

II FUSTO

Oltre al fusto, sono considerati organi vegetali, anche la foglia e la radice.

Il fusto si sviluppa in una porzione apicale dell'embrione che prende il nome di **plumula**. Nelle prime fasi di sviluppo del fusto si parla di **gemma**.

Funzioni del fusto :

1. genera appendici laterali quindi rami e foglie
2. mette in collegamento l'apparato radicale (assorbe acqua e sali minerali) con l'apparato fogliare (svolge la fotosintesi a partire dall'acqua assorbita dalle radici)
3. trasporto linfa grezza (acqua e sali minerali) e elaborata
4. sede di fotosintesi per i fusti erbacei → la fotosintesi svolta dai fusti erbacei non è in grado di fornire tutto il materiale organico alle piante ma coadiuva le foglie nella fotosintesi
5. organo di riserva con caratteristiche modificate → fusti modificati

Morfologia della gemma

La gemma è costituita da una parte apicale che prende il nome di **apice/meristema vegetativo**. Questo è costituito da tessuti meristemati primari, le cui cellule quindi vanno continuamente in divisione cellulare. Ciò consente l'accrescimento del fusto.

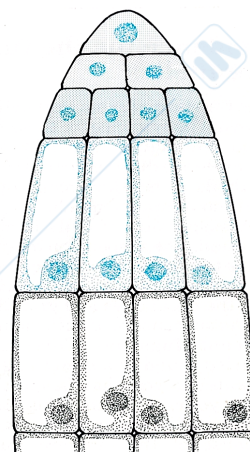
I tessuti meristemati primari sono infatti quelli che consentono l'accrescimento in verticale della struttura e si trovano all'apice vegetativo ma anche all'apice radicale.

L'accrescimento del fusto è promosso a monte dall'accrescimento delle cellule meristemati che può avvenire secondo due modalità:

- per divisione mitotiche → le cellule non cambiano la loro struttura ma aumenta il loro numero
- per distensione → un ingresso d'acqua nella cellula aumenta le dimensioni di vacuolo che, premendo contro la parete cellulare che si distende, aumenta il volume delle cellule. Queste subiscono quindi una modificazione strutturale che le differenzia rispetto alle cellule meristemati normali

L'apice meristemato è quindi costituito di cellule embrionali che vanno incontro a divisione cellulare. In particolare, ogni piccola cellula meristemato va incontro a divisione cellulare e forma due cellule meristemati, che si dividono nuovamente.

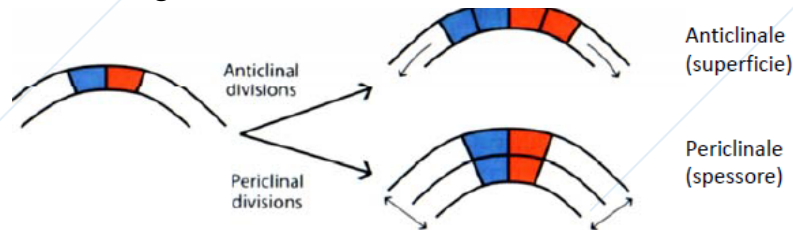
Immediatamente al di sotto della zona di divisione c'è una zona di differenziamento delle cellule che aumentano di dimensione, modificano gli organelli interni. Ciò rappresenta un passo verso la formazione di cellule adulte che costituiscono lo strato sottostante dove le cellule sono differenziate e con una certa funzione specifica.



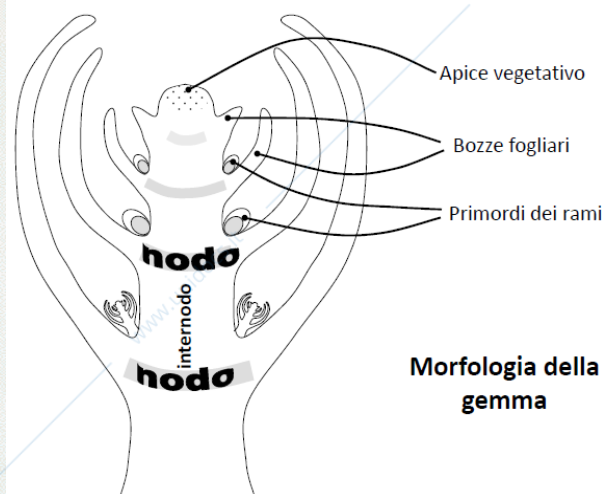
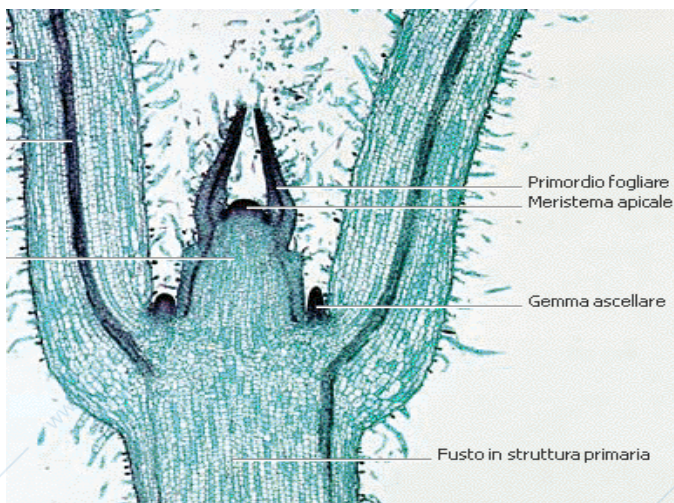
Questo perdura per tutta la vita dell'organismo vegetale.

La divisione cellulare delle cellule meristematiche può avvenire in due modi diversi secondo i quali si parla di :

- divisioni periclinali → la divisione avviene parallelamente alla superficie dell'organo e consentono l'aumento in spessore di un certo tessuto
- divisioni anticlinali → la divisione avviene perpendicolarmente alla superficie dell'organo e consentono l'aumento della superficie di un certo tessuto o organo



L'apice vegetativo è poi protetto lateralmente dalle **bozze/primordi fogliari**. All'ascella delle bozze fogliari si trovano i **primordi dei rami**, ovvero le strutture che evolveranno poi nei nuovi rametti. Alla base della struttura della gemma, all'ascella delle bozze fogliari più sviluppate, i primordi dei rami non sono altro che altre piccole gemme con la stessa struttura: apice vegetativo, bozze fogliari e primordi dei rami.



Definizione di gemma : stadio giovanile del fusto cioè il primordio del fusto stesso. Comprende diverse parti apice meristematico (asse principale), primordi dei rami e le bozze fogliari (appendici laterali)

La gemma del complesso possiede diverse zone:

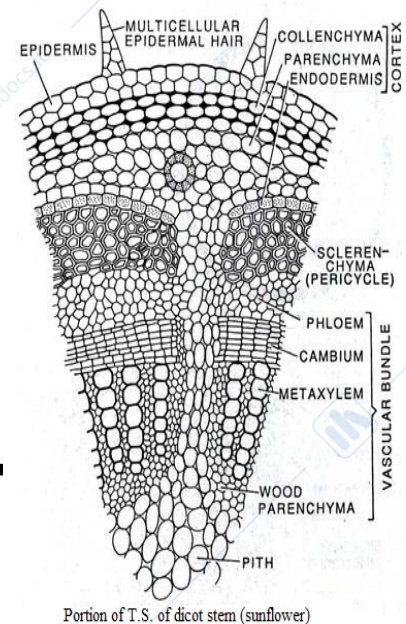
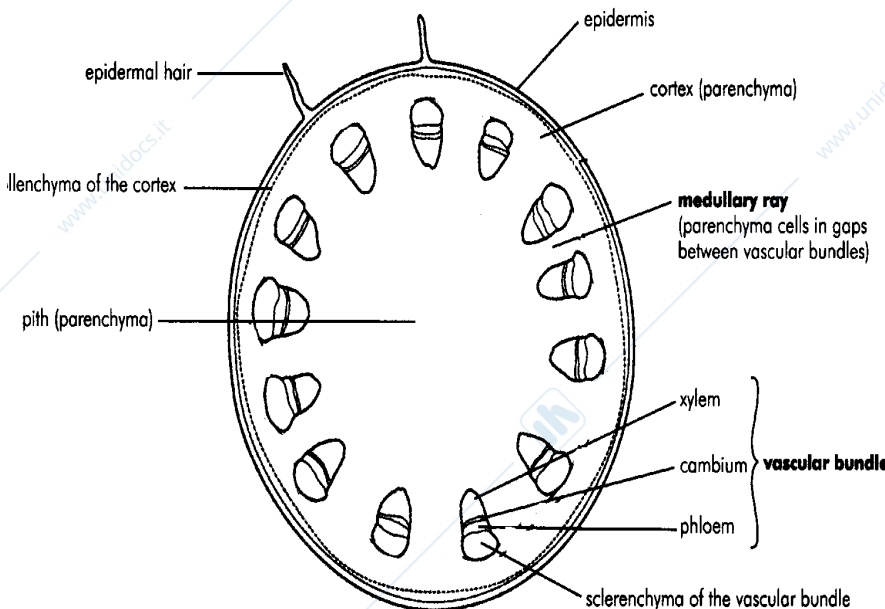
- zona embrionale → cellule embionali che vanno incontro a divisioni successive
- zona di determinazione → le cellule embionali cominciano il loro differenziamento, iniziano a essere indirizzate verso la loro funzione definitiva. Questa zona prende anche il nome di zona dei meristemi, intendendo come meristemi quei tessuti che poi daranno origine a tessuti adulti : protoderma (che darà origine ai tessuti tegumentali), protocambio (che darà origine ai tessuti di conduzione) e il meristema fondamentale (che darà origine ai tessuti parenchimatici)
- zona di differenziamento → cellule raggiungono la loro forma adulta con un compito specifico
- zona di struttura primaria

Zona di struttura primaria

Struttura primaria = fase erbacea di quelle piante che poi diventano alberi o piante che rimangono erbacee per tutta la vita.

La struttura primaria si studia generalmente applicando una sezione trasversale in corrispondenza dell'internodo del fusto (zona compresa tra due nodi su cui si inseriscono le foglie). Si predilige questa zona per evitare l'interferenza nella struttura della presenza delle foglie.

Nel caso delle angiosperme dicotiledoni (piante con fiore con due cotiledoni nel seme, cioè due foglie modificate con funzione di riserva) e delle gimnosperme (conifere - no fiori):



1. *Epidermide*

Tessuto tegumentale costituito da unico strato di cellule vive (non possiedono parete cellulare modificata capace di indurre la morte cellulare), senza

cloroplasti quindi trasparenti. Tra le cellule non sono presenti spazi intercellulari vista la funzione protettiva di questa struttura. A garantire gli scambi con l'esterno c'è la presenza degli stomi.

2. *Peli protettori morti* (o peli/ tricomi tegumentali)

Spesso associati all'epidermide, proteggono la pianta da un'eccessiva radiazione solare e rallentano la perdita d'acqua sotto forma di vapore, che normalmente fuoriesce dagli stomi.

Sono costituiti da una o più cellule e generalmente la cellula terminale è aguzza. Sono inoltre importanti in campo diagnostico perché hanno una morfologia variegata e quindi permettono di riconoscere le piante tra loro o distinguere quelle indesiderate.

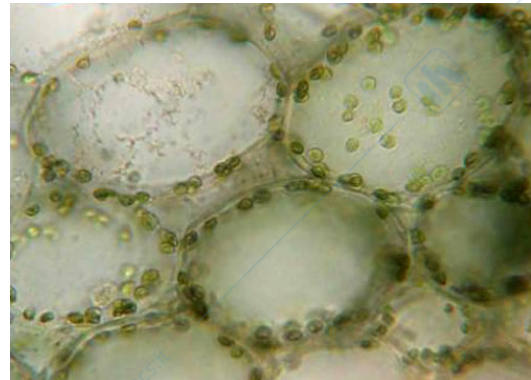
Es. *digitalis purpurea* VS *verbascum*

La digitale presenta principi attivi mentre invece il verbasco non ha interesse farmaceutico. Si distinguono perché i peli protettori della digitale sono pluricellulari, non ramificati mentre quelli del verbasco sono multicellulari ma ramificati.

3. *Corteccia primaria*

Al di sotto dell'epidermide costituita da tessuto parenchimatico clorofilliano. Facendo parte dei tessuti parenchimatici, è detto tessuto fondamentale perché svolge la funzione fondamentale della fotosintesi clorofilliana e le cellule possono riacquistare la capacità di dividersi (capacità meristemica).

È costituito da cellule vive con parete sottile non modificata.



4. *Tessuto di sostegno*

Fa sempre parte della corteccia primaria, al di sotto del tessuto parenchimatico clorofilliano.

Si tratta di un tessuto collenchimatico quindi fornisce un sostegno più blando perché si tratta di uno stadio giovanile della pianta poi destinata a diventare una pianta adulta con un tessuto sclerenchimatico.

Il tessuto collenchimatico è costituito da cellule vive dette collociti con parete inspessita di sola cellulosa. Hanno forme particolari per cui si distinguono:

- collenchima lamellare > parete inspessita maggiormente sulle pareti tangenziali interne ed esterne
- collenchima angolare > più comune, parete inspessita solo nelle zone di contatto tra una cellula e l'altra.

Corteccia primaria = parenchima clorofilliano + tessuto sostegno collenchimatico

5. Midollo (parte centrale)

Costituito da tessuto parenchimatico di riserva.

La riserva di elezione negli organismi vegetali è l'amido, polimero di molecole di glucosio stoccato nelle cellule in particolari strutture dette amiloplasti. Essi sono plastidi particolari deputati a contenere l'amido stesso.

Le cellule del parenchima di riserva sono caratterizzati da vacuoli molto grandi, prive di spazi intercellulari. Talvolta, oltre all'amido, sono contenute anche goccioline di olio o granuli di aleurone.

I granuli di amido sono osservabili al microscopio se evidenziati con una particolare sostanza detta liquido o reattivo di Lugol :è una soluzione che contiene iodio e ioduro di potassio che complessa l'amilosio. Il complesso risultante assume uno specifico colore.

6. Fasci conduttori

E' la sezione deputata al trasporto delle linfe.

Con il termine di fasci conduttori intendono l'insieme dei due tessuti di conduzione:

- legno
- libro

Questi due tessuti corrono lungo il fusto fianco a fianco.

I fasci conduttori sono anche detti fasci cribro-vascolari e ne esistono di diverse tipologie.

Tra questi trattiamo il **fascio conduttore collaterale aperto**, caratteristico per gimnosperme e angiosperme dicotiledoni.

Il fascio di questo tipo è costituito sempre da legno e libro.

Il legno, rivolto verso il midollo, è costituito da unità conduttrici dette vasi xilematici, trachee con lume cellulare molto ampio e parete lignificata che conducono la linfa grezza contro forza di gravità. Un lume così ampio è propedeutico proprio al trasporto della linfa mentre la parete lignificata permette alla cellule di resistere alla forza di aspirazione delle foglie

Il libro è costituito da cellule con un lume più ridotto con parete non lignificata: ciò non permette di distinguerle chiaramente come nel caso del legno. Il libro trasporta la linfa elaborata con la forza di gravità a favore quindi non ha necessità di avere cellule estremamente resistenti.

Tra libro e legno si dispone uno strato di cellule sottile che costituiscono il cambio cribro-vascolare, responsabile della denominazione "aperto" a questo tipo di fascio conduttore. "Aperto" infatti perché, per la presenza del cambio, ha la possibilità di consentire il passaggio dalla struttura primaria alla secondaria. Il più delle volte il cambio non si vede perché troppo sottile.

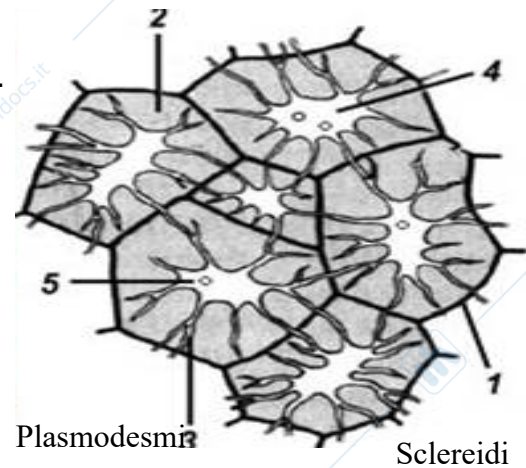
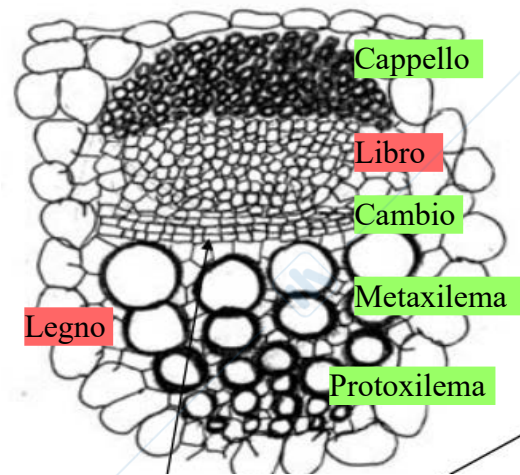
E' presente inoltre un cappello di tessuto di sostegno sclerenchimatico, le cui cellule hanno una parete inspessita e lignificata, appunto con funzione di sostegno al fascio conduttore.

Il legno si distingue ancora in:

- metaxilema → parte prossima al cambia
- protoxilema → parte rivolta verso il midollo

Il tessuto di sostegno è costituito da tessuto sclerenchimatico. Questo tessuto è a sua volta costituito da due tipologie di cellule morte:

- fibre → forma allungata
- sclereidi → hanno parete fortemente inspessite e lignificate con un lume così ridotto da comportare la morte cellulare. E' proprio questo però a conferire la funzione di sostegno a queste cellule. Sono poco presenti nelle foglie ma presenti nella polpa della pera. Prendono nomi diversi a seconda della forma (es. brachisclereidi)

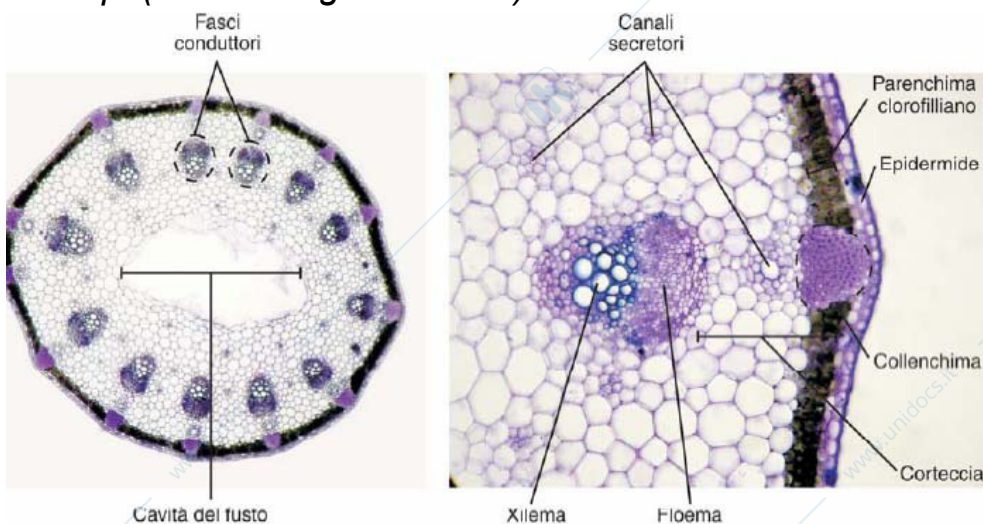


Come sono disposti i fasci conduttori collaterali aperti nella struttura primaria del fusto nelle angiosperme dicotiledoni e nelle gimnosperme?

I fasci conduttori sono disposti in maniera regolare e ordinata a formare una circonferenza. Questa disposizione prende il nome di *eustele*. La *stele* è la porzione di una sezione trasversale di fusto in cui sono disposti i fasci conduttori.

Il tessuto collenchimatico può essere disposto in maniera continua o in porzioni discrete che prendono il nome di *cordoni*.

Esempi (sezioni/ ingrandimenti)



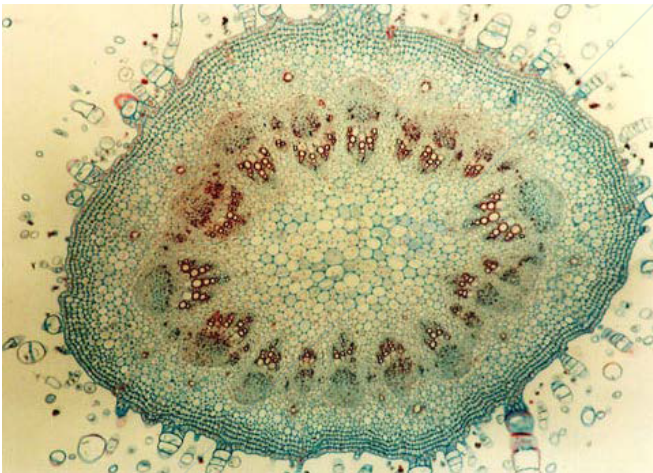
Osservo:

- Fusto cavo, al centro non ho il midollo ma uno spazio vuoto.
- Eustele → fasci conduttori collaterali aperti disposti lungo una circonferenza
- Collenchima → agglomerato di cellule al di sotto dell'epidermide con funzione di sostegno.

Come differenzio il collenchima dallo sclerenchima?

Lo sclerenchima, come il legno, è costituito da cellule morte con parete lignificata quindi se viene utilizzato un colorante specifici per la lignina, le cellule di entrambe le strutture verranno evidenziate. Quindi se la colorazione del legno, che si riconosce molto bene per le sue cellule ad ampio lume, è uguale a quella del tessuto di sostegno, si tratta di sclerenchima altrimenti di collenchima. In questo caso di esempio il tessuto di sostegno è collenchimatico.

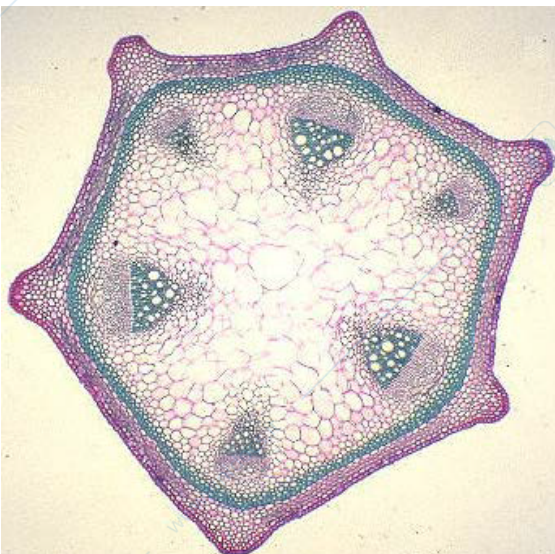
- Canali secretori schizogeni detti vitte → tessuti secretori specifici della famiglia delle apiace (finocchio)



Osservo:

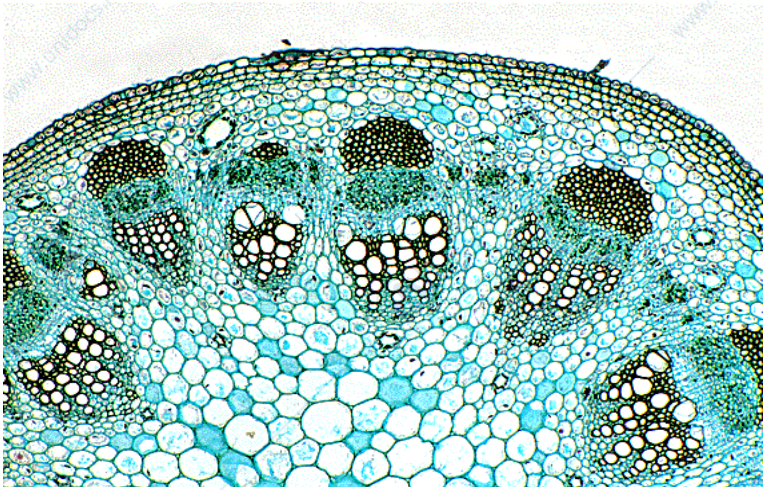
- Eustele → fasci conduttori collaterali aperti disposti lungo una circonferenza
- Peli non tutti protettori
- Epidermide, esternamente
- Tessuto parenchimatico clorofilliano + tessuto di sostegno (non si distingue chiaramente ma indico ugualmente)

- Midollo
- fasci conduttori collaterali aperti (legno+libro+tessuto di sostegno-cappello+cambio anche se non si vede perché molto sottile)



Osservo:

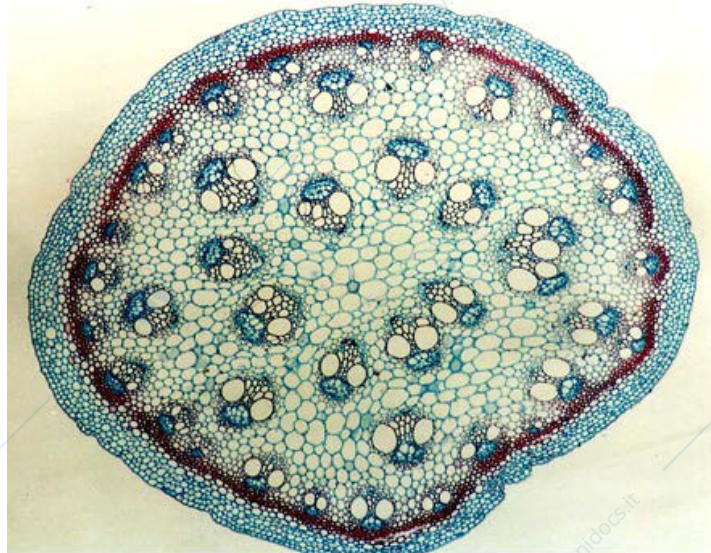
- sporgenze sulla superficie della sezione legate alla presenza di *cordoni* di tessuto collenchimatico che forniscono sostegno
- tessuto clorofilliano
- L'anello che circonda l'eustele costituito da tessuto di sostegno sclerenchimatico (accezione). Lo riconosco perché ha lo stesso colore del legno.



Osservo:

- Eustele
- Fasci conduttori collaterali aperti costituiti tra legno, porzione di cambio importante, libro e cappello di sostegno di tessuto sclerenchimatico.
- Parete cellulare inspessita

Nel caso delle angiosperme monocotiledoni (piante con fiore con un solo cotiledone nel seme, cioè una singola foglia modificata con funzione di riserva):



Le angiosperme monocotiledoni non passano in struttura secondaria mai quindi vivono tutta la loro vita in struttura primaria come piante erbacee. Una sezione della struttura primaria di una monocotiledone mostra:

1. *Epidermide*

Con le stesse caratteristiche dell'epidermide delle gimnosperme e delle dicotiledoni

2. *Corteccia primaria*

Con le stesse caratteristiche dell'epidermide delle gimnosperme e delle dicotiledoni. Anche qui costituita da tessuto parenchimatico clorofilliano e tessuto di sostegno.

In questo caso, il tessuto di sostegno è rappresentato da una circonferenza di tessuto sclerenchimatico. Questa differenza è dovuta al fatto che le monocotiledoni non passano in struttura secondaria e quindi hanno bisogno di un sostegno importante fin dall'inizio → anello sclerenchimatico.

3. Midollo

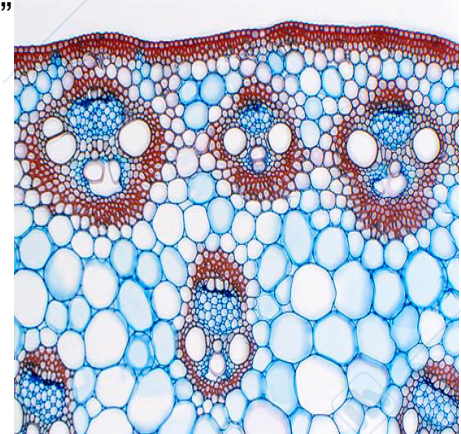
Parte centrale costituita da tessuto di riserva in cui sono immersi i fasci conduttori con disposizione nettamente diversa rispetto alle dicotiledoni e gimnosperme.

4. Fasci conduttori

Mentre nelle gimnosperme/dicotiledoni i fasci si dispongono in modo ordinato secondo una circonferenza, nelle monocotiledoni si trovano in ordine sparso, casuale lungo tutta la stele. Per questo la stele nelle monocotiledoni prende il nome di *atactostele*.

Un'altra differenza sta nella natura dei fasci conduttori che pur essendo sempre collaterali vengono definiti *chiusi*. "Chiuso" perché è assente il cambio e pertanto è preclusa la possibilità di passare in struttura secondaria. I fasci conduttori collaterali chiusi hanno dunque la seguente struttura:

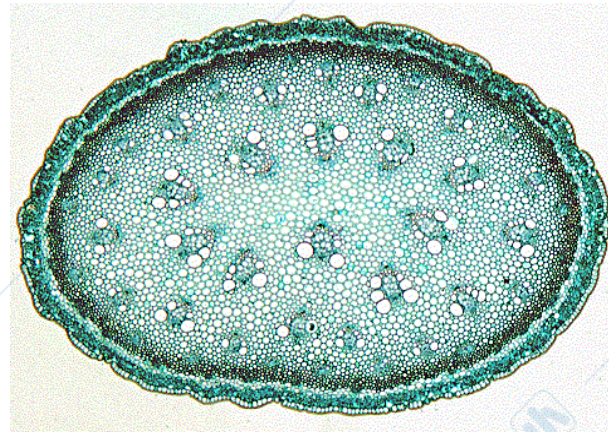
- libro
- grosse trachee ai lati
- lacuna → spazio vuoto lasciato all'interno del fascio
- il legno abbraccia il libro



Esempi (sezioni/ ingrandimenti)

Osservo:

1. Epidermide
2. tessuto clorofilliano
3. anello di tessuto sclerenchimatico
4. Atactostele → tanti fasci collaterali chiusi disposti in maniera disordinata

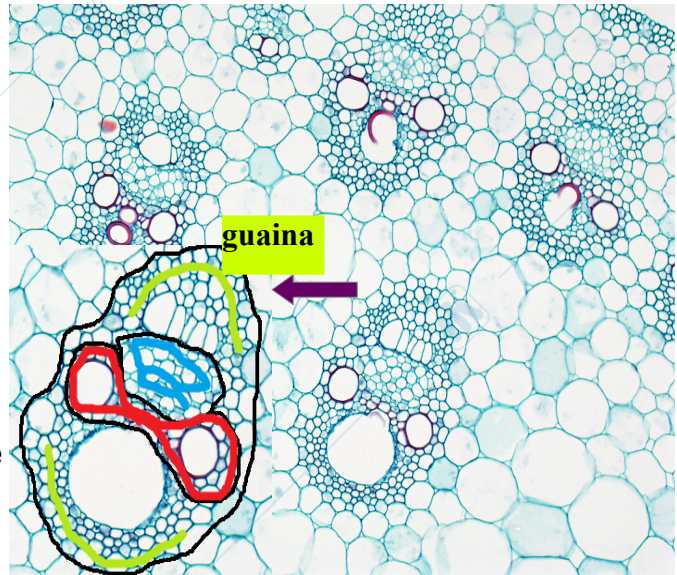


Generalmente, nella parte centrale, ci sono meno fasci conduttori collaterali chiusi di dimensioni maggiori mentre e perifericamente troviamo un maggior numero degli stessi fasci ma di dimensioni minori.

Osservo:

1. piccola porzione di epidermide verso l'esterno
2. ampia porzione di tessuto parenchimatico amilifero verso al centro
3. Fasci conduttori collaterali chiusi sparsi lungo la sezione
4. Legno (*rosso*)
5. Libro (*azzurro*)

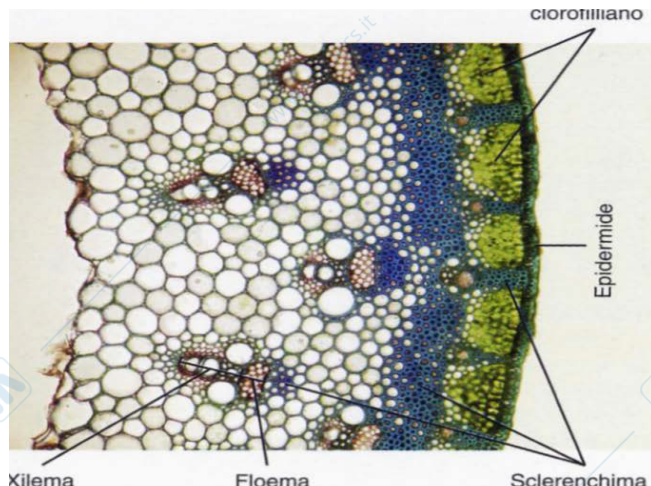
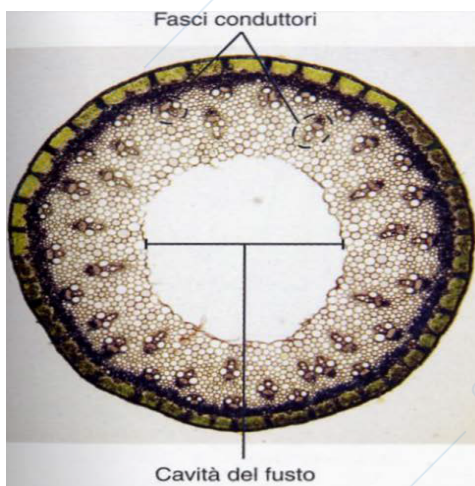
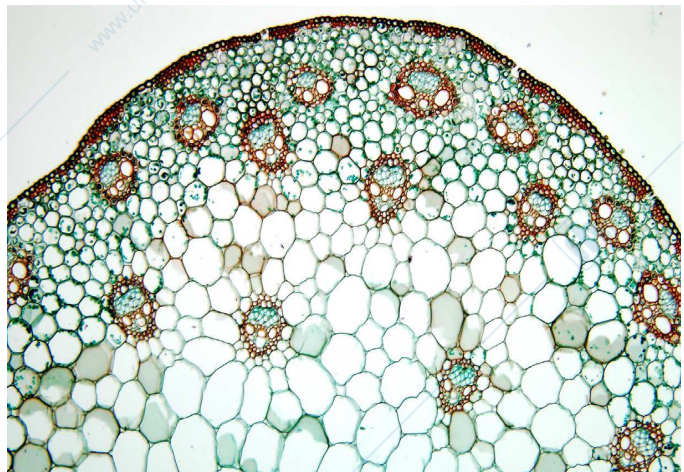
Un particolare tratto qui ben evidente è un ulteriore rivestimento di sostegno attorno al fascio collaterale chiuso che prende il nome di *guaina*



Osservo:

Una colorazione particolare permette di evidenziare in rosso le componenti lignificate.

1. Epidermide
2. Strato di tessuto sclerenchimatico
3. trachee del legno evidenziate da colorante
4. Giaina del fascio evidenziata dal colorante



Osservo un fusto particolare di una graminacea(poacee):

1. Si tratta di un fusto cavo che sostituisce al midollo una cavità centrale. Prende quindi il nome di *culmo*.
2. Epidermide + tessuto clorofilliano + tessuto sclerenchimatico
3. Fascio conduttore collaterale chiuso costituito dal legno- verso l'interno-, dal libro e altro tessuto sclerenchimatico a formare una specie di cappello sui fasci conduttori

Differenze tra le due possibili strutture primarie

Hanno caratteristiche comuni come l'epidermide, la corteccia primaria e il midollo.

A livello del tessuto di sostegno della corteccia primaria si osserva la prima differenza: infatti nelle monocotiledoni esso è costituito da tessuto sclerenchimatico mentre nelle dicotiledoni/gimnosperme da tessuto collenchimatico.

Tra le caratteristiche più distintive ritroviamo:

- il tipo di stele (eustele nelle dicotiledoni/gimnosperme e atactostele per le monocotiledoni)
- tipologia dei fasci conduttori (collaterale aperto nelle dicotiledoni/gimnosperme per via del cambio mentre collaterale chiuso per le monocotiledoni)- il legno è sempre rivolto verso l'interno e il libro verso l'esterno.

Cilindro centrale = stele

cilindro corticale = corteccia primaria

Passaggio in struttura secondaria

Alcune piante abbandonano il portamento erbaceo per diventare a tutti gli effetti delle piante legnose.

Le monocotiledoni, possedendo fasci conduttori collaterali chiusi non passano mai in struttura secondaria.

Gimnosperme e angiosperme monocotiledoni hanno invece questa capacità perché possiedono fasci conduttori collaterali aperti → NON TUTTE

Alcune di esse restano erbacce comunque per tutta la vita : margherita, papavero.

Il passaggio avviene perché alcune piante, superato il primo anno di vita, accrescendosi notevolmente, non riuscirebbero più a mantenere il loro portamento con la semplice struttura primaria perciò si rende necessario sviluppare gradualmente la struttura secondaria. In alcune piante il passaggio può iniziare anche prima dell'anno di vita.

Il passaggio in struttura secondaria è permesso dall'attività di due meristemi secondari:

- cambio cribro-legnoso / cribro-vascolare
- cambio subero-fellodermico

I meristemi secondari sono quei tessuti meristemati che consentono l'accrescimento in diametro della pianta. Sono localizzati sia a livello del fusto che della radice e prendono il nome di cambi.

I due cambi non entrano in attività contemporaneamente ma agisce prima il cambio cribro-legnoso e solo successivamente quello subero-fellodermico.

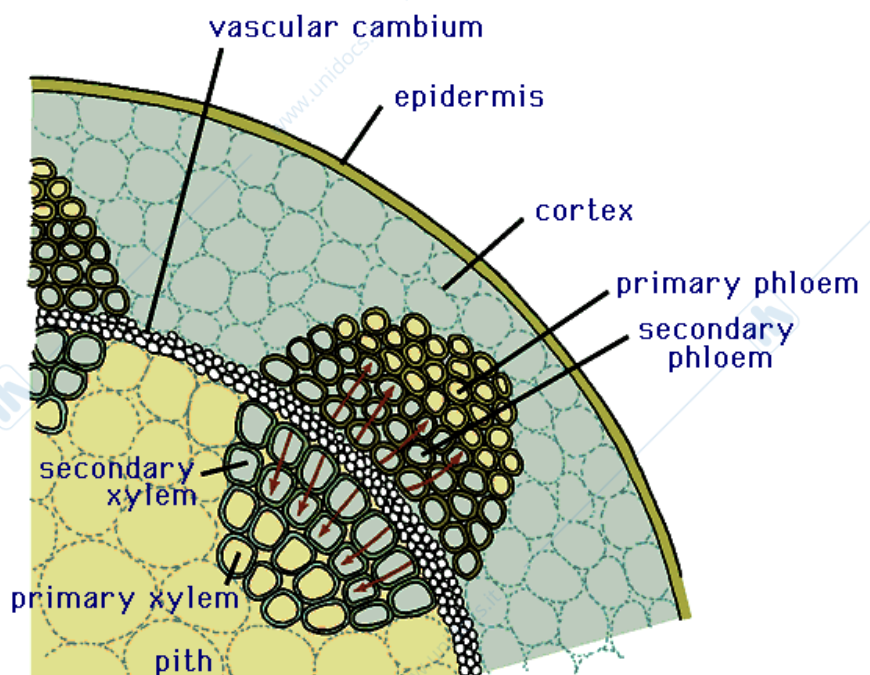
Il primo è localizzato tra il libro e il legno mentre il secondo si trova al di sotto dell'epidermide .

Il cambio cribro-legnoso è costituito da una/ due file di cellule meristematiche (in grado di effettuare divisioni mitotiche continue) che prendono il nome di *iniziali fusiformi*. Questo nome è dovuto alla forma affusolata.

Quando entrano in mitosi producono due cellule che non hanno lo stesso destino : una rimane una cellula di cambio cribro-vascolare mentre l'altra diventa una cellula di libro o di legno. Questa capacità di generare due cellule diverse prende il nome di **attività dipleurica**. In realtà di questa capacità è propria sia delle cellule del cambio cribro-legnoso sia di quelle del cambio subero-fellodermico e comporta in entrambi i casi la possibilità di passare in struttura secondaria per l'organismo che la mette in atto.

L'attività dipleurica non porta alla formazione di cellule di libro e di legno in uguale quantità : la produzione è sempre molto sbilanciata verso il legno quindi l'esito finale è la produzione di legno maggiore rispetto a quella del libro (rapporto 8:2).

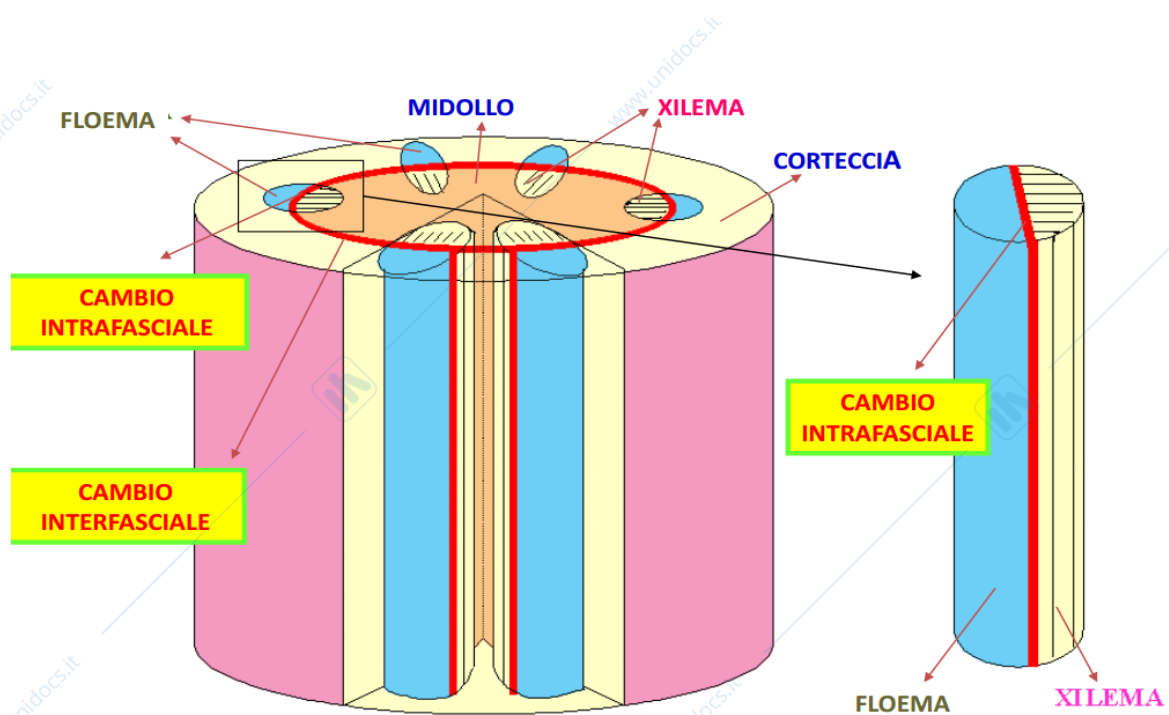
Tra libro e legno si evidenzia la fila ristretta di piccole cellule che costituiscono il cambio. Il cambio produce libro verso l'esterno e legno verso l'interno. Perciò man mano che man mano che la produzione avanza, il legno e il libro secondario di nuova produzione sono sempre quelli più vicini al cambio. Al contrario i libri e i legni più vecchi, compresi quelli primari, sono sempre più distanti dal cambio.



Cambio intrafasciale = cambio presente in un fascio conduttore collaterale aperto tra libro e legno

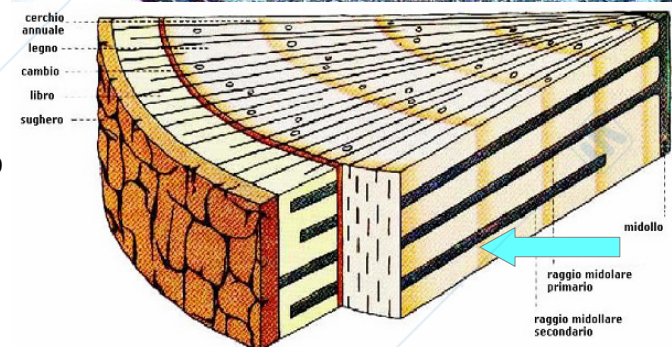
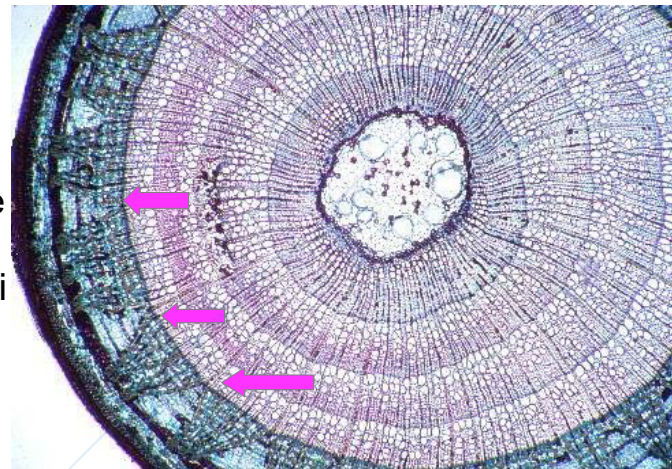
Se ciascun cambio lavorasse indipendentemente dagli altri cambi dei fasci collaterali vicini, non avremmo fusti a sezione circolare ma irregolari. Ciò non è concepibile perché avrei una crescita secondaria proprio solo dove si trova il fascio collaterale aperto.

Quindi entrano in funzione i cambi interfasciali e immediatamente dopo, tra un fascio conduttore e l'altro, alcune cellule adulte parenchimatiche riacquistano capacità meristematica e danno origine al cosiddetto *cambio interfasciale* (tra i fasci conduttori collaterali aperti, mettendoli in comunicazione).



Le cellule parenchimatiche quindi diventano cellule di cambio interfasciale che mette in comunicazione il cambio di ogni fascio conduttore costruendo un cosiddetto *anello di cambio*. Quando l'anello di cambio è completo produce un anello di libro verso l'esterno e un anello di legno verso l'interno. Ciò consente uno sviluppo armonioso del fusto.

Lungo tutta la sezione, soprattutto nel libro secondario, si formano i *raggi midollari*. Sono costituiti da cellule parenchimatiche che svolgono una funzione importante: una volta che le cellule dei raggi hanno raggiunto il libro secondario, cominciano a divaricarsi e formando il tessuto *parenchimatico di dilatazione*. Questo tessuto aumenta le dimensioni del libro che quindi riesce a sopportare la crescita preponderante del legno promossa dal cambio. Se così non fosse il libro, per quel poco che riuscirebbe, conterrebbe il legno in accrescimento fino a rompersi e perdere la sua funzionalità.



Quindi:

1. porzione di struttura prima classica (eustele, fasci conduttori collaterali aperti)
2. Formazione anello cambiale (cambio interfasciale e intrafasciale si uniscono)

3. Il cambio produce un anello di libro secondario e un anello di legno secondario che progressivamente si accrescono.

Nella struttura secondaria distinguiamo :

- legno secondario → *corpo legnoso*
- tutti i tessuti vivi che si trovano esternamente al cambio → *corteccia secondaria*

Il legno secondario esiste in due tipologie differenti : il legno omoxilo e eteroxilo.

Per via delle loro caratteristiche diverse, sono facilmente distinguibili uno dall'altro e permettono di identificare, in una sezione trasversale del fusto in struttura secondaria, una gimnosperma piuttosto che una angiosperma dicotiledone.

Il **legno omoxilo** è caratteristico delle gimnosperme e presenta un elevato grado di omogeneità quindi è costituito da una sola tipologia di cellule : *cellule fibrotracheidi*. Esse svolgono, all'interno del legno omoxilo, una funzione di conduzione (sono vasi che trasportano la linfa grezza) e una funzione di sostegno. Per via della duplice funzione non sono così efficienti nella conduzione come altri tipi di cellule e da questo deriva il fatto che le gimnosperme hanno un accrescimento più lento.

Le fibrotracheidi si riconoscono bene perché hanno forma vagamente prismatica, diametro piccolo e lume cellulare non particolarmente elevato quindi la capacità di trasporto della linfa è ridotta.

Si noti la presenza di *3 cerchi annuali* ovvero la produzione di legno di tre anni successivi. All'interno di ogni cerchio annuale il diametro delle fibrotracheidi varia fino ad arrivare a cellule con lume cellulare praticamente inesistente.

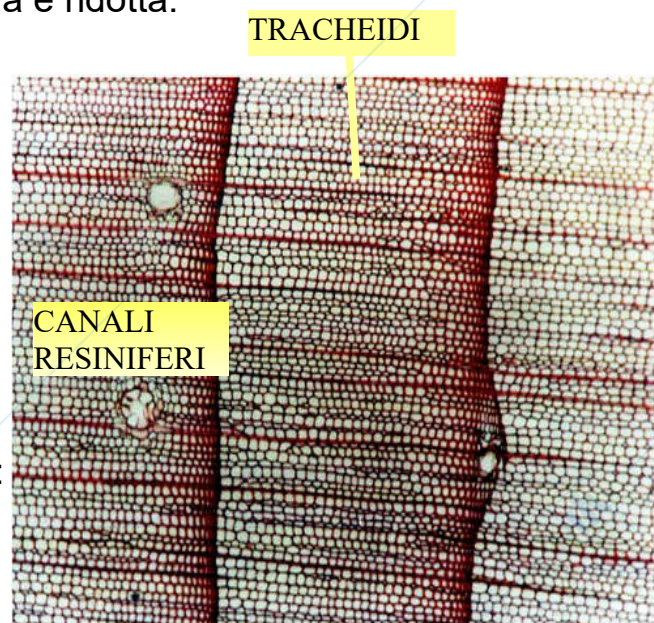
Queste differenze di lume cellulare fa sì che il cerchio annuale sia distinto in:

- legno primaverile
- legno estivo/invernale o legno di chiusura

In primavera la pianta necessita di

abbondanti quantità di acqua quindi, anche nella loro limitata funzionalità, le fibrotracheidi sono prodotte con un diametro relativamente maggiore.

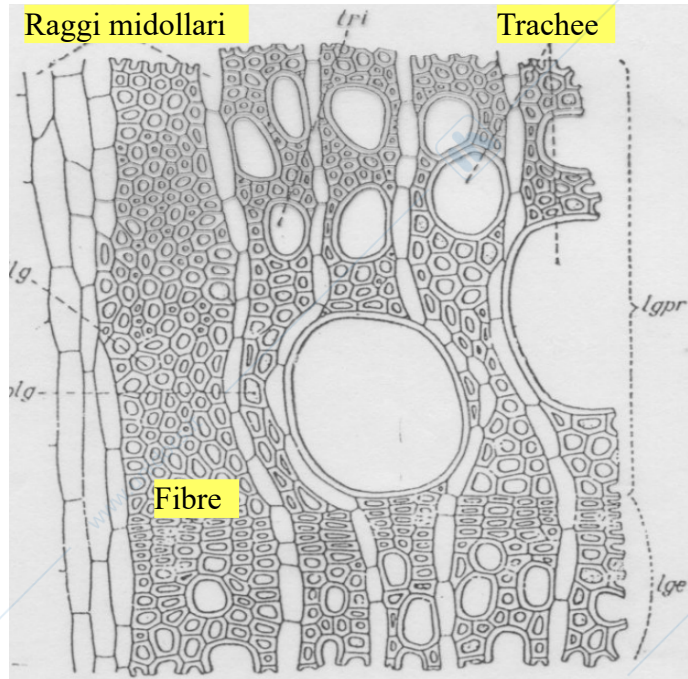
In inverno o in estate l'acqua è meno necessaria perché le piante vanno in una specie di stato di quiescenza quindi le fibrotracheidi sono prodotte con un lume più ridotto e costituiscono il cosiddetto legno di chiusura.



Nella sezione si osservano anche canali resiniferi, dal momento che si tratta di gimnosperme. Si tratta di tessuti di secrezione

Il **legno eteroxilo** ha caratteristiche completamente diverse ed è tipico delle angiosperme dicotiledoni (piante più evolute con fiore). Questo tipo di legno ha una maggiore complessità : sono presenti differenti tipologie di cellule, ciascuna delle quali specializzate in una certa funzione. Riconosciamo quindi nel legno eteroxilo :

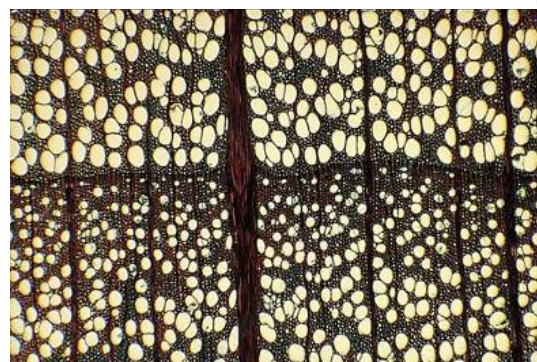
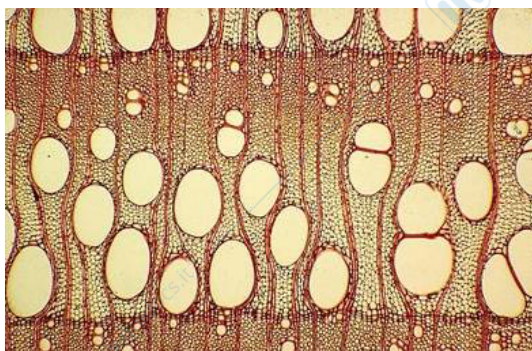
- trachee → cellule che costituiscono vasi quindi specializzate nella conduzione. Hanno diametro elevato e sprovviste di pareti trasversali quindi molto efficienti nel trasporto della linfa grezza
- cellule di tipo parenchimatico
- fibre → cellule di natura sclerenchimatosa con funzione di sostegno



Il legno eteroxilo si distingue ancora in due categorie in funzione della porosità (come sono distribuite le trachee dei cerchi annuali):

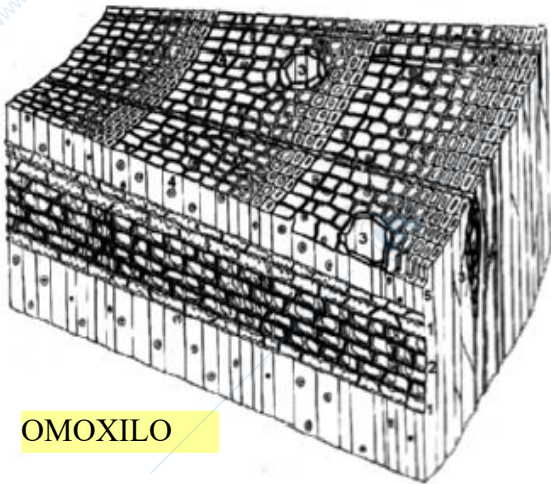
- legno eteroxilo a porosità anulare → legno in cui le trachee sono distribuite all'interno del cerchio anulare solo in una parte (frassino)
- legno eteroxilo a porosità diffusa → legno in cui le trachee sono distribuite omogeneamente lungo tutta la cerchia annuale (faggio)

I primi sono tipici di piante che emettono foglie soltanto una volta in primavera mentre i secondi sono caratteristici di piante che invece emettono foglie più volte nel periodo primaverile ed estivo. In realtà però non è che uno dei due tipi sia più favorevole per la pianta dell'altro, sono solo la conseguenza di un comportamento diverso della pianta stessa

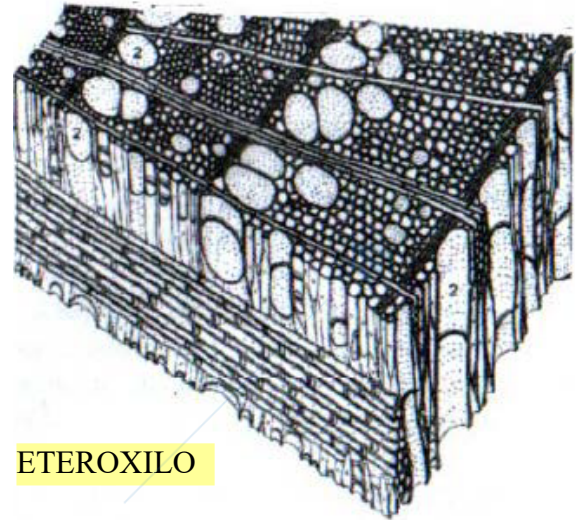


1) anulare 2) diffusa

2)



OMOXILO



ETEROXILO

Il legno eteroxilo a polarità diffusa è importante dal punto di vista farmaceutico perché da esso, mediante carbonizzazione, si ottiene il carbone vegetale (utilizzato per assorbire sostanze velenose o gas intestinali).

L'elevata presenza di trachee rende il legno particolarmente poroso. Comunque non tutti i legni eteroxili sono di interesse farmaceutico ma solo il legno eteroxilo secondario a polarità diffusa!

Il cambio subero-fellodermico entra in funzione solo in un secondo momento (dopo circa un anno) rispetto all'attivazione del cambio cribro-legnoso. Questo perché all'inizio il fusticino che inizia il passaggio alla struttura secondaria, non aumenta di diametro per cui l'epidermide che lo ricopriva in struttura primaria è ancora in grado di proteggerlo adeguatamente.

Trascorso un anno, l'aumento di diametro del fusto è considerevole quindi l'epidermide subisce dei danni perché non è più in grado di contenere il fusto in accrescimento. È necessario che intervenga quindi un altro tessuto tegumentale che possa proteggere la struttura dall'esterno.

Qui entra in gioco il cambio subero-fellodermico al di sotto dell'epidermide.

Il cambio subero-fellodermico produce due tipologie di tessuti (ha attività dipleurica):

- verso l'esterno → sughero
- verso l'interno → felloderma

Come avviene la formazione di questi due tessuti?

Inizialmente al di sotto dell'epidermide si posiziona il cambio subero-fellodermico, il quale produce un piccolo strato sia di sughero che di felloderma. Con l'aumento dello strato di sughero, l'epidermide via via si lacera fino a decadere.

Il cambio produce esternamente una grande quantità di sughero e internamente una piccola porzione di felloderma. Così come nel cambio cribro-legnoso, anche in questo caso l'attività dipleurica è sbilanciata (qui a favore

della produzione di sughero – rapporto 8:2).

Con il passare degli anni, i due cambi assumono comportamento diverso:

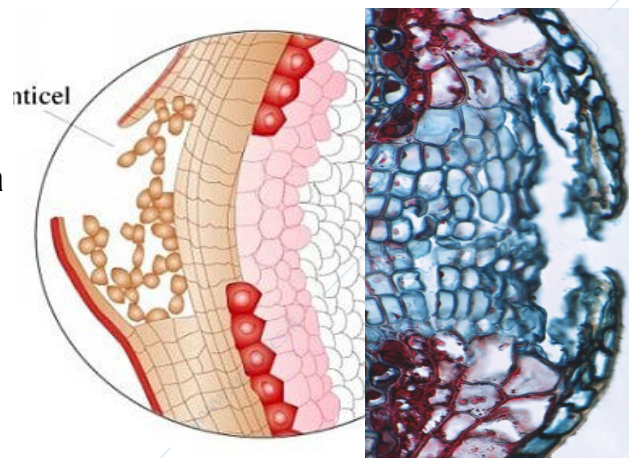
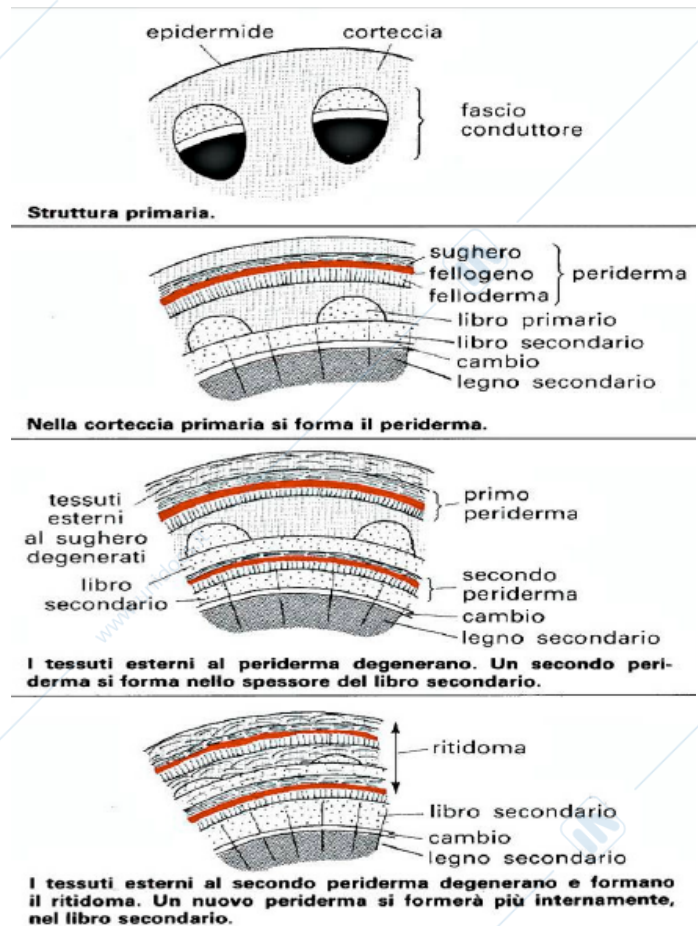
Il cambio cribro-legnoso forma l'anello di cambio che produce per tutta la vita dell'organismo vegetale legno e libro secondario.

Nel caso del cambio subero-fellodermico le cose cambiano. Infatti questo cambio vive soltanto un anno : l'anno successivo il cambio subero-fellodermico non è più in grado di produrre sughero e felloderma e quindi muore. Diventa necessario per la pianta che un nuovo cambio subero-fellodermico inizi la sua attività.

Normalmente il nuovo cambio si genera internamente al precedente e così quelli successivi. Spesso il secondo cambio si forma a livello del felloderma ma in alcuni casi addirittura nel libro. Il problema sta nel fatto che il sughero generato dal cambio è un tessuto di cellule morte che isola fortemente dall'ambiente esterno. Se questo secondo cambio subero-fellodermico si genera effettivamente nel libro secondario, significa che una grossa porzione del fusto andrà a morire. Aumentano di anno in anno quindi gli strati di tessuti vegetali che muoiono perché isolati da un cambio subero-fellodermico sempre più interno alla sezione.

Tutti gli strati di cellule morte risultanti prendono il nome di *ritidoma* o *scorza* con funzione protettiva.

La parete suberificata comporta che le cellule assumano una funzione di isolante e si riempiano di aria. Se il sughero fosse uno strato continuo e omogeneo su tutta la superficie esterna della pianta, questa morirebbe perché sarebbe impedito qualsiasi collegamento con l'esterno. Per evitare questo, in presenza di sughero, si generano le cosiddette lenticelle. Sono strutture costituite da cellule



suberificate che però perdono la loro forma prismatica regolare per assumerne una isodiametrica. Questo crea spazi intercellulari dove è possibile lo scambio gassoso.

Funzionalità del legno

La funzione di conduzione della linfa grezza non permane per tutta la durata della vita dell'organismo vegetale. Infatti man mano che la pianta aumenta in diametro in corrispondenza del fusto, gli strati più interni del legno perdono la capacità di condurre e assumono la funzione di sostegno (consente portamento eretto dell'albero).

La parte del legno che abbandona la funzione di conduzione e assume quella di sostegno prende il nome di *duramen*. Questa parte si impregna di oli essenziali, resine e fenoli.

La parte invece che mantiene la funzionalità di conduzione viene definita *alburno* ed è la parte più chiara che si trova perifericamente nel fusto.



I cerchi annuali possono essere contati e corrispondono alle varie produzioni annuali di struttura secondaria. Esiste una vera e propria scienza (dendrocronologia) che si occupa di stimare l'età di una pianta andando a contare questi cerchi annuali: ogni anno la pianta, in primavera, inizia la produzione di un nuovo legno secondario.

Può succedere che la pianta possa essere ingannata dal meteo e quindi cominci a produrre legno secondario anche quando non dovrebbe (in autunno). Si genera quindi un *falso cerchio annuale*.

Esempi di cortecce con interesse farmaceutico e alimentare

- Cannella

La corteccia della cannella viene utilizzata come aroma solo per la sua parte di legno secondario. Quindi l'albero viene decorticato, privato della scorza

- Salice Bianco

Dalla sua corteccia si ricavano sostanze con azione antinfiammatoria (aspirina)

- Frangola

La sua corteccia è utilizzata perché contiene principi attivi ad azione lassativa

- Tasso (gimnosperma)

Dalla corteccia si è ottenuto un importante farmaco antitumorale che viene chiamato tassolo. Ad oggi il tassolo non viene più estratto dalla corteccia ma semi-sintetizzato in laboratorio a partire da un suo precursore contenuto nelle foglie del tasso. È una pianta molto tossica

- Quercia da sughero

E' una pianta particolare e rappresenta una sorta di eccezione. Qui in cambio subero-fellodermico non si addentra sempre più all'interno con il passare degli anni ma lo stesso cambio rimane quello e quello soltanto per tutta la vita della pianta. Questo permette ogni anno di estrarre uno strato di sughero, prestando attenzione a non danneggiare il cambio subero-fellodermico sottostante.

ATTENZIONE

Xilema → Legno primario/secondario

Floema → Libro primario/secondario