarcazione con fasciame di abete bianco (fonte Promolegno)

Il legno di abete bianco presenta le seguenti caratteristiche tecnologiche (fisico-meccaniche) del legno di (Urbinati 2004):

- Peso specifico: 920 Kg/m^3 , dopo stagionatura 440 Kg/m^3
- Struttura istologica: tessitura media, fibratura generalmente dritta, salvo che negli alberi cresciuti in zone soggette a forti venti, in tali eventualità è probabile anche la presenza di legno di compressione (canastro)
- Ritiro: da basso a medio
- Caratteristiche meccaniche: resistenza a compressione assiale mediamente 35 N/mm^2 , a flessione 70 N/mm^3 , durezza bassa, modesta resistenza agli urti
- Modulo di elasticità 14000 N/mm
- Difetti strutturali ed alterazioni più frequenti: irregolarità dello spessore degli anelli legnosi può produrre cipollature, presenze di canastro, verticilli di nodi dovuti all'inserzione dei rami in palchi regolari
- Durabilità: scadente sia per gli attacchi dei funghi che per quelli di insetti
- Impieghi principali: costruzioni civili ed idrauliche, alberi da nave, paleria di vario genere, segati, falegnameria andante, imballaggi, mastelli e recipienti vari, sfogliature per compensati e per fiammiferi, lana di legno, materiale da triturazione, per pannelli o per carta cellulosa.
- Prezzo fra $15\text{-}20 \text{ €/m}^3$ in piedi e circa 60 €/m^3 in piazzale

1.3 L'abete bianco appenninico

L'abete bianco ha avuto un massimo di espansione circa 8000 anni fa ed una successiva e rapida contrazione e frammentazione del suo areale durante la ricolonizzazione post-glaciale anche a causa della competizione con il faggio, meno vulnerabile alle perturbazioni naturali e antropogene (Liepelt et al., 2009). Analisi palinologiche evidenziano che l'abete bianco ebbe un trend sinusoidale regressivo nelle fasi catatermiche, subatlantica e sub-boreale, con ridotte oscillazioni positive verso il 1000. e il 1500 a.C., attestandosi ad altitudini inferiori alla ricerca di condizioni climatiche più favorevoli. Documenti storici (De Beranger,) attestano che in epoca preromana l'abete bianco era molto diffuso nell'Italia centro-meridionale ed utilizzato come legname pregiato da costruzione. L'impiego della specie in epoca imperiale fu notevole ma, nonostante alcuni casi di eccessivo sfruttamento, l'abete bianco era ancora molto diffuso dopo la caduta dell'Impero Romano e la conseguente crisi socio-economica alto-medievale favorì l'abbandono delle utilizzazioni e il conseguente sviluppo naturale di fustaie miste (latifoglie e conifere) costituite anche da esemplari di cospicue dimensioni. Dal V-VI secolo, soprattutto in Italia centrale, ebbe inizio un particolare fenomeno di diffusione dell'abete bianco grazie alla proliferazione di insediamenti monastici (monasteri ed eremi) soprattutto benedettini ed in particolare delle congregazioni dei Camaldolesi e dei Vallombrosani. Sia per il significato simbolico che essi attribuirono all'abete bianco (albero che per il suo portamento ed altezza consente di avvicinarsi al cielo e alle "altissime verità") sia per il notevole valore tecnologico e commerciale del suo legno essi perpetuarono fino al XIX secolo la coltivazione dell'abete bianco anche in aree fuori dall'areale proprio, dando luogo in alcuni casi anche ad una efficace filiera produttiva (Urbinati, 2011). Tale processo fu probabilmente incentivato da un periodo climaticamente favorevole (l'optimum alto-medievale iniziato intorno all'anno 1000 d.C.) che sebbene non fu specificamente troppo favorevole all'abete bianco appenninico ma agevolò la diffusione, anche in aree remote montane, la suddetta diffusione di insediamenti monastici. In particolare, nell'Appennino tosco-marchigiano-romagnolo, alcuni distretti forestali vennero dedicati alla produzione di legname di abete bianco fluitato poi lungo il Tevere (verso Roma) o l'Arno (Firenze, Pisa e Livorno) da utilizzare nelle grandi opere edilizie dell'epoca. Ne sono un esempio il Casentino in Toscana, dove Repubblica di Firenze prima e Granducato poi, si rifornirono abbondantemente di legname e l'antica provincia pontificia della Massa Trabaria, tra Marche, Umbria e Toscana, acquisita

appositamente dallo Stato Pontificio nel XIII secolo per la fornitura di travi (*servitium trabium*) per la costruzione delle Basiliche vaticane (Urbinati 2011 e 2012). Successivamente l'aumento dei costi di produzione nelle filiere appenniniche e l'ingresso nel mercato italiano del legname di abete rosso proveniente dal Baltico (fine XVIII secolo) e soprattutto le crescenti esigenze alimentari e di combustibile determinate dall'aumento demografico, determinarono la trasformazione di molte fustaie con abete bianco in terreni agricoli e pascoli o in boschi cedui per la produzione di legna da ardere e carbone, alterando così l'assetto strutturale della foresta mista a vantaggio del faggio. Il disturbo antropico può quindi essere considerato il fattore finale responsabile dell'attuale frammentazione dell'areale di abete bianco in Appennino, all'interno del quale oggi si distinguono tre ambiti geografici principali: i) tosco-emiliano, ii) abruzzese-molisano e iii) lucano-calabrese. Inoltre, esistono cenosi secondarie di estensione variabile, nonché testimonianze toponimiche che confermano la maggiore diffusione pregressa della specie. Complessivamente sono stati individuati 89 toponimi concentrati perlopiù in corrispondenza delle aree limitrofe all'attuale areale di distribuzione (Gallucci, 2012). Altri siti esterni sono invece riconducibili alla diffusione indotta anche in stazioni fuori dell'optimum o alla presenza di zone relittuali, dal momento che analisi palinologiche hanno accertato la presenza di boschi di abete bianco anche al di sotto del piano montano in Italia centrale. L'abete bianco appenninico ha quasi completamente perduto la sua valenza economica protratta nei secoli fino agli anni '60 del secolo scorso ed è oggi, laddove presente in formazione sicuramente autoctone, una specie di prevalente interesse naturalistico. Esso caratterizza ancora alcune formazioni del piano submontano (cerrete) e montano (faggete), soprattutto se associato ad altre specie sempreverdi come tasso e agrifoglio. Nelle faggete la direttiva 92/43/CEE individua alcuni habitat di particolare interesse contenente l'abete bianco quali:

- 9220 – Faggete degli Appennini con *Abies alba* e *A. nebrodensis*
- 9510 – Foreste sud-appenniniche di *Abies alba*.

Si tratta di un insieme di habitat affini nei quali è piuttosto frequente la presenza di specie interpretabili come relitti terziari (*Taxus baccata*, *illex aquifolium*, *Daphne laureola*). Per affinità ecologica e di distribuzione, sono comprese in questo gruppo anche le faggete con *Abies alba* e *A. nebrodensis* e le abetine appenniniche.

Nel versante adriatico del settore centrale appenninico, oltre alla Massa Trabaria, l'altra area dell'abete bianco autoctono è quella dei Monti della Laga al confine con ed in particolare le

aree di medio e alto versante del bosco della Martese, nel settore abruzzese (nei pressi di Ceppo, TE) e della Valle della Corte (presso Umito. Comune di Acquasanta Terme, AP) in quello marchigiano, nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga (Gallucci e Urbinati, 2011) dove sono stati trovati grandi esemplari di abete bianco fra i 1.400 e 1.500 m di altitudine. Nel settore abruzzese vi sono ancora fustaie di faggio e abete che testimoniano una più diffusa presenza di tale forma di governo, sebbene siano documentate utilizzazioni estensive fino alla metà del secolo scorso.

Nel settore marchigiano l'abete bianco si trova in faggete acidofile e mesoneutrofile di habitat prioritario nel SIC omonimo "Valle della Corte", utilizzate a ceduo per la carbonificazione in loco fino al dopoguerra, poi in parte avviate a fustaia coetanea all'inizio degli anni '90 o abbandonate all'evoluzione naturale. I polloni di faggio formano il piano dominante nel quale faticano ad insediarsi i rari individui di abete bianco. Più frequenti sono invece i nuclei più o meno ampi sotto copertura, con accrescimenti radicali molto ridotti, apici vegetativi compromessi ed altri evidenti segni di deperimento riconducibili all'eccessivo ombreggiamento. A Valle della Corte sono stati rinvenuti abeti bianchi vivi con età compresa tra 192 e 338 anni, ed un individuo morto ancora in piedi, con un'età di 395 anni, nato intorno al 1546 e morto intorno al 1940 (Gallucci e Urbinati, 2011). Anche nel versante teramano sono stati ritrovati individui plurisecolari che confermano la notevole longevità e la grande valenza dendrologica dell'abete bianco in questo settore dei Monti della Laga, la cui prevalente natura arenacea dei suoli e la peculiarità morfologica della stazione, costituiscono importanti fattori per la presenza e lo sviluppo della specie (Gallucci e Urbinati, 2011). Nella Foresta della Verna (Toscana) sono stati rilevati soggetti di 300-400 anni di età (Manetti e Cutini 2006).

Nell'Appennino Tosco-Marchigiano, è stato realizzato un progetto UE LIFE-Natura (RESILFOR) per la valorizzazione e la ricostituzione di boschi a dominanza di faggio con *Abies alba*, iniziato nel 2009 e concluso nel 2014 (fig. 1.3.1.). Il progetto ha riguardato la gestione e la conservazione dei soprassuoli misti di abete bianco e faggio sia con interventi di diradamento selettivo a carico del faggio, sia con nuovi impianti in appositi gap di trapianti di abete bianco, innestati in vivaio, (fig. 1.3.2).

Nelle Marche vi sono altre segnalazioni circa la presenza di boschi di abete bianco nel area intorno ad Ascoli. Nel testo Xilologia Picena (Spadoni, 1826) è riportato che "*Alla distanza di tre miglia circa da Ascoli fuor di Porta Cappuccina trovasi un'Abetaja posta nel territorio di Gemigliano, e l'altra più avanti, in contrada Galligiano. Entrambe però queste selve han*

sofferto, dall'avidità stolta e disordinata de' proprietari, tagli e guasti eccessivi. Sarebbe laonde desiderabile che si arrestasse il progresso di tanto male, e che i villani di quelle contrade si dessero con impegno alla raccolta della Trementina insino a questo punto affatto trascurata. La terza Abetaja molto grande e quasi intatta esiste sopra un fianco di Monte Acuto nel contado di Acquasanta. L'ultima sui monti di Pietralto confinanti col Regno di Napoli" (Spadoni 1826).



fig.1.3.1 tabella del progetto RESILFOR



fig. 1.3.2 faggeta con abete bianco di Valle della Corte (AP)

L'abetaja di Monte Acuto di Acquasanta Terme è probabilmente quella della Valle della Corte già citata, mentre i piccoli nuclei presenti nei comuni di Ascoli Piceno e Venarotta potrebbero essere i residui di quanto descritto dallo Spadoni, considerando la loro collocazione geografica. In particolare si trovano nei pressi di Gimigliano, in località Villa Curti (ex Selva degli abeti) e Galligiano. Il primo nel comune di Ascoli Piceno, il secondo nel comune di Venarotta. Per i nuclei di Casamurana e Piagge, entrambi nel comune di Ascoli Piceno, non sono stati rinvenuti documenti storici (Marini 2019).

2 Materiale e metodi

2.1 Area di studio

2.1.1 Caratteri morfologici e geolitologici

Sulla base del documento inedito “*L’abete bianco (Abies alba) nei comuni di Ascoli Piceno e Venarotta*” (Marini, 2019) sono state individuate le aree di studio per questa tesi, ubicate precisamente nelle località di: Casamurana, Galligiano, Gimigliano, Villa Curti e Piagge (fig. 2.1.1.1). A causa dell’evidente stato di abbandono e della scarsa accessibilità non è stato possibile raggiungere la località di Villa Curti (fig.2.1.1.2). Le aree si trovano ad un’altitudine compresa tra i 250 e i 500m s.l.m. e sono geolitologicamente caratterizzate da un terreno composto da metamorfiti di medio grado e da marne calcaree.

Tab. 2.1.1.1 Dati delle località con nuclei di abete bianco censiti nei pressi di Ascoli Piceno

	Comune	Coordinate	Altitudine	Esposizione
Casamurana	Ascoli Piceno	42.8512508"N 13.5120153"E	350	Nord
Galligiano	Venarotta	42.862525"N 13.5237162"E	350	Nord
Gimigliano	Venarotta	42.8677555"N 13.5279574"E	250	Nord
Villa Curti	Venarotta	42.87021"N 13.53496"E	290	Nord
Piagge	Ascoli Piceno	42°50'15.54"N 13°34'34.57"E	500	Nord

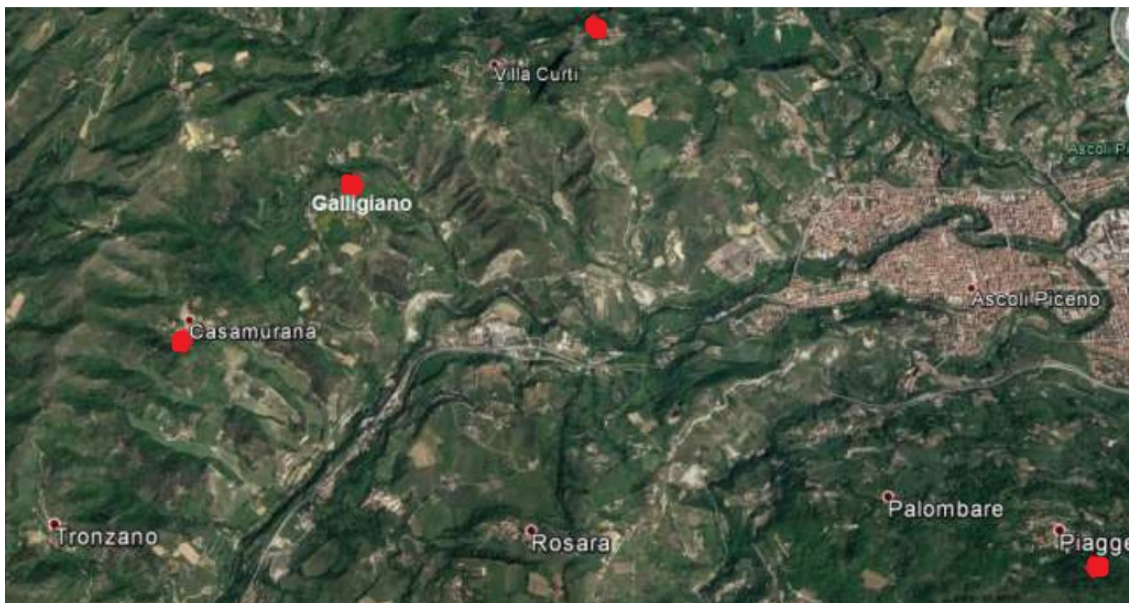


Fig. 2.1.1.1 località con nuclei di abete bianco censiti nei pressi di Ascoli Piceno



Fig. 2.1.1.2 Località Villa Curti

In località Casamurana (Fig. 2.1.1.3), frazione di Ascoli Piceno, è presente un piccolo nucleo di abeti bianchi, il numero di piante visibili a distanza non supera la ventina. Questa area ha esposizione nord e pendenza elevata, altitudine compresa tra 300 e 350 m s.l.m. ed è circondata essenzialmente dal bosco ceduo di carpino nero, con roverella e castagno. Si è riscontrata la presenza di *Abies alba* solo nelle zone ombrose, a contatto con dei caastagneti da frutto recentemente recuperati, mentre nelle aree più esposte è presente in prevalenza pino d'Aleppo e corbezzolo.



Fig. 2.1.1.3 località Casamurana

A Galligiano, frazione del comune di Venarotta il nucleo di abete bianco è costituito da qualche decina di individui, su un pendio piuttosto ripido esposto a nord, ad una quota compresa tra 300 e 350 m slm (Fig. 2.1.1.4). In questo caso le specie maggiormente presenti

sono le querce. In queste aree a causa dell'elevata pendenza non è stato possibile rilevare i dati di tutte le piante presenti.



Fig. 2.1.1.4 località Galligiano

A Gimigliano (Fig. 2.1.1.6) in località Selva degli Abeti (2.1.1.5), al confine occidentale tra il comune di Ascoli Piceno e quello di Venarotta, è presente un piccolo nucleo di abete bianco circondato da un bosco di carpino nero e pioppi. La stazione è ubicata a circa 250 metri s.l.m., sulla sponda meridionale del Torrente Chiaro. Circa 500 metri a monte, verso sud - ovest, visibile dalla strada che sale all'abitato di Gimigliano, poco a ovest della imponente falesia, è presente un abete adulto. La quota è di circa 340 metri s.l.m.. La giacitura di questi siti è piuttosto accidentata e acclive, infatti nei primi anni del '900 l'area ha subito una grande frana. In questa area si nota assenza di rinnovazione e una condizione di abbandono del soprassuolo che ha impedito di effettuare un rilevamento approfondito.



Fig. 2.1.1.5 Il colle della ex Selva degli abeti (fonte Marini)



Fig. 2.1.1.6 località Gimigliano

Il nucleo di abete bianco più consistente nel comune di Ascoli Piceno è quello di Piagge (Fig. 2.1.1.7), nell'area situata nei pressi della Chiesa di San Marco. Gli esemplari presenti da informazioni raccolte in loco risulterebbero piantati dalla famiglia Sgariglia nei primi anni del 1900, sul versante settentrionale della Montagna dei Fiori, a circa 500 metri s.l.m. di altitudine. Il nucleo si sviluppa su una superficie sub-pianeggiante esposta a nord ed ha un'estensione di circa due ettari e presenta una fisionomia di fustaia adulta, con diametri fino a circa 80 cm; in diverse aree è presente un'abbondante rinnovazione. Rispetto alle altre aree analizzate la pendenza su cui si trovano gli individui è notevolmente inferiore. Tra le altre specie d'interesse che vanno a caratterizzare la fustaia monoplana troviamo il Pino silvestre, il Carpino nero e il Castagno quest'ultimo presente nella parte a monte dell'area analizzata. Attualmente la proprietà è del comune di Ascoli Piceno, che l'ha ricevuta insieme ad altri beni, in seguito all'estinzione della nobile famiglia Sgariglia (Marini 2019).

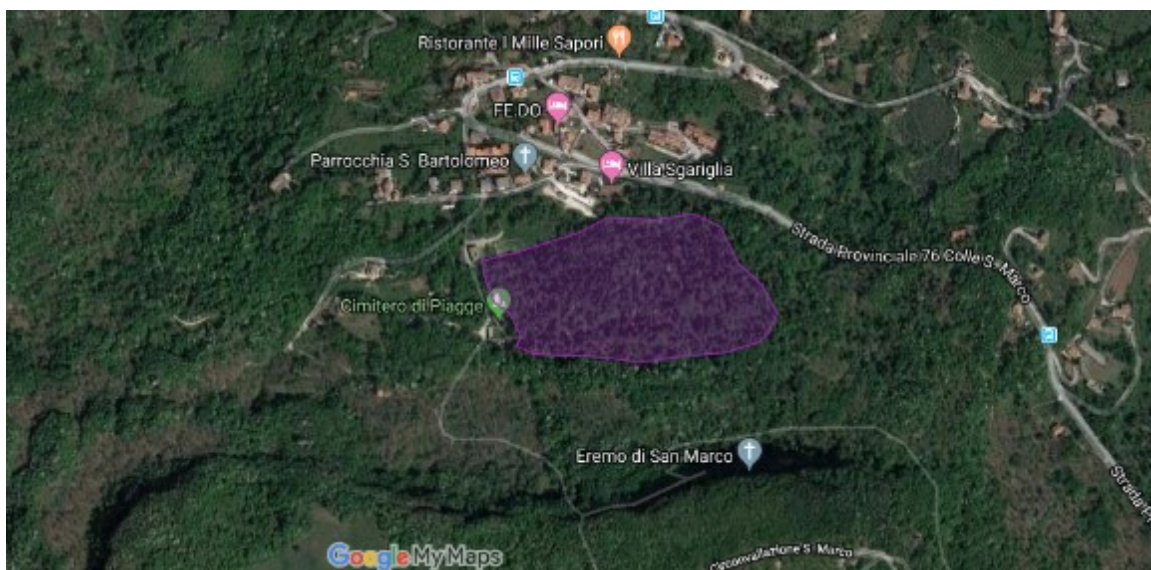


Fig. 2.1.1.7 località Piagge

2.1.2 Caratteri climatici

Per lo studio climatico delle aree prese in esame mi sono avvalso dei dati riportati dalla stazione meteorologica di Ascoli Piceno, la più vicina alle zone d'interesse e permette di ottenere valori rappresentativi adeguati. Sono quindi stati utilizzati diversi parametri: temperatura media mensile, temperatura media massima, media delle temperature massime assolute, temperatura media minima, media delle temperature minime assolute e la media delle precipitazioni. I dati relativi alla temperatura sono stati registrati del 1957 al 2015 (Fig. 2.1.2.1) mentre quelli delle precipitazioni dal 1951 al 2015 (Fig. 2.1.2.2).

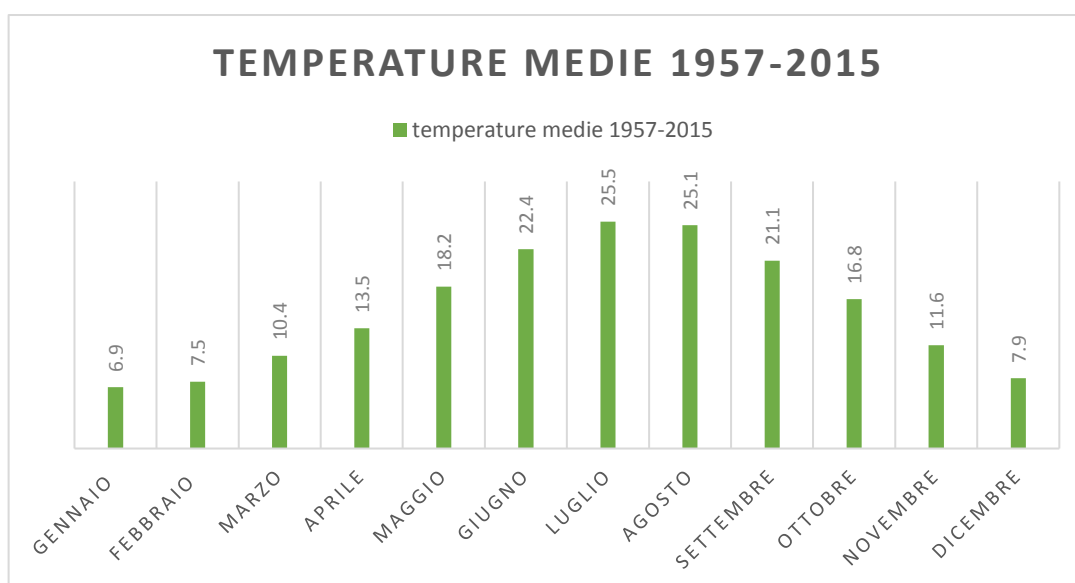


Fig. 2.1.2.1 Distribuzione mensile delle temperature medie nella stazione di Ascoli Piceno

Come si può osservare dal grafico delle temperature medie mensili si registra una temperatura media annua di 15,5°C, il mese più caldo è Luglio (25,5°C) e quello più freddo Gennaio (6,9°C). L'andamento delle temperature è quindi regolare, con un aumento nei periodi estivi e una diminuzione in quelli invernali.

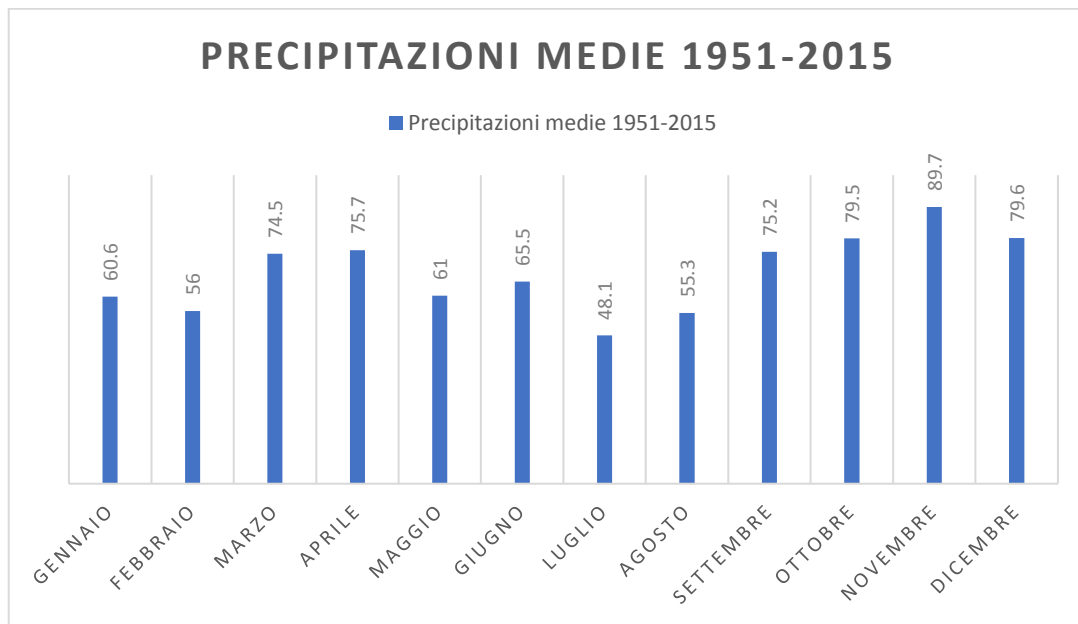


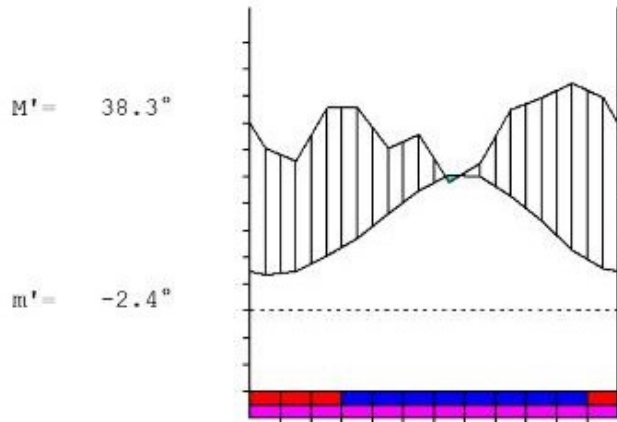
Fig. 2.1.2.2 Distribuzione mensile delle precipitazioni medie della stazione di Ascoli Piceno

Dal grafico delle medie delle precipitazioni si osserva come nel mese di Novembre (89,7mm) si registri il periodo più piovoso mentre nel mese di Luglio (48,1) quello più secco. In generale le precipitazioni sono relativamente costanti durante tutto il periodo dell'anno con picchi ridotti. Mediante il diagramma termo-pluviometrico (Fig. 2.1.2.3) è possibile mettere in relazione la quantità di precipitazioni medie mensili con i valori delle temperature medie mensili, sempre riferite ad analisi di serie storiche per periodi complessivi e continui non inferiori a 30-40 anni.

Ascoli Piceno (Italia)

78 m

P= 822 42° 51'N 13° 39'E 59/65 y.
 T= 15.6° Ic= 18.6 Tp= 1872 Tn= 0
 m= 2.4° M= 11.4° Itc= 297 Io= 4.4



**TEMPERATE OCEANIC (SUBMEDITERRANEAN)
 UPPER THERMOTEMPERATE LOW SUBHUMID**

Fig. 2.1.2.3 diagramma di Bagnouls e Gaussen e tipo bioclimatico di Rivas Martinez. P – precipitazione annuale; T - temperatura media annua, m – media delle minime del mese più freddo, M – media delle massime del mese più freddo, Ic - Indice di continentalità, Tp – temperatura positiva annuale, Tn – temperatura negativa annuale, Itc – Indice di termicità compensato, Io – Indice ombrotermico annuale, T' – temperatura massima assoluta, m' – minima assoluta

Attraverso la classificazione di Rivas-Martinez il bioclimate è classificato come temperato oceanico, termotipo supratemperato superiore e subumido inferiore. Questo diagramma considera aridi solo i periodi in cui la curva delle precipitazioni (P) si trova al di sotto di quella delle temperature (T) e quindi quando il rapporto $P/2T$ è uguale o inferiore a 1.

Ascoli Piceno (Italia)

42°51'N 13°39'E 78 m 59/65 y.

T= 15.6 Ic= 18.6
 m= 2.4 Tp= 1872
 M= 11.4 Tn= 0
 M'= 38.3 Itc= 297
 m'= -2.4 Io= 4.4
 P= 822 mm
 PE= 842 mm

**TEMPERATE OCEANIC (SUBMEDITERRANEAN)
 UPPER THERMOTEMPERATE
 LOW SUBHUMID**

Imbibing	17 Sep.
Saturation	10 Dec.
Reserve Use	14 Apr.
Deficit	1 Jul.

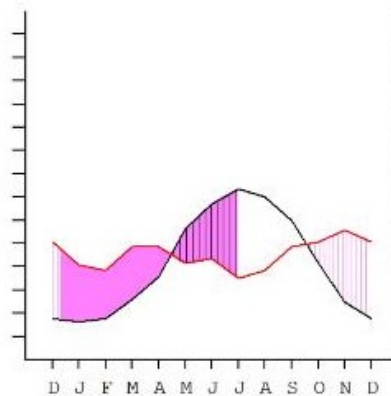


Fig. 2.1.2.4 caratterizzazione idrologica

Come mostrato anche nella caratterizzazione idrologica (Fig. 2.1.2.4), il bilancio idrico evidenzia un periodo di deficit compreso tra l'inizio di luglio e la fine di settembre, ma senza rilevanti stress idrici.

2.1.3 Caratteri vegetazionali

Tra le specie presenti nelle aree di studio oltre all'abete bianco vi sono: pino silvestre, castagno (fig.2.1.3.1sx), carpino nero, ed in sub-ordine ciliegio selvatico, nocciolo, orniello, roverella, corbezzolo (fig. 2.1.3.1 dx) e salicene.



fig.2.1.3.1 Castagno a Casamurana



fig. 2.1.3.1 Corbezzolo a Galligiano

Lo strato arbustivo è costituito da edera (fig. 2.1.3.2sx), rovo (fig. 2.1.3.2dx) e sambuco nero, specie che in alcuni casi hanno mostrato comportamenti competitivi con l'abete. Nelle aree è stato poi possibile osservare un numero elevato di piante schiantate (figg. 2.1.3.5-6)



fig. 2.1.3.5 alberi di abete schiantati



fig. 2.1.3.3. Edera (a sinistra) e rovo (a destra) in competizione con rinnovazione di abete bianco



fig. 2.1.3.6 tronco di abete bianco con cimale schiantato

2.2 Raccolta e processamento dei dati

2.2.1 Predisposizione dati per *Suitability analysis*

La *suitability analysis* consiste in un modello esplicitabile anche in modalità cartografica che valuta, sulla base di alcune variabili quantitative, la vocazionalità di un territorio a svolgere una determinata funzione e/o ad accogliere una determinata infrastruttura. È molto utilizzata nella pianificazione territoriale, ma anche nell'utilizzo della determinazione dell'habitat potenzialmente idoneo per specie animali e/o vegetali. Tale metodologia è stata utilizzata dalla regione Marche per definire la vocazionalità colturale per tartufo bianco e tartufo nero (IPLA, 2001) e dal dipartimento D3A per valutare l'idoneità dell'habitat della Coturnice nell'alto maceratese (da Tesi Mazzieri, 2014) e dell'abete di Douglas in Italia (da Tesi Villa, 2017)

Questa analisi si esegue in ambiente GIS sulla base di alcune variabili ritenute primarie nella definizione dell'ecologia della specie. Nel caso specifico, l'analisi è stata svolta per l'abete bianco nel territorio regionale, utilizzando variabili pedoclimatiche disponibili in formato *raster*. Sono stati scelti i parametri più importanti nella definizione dell'areale della specie ed decisi i relativi range di valori ottimali consultando la letteratura relativa alle caratteristiche ecologiche dell'abete bianco e grazie alle informazioni riportate su precedenti elaborati (Villa, 2017; Mercurio, 2019): pH, temperatura media annua, temperatura media dei 4 mesi più freddi (Novembre, Dicembre, Gennaio, Febbraio), precipitazioni annue, precipitazioni dei 4 mesi più caldi (Giugno, Luglio, Agosto, Settembre), altitudine e il tipo di suolo. Tali raster sono stati elaborati in ambiente GIS sul territorio della regione Marche. Dopo aver definito gli intervalli di adattabilità per ognuna delle variabili di interesse (vedi tabella 2.2.1.1), i raster sono stati riclassificati assegnando ad ogni pixel un peso (0,1,2,3) sulla base dell'adattabilità dell'abete bianco ai valori di quella variabile.

Tab. 2.2.1.1 Variabili, valori e relativi pesi utilizzati per la suitability analysis, le variabili che incidono maggiormente sulla presenza dell'abete bianco possiedono un peso maggiore

Variabili	Peso Valori		
	1	2	3
Altitudine (m slm)	400 - 799	800 - 999	1000-1499
Litotipo suolo	-	-	Marnoso-arenaceo
pH	7.0 - 6.5	< 6.5	
T media annua (°C)	fra 6.0 - 8.9 e 9.0 - 12.0	9.0 - 9.9	
T media dei 4 mesi più freddi (Nov, Dic, Gen, Feb) (°C)	Fra -4.0 e 0.0		
Precipitazioni annue (mm)	800-899	900-999	<1000
Precipitazioni estive (Giu, Lug, Ago, Set)(mm)		>200	

I valori sono stati assegnati sia secondo codici binari (0-1) che ternari (0-1-2), assegnando 0 ai pixel con valori di non idoneità 1 ai pixel che rientrano nell'intervallo di idoneità e 2 a quelli che si trovano nei range ottimali (Fig. 2.2.1.1). Alla variabile “tipologia di suolo”, è stato assegnato peso 3 alla classe “marnoso-arenaceo”, essendo stato considerato di fondamentale importanza per la presenza e adattabilità dell'abete bianco. Infine, con lo strumento *raster calculator*, è stato possibile sommare tutti i singoli *raster* riclassificati secondo i valori di idoneità, ottenendo una mappa con valori finali direttamente proporzionali alla capacità della specie di insediarsi in un determinato paesaggio. I dati climatici sono stati estratti da *Worldclim* (Fick and Hijmans, 2017). *Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas* (<http://worldclim.org/>). I dati del Suolo derivano da uno shapefile dei tipi forestali della regione Marche (IPLA, 2001) derivato da <http://www.soilmaps.it/ita/cartadeisuoli5.html>. I dati pH da SoilGrids del database ISRIC (<https://www.isric.org/explore/soilgrids>). La risoluzione della mappa è 100 m. I risultati ottenuti sono poi stati confrontati con la distribuzione dell'abete bianco secondo EUROFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme) e secondo I.U.C.N. (International Union for the Conservation of Nature) nonché una carta dei toponimi riferibili all'abete bianco e l'attuale mappa dei siti con presenza di abete bianco.

2.2.2 Rilevamento parametri dendrometrici

In tre dei quattro siti segnalati per la presenza di abete bianco nei pressi di Ascoli Piceno (Piagge, Casamurana, Gemigliano) sono stati rilevati i principali parametri dendrometrici degli individui arborei presenti: diametro del fusto a 1.30 m da terra, altezza totale e su un campione ridotto anche l'età cambiale. A Piagge è stata realizzata un'area di saggio di 10 m di raggio entro la quale sono stati censiti solo gli individui di abete bianco. Negli altri siti vista la loro dispersione nello spazio e la loro esiguità numerica sono stati misurati per pedale. La valutazione dello stato vegetativo invece è stata effettuata a vista su una scala con valori da 1 a 5, dove 1 indica le piante morte e 5 invece quelle in pieno vigore. Le misurazioni sono state effettuate con:

- cavalletto dendrometrico (Fig. 2.2.2.1), modello Lega 1208 di alluminio, con asta piatta, graduato su entrambi i lati, che permette di calcolare il diametro del fusto fino a 50 cm.
- ipsometro ottico SUUNTO PM5/1520 PC (Fig. 2.2.2.1) con due scale per distanze fisse 15 e 20 m (e multipli) e una terza scala fornisce la pendenza fino a $\pm 150\%$.
- Trivella di Pressler per il carotaggio di campioni legnosi per la determinazione dell'età e l'analisi dendrocronologica (vedi sotto).



Fig. 2.2.2.1 Cavalletto e ipsometro utilizzati per il rilevamento dei parametri dendrometrici degli individui di abete bianco nei siti dei dintorni di Ascoli Piceno.

Tab 2.2.2.2 Individui censiti nei tre siti di studio. SV = Stato vegetativo secondo 5 classi di vigoria 1 a 5, dove 1 morte, 2 mediocre, 3 discreta, 4 buona 5 ottima

Sito	ID	DBH (cm)	Htot (m)	Età (anni)	SV	Note
Piagge	1	65,6	25		5	Edera
	2	58,9	25		4	
	3	10	6		4	
	4	10	8	45	5	
	5	54,1	25	85	3	
	6	9,5	5		2	
	7	7,1	5		2	
	8	9,4	10		4	
	9	49,5	24	50	4	
	10	73,2	25		3	
	11	63,7	26		5	
	12	58,9	27		3	
	13	34	24	39	3	
	14	19	10,5		4	
	15	63,7	27,5		4	
	16	49	23		4	
	17	68,5	24,5		3	
	18	6	6,5		4	
	19	34	25	43	4	
	20	47	27		4	
Casamurana	1	25,5	15	48	4	
	2	18	13,5		4	
	3	9	13		3	
	4	35	24	88	5	
	5	41	24	63	5	
	6	19	12		3	
	7	32	18		4	
	8	18	22		4	
Galligiano	1	10	5		5	
	2	36	24	42	5	
	3	41,5	20	48	5	
	4	36	23,5	47	3	
	5	32,5	19,5		2	
	6	23,5	12		2	
	7	8	4		4	
	8	8	7		3	
	9	13	11		3	
	10	14	11		3	
	11	8	6		2	
	12	11	8		2	
	13	20	10		4	
Gimigliano	1	11	12		3	
	2	17	15		4	

2.2.3 Rilevamento dendrocronologico

Per la determinazione dell'età e dell'analisi degli accrescimenti radiali sono state prelevate carote legnose con una trivella di Plesser avente lunghezza utile di 40 cm e diametro della sezione del trapano di 0,5 cm (Fig. 2.2.3.1) avente doppia filettatura e braccio con copertura al teflon per maggiore resistenza. La trivella deve entrare nel fusto in modo perpendicolare per consentire una misurazione più precisa dell'ampiezza degli anelli.



Fig. 2.2.3.1 trivella di Pressler in fusto di abete bianco

Estratto il campione legnoso questo va posizionato su un supporto di legno e fissato attraverso con nastro carta, su un apposito supporto legnoso sul quale si riportano le informazioni principali: codice composto da 8 caratteri (3 per sigla della località, due per iniziali genere e specie, due per numero identificativo pianta), il diametro e l'altezza (Fig. 2.2.3.2).



Fig. 2.2.3.2 campioni legnosi incollati su supporti legnosi

Tutti i campioni prelevati in campo sono stati poi allestiti in modo definitivo presso il TreeringLab del D3A. Dopo alcuni giorni di asciugatura in condizioni ambiente i campioni

sono stati ricollocati e incollati con colla vinilica sui supporti facendo attenzione a posizionarli con le fibrotracheidi perpendicolari al piano di appoggio. Per alcuni campioni, che in seguito a torsione avvenuta durante l'estrazione dal fusto presentavano un disallineamento delle fibre nelle due estremità si è dovuto procedere ad idratazione e rotazione manuale per un corretto posizionamento sul supporto.

Dopo opportuna asciugatura i campioni sono stati levigati manualmente utilizzando tre tipi di carte abrasive a grane progressivamente più fine (P120, P320 e Red Line) per ottenere una visione ottimale degli anelli (Fig. 2.2.3.3).



Fig. 2.2.3.3 campioni pronti per l'analisi dendrocronologica

Individualmente i campioni sono stati posti allo stereo microscopio (LEICA ms5) collegato al sistema di misurazione semiautomatico LINTAB (Rinntech) dotato di trasduttore lineare che trasforma in misure di ampiezza anulare gli spostamenti effettuati dalla slitta durante la definizione dell'inizio e della fine di ogni anello legnoso (Fig. 2.2.3.4).



Fig. 2.2.3.4 Il sistema di misurazione anelli legnosi LINTAB del TreeringLab del D3A utilizzato per l'analisi dendrocronologica

2.2.4 Analisi dendrocronologica

Per l'analisi dendrocronologica è stato utilizzato il programma TSAPWin che consente di rappresentare e confrontare a video ogni serie misurata dei campioni di carotaggi prelevati, si è proceduto poi alla loro sincronizzazione o interdatazione (*crossdating*) ovvero l'assegnazione ad ogni anello dell'esatto anno di formazione utilizzando il CDI (Cross Date Index), derivante dalla combinazione del Glk (*Gleichläufigkeit*) ed una specifica applicazione del t di Student (Rinntech, 2003). La sincronizzazione è ritenuta attendibile con un valore di $CDI > 10$. La formazione di ogni anello annuale di accrescimento è determinata da fattori interni ed esterni alla pianta. Essi possono agire sul singolo individuo, su gruppi o, in modo più o meno uniforme, sull'intera popolazione, variando la loro azione da un anno all'altro, da un mese al successivo o a scala temporale ancora più ridotta (Fritts, 1976). Alcuni di questi fattori hanno un'azione continua (età, clima), altri discontinua (perturbazioni esogene, endogene) e nelle serie anulari ognuno di questi produce segnale o rumore che possono essere opportunamente evidenziati o rimossi. Scopo principale dell'analisi dendroecologica è discriminare il segnale di interesse (es.clima) dal rumore di fondo, rappresentato da tutti gli altri segnali, irrilevanti ai fini dell'analisi.

Sono state così misurate le ampiezze degli anelli delle 12 carote prelevate da altrettanti individui arborei e costruire così le relative cronologie individuali che sono poi state sincronizzate rispetto all'ultimo anello formato (anno 2019) per ottenere una cronologia media per l'abete bianco di Ascoli Piceno.

3 Risultati

3.1 L'analisi di idoneità (*suitability analysis*) per l'abete bianco

Il primo layer utilizzato per la *suitability analysis* nelle Marche è l'altitudine (fig. 3.1.2.1), che risulta un fattore discriminante sotto i 400 m slm favorevole per l'abete bianco sia spostata principalmente verso l'Appennino Umbro-Marchigiano, difatti nelle Marche è dove si registra l'altitudine più elevata.

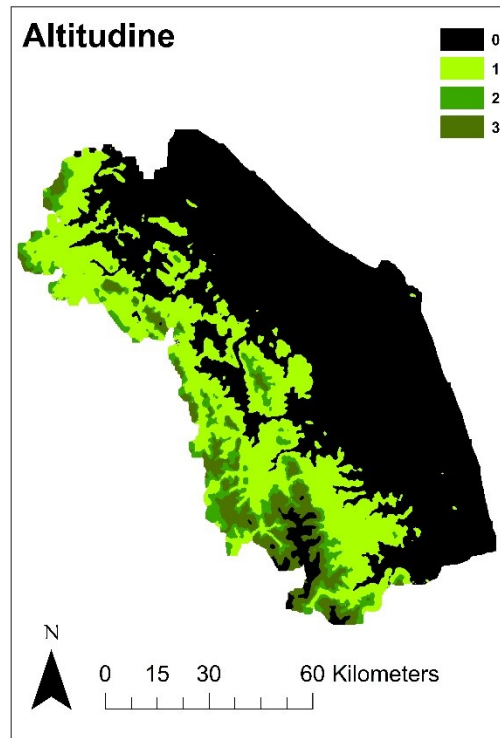


fig.3.1.2.1 Layer della *suitability analysis* relativo all'altitudine. Nero= sfavorevole, Verde chiaro= mediamente favorevole; verde scuro= favorevole

Il tipo di suolo ed il pH sono importanti fattori limitanti la vocazionalità dell'abete bianco che non vegeta su suoli carbonatici e argillosi, tipici di gran parte del territorio regionale. Le zone con suoli marnoso-arenacei (Alto Montefeltro) e Flysh terrigeni (alto Piceno) sono infatti quelle più idonee per specie come abete bianco, cerro e castagno oltre che faggio (fig. 3.1.2.2). Le aree marnoso-arenacee della collina pesarese, litologicamente idonee peraltro risultano con pH inadatti all'abete.

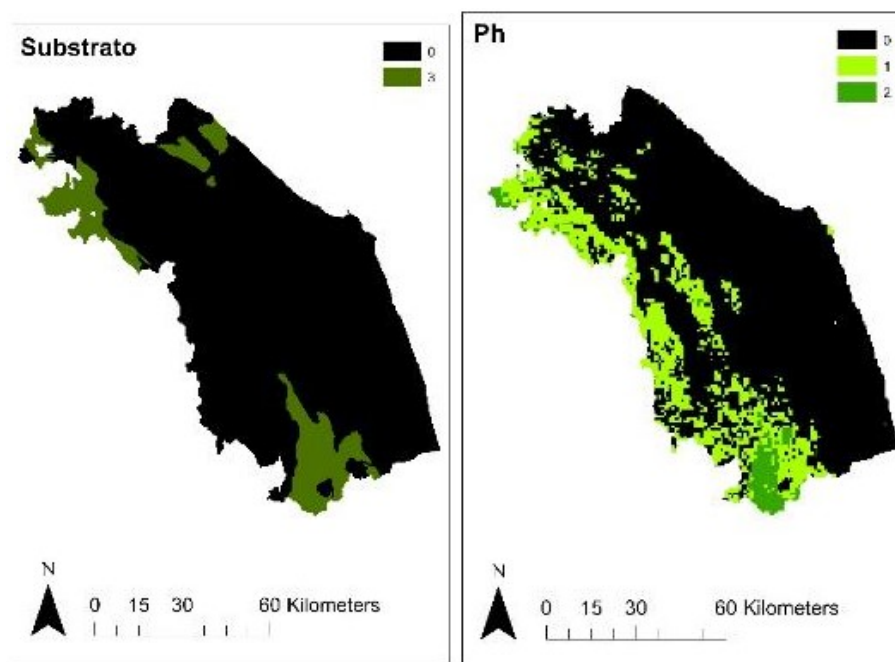


fig. 3.1.2.2 analisi d'idoneità in base al pH e al suolo Nero= sfavorevole, Verde chiaro= mediamente favorevole; verde scuro= favorevole

Le temperature medie utili all'abete bianco sono presenti quasi esclusivamente in ambiente appenninico (ed alcuni microambiti montani intorno ad Ascoli Piceno, dorsale cingolana e area del Furlo) mentre la quelle dei mesi più freddi solo in alcune limitate zone fra Monti Sibillini e Monti della Laga al confine con Umbria e Abruzzo (figg. 3.1.2.4).

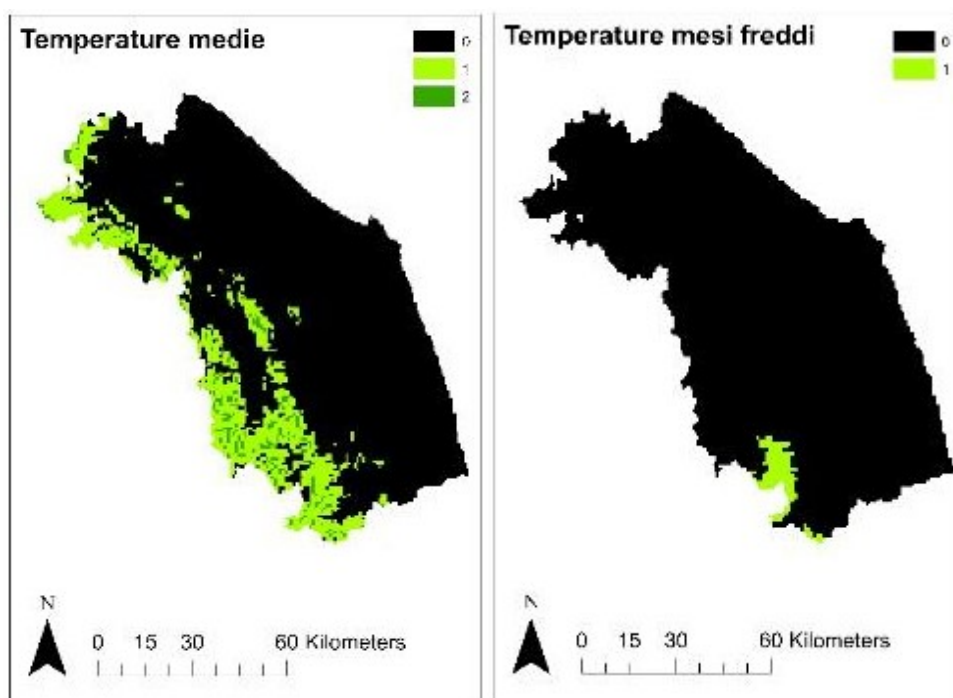


fig. 3.1.2.4 sx analisi temperature m. fredde fig. 3.1.2.4 dx temperature medie Nero= sfavorevole, Verde chiaro= mediamente favorevole; verde scuro= favorevole

Il layer delle precipitazioni medie (fig. 3.1.2.3) risente della tendenziale inadeguatezza del data base Worldclim che evidentemente non comprende stazioni meteorologiche del sud delle Marche con precipitazioni >900 mm escludendo alcune delle aree più vocate per l'abete bianco. Questo problema è stato mitigato abbassando il peso della variabile al solo livello 1 per ridurne l'influenza nella mappa generale.

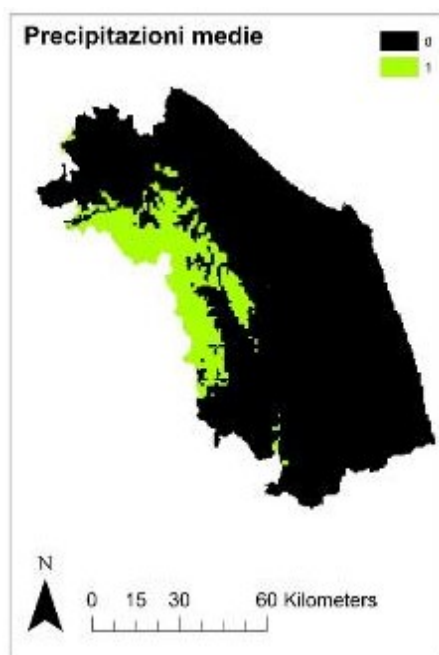


fig. 3.1.2.3 analisi d'idoneità secondo precipitazioni Nero= sfavorevole, Verde chiaro= mediamente favorevole

Dalla sovrapposizione di tutti i *layer* si ottiene la *suitability map* dell'abete bianco nelle Marche (Fig. 3.1.2.5) nella quale sono individuabili le zone a maggiore o minore vocazionalità. La vocazionalità più bassa (colore giallo), si riscontra nella zona centrale della regione, quella media (colore verde chiaro) interessa principalmente l'entroterra Maceratese, Anconetano e Pesarese, le zone con una vocazionalità medio-alta (colore verde) sono diverse ma una concentrazione maggiore si osserva nella provincia di Ascoli Piceno e di Pesaro, infine l'idoneità massima (colore verde scuro) interessa principalmente la zona appenninica.

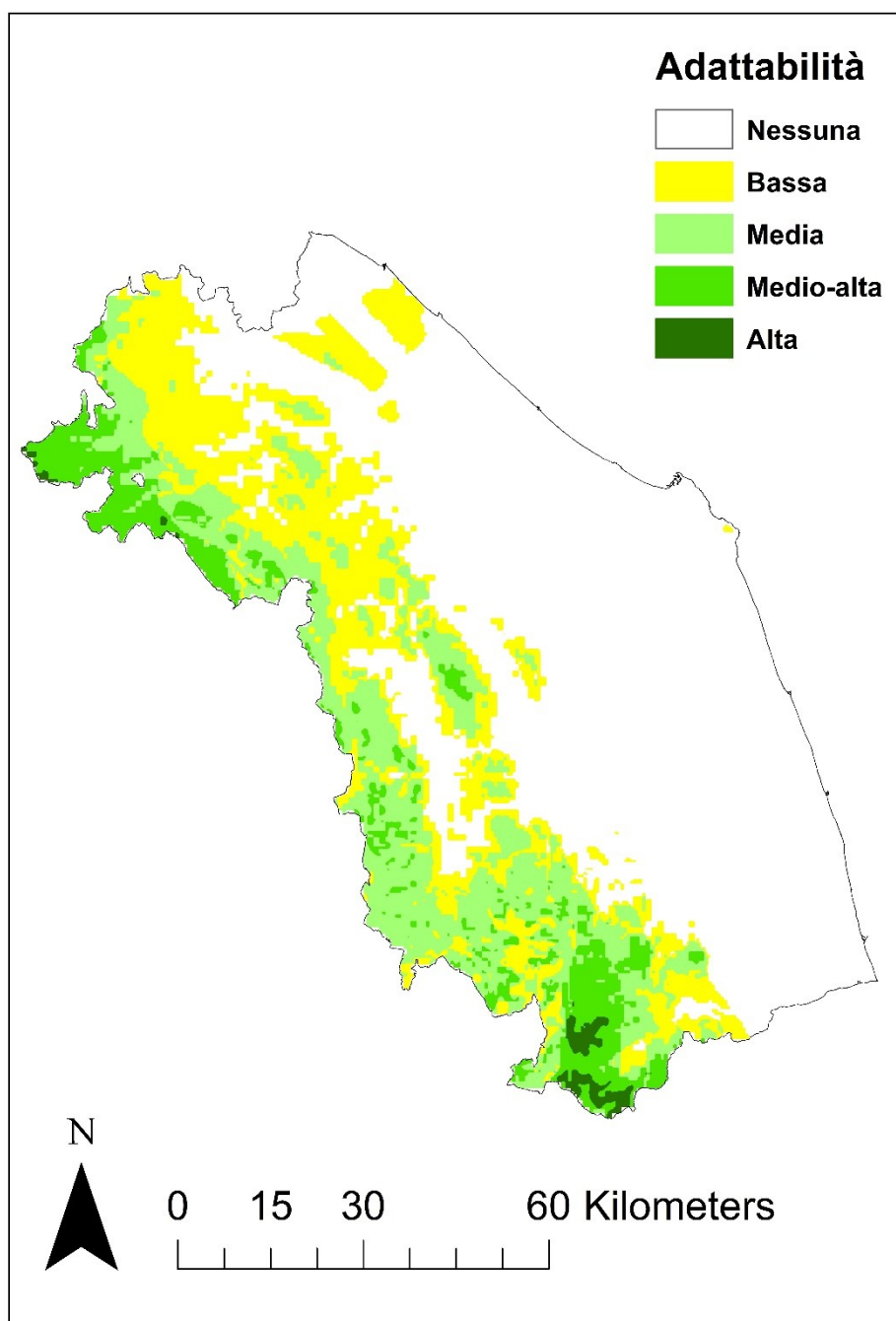


Fig. 3.1.2.5 Suitability map di Abies alba nelle Marche

Per verificare le informazioni rilevate state poi eseguite varie ricerche bibliografiche per effettuare un confronto tra le località d'interesse dell'abete evidenziate dalla carta d'idoneità e le zone dove effettivamente è registrata la sua presenza. Attraverso le informazioni riportate dalla EUROFORGEN (*European forest genetic resources programme*) (fig.3.1.2.6 sx) e dallo I.U.C.N. (*International Union for the Conservation of Nature*) (fig. 3.1.2.6 dx) si

osserva come l'areale dell'abete sia congruente con ciò che viene riportato dalla carta d'idoneità.

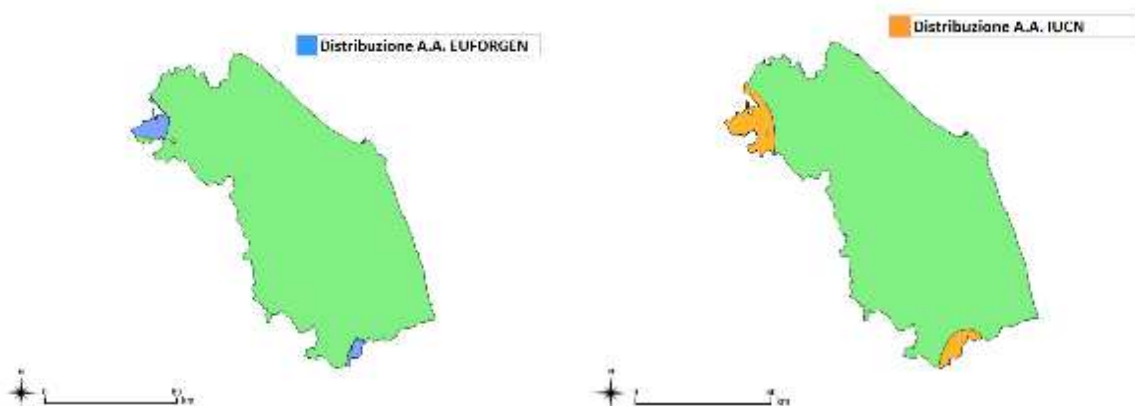


fig.3.1.2.6 sx distribuzione dell'abete fig. 3.1.2.6 dx distribuzione dell'abete secondo IUCN secondo EUFORGEN

Sono stati mappati anche i toponimi (Pian d'Abete, Abetito, Colle dell'Abete, Pie d'Abetio, Fonte Abeti, Fosso Abetella, Spinabeto, Campo degli Abeti) (fig. 3.1.2.7), che salvo un caso (quello nel centro della provincia di Pesaro) sono ubicati nelle aree di elezione dell'abete. Infine, la mappa dei siti con presenza accertata dell'abete bianco nelle Marche conferma le due zone di vocazionalità soprattutto nei sistemi di terre marnoso-arenacei, soprattutto delle aree interne nell'Alpe della Luna (Bocca Trabaria, PU) e nei Monti della Laga (diffusione naturale) nei colli ascolani (diffusione più probabilmente antropogena).

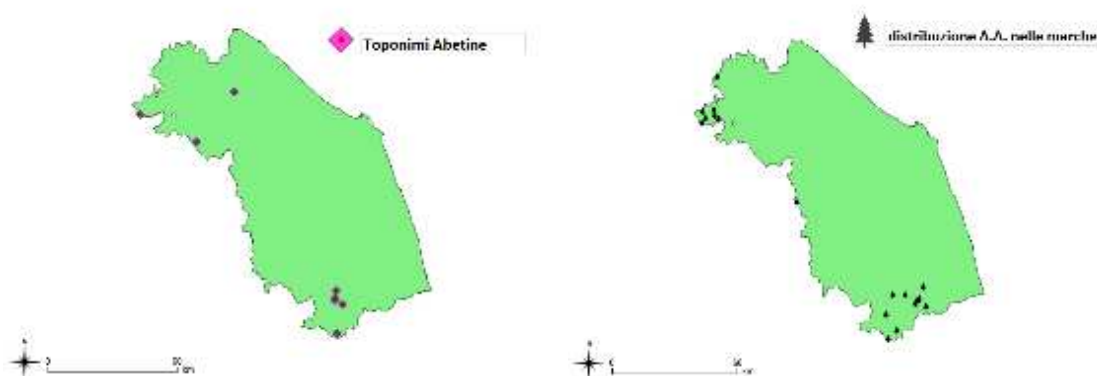


fig. 3.1.2.7 Toponimi (a sinistra) e siti con presenza (a destra) di abete bianco nelle Marche

3.2 Analisi dei dati dendrometrico-strutturali

Sono stati censiti in totale 43 individui arborei di abete bianco nei 4 siti segnalati nei pressi di Ascoli Piceno (Tab. 3.1.1). Relativamente al diametro l'intervallo di valori varia fra 5 e 75 cm e la distribuzione è abbastanza regolare (fig. 3.1.2) salvo nella classe di 10 cm dove

si colloca la moda degli individui misurati. L'andamento della curva è tendenzialmente gaussiano ma con importante asimmetria verso le classi più basse.

Tab. 3.1.1 Individui censiti nei tre siti di studio. SV = Stato vegetativo secondo 5 classi di vigoria 1 a 5, dove 1 morte, 2 mediocre, 3 discreta, 4 buona 5 ottima

Sito	ID	DBH (cm)	Htot (m)	Età (anni)	SV	Note
Piagge	1	65,6	25		5	Edera
	2	58,9	25		4	
	3	10	6		4	
	4	10	8	45	5	
	5	54,1	25	85	3	
	6	9,5	5		2	
	7	7,1	5		2	
	8	9,4	10		4	
	9	49,5	24	50	4	
	10	73,2	25		3	
	11	63,7	26		5	
	12	58,9	27		3	
	13	34	24	39	3	
	14	19	10,5		4	
	15	63,7	27,5		4	
	16	49	23		4	
	17	68,5	24,5		3	
	18	6	6,5		4	
	19	34	25	43	4	
	20	47	27		4	
Casamurana	1	25,5	15	48	4	
	2	18	13,5		4	
	3	9	13		3	
	4	35	24	88	5	
	5	41	24	63	5	
	6	19	12		3	
	7	32	18		4	
	8	18	22		4	
Galligiano	1	10	5		5	
	2	36	24	42	5	
	3	41,5	20	48	5	
	4	36	23,5	47	3	
	5	32,5	19,5		2	
	6	23,5	12		2	
	7	8	4		4	
	8	8	7		3	
	9	13	11		3	
	10	14	11		3	
	11	8	6		2	
	12	11	8		2	
	13	20	10		4	
Gimigliano	1	11	12		3	
	2	17	15		4	

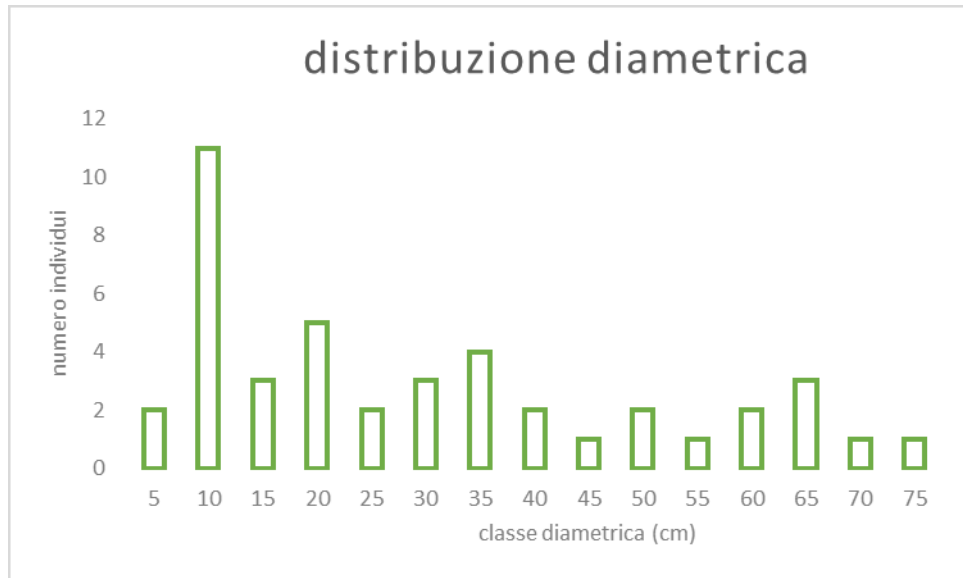


fig. 3.1.2 frequenza di individui divisi per classi di diametro di ogni sito

Osservando la distribuzione altimetrica (fig. 3.1.3) si nota come la moda sia sulla classe 25, ma con una distribuzione piuttosto regolare.

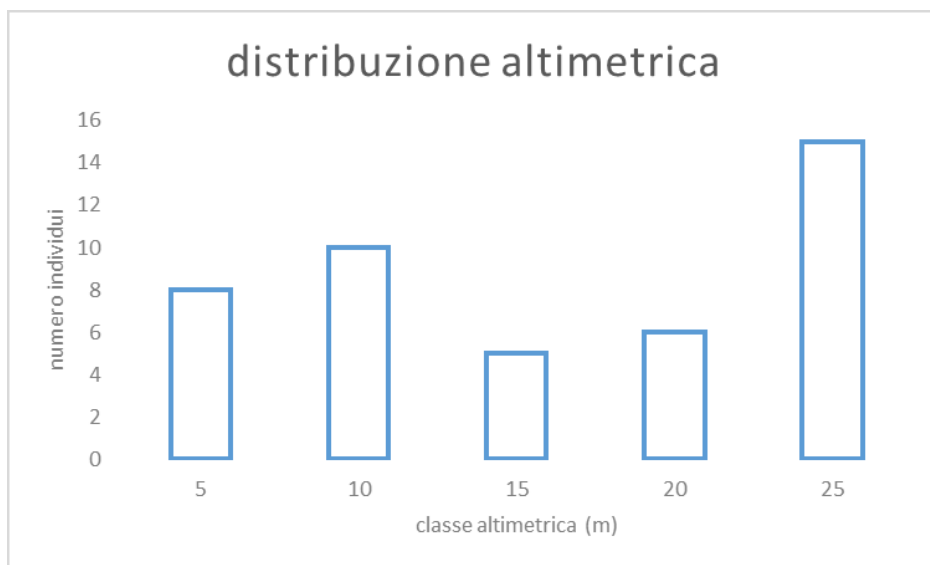


Fig. 3.1.3 relazione tra numero di individui e classe altimetrica

La relazione fra diametri e altezze è espressa dalla curva ipsometrica (fig. 3.1.4) ottenuta con una curva logaritmica, che produce un coefficiente di determinazione (R^2) di 0,86 che indica che l'86% della varianza esistente nella relazione fra le due variabili dipende da fattori endogeni alla relazione. Il modello ottenuto può essere ottimamente utilizzato per stimare l'altezza solo sulla base del diametro.

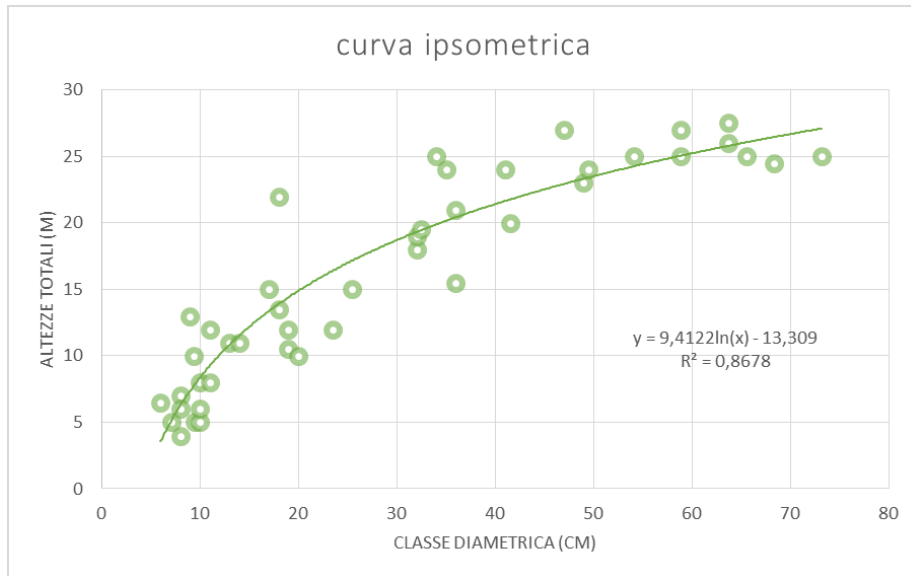


fig. 3.1.4 curva ipsometrica degli esemplari di abete bianco analizzati

Tra i campioni che sono stati prelevati si registra che la pianta più grande possiede 88 anni mentre la più giovane 39, ma una media generale fa rientrare i campioni intorno ai 50 anni di età, si può poi vedere nel grafico la relazione tra diametro ed età degli individui misurati

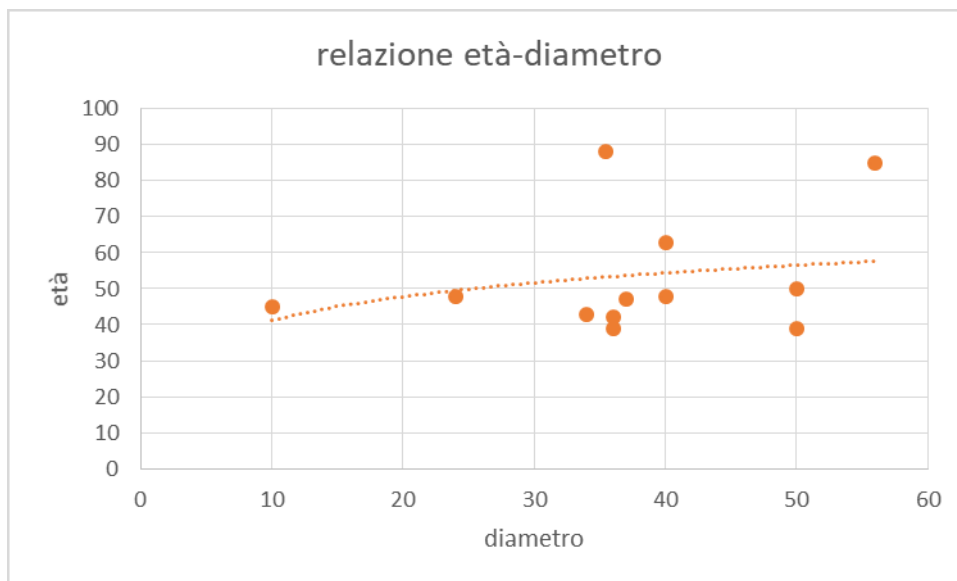


Fig. 3.1.5 relazione tra l'età e il diametro

Sono stati poi messi a confronto i principali dati dendrometrici rilevati in aree di saggio di alcuni soprassuoli con abete bianco delle Marche nell'ambito di precedenti tesi condotte dall'area Sistemi Forestali del D3A (Consolani 2006, Giove 2005, Maciaroni 2012; Storti 2019). Si osserva che i valori dei diversi parametri del sito di Piagge (AP) sono in linea con tutti gli altri siti salvo Valle della Corte. Questo pur essendo un sito con abete bianco

autoctono è caratterizzato dall'assenza di individui di grandi dimensioni a causa di una opprimente dominanza dei polloni di faggio. con diametro medio. Le dimensioni raggiunte dagli individui fuori areale nonché le condizioni vegetative non sfigurano affatto rispetto a quelli delle aree considerate di effettiva autoctonia.

	Piagge (AP)	Petrella Massana (PU)	Fonte Abeti 1 (PU)	Fonte Abeti 2 (PU)	Massa Trabaria 1 (PU)	Massa Trabaria 2 (PU)	Valle Della Corte (AP)
N/ha	637	264	326	462	96	184	541
dg (cm)	47,5	49,02	49	37	58	50,6	12,1
Dd (cm)	69,8	88	76	65	65,2	58,4	19,8
hg (m)	23,3	20,02	24,3	25,9	30,1	28,3	8,4
Hd (m)	27	31,5	30,6	28,1	31,6	30,2	11,7

tab. 3.1.4 Dati dendrometrici di abete bianco in cenosi marchigiane. N/ha = individui ad ettaro; dg = diametro medio; Dd Diametro dominante; hg = altezza media; Hd = altezza dominate

Infine, relativamente allo stato vegetativo (fig. 3.1.2), circa il 58% delle piante totali possiede una buona vigoria (classi 4-5) e l'86% se si include anche la classe discreta. Nel complesso le piante con uno stato vegetativo mediocre (classe 2) sono solo il 14% del totale una quantità molto bassa in relazione al popolamento totale. I segni di deperimento più evidenti erano rappresentati principalmente da chiome rade e danni meccanici sul fusto.

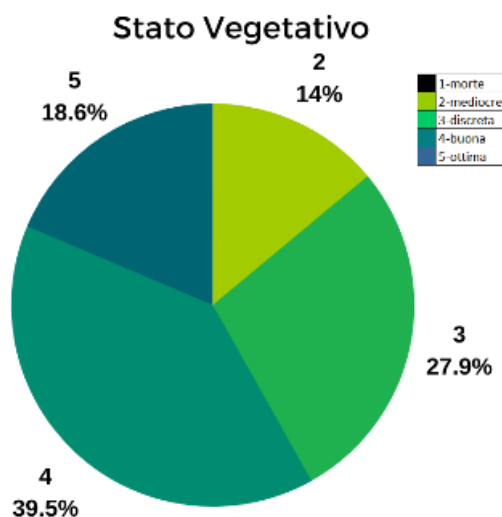


fig. 3.1.2 Stato vegetativo degli individui di abete bianco censiti intorno ad Ascoli Piceno

3.2.1 Analisi dei dati dendrocronologici

L'analisi dendrocronologica sulle 12 curve individuali (fig. 3.2.1.1) ha consentito, nonostante la diversa localizzazione dei siti e la differente lunghezza delle serie, di costruire una curva media dell'abete bianco di Ascoli (fig. 3.2.1.2). Ciò è stato possibile grazie alla presenza di alcuni anni caratteristici comuni a tutte le serie ed in particolare di quello del 2007 nel quale tutti gli individui evidenziano un picco negativo (anello molto stretto) ovvero una risposta comune ad uno specifico fattore limitante la crescita.

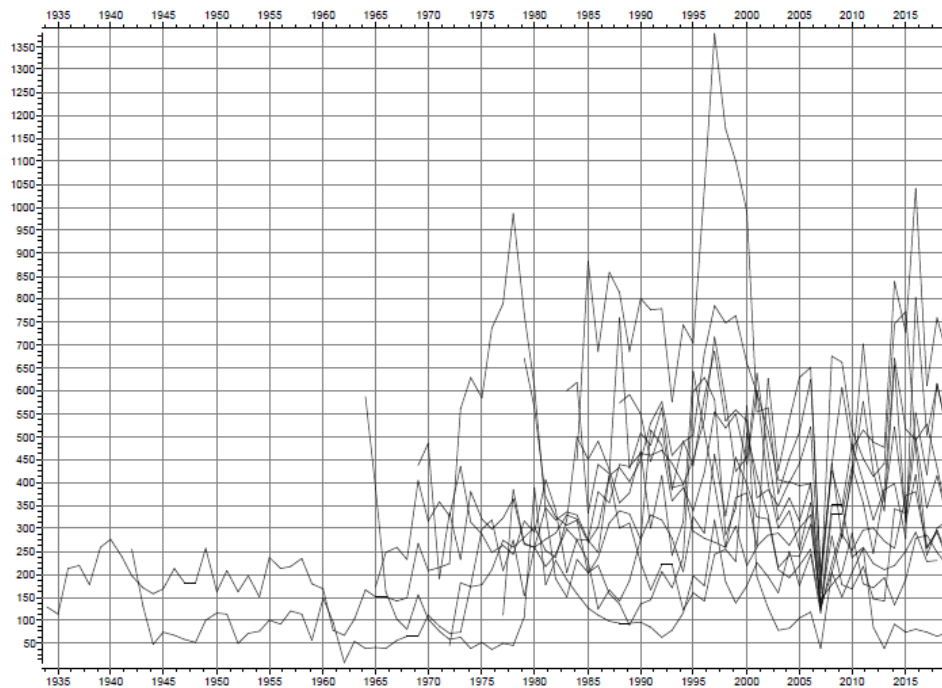


fig. 3.2.1.1 Serie di ampiezza degli anelli legnosi relative ai 12 individui di abete bianco campionati nei dintorni di Ascoli Piceno.

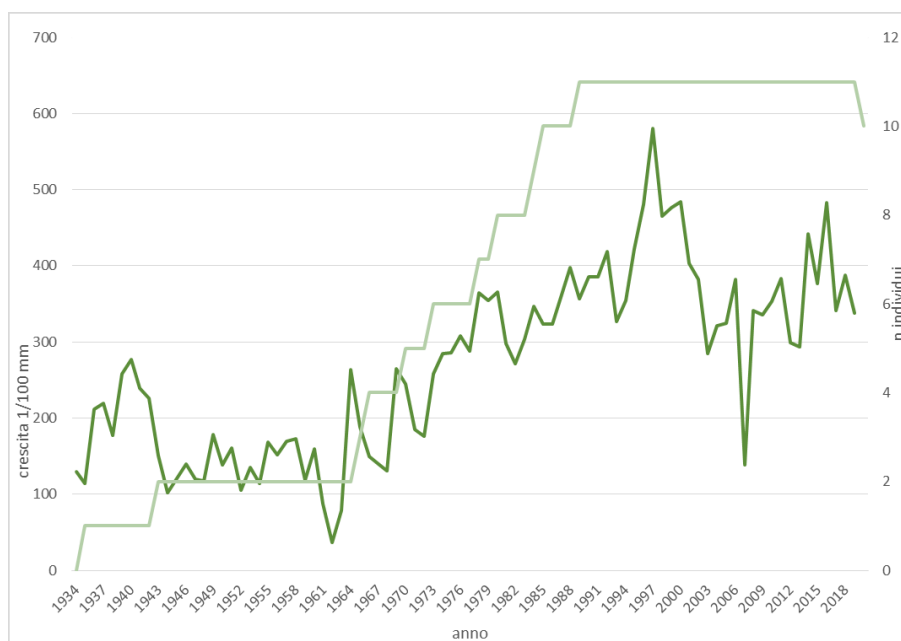


fig.3.2.1.2 Cronologia media dell'abete bianco di Ascoli Piceno (verde scuro) e relativa curva del numero di campioni utilizzati per la costruzione della cronologia (verde chiaro).

La causa della repentina riduzione di accrescimento è da ricercare in un qualche fattore climatico o combinazione di questi ed infatti il 2007 fu “l'anno degli incendi” nella provincia di Ascoli Piceno, ma anche in tutta Italia. La severità degli incendi fu determinata da condizioni di notevole siccità estiva accompagnati da temperature elevate e da venti forti nel mese di luglio. Sono quindi stati messi a confronto i dati medi termo-pluviometrici mensili con quelli omologhi del 2007. Come si può osservare nel grafico delle precipitazioni (fig. 3.2.1.3) l'anno 2007 rispetto alla media è risultato particolarmente secco, esclusi i due picchi nei mesi di maggio e ottobre, e il mese di luglio risulta essere il più secco in assoluto.

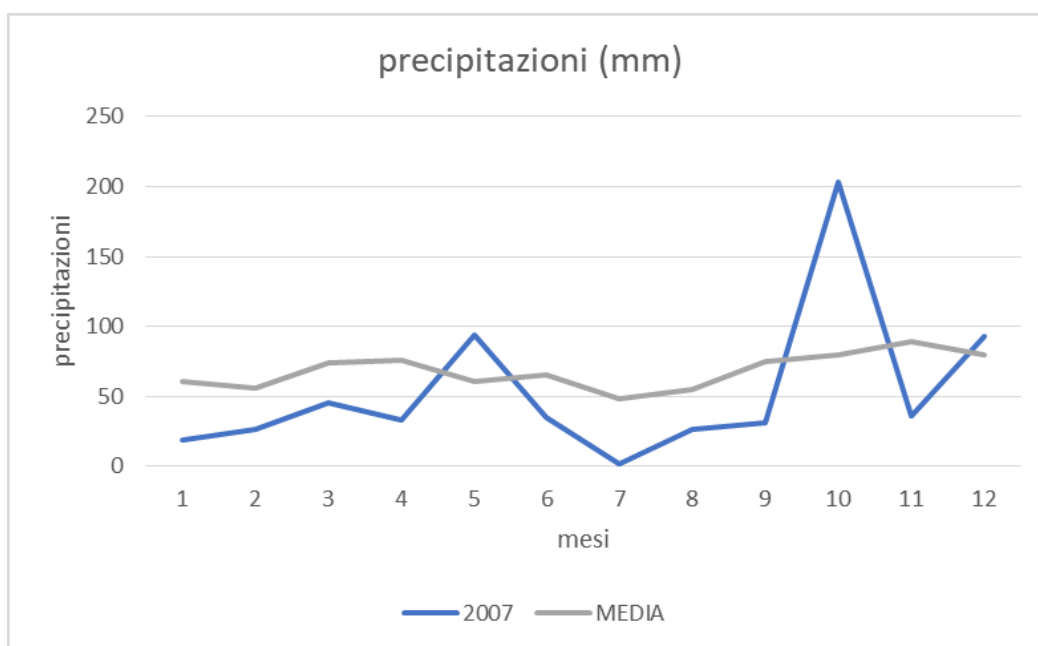


fig. 3.2.1.3 Precipitazioni medie mensili del periodo 1951-2015 e quelle del 2007 (dati stazione meteorologica di Ascoli Piceno)

Analogo andamento anche con le temperature medie mensili (fig. 3.2.1.4) e la media delle temperature massime (fig. 3.2.1.5). Il 2007 risulta sempre con valori di luglio superiori a quelli medi (in questo caso del periodo 1957-2015). E' evidente quindi che le condizioni di siccità estiva del 2007 abbiano determinato condizioni di stress idrico per l'abete bianco che ha ridotto notevolmente l'attività xilogenetica ma senza influire troppo sull'accrescimento degli anni successivi che torna su livelli simili a quelli degli anni precedenti.

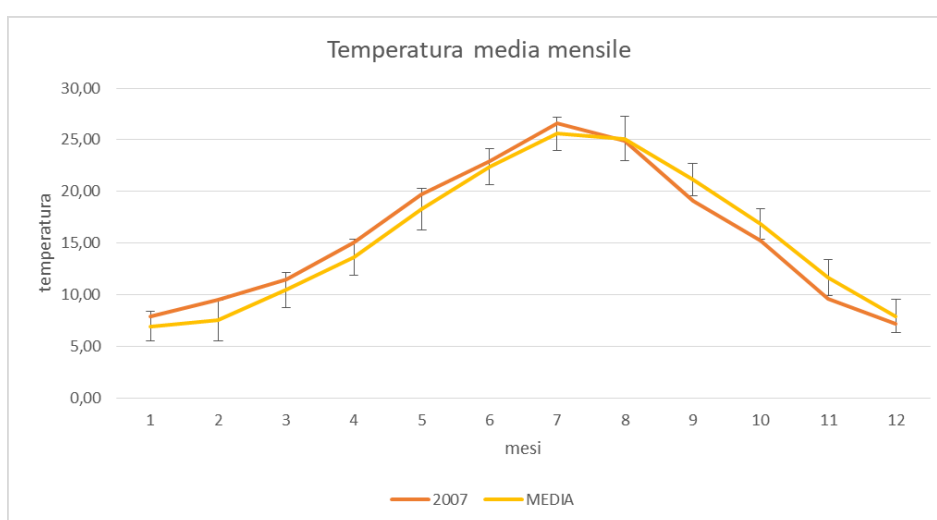


Fig. 3.2.1.4 Temperature medie mensili del periodo 1957-2015 e quelle 2007 (dati stazione meteorologica di Ascoli Piceno)

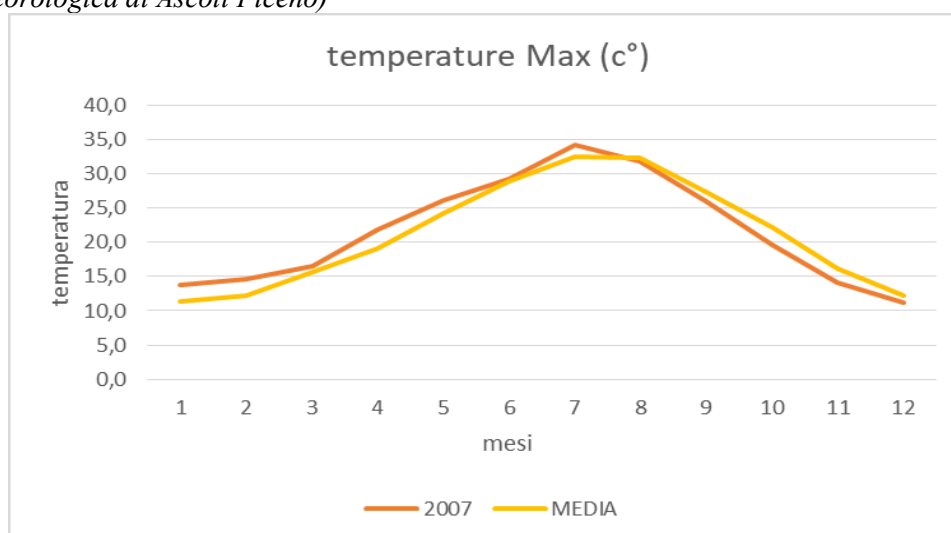


Fig. 3.2.1.4 Medie delle temperature massime mensili del periodo 1957-2015 e quelle 2007 (dati stazione meteorologica di Ascoli Piceno)

4 Conclusioni

Con questa tesi si è cercato di fornire un quadro esaustivo e sintetico della presenza dell'abete bianco nel territorio marchigiano e di valutarne la vocazionalità in base ad alcuni parametri pedoclimatici spazializzabili. A tal fine, oltre alle popolazioni autoctone già ampiamente analizzate sono state inserite anche cenosi di più probabile origine antropogena, sempre delle province di Pesaro Urbino e di Ascoli Piceno.

L'abete bianco oggi è una specie con una presenza molto limitata nel territorio regionale, sia per cause climatiche ma anche per una gestione forestale che non ha giovato alle popolazioni locali di abete bianco.

In generale la conservazione dell'abete bianco nelle Marche passa sicuramente attraverso l'applicazione di qualche trattamento selvicolturale riconducibile al taglio saltuario che sia in grado di garantire la capacità produttiva in senso ecosistemico e di migliorare la valenza naturalistica e paesaggistica. Ciò deve essere fatto nella consapevolezza che gli interventi, per quanto di intensità limitata, non possono essere estemporanei e che essi sono la garanzia di un processo continuo di rinnovazione indotta e calibrata nella sua dinamica di accrescimento. La diversità di situazioni fitocenotiche riscontrate impediscono di ipotizzare interventi standardizzati e che dovranno essere invece analizzati ed eventualmente progettati a scala adeguata nell'ambito di piani di gestione o al limite di piani di taglio. Ciò che appare chiaro è che la conservazione dell'abete bianco (così come previsto anche dalla Direttiva Habitat) non può esplicarsi in una tutela passiva né in una serie di azioni a carico solo del faggio. Nelle cenosi naturali il consorzio *Fagus-Abies* deve essere riproposto almeno in quei siti dove l'abete sembra ancora avere una buona potenzialità. Le popolazioni artificiali campionate, dopo un'adeguata analisi genetica, potrebbero essere eliminate laddove vi fossero possibili problemi di inquinamento genetico, ed eventualmente sostituite con impianti derivanti dalla collezione di germoplasma locale. Sempre in presenza di condizioni pedoclimatiche adeguate.

In sintesi, si elencano alcune raccomandazioni circa possibili azioni nelle cenosi con abete bianco nelle Marche:

- assecondare le dinamiche di sviluppo dei popolamenti verso il bosco misto a struttura irregolare sia spaziale che cronologica, per garantirne l'aumento di complessità e stabilità (Bianchi e Paci, 2010);
- favorire il mantenimento di una copertura adeguata al suolo, con interventi calibrati sulle classi intermedie ed in grado di incentivare la rinnovazione naturale di specie

diverse eventualmente integrata con piantagioni (in particolar modo nelle fasce di protezione e di maggiore pendenza);

- valorizzare la presenza di altre specie arboree sporadiche (tasso, aceri, sorbi, olmo, ecc.) con interventi riconducibili alla selvicoltura d'albero, anche mappandone la presenza;
- valorizzare individui arborei vetusti e necromassa (*snag* e *log*) anche mappandone la presenza;
- monitoraggio della fauna selvatica, in particolare degli ungulati, e della loro pressione sulla rinnovazione. Eventualmente recuperare piccole radure (es. vecchie carbonaie) o margini del bosco da arricchire con specie erbaceo-arbustive appetibili;
- cercare di pianificare gli interventi selvicolturali area per area nell'ambito di appropriati strumenti di gestione e o pianificazione;
- informare proprietari, gestori, tecnici e utilizzatori sugli obiettivi delle azioni da intraprendere e la loro valenza non solo in termini conservazionistici.

5 Bibliografia

- Brugnoli A. 2006. *Impatto del cervo sulla rinnovazione forestale e gestione faunistica integrata. L'Italia Forestale e Montana* 61 (1): 53-72
- Cailleret e Davi 2011- *Effects of climate on diameter growth of co-occurring Fagus sylvatica and Abies alba along an altitudinal gradient* pp abstract
- Capretti P. 1987- *Dalle abetine di Vallombrosa nuovi spunti per la ricerca in patologia forestale* pp 218
- Carrer M, Urbinati C (2001). *Assessing climate-growth relationships: a comparative study between linear and nonlinear methods. Dendrochronologia* 19: 57-65.
- Carrer M, Urbinati C (2004). *Age-dependent tree-ring growth responses to climate in Larix decidua and Pinus cembra. Ecology* 85: 730-740. - doi: 10.1890/02-0478
- Carrer M, Urbinati C (2006). *Long-term change in the sensitivity of tree-ring growth to climate forcing in Larix decidua. New Phytologist* 170: 861-871. - doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01703.x
- Consolani E.(2006). *L'abete bianco (abies alba mill.) della Massa Trabaria (PU): analisi ed interventi urgenti per la sua conservazione valorizzazione*) Tesi di laurea in scienze forestali, università politecnica delle Marche
- Cook ER (1990). *A conceptual linear aggregate model for tree rings. In: Methods of dendrochronology; applications in the environmental sciences.--Cook ER, Kairiukstis LA, eds. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ. 98-104.*
- Cook ER, Holmes RL (1997). *ARSTAN: chronology development. In: The International Tree-Ring Data Bank Program Library, Version 21 User's Manual--Grissino Mayer HD, ed. Tucson, AZ, USA: University of Arizona Laboratory of Tree-Ring Research.*
- Dobrowolska D, Boncina A & Klumpp R (2017) – *Ecology and silviculture of silver fir (Abies alba Mill.): e review m, Journal of Forest Research* 22 p.(1):1-10
- Elling 2009,2012-*Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (Abies alba Mill.) in Southern Germany* pp abstract
- Fiorentini S.2015 -*l'impatto dei cervidi sulla rinnovazione artificiale di abete bianco. Primi risultati di una prova di impianto a piccolissimi gruppi* pp.83-84
- Fritts HC (1976). *Tree ring and Climate*
- Gallucci V.-Urbinati C. (2011).*Abete bianco nelle faggete dei monti della Laga* pp. 13-15
- Giove M. (2005). *Assetto strutturale e dinamica di accrescimento di abies alba mill. In una cenosi residuale della Massa Trabaria (PU). Tesi di laurea in scienze forestali, università politecnica delle Marche*
- Gomez, N (2012) *Quel avenir pour le sapin et l'èpicéa? Synthèse bibliographique*

- sur l'autécologie et la vulnérabilité comparée du sapin et de l'épicéa dans le cadre des changements climatiques. *Rendez-vous techniques* (hors série no. 6):3–8
- Kittl, B. (2019): Decodificato il genoma dell'abete: una specie per il bosco del futuro
- Dagmar Nierhaus-Wunderwald 2006- *The silver fir woolly aphid (Dreyfusia nordmanniana)*
- Maciaroni M. (2012). Assetto strutturale e gestione di cenosi residuali di abete bianco (*abies alba mill*) nell'ex Massa Trabaria. Tesi di laurea in scienze forestali, università politecnica delle Marche
- Manetti MC. Cutini A. (2006). Tree-ring growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in two stands under different silvicultural systems in central Italy. *Dendrochronologia* 23 p.(3), 145-150
- Marini G. (2019). *L'abete bianco (Abies alba) nei comuni di Ascoli Piceno e Venarotta* pp. 9-11
- Mercurio R. (2019). ABETE BIANCO selvicoltura e restauro delle abetine pp.11
- Moriondo F., Tiberi R. (2000). *Aspetti fitopatologici delle abetine di Vallombrosa. L'Italia Forestale e Montana* 55 p.(6): 369-380.
- Pastorello C. (2001). Accrescimento radiale e influenza climatica in *Larix decidua* alla treeline in Val di Tovel (TN). Tesi di laurea Università degli Studi di Padova.
- Proietti R.(2017). *Paesaggio forestale e cambiamento climatico, dinamiche evolutive e paesaggi futuri per le abetine di Abies Alba in Italia*
- Rinntech (2003). User reference-TSAP-Win (Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications) pp 91
- Ruffinato (2015)- *Lista dei caratteri macroscopici per l'identificazione dei legni* pp.9-10
- Spadoni P., (1826). *Tomo primo di Xilologia Picena applicata alle arti*. Antonio Cortesi, Macerata.
- Storti G. (2019). Progetto LIFE RESILFOR: monitoraggio sull'abete bianco nelle faggete dei Monti della Laga. Tesi di laurea in scienze forestali, università politecnica delle Marche
- Tiberi R. - Pio F.(2015) *roverci-gli insetti e la foresta di vallombrosa: una storia secolare di difesa fitosanitaria e tutela della biodiversità* pp 207-208
- Tramaglione 2020-*Legno Abete Bianco: caratteristiche, proprietà, utilizzi e prezzo* (§1.4)
- Urbinati C.- *Sensitività climatica e capacità di adattamento dell'abete bianco in Italia e nell'Appennino centrale*.
- Vitasse Y.-*Contrasting resistance and resilience to extreme drought and late spring frost in five major European tree species* pp.

6 SITOGRAFIA

<https://www.floraitaliae.actaplantarum.org/viewtopic.php?t=10966> (fig. 1.2.2)

<http://nellaseminara.altervista.org/labies-alba/> (fig. 1.2.3)

<https://www.ecosia.org/images?q=semi+abete+bianco#id=7783E865C9E2769801CAC12C32E5D35F7944C8B0> (fig. 1.2.4)

The Great Soviet Encyclopedia (1979) <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Abies> (§1.3)

<https://www.insect-foto.com/galerie/lykozrout-smrkovy-ips-typographus/lykozrout-smrkovy-ips-typographus-3880.html> (fig. 1.3.1)

<https://plante-doktor.dk/aedelgranluseng.htm> (fig. 1.3.2)

<http://www.agrar.steiermark.at/cms/beitrag/11958342/100812261/> (fig. 1.3.3)

Progetto promo_legno- *Abete Bianco*

<http://www.promolegno.com/legno/specielegnose/abete-bianco/>(§1.4)

<http://www.atlantebotanica.unito.it/page.asp?xsl=tavole&xml=tessuti.conduttori&tavola=Legno%20gimno%20trasv> (fig. 1.4.1)

https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/wsl_schlussel_faktor_insekten/index_IT (fig. 1.4.2)

<https://tuttatoscana.net/storia-e-microstoria-2/visita-al-museo-delle-navi-antiche-di-pisa-un-entusiasmane-viaggio-nel-passato/> (fig. 1.4.3)

<http://www.inerboristeria.com/abete-bianco-abies-alba.html>

Rete di imprese Abete Bianco del Friuli <https://abetebianco.net/page13.php> (§1.3)

<https://sites.google.com/site/botanicapharm/catalogo/pinaceae>

Carta geolitologica italiana

http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Carta_geolitologica.map (§2.1.1)

<http://www.articoliforestali.com/articoli/ipsometri.html> (§2.2)

https://www.tecnomarket.it/usati/s/succhielli_di_pressler.htm (§2.2)