

1. Pianta arborea

Un **albero** è una [pianta](#) legnosa perenne, capace di svilupparsi in altezza grazie ad un [fusto](#) legnoso, detto tronco, che solitamente inizia a ramificarsi a qualche [metro](#) dal [suolo](#). L'insieme dei rami e delle foglie determina la chioma che può avere forme diverse a seconda delle specie e delle condizioni ambientali.

Gli alberi si distinguono dagli [arbusti](#) non per le loro dimensioni ma per la presenza di un tronco nettamente identificabile e privo per un primo tratto di ramificazioni (esistono dei salici, alberi a tutti gli effetti, con portamento strisciante e alti solo pochi centimetri).

L'albero, come tutti i vegetali, è un organismo **fotosintetizzante ed aerobico**.

Il primo termine è riferito al processo di fotosintesi clorofilliana ovvero un complesso processo chimico di costruzione di materia organica, compiuto nei tessuti verdi delle foglie, grazie alla molecola della **clorofilla**, che immagazzina parte dell'energia solare trasformandola in energia chimica, ed alla **linfa grezza** che viene assorbita dall'acqua del terreno tramite l'apparato radicale. Il processo di fotosintesi clorofilliana permette lo sviluppo della pianta e l'accumulo di amidi con assorbimento di anidride carbonica e liberazione di ossigeno.

Il secondo termine è riferito al processo di **respirazione aerobica** ovvero il complesso di reazioni chimiche grazie al quale viene liberata l'energia chimica contenuta nelle riserve alimentari dell'organismo per essere inviata a processi di costruzione di nuovi composti utili per lo sviluppo dell'organismo. Il bilancio gassoso della respirazione è contrario a quello della fotosintesi clorofilliana in quanto viene consumato ossigeno ed espulsa anidride carbonica.

Le specie arboree vengono distinte nei due seguenti grandi gruppi.

- **Latifoglie** (*Angiospermae*). Questo gruppo comprende piante annue o perenni con il massimo grado di evoluzione, i cui fiori sono più vistosi, più completi o complessi di quelli delle altre piante. A seconda che l'embrione possieda uno o due [cotiledoni](#) ovvero le prime foglie che si sviluppano dal seme germogliato, le angiosperme si dividono nelle due classi delle **monocotiledoni**- e **dicotiledoni**. **Le latifoglie arboree forestali sono quasi esclusivamente dicotiledoni**. Presentano foglie di forma varia ma sempre costituite da strutture piatte e allargate a formare le pagine fogliari atte a ricevere la maggior parte possibile di irraggiamento solare. Nei climi temperati sono quasi sempre a **foglia caduca** (caducifoglie) ovvero presentano un processo di disseccamento e perdita delle foglie nel periodo invernale.
- **Aghifoglie o conifere** (*Gymnospermae*). Le piante di questo gruppo hanno semi che non si formano all'interno di un ovario, che diventa il frutto, ma sono nudi e disposti sulle scaglie di un [cono](#) (o [pigna](#)) o di una struttura simile. Questo gruppo è costituito da specie meno evolute delle precedenti e con foglie ridotte ad aghi. Le conifere, fatta eccezione per il larice (*Larix decidua*), sono sempreverdi cioè hanno un ritmo continuo di morte e ricostituzione di foglie tanto da non perdere mai la chioma.

1.1 Parti costituenti delle piante arboree

- **Apparato radicale.** Parte della pianta arborea che si sviluppa e ramifica nel terreno grazie a tessuti giovanili (**meristemi**) presenti agli apici delle ramificazioni stesse. L'apparato radicale ha un tendenziale sviluppo negativo ovvero verso il basso fino al raggiungimento di strati del terreno saturi d'acqua e pertanto privi di ossigeno o strati rocciosi compatti (**roccia madre** del suolo). In casi eccezionali le radici possono essere aeree o sporgenti dal terreno (in acquitrini o cariceti). A seconda della forma di sviluppo l'apparato radicale può essere **ramoso o fascicolato** (simile ad una chioma al rovescio), **superficiale** oppure **fittonante**. In quest'ultimo caso si forma una radice grossa centrale e legnosa con ramificazioni minori laterali. L'apparato radicale fittonante è diffuso nella quasi totalità delle specie arboree ovvero nelle dicotiledoni e nelle conifere particolarmente negli stadi giovanili dell'albero. Le piante adulte tendono, con il tempo, a conformare l'apparato radicale in funzione della profondità e struttura del suolo modificandolo da fittonante semplice a superficiale o fascicolato. Le sue funzioni sono di assorbimento delle soluzioni acquose del terreno, sostegno meccanico della pianta, riserva di sostanze di riserva, produzione di ormoni quali le gibberelline (regolatori della crescita), escrezione di sostanze non utili alla pianta. A carico dell'apparato radicale si studiano anche i fenomeni di **micorrizzazione** e di **anastomosi**.
- **Colletto.** Base del fusto dalla quale si sviluppa l'apparato radicale. Nel caso delle piante arboree si chiama anche **piede d'albero**. La base del fusto di un albero che è stato tagliato viene chiamata **ceppaia**.
- **Fusto.** Asse della pianta a struttura legnosa e sviluppo positivo ovvero verso l'alto, alla ricerca dell'irraggiamento solare. Il fusto è principalmente costituito da tessuti conduttori di linfa grezza (dalle radici alle foglie) ed elaborata (dalle foglie al fusto e radici).
- **Chioma.** Parte costituita dai rami e dalle foglie. Nelle conifere il fusto si sviluppa in altezza tramite una gemma apicale lungo tutta la vita della pianta e la chioma si forma tendenzialmente a "palchi annuali" assumendo una forma tipicamente conica. Ciò è particolarmente riscontrabile nelle esemplari isolati di abete rosso (*Picea abies*) e pino strobo (*Pinus strobus*). Nelle latifoglie lo sviluppo in altezza del fusto di norma si arresta con la formazione di branche principali alla base della chioma, dalle quali si svilupperanno le ramificazioni secondarie. In questo caso lo sviluppo viene sostituito dalle gemme dei rami (apicali e laterali).

1.2 Relazione tra suolo e forma dell'apparato radicale

L'apparato radicale dell'albero viene quasi sempre dimenticato dagli osservatori distratti del bosco poiché non a vista e, solo apparentemente, non importante per la fisiologia della pianta quanto la chioma e neanche tanto prevalente dal punto di vista estetico.

Si può al contrario affermare che l'apparato radicale svolga delle funzioni fondamentali per la pianta e che qualunque suo danneggiamento irreversibile compromette la sopravvivenza dell'albero. Per definire morta una pianta si deve in ultima istanza, anche a fronte di defogliazioni o gravi carie del fusto, verificare la vitalità del suo apparato radicale. La vitalità della pianta e la stessa funzione di ancoraggio e di consolidamento del suolo dipendono dalla sua vigoria, la valutazione della quale non è, per ovvi motivi, di facile realizzazione.

La conformazione dell'apparato radicale, dallo stadio giovanile della plantula in forma di fittone, si adatta alle caratteristiche strutturali del suolo ed il suo sviluppo è guidato dalla continua necessità di garantire alla pianta il rifornimento idro-salino necessario alla sua sopravvivenza. La sua crescita tende ad attraversare il suolo verso il basso (**geotropismo**) fino ad incontrare i primi strati saturi d'acqua (al **primo livello idrostatico di falda**), arrestandosi per carenza di ossigeno, o fino al primo strato di roccia compatta (**roccia madre**).

Il suolo viene definito dalla **pedologia** come strato superficiale costituito da una parte minerale, derivata da processi chimico-fisici di disgregazione degli strati rocciosi di base (**roccia madre**), e da una parte organica che si origina dalla decomposizione dei residui animali e vegetali (**humus**).

Di norma il suolo viene studiato con scavi che ne evidenziano il cosiddetto **profilo** stratificato, con successione, dall'alto al basso, dello strato di humus (a vari gradi di decomposizione) e degli strati organico-minerali **eluviale** e **colluviale**. Quest'ultimi due termini fanno riferimento alle migrazioni verso il basso dei sali minerali disciolti nell'acqua del suolo che, tramite **percolazione**, attraversa il profilo fino a saturare gli strati profondi impermeabili. Lo strato eluviale è quello dal quale emigrano i composti salini per accumularsi in quello colluviale. Il profilo di un suolo si estende verso il basso fino ad incontrare la roccia madre, nei suoi vari gradi di frammentazione, e tale è la sua profondità.

Dal punto di vista evolutivo si distinguono schematicamente le seguenti due tipologie di suolo.

- ✦ **Suolo poco evoluto.** Tipicamente il suolo giovane e poco strutturato è quello dei versanti montani e pertanto risulta essere il più diffuso nelle aree forestali. Esso è poco profondo (minore di 1 m), con roccia disgregata affiorante, strati humici non maturi e tende a conformare apparati radicali superficiali anche molto estesi orizzontalmente. Il profilo non consente una vera distinzione tra zona eluviale e colluviale. Presenta tendenzialmente un forte grado di **erosione** se privato della copertura vegetali in zone climatiche molto piovose.
- ✦ **Suolo evoluto.** I suoli più evoluti sono riscontrabili nelle aree di pianura (con eccezioni in aree alluvionali presso i corsi d'acqua) e presentano elevata profondità, strutturazione complessa ed anche più falde sovrapposte sostenute da strati argillosi profondi. In questi

suoli l'apparato radicale ha maggiori possibilità di ramificarsi secondo il modello della “chioma alla rovescia” ovvero tanto in orizzontale che in verticale.

Le caratteristiche principali di un suolo sono le seguenti.

- ♣ **Profondità**, misurata dalla superficie alla roccia compatta.
- ♣ **Tessitura**. La tessitura definisce la ripartizione percentuale fra le tre classi granulometriche costitutive del suolo (granulometria minore di 1/10 di mm di diametro) ovvero, dalla più grossolana alla più fine, la **sabbia**, il **limo** e l'**argilla**. La tessitura può essere valutata manualmente con tecniche di manipolazione dei campioni di suolo bagnati, tenendo conto che l'argilla presenta plasticità, il limo presenta adesività e la sabbia conferisce agli impasti una spiccata incoerenza.
- ♣ **Permeabilità**. I suoli più drenanti hanno minore capacità di trattenuta dell'acqua con notevoli fenomeni di eluviazione e livelli di falda molto variabili. Presentano tessitura maggiormente sabbiosa o sabbioso-limoso. I suoli meno permeabili sono quelli tendenzialmente asfittici (**suoli pesanti**) cioè con tessitura argillosa.
- ♣ **Pietrosità**. La presenza di pietre lungo il profilo (elementi di granulometria maggiore di 1 cm di diametro) è diffusa nei suoli giovani anche come affiorante e nei profondi suoli di origine alluvionale. La ricchezza di pietrisco e roccia incide positivamente sulla permeabilità del suolo.
- ♣ **Calcicare**. La presenza significativa di calcari ed in particolare di carbonato di calcio (CaHCO_3) può essere rilevata in un campione di suolo bagnato con aggiunta di acido cloridrico (HCl). Con un acido forte il campione “frigge” e forma bollicine.
- ♣ **pH**. La misurazione del pH del suolo viene fatta su campioni in acqua con apposite cartine reagenti. La acidità è crescente da 6 a 1, la basicità è crescente da 8 a 14 e la neutralità è indicata dal grado centrale della scala ovvero 7. Valori di pH sono diffusi su suoli calcari di origine carsica.

1.3 Riproduzione delle piante arboree

- **La fustaia.** Gli alberi possono svilupparsi per via sessuata ovvero per impollinazione, andando a formare i semi. Gli esemplari arborei nati tramite riproduzione sessuata, con conseguente rimescolamento genetico, sono detti **alberi da seme**. I popolamenti forestali costituiti da alberi da seme sono chiamati **fustaie**. Lo sviluppo degli alberi da seme deriva di norma da disseminazione naturale e processi di selezione naturale che ridurranno il numero delle plantule in germinazione ad una piccola parte della quantità di semi effettivamente presenti sul terreno.
- **Il bosco ceduo.** Gli alberi possono svilupparsi per via asessuata tramite taglio del fusto, al quale la pianta reagisce con la formazione di gemme nelle zone di cicatrizzazione. Una pianta tagliata alla base del fusto svilupperà dalla ceppaia un certo numero di individui, geneticamente identici, chiamati **polloni**. La tendenza più o meno spiccata di **ricaccio** o produzione di polloni varia in relazione alle specie ed all'età delle ceppaie e viene chiamata **capacità pollonifera**. I popolamenti forestali formati da polloni sono chiamati **boschi cedui** (dal latino caedo che significa "tagliare o recidere"). Il taglio drastico delle branche può verificare un caso paragonabile e viene chiamato **capitozzatura** (albero capitozzato). Un caso particolare è rappresentato dai robinieti, cioè popolamenti pressoché monospecifici di robinia o acacia (*Robinia pseudoacacia*), la quale ha la spiccata tendenza di ricacciare con **polloni radicali**. In tale caso diventa difficile distinguere piante nate da seme dai polloni sebbene la germinazione del seme della robinia è talmente scarsa da far sì che la quasi totalità dei robinieti sia di certa origine asessuata.

1.4 Forma di sviluppo dell'albero

- **Albero isolato.** Una pianta arborea che cresce isolata senza competizione di altri alberi tende ad avere chioma molto bassa, minori incrementi annuali in altezza e maggiori incrementi annuali in diametro del fusto. La chioma tende ad allargarsi e a non risentire dell'autopotatura della parte bassa perché tutta omogeneamente esposta al sole. Le sue condizioni statiche combinate con lo sviluppo dell'apparato radicale e del fusto dovrebbero consentirgli minore tendenza agli schianti da vento.
- **Albero in forma forestale.** Una pianta arborea cresciuta all'interno di un popolamento forestale tende ad avere caratteristiche strutturali opposte al caso precedente ovvero maggiori incrementi in altezza, minori in diametro e chioma molto alta o ridotta al cimale (nel caso di popolamenti di conifera ad alta densità come abetine o peccete di produzione). Le forme estreme in popolamenti ad alta densità possono definirsi **filate** e non avere stabilità sufficiente nel caso vengano isolate dopo tagli in bosco (vedi: caso delle matricinature).

2. Il legno

Il legno è il materiale ricavato dai fusti delle [piante](#), in particolare dagli [alberi](#) ma anche dagli [arbusti](#). Si ricava sia dalle [conifere](#) sia dalle [latifoglie](#); dalle [palme](#) non si ricava legno vero e proprio perché sono in pratica delle gigantesche piante erbacee.

Le [piante perenni](#) sono caratterizzate dalla presenza di fusto e rami che crescono concentricamente verso l'esterno di anno in anno e dall' avere i tessuti composti essenzialmente da [cellulosa](#), emicellulosa e [lignina](#). La cellulosa e la lignina sono contenute nelle pareti cellulari che costituiscono una caratteristica tipica della cellula vegetale. Le pareti delle cellule giovani sono formate inizialmente da cellulosa, materiale fibroso, con grande capacità di assorbimento dell'acqua (igroscopico) e molto resistente a trazione. Nei tessuti destinati a lignificare le pareti cellulosiche si incrostanto gradualmente di lignina, macromolecola complessa che costituisce una massa rigida, impermeabile e resistente a compressione. Le cellule lignificate divengono rinforzate da una struttura fisicamente simile al cemento armato, molto consistenti, e tendono a morire poiché impermeabilizzate. Queste cellule costituiscono nel loro insieme dei tubi conduttori di linfa grezza.

Il legno ricavato dalle utilizzazioni forestali, in relazione alle dimensioni del tondo ricavato e alle specie arboree di appartenenza, viene classificato in **assortimenti**, ed avviato a uno o più delle trasformazioni di seguito elencate.

- **Trasformazione primaria in segheria** ovvero travature e tavole (**segati**).
- **Trasformazioni secondarie** con procedimenti di **tranciatura** o **sfogliatura** per la produzione di **pannelli di compensato o impiallacciati** (nobilitati).
- **Triturazione** o produzione di **cippato** (dal termine inglese "chip") per produrre **pannelli truciolari** o materiale combustibile per caldaie a cippato;
- **Legna da ardere** in forma di **tondo minore o spaccato** o trasformato in pellet o "briquette" da segatura.
- **Sfibrature** chimico-meccaniche in "polpa di legno" per la costruzione dei **pannelli MDF** (medium density fiberboard) oppure sfibrato e privato dalla lignina per la produzione di **cellulosa** per l'industria cartaria (pasta per carta).

- **Lavorazioni di pregio e artistiche** ovvero [scoltura](#) o **intarsio** per creare oggetti di vario genere.

Il legno è commercialmente classificato in tenero e duro. Il legno derivato dalle [conifere](#) (per esempio il [pino](#) o l'[abete](#)) è di tipo tenero, il legno delle [angiosperme](#) ([ontano](#), [quercia](#), [noce](#)) è duro. In realtà questa suddivisione può essere fuorviante, poiché alcuni legni duri sono più teneri di quelli definiti teneri, per esempio la [balsa](#), mentre alcuni teneri sono più duri dei duri, per esempio il [tasso](#). In realtà questa distinzione deriva dalla nomenclatura inglese che definisce le conifere "softwood" e le latifoglie "hardwood", ma la traduzione in legno tenero e legno duro è un errore di [ipercorrettismo](#), visto che le due parole inglesi stanno a significare semplicemente - e rispettivamente - [conifere](#) e [latifoglie](#).

Il legno proveniente da [specie](#) differenti ha diverso [colore](#), diversa [densità](#) e diverse caratteristiche della venatura. A causa di queste differenze e ai differenti tassi di crescita, i differenti tipi di legno presentano differenti qualità e valore.

2.1 Struttura del legno

Lo sviluppo della pianta è dovuto alla presenza di tessuti formati da cellule giovanili indifferenziate, la crescita delle quali è guidata dal sistema ormonale e dai regolatori della crescita.

Questi tessuti vengono chiamati **meristemi** o tessuti meristemati. Si distinguono i **meristemi primari**, che costituiscono le gemme e gli apici radicali, e i **meristemi secondari**, che formano il **cambio**. Nella formazione del fusto di un albero esiste un anello di cambio il quale ogni anno si sviluppa e si differenzia in un anello di **legno o xilema** verso l'interno e di **libro o floema** verso l'esterno. Floema e xilema sono tessuti conduttori ovvero con funzione di trasporto di linfa attraverso il fusto che formano in tal modo degli **anelli annuali**.

In particolare nelle specie del clima temperato, con stagioni di sviluppo alternate a periodi di riposo vegetativo durante l'arco dell'anno, si nota la formazione degli anelli annuali di legno (grazie ai quali è possibile stimare l'età dell'albero) e l'ispessimento della corteccia che è costituita dagli strati vecchi di floema degli anni precedenti.

Non è apprezzabile la formazione degli anelli nelle specie della fascia tropicale che possono non presentare una vera e propria stagione di riposo vegetativo.

Il floema è il tessuto conduttore che trasporta la linfa elaborata mentre lo xilema trasporta la linfa grezza. Tale fenomeno avviene nell'ultimo anello dell'anno mentre tutta la parte dello xilema interno al fusto svolge solo funzione di sostegno del fusto.

L'albero cresce in diametro con lo sviluppo, deponendo uno strato di nuovo legno tra il vecchio legno e la corteccia, che ha la funzione di proteggere fusto, rami e radici. In condizioni normali viene formato un anello ogni anno ed in sezione trasversale si osserva una serie di anelli concentrici. Lo studio di questi anelli è effettuato dalla [Dendrocronologia](#), studio che permette di datare l'albero e di analizzare le vicende ambientali che si sono succedute nel tempo.

Questi strati sono costituiti da cellule legnose di vario tipo, in massima parte fibrose. Nelle conifere e nelle specie a legno tenero le cellule sono quasi esclusivamente di tipo a trachea, propriamente dette tracheidi, e come conseguenza il legno ha una consistenza più uniforme rispetto ai legni duri. Nelle conifere non ci sono pori così evidenti come nell'ontano e nel [frassino](#).

Ogni anello è costituito da due strati più o meno definiti. La parte più vicina al centro, di colore più chiaro e trama più diradata, si forma durante la stagione primaverile, quando la crescita è più rapida. È per questo chiamato *legno precoce*, *legno primaverile* o *legno primaticcio*. La parte esterna è chiamata *legno tardivo*, *legno autunnale* o *legno estivo*, poiché la sua produzione avviene alla fine della stagione vegetativa tra l'estate e l'autunno. Nel legno con porosità ad anello, ogni crescita stagionale è ben definita, poiché i grandi pori del tessuto primaverile spiccano rispetto al tessuto autunnale. Nel legno a pori diffusi, la demarcazione è spesso poco chiara e in alcuni casi invisibile ad occhio nudo.

La struttura delle latifoglie è più complessa, poiché includono ampi vasi, in alcuni casi (ontano, castagno, frassino) larghi e separati, in altri ([salice](#), [pioppo](#)) molto piccoli e distinguibili con l'aiuto di una [lente](#).

Questo tipo di legno è classificato in due categorie: a **porosità ad anello** e a **porosità diffusa**.

- Nelle specie con porosità ad anello come frassino, castagno, [olmo](#), gelso ed ontano, i grandi vasi o pori (come sono detti i vasi visti in sezione) sono situati nella parte di legno formatasi

in primavera, costituendo una regione di tessuto più o meno porosa. La zona estiva contiene pochi vasi e una maggiore porzione di fibre di legno, che al contrario dei vasi danno la durezza e la resistenza al materiale.

- Nel legno a porosità diffusa i vasi sono dispersi per tutto l'anello di crescita. Esempi di questo tipo sono la betulla, l'[acero](#), il pioppo ed il salice. Alcune specie come la noce ed il [ciliegio](#) hanno caratteristiche intermedie e costituiscono un gruppo a parte.

La densità del legno dipende dalla sua porosità e dal tasso di umidità. Essendo un materiale fortemente igroscopico, il suo peso varia fortemente dallo stato fresco (pianta appena utilizzata) a quello “stagionato” (almeno un anno dopo l'utilizzazione) e relativamente ai livelli dell'umidità ambientale di conservazione ed alla temperatura. Parimenti si assistono a sensibili variazioni dimensionali del legno (ritiri, dilatazioni e spacchi) per i quali esso viene chiamato “materiale vivo”.

Il legno stagionato ed in condizioni standard (temperatura di 20°C e pressione di 1 atm) ha un peso specifico variabile a seconda delle specie di appartenenza da 3,10 a 9,80 q/mc e presenta un tasso di umidità medio del 12-16%. Il legno essiccato raggiunge tassi di umidità medi del 6-8%.

Peso specifico del legno

legno	peso (t/m3)	legno	peso (t/m3)
abete rosso	1 - 0.4	ontano	1 - 0.5
acero	1 - 0.55	palissandro	1 - 0.65
balsa	0.1	pero	1 - 0.65
castagno	1.02 - 0.54	pino	0.9 - 0.4
ciliegio	1 - 0.7	pioppo	0.85 - 0.5
faggio	1.05 - 0.7	pitch-pine	0.9 - 0.75
frassino	1.1 - 0.6	platano	1 - 0.55
larice	0.85 - 0.5	robinia	1.05 - 0.75
mogano	1.01 - 0.6	rovere	1.1 - 0.75
noce	0.9 - 0.6	sughero	0.24
olmo	1 - 0.6	tiglio	0.85 - 0.4

n.b. le due indicazioni del peso, si riferiscono alle condizioni di legni allo stato verde e legni stagionati

2.1.1 Durame e alburno

Osservando la parte terminale di un tronco tagliato in sezione trasversale si può vedere una zona centrale di colore scuro, il *durame*, circondata da una fascia più chiara, l'*alburno*. In certi casi questo contrasto è particolarmente marcato, mentre in altri è così scarso che non è semplice definire esattamente il limite tra le due parti.

L'alburno fresco è sempre di colore chiaro (da cui il nome), a volte [bianco](#) ma più spesso con una sfumatura di [giallo](#) o [bruno](#).

È costituito da legno nuovo cioè formato da un cambio giovane, in cui sono presenti all'interno le [cellule](#) vive dell'albero in crescita. Tutto il legno è inizialmente alburno, con l'età e la crescita della pianta il legno più interno e prossimo alla base si duramifica, cessa la conduzione, scompaiono le sostanze di riserva che vengono traslocate o trasformate, possono comparire sostanze duramificanti atte a preservare il legno dalla decomposizione ma non varia la lignificazione dato che le cellule lignificate erano già andate incontro a morte dopo la trasformazione in cellule di conduzione. Sulla differenziazione di colore tra durame ed alburno può influire anche la natura del terreno sul quale è fatta crescere la pianta (fenomeno molto evidente per l'albero di noce) poiché i componenti chimici del suolo (ad esempio quelli di derivazione organica animale come i liquami stagnanti) accentuano maggiormente la marcatura del durame sull'alburno. La funzione principale dell'alburno è di trasportare l'[acqua](#) dalle [radici](#) alle [foglie](#) e di immagazzinare o restituire, a seconda della stagione, la linfa grezza sintetizzata nelle foglie. Maggiore è la quantità di foglie, maggiore è il tasso di crescita della pianta e maggiore è il volume di alburno necessario. Per questo gli alberi che crescono in spazi aperti ed hanno più luce a disposizione, hanno più alburno (relativamente al raggio totale del tronco) rispetto ad un albero della stessa specie che cresca in una densa foresta. Gli alberi isolati possono raggiungere dimensioni notevoli in alcune specie, più di 30 [cm](#) in diametro per il [pino](#), prima che inizi la formazione del durame.

Con la crescita in età ed in [diametro](#) dell'albero, la porzione più interna dell'alburno cessa di funzionare mano a mano che le cellule muoiono. Questa zona inerte, morta, è chiamata *durame*. In alcune specie la formazione del durame inizia presto e per questo hanno un sottile strato di alburno (castagno, gelso), in altre il processo inizia tardivamente e l'alburno è più spesso (acero, betulla, faggio, pino).

2.1.2 I nodi

I *nodi* sono un prolungamento di un ramo, all'interno del fusto o di un ramo più grande. I rami si sviluppano partendo dal [midollo](#), la parte centrale del fusto, ed aumentano la loro dimensione aggiungendo ogni anno un anello di legno, che è la continuazione del corrispondente anello del fusto. La porzione inclusa ha una forma conica-irregolare, con la punta in corrispondenza del midollo e le fibre poste ad [angolo retto](#) oppure oblique rispetto a quelle del fusto e con queste intrecciate.

Durante lo sviluppo dell'albero, la maggior parte degli strati (specialmente quelli più interni) muoiono, ma rimangono integri per anni. Gli strati successivi non sono intimamente legati con gli strati morti, ma vi crescono sopra, avvolgendoli; ne consegue che quando un ramo si secca lascia nodi che sono come un tappo in un buco, e facilmente si staccano quando il legno viene segato. Si riconoscono tre tipologie di nodi:

- nodi sani, perfettamente aderenti;
- nodi cadenti;
- nodi morti, nel caso la parte di ramo rimasta nel fusto abbia subito un attacco da parte di funghi.

2.1.3 Legno di reazione

Se il fusto è inclinato o sciabolato dal piede si forma un legno molto duro e resistente a compressione nella parte rivolta a monte (**legno di compressione**) e più elastico nella parte a valle (**legno di trazione**).

2.2 Potere calorifico del legno

Il potere calorifico del legno esprime la quantità di energia termica liberata durante la combustione del legno. Tale valore è inversamente proporzionale al tasso di umidità del legno poiché l'acqua assorbe una certa quantità di energia per la propria evaporazione durante il processo di combustione del legno. Per tale motivo la legna fresca avvia la combustione difficilmente e con forte produzione di fumi di vapore acqueo.

Il potere calorifico del legno stagionato all'aria e con umidità massima del 15% è pari a 18,5-18,9 MJ/kg ovvero 4-4,5 KWh/kg, che è mediamente pari alla metà del potere calorifico del carbone ed un terzo circa degli idrocarburi più diffusi, quali il gasolio, il GPL o il metano.

Il pellet ha un peso specifico medio di 10-11 q/mc ed un potere calorifico di 5,3 KWh/kg.

3. Avversità e fitopatologie degli alberi

Molteplici sono gli agenti che possono danneggiare le piante arboree sia nella loro struttura sia nella fisiologia e fino a procurarne la morte o lo schianto. Tra questi i più comuni sono elencati di seguito.

- ^ **Insetti.** Varie specie di insetti formano dei cicli di sviluppo sugli alberi con danneggiamento negli strati sottostanti la corteccia per l'ovideposizione ed azione defogliatrice (cioè insetti che mangiano le foglie) più o meno marcata o indebolimento della pianta per sottrazione di linfa elaborata (come nel caso degli afidi). Tra i più diffusi si rilevano vari coleotteri, cerambicidi e processionarie.
- ^ **Funghi e virusi.** Molte specie fungine e forme virali sono in grado di penetrare nella struttura della pianta, spesso attraverso lesioni non cicatrizzate, e provocare gravi danni fisiologici e strutturali. Spesso i sintomi di infezione si evidenziano con disseccamento parziale o totale della chioma, comparsa di macchie sulle pagine fogliari o di zone dall'aspetto grigio opaco sulle stesse (oidio). In molti casi si verifica un deterioramento dei tessuti legnosi (azione ligninolitica) da parte di funghi in grado di disgregare la lignina e produrre **carie** all'interno del fusto. Tali fenomeni possono essere segnalati dalla presenza dalla presenza di "funghi" (ovvero i loro corpi sporigeni) al colletto o "funghi a mensola" lungo il fusto.
- ^ **Agenti inquinanti.** Nell'ambito delle specie forestali risultano essere ancora molto carenti gli studi che riguardano i danni alla fisiologia da agenti chimici in falda o nell'atmosfera. Attualmente i dati più approfonditi sono relativi ad alcuni **agenti inquinanti tipici delle città** (piombo, zolfo, polveri sottili, anidride carbonica e ozono) per il verde pubblico urbano ed alle **piogge acide** con estensione alle aree boschive. Le maggiori ricerche al riguardo sono state svolte in Austria, Germania e Svizzera inerenti al ciclo di trasformazione dello zolfo in atmosfera come acido solforoso con conseguenti disseccamenti fogliari o "ustioni".
- ^ **Avversità atmosferiche.** Le piante arboree possono essere soggetti a **schianti da vento**, in casi di eccezionale intensità, ed in particolare nelle zone di margine del bosco, nelle radure e

nel caso di esemplari isolati. Solitamente i popolamenti ad alta densità e molto strutturati presentano una elevata resistenza alla forza del vento, in particolare nelle aree di pianura. Raramente può riscontrarsi una maggiore vulnerabilità nella stabilità di popolamenti su versanti molto acclivi ed esposti al vento. Gli schianti da vento sono comunque influenzati dal rapporto di sviluppo tra chioma e apparato radicale (vedi paragrafo sulla fitostaticità) ed all'età e stato di deperimento degli alberi. Un altro caso è rappresentato dagli **schianti da fulmine**, eventualità molto rara e maggiormente diffusa in alberi isolati. In alcuni casi il fulmine si limita a provocare solo effetti ustionanti (simili ad un incendio di chioma) senza schianto e morte della pianta. Si ricordano ancora gli **spacchi o cretti da gelo**, causati da forti gelate e che si evidenziano con fessurazioni verticali più o meno approfondite lungo il tronco.

- ⤴ **Incendio.** Gli incendi forestali possono provocare, in funzione della potenza dei fronti di fiamma e delle dimensioni degli alberi, danni parziali con ustioni al piede del fusto nelle piante più grandi (che più spesso rimangono vitali) o morte di piante in piedi per gli esemplari più piccoli. Si nota peraltro che il passaggio dei fronti di fiamma stimola in molti casi la germogliazione dei semi a terra con conseguente sviluppo della rinnovazione. Tale fenomeno è particolarmente significativo per le specie notoriamente a scarsa germinazione quali le querce e la robinia.

- ⤴ **Piante rampicanti.** Si notano casi di sviluppo di **edera** e **vischio** sui fusti di alberi solitamente molto vecchi e deperienti. La presenza di tali specie è normalmente indicatrice di stadi avanzati di invecchiamento ed indebolimento degli alberi ed il ruolo di queste specie non appare chiaramente ascrivibile a causa o effetto di tali condizioni di deperimento. Il vischio è un vero e proprio parassita della pianta in grado di nutrirsi a spese della pianta ospite.

4. Fitostaticità

La fitostaticità analizza la capacità dell'albero di non schiantare e mantenersi saldamente ancorato a terra. Dal punto di vista statico l'analisi viene condotta con il calcolo del momento ribaltante applicato sul baricentro della massa data dal fusto e dalla chioma, in contrapposizione al momento stabilizzante dato dall'apparato radicale. Tale equilibrio di forze è in funzione dello sviluppo della massa aerea dell'albero confrontata con quella sotterranea ed alla loro conformazione. Si nota, a tal proposito, la tendenza degli alberi a sviluppare un apparato radicale esteso quanto la chioma, ma solo su terreni che permettono conformazioni di tipo ramoso o fascicolato.

La tendenza allo schianto può essere accentuata nei seguenti casi:

- ♣ forte sviluppo della massa aerea nel caso dei boschi cedui invecchiati con tendenziale bassa densità di ceppaie ed alto numero di polloni per ceppaia (confronta il caso dei cedui invecchiati di castagno);
- ♣ popolamenti su terreni molto acclivi e con significativa presenza di fusti sciabolati ovvero con andamento incurvato alla base;
- ♣ popolamenti su terreni molto superficiali, poco evoluti e con evidente roccia affiorante, nei quali gli apparati radicali sono estesi orizzontalmente e poco approfonditi;
- ♣ avanzati stadi di deperimento ed invecchiamento degli esemplari arborei;
- ♣ forte vento;
- ♣ presenza di agenti carigeni del fusto.

Tra le cause più diffuse di schianto degli alberi di maggiori dimensioni si ricordano i casi di carie del fusto con estensioni tali da comprometterne la stabilità strutturale e i casi di spontaneo collasso della struttura legnosa in esemplari di enorme dimensione (alberi molto grandi o monumentali).

Tali casi sono parzialmente prevedibili con periodico **monitoraggio fitostatico (VTA)** da eseguirsi con strumenti che misurano la densità del legno tramite trivellazioni della sezione del fusto con punte fini. Secondo le norme vigenti la certificazione di stabilità di un albero può essere eseguita da un professionista abilitato tramite indagine VTA, la quale ha la validità di un anno dalla sua esecuzione.

Non dobbiamo dimenticare che anche la vita di un albero segue una sua parabola e quando muore, perdendosi la vitalità delle radici, è soggetto a spontaneo schianto in tempi più o meno lunghi. Spesso notiamo delle piante morte in piedi che permangono in bosco per molti anni senza schiantare ma tutte sono comunque destinate a cedere e, andando in decomposizione, a restituire al terreno e ai suoi microrganismi tutta la propria energia chimica e materia organica.

Nonostante le indagini visive o strumentali eseguibili dall'esterno di un albero, come ad esempio notare funghi a mensola o edera sul fusto oppure disseccamenti della chioma, **è da ritenersi continuo il rischio di schianto di un albero per cause a noi non note**, con pericolo per l'incolumità di cose e persone più o meno grande relativamente al contesto nel quale sono inseriti gli alberi (bosco, verde privato ornamentale, aree pubbliche attrezzate e filari stradali).

5. Dendrometria

La dendrometria è la materia che si occupa della misurazione delle dimensioni degli alberi con la finalità di stimare la **massa legnosa di un popolamento forestale presente in un dato momento** e i relativi **incrementi annui**. Queste analisi vengono realizzate a puro scopo descrittivo scientifico o legate a progetti di intervento selvicolturale e di stima del valore di mercato del bosco (**prezzo di macchiatico**).

Prima di eseguire i rilevamenti dendrometrici si deve riportare sul terreno il riferimento cartografico in uso per **delimitare correttamente il lotto o area boschiva** in studio ovvero i confini catastali e **calcolare la superficie corretta in base alla pendenza del terreno**. Le misurazioni dei confini su terreni non pianeggianti possono essere eseguite con strumenti topografici (**stazione totale**) o aste metriche con livelli (**triplo metro**). A questo proposito si ricorda che le superfici cartografiche fanno sempre riferimento ad un piano topografico e pertanto non tengono conto dell'inclinazione del terreno.

I rilievi dendrometrici vengono eseguiti di norma, su una superficie nota, con la registrazione dei seguenti dati:

- ♣ (d) diametro dell'albero ad 1,30 m da terra (o eventuale diametro medio con doppia misurazione) da rilevarsi con apposito calibro (**cavalletto dendrometrico**);
- ♣ (H) altezza totale dell'albero fino in cima alla chioma (**Hd altezza dendrometrica** più diffusa per le conifere) e altezza del fusto pulito ovvero privo di rami (**Hc altezza cormometrica** più diffusa nelle latifoglie) da rilevarsi con strumenti appositi (**ipsometri**) o bussola con inclinometro oppure a stima in base alla precisione voluta del rilievo;
- ♣ età della pianta e incremento di diametro dell'ultimo anno (o numero di anelli dell'ultimo centimetro di diametro) da rilevarsi con carotaggio tramite **trivella di Pressler**.

Il rilevamento dendrometrico viene chiamato “totale” se si estende all'intera superficie in studio oppure ad “area di saggio” se ridotto a punti di campionamento individuati cartograficamente. Di norma esso è associato alla compilazione di note descrittive riguardanti le specie presenti, la tipologia forestale, la struttura del bosco e l'eventuale presenza di danneggiamenti o evidenze fitopatologiche o di deperimento.

Le principali elaborazioni dei dati sono le seguenti:

- ♣ (D) densità del popolamento (n. piante/ha);
- ♣ (Gt) area basimetrica totale della superficie a “piede d'albero”/ha ovvero $(d/2) \times 3,14$;
- ♣ (Gm) area basimetrica media ovvero Gt/D ;
- ♣ (Hm) altezza media del popolamento (dendrometrica o cormometrica a seconda delle finalità del rilievo) riferita di norma agli esemplari con diametro corrispondente all'area basimetrica media (Gm)
- ♣ (S) statura del popolamento ovvero l'altezza degli esemplari con diametro maggiore;

- ♣ (V_m) volume della pianta campione (**albero modello**) ovvero $G_m \times H_d$ (o H_c) $\times c$ (coefficiente di rastremazione);
- ♣ (V_t/ha) volume del popolamento per unità di superficie ovvero $V_m \times D$.

Si ricorda che il modello matematico esposto è cilindrometrico cioè associa la forma della pianta ad un cilindro. Per ridurre il notevole errore in eccesso dato dal naturale ridursi del diametro del fusto dal piede al cimale si utilizza un coefficiente di riduzione di riduzione detto “di rastremazione”.

La scelta di operare l'elaborazione utilizzando l'altezza H_c o H_d è determinata dalla necessità di dover stimare il volume legnoso al lordo o al netto dei cimali (parte terminale del fusto), dei rami e della ramaglia.

Il metodo più corretto di stima del coefficiente di rastremazione consiste nella misurazione di più diametri lungo il fusto ottenendo un diametro medio ridotto o un calcolo volumetrico di un vero e proprio tronco di cono.

Solitamente la massa totale di un popolamento viene denominata **massa principale** ed espressa in mc/ha o trasformata in q/ha tramite i pesi specifici (uso commerciale).

6. Riconoscimento delle specie arboree forestali

La classificazione degli alberi fa uso di **chiavi tassonomiche** cioè caratteristiche strutturali macroscopiche che individuano in modo univoco la specie di appartenenza. Il metodo delle chiavi tassonomiche, essendo molto grande il numero delle specie, è indubbiamente di grande complessità e di difficile utilizzo per chi abbia solo il desiderio di riconoscere le principali specie forestali, tipiche del proprio territorio, a livello amatoriale o puro beneficio della propria cultura generale.

In tal senso è più semplice allenarsi osservando le piante attraverso pochi caratteri distintivi macroscopici ed aiutarsi con l'**approccio fitosociologico** che, seppure in forma semplificata, può dare un grosso aiuto alla comprensione dello stretto rapporto che intercorre tra il popolamento forestale e l'ecosistema nel quale è inserito e del quale ne è parte integrante.

Per riconoscere una specie forestale può essere sufficiente osservare i seguenti caratteri.

- ♣ Forma della foglia e distinzione tra semplice o composta (solo in stagione vegetativa).
- ♣ Tipo di fruttificazione (anche a terra e in stagione non vegetativa).
- ♣ Tipo di infiorescenza (limitatamente a caratteri distintivi molto particolari quali la conformazione e il colore o profumo e solo nel periodo di fioritura).
- ♣ Aspetto della corteccia con distinzione tra pianta giovane e adulta (colorazione e forma delle scaglie o fessurazioni).

La conoscenza dell'aspetto di ciascuna specie può essere proficuamente integrato con l'ecologia delle stesse ovvero le esigenze in termini di clima, suolo e luce. Da questo punto di vista una specie può essere classificata in base ai criteri di seguito elencati.

- ♣ **Irraggiamento solare.** L'adattamento ad un minore o maggiore ombreggiamento distingue le specie rispettivamente in **eliofile** e **ombrofile** (o **sciafile**). Il carattere ombrofilo si presenta più spiccatamente in specie di sottobosco o che sopravvivono nei piani dominati cioè in consociazione con alberi di maggior altezza che le ombreggiano parzialmente. Sono sciafile ad esempio specie come il nocciolo (*Corylus avellana*) o il carpino bianco (*Carpinus betulus*) del piano dominato dei quercu-carpineti. Le specie eliofile sono tipicamente quelle di colonizzazione dei pascoli abbandonati che costituiscono popolamenti radi come la betulla (*Betula pendula*) o il larice (*Larix decidua*). In alcuni casi, come nel faggio (*Fagus sylvatica*) abete rosso (*Picea abies*) o il leccio (*Quercus ilex*), il carattere può essere sciafilo nelle fasi giovanili di plantula e di novelleto e mutare in eliofilo da adulti (carattere di specie destinata al piano dominante).
- ♣ **Temperatura.** In base alle esigenze termiche si distinguono specie a) termofile dell'area mediterranea (temperatura media annua ottimale 20-40°C), b) mesofile ovvero dei climi temperati (15-20°C), c) microterme ai limiti altitudinali del bosco (0-15°C), d) echioterme specie arbustiveo prostrate sommitali (< 0°C). Specie microterme ai limiti altitudinali alpine sono l'abete rosso, il larice, la betulla e specie nane o a portamento prostrato come l'ontano verde (*Alnus viridis*), il pino mugo (*Pinus mugo*) o pino uncinato (*Pinus mugo subsp. uncinato*).
- ♣ **Tasso di umidità del terreno.** Le specie che sopportano meglio terreni molto ricchi di acqua sono dette **igrofile** mentre quelle che sopravvivono a periodi di siccità prolungati e

prediligono terreni drenanti a tessitura sabbiosa (terreni leggeri) sono dette **xerofile**. Si nota che le specie a temperamento intermedio ma che richiedono comunque terreni umidi (“freschi”) possono adattarsi a tessiture più pesanti, argillose o limose. Nel caso delle specie tipiche del greto dei fiumi (pioppi e salici) esse si adattano a terreni sciolti e drenanti con tessitura sabbiosa e forte presenza di ghiaia, benché in tale contesto vi siano elevate oscillazioni di falda e tendenzialmente periodi di saturazione d'acqua del profilo fino quasi alla superficie. Tra le specie del ambiente acquitrinoso con adattabilità a terreni pesanti e asfittici ricordiamo l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) che estende il proprio areale agli acero-tiglio-frassineti.

- ♣ **pH.** Le specie vegetali, in base al loro pH del terreno ideale, vengono classificate in **acidofile**, **neutrofile** e **basifile**. Diffusi su terreni acidi e sub-acidi sono i castagneti, querceti di rovere, le faggete, corileti (noccioleti), alneti (ontaneti) e gli acero-tiglio-frassineti.