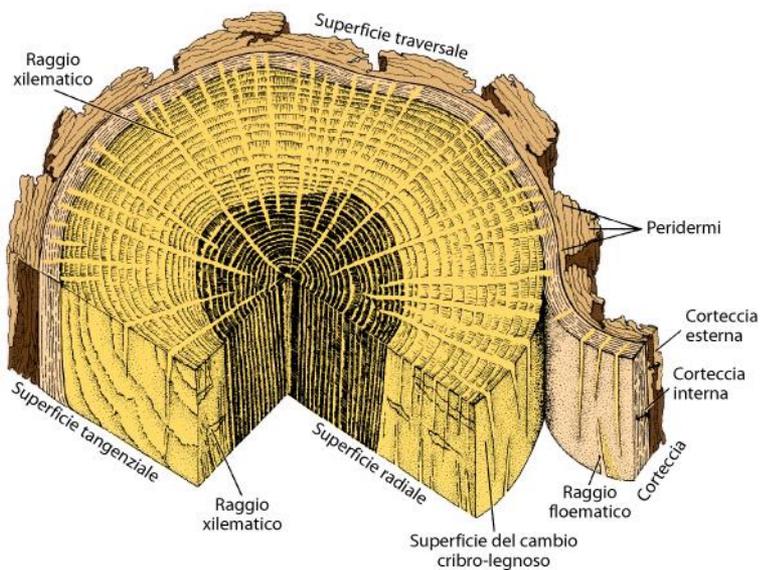
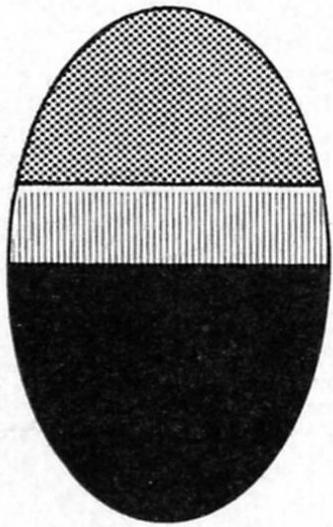


ACCRESIMENTO SECONDARIO IN SPESSORE



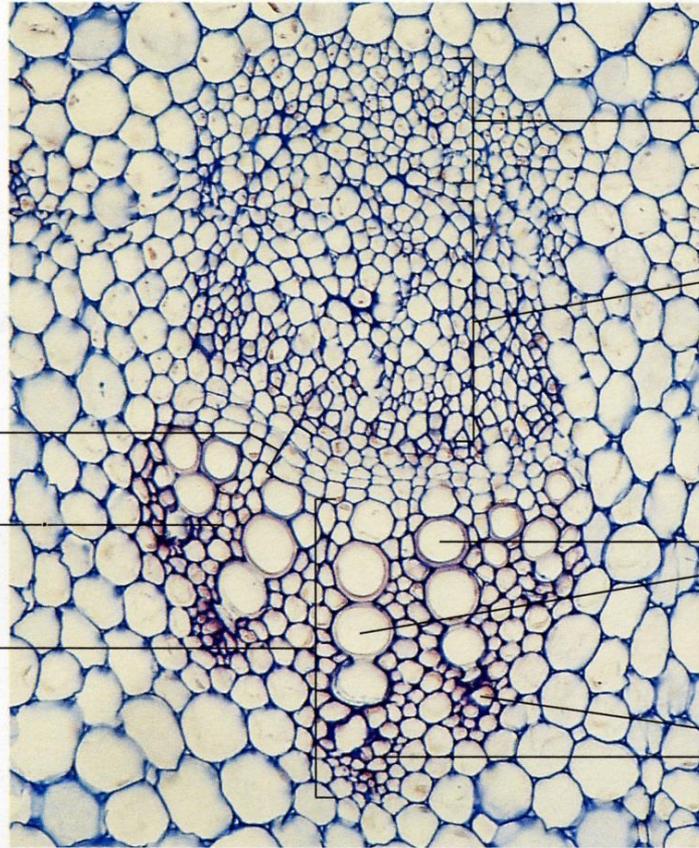
Fascio collaterale aperto



residuo procambiale

parenchima del legno

xilema o legno



guaina incompleta

floema o libro

vasi del metaxilema

vasi del protoxilema

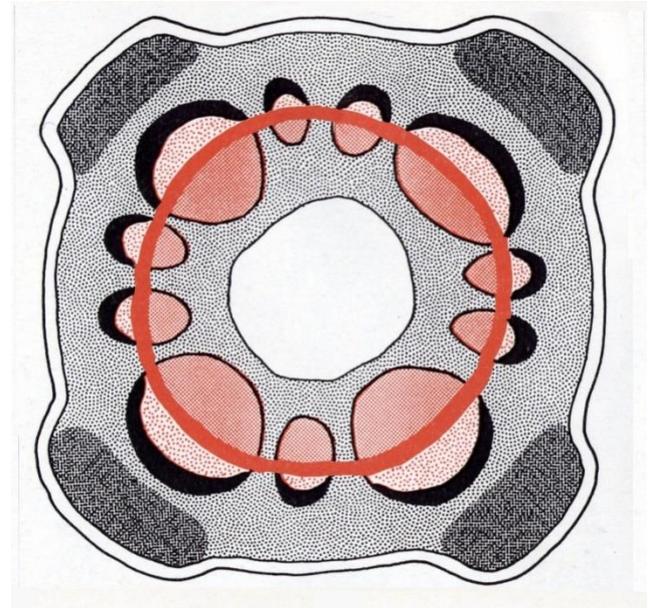
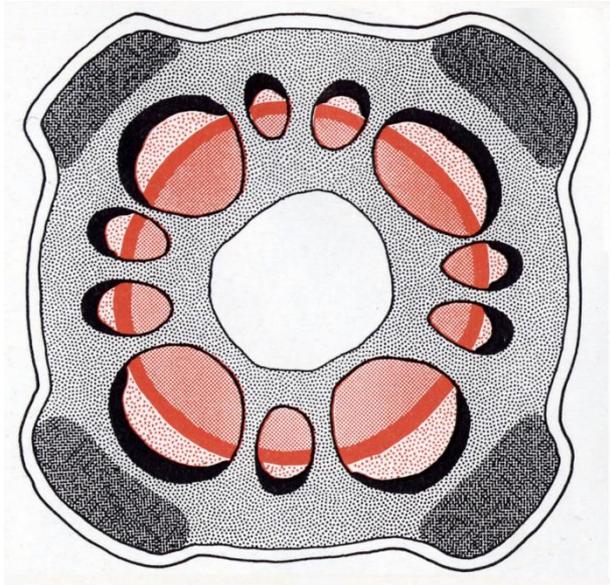
Nei fasci aperti una parte delle cellule del cordone procambiale non si sono differenziate, mantenendo proprietà meristematiche.

Fascio collaterale aperto nel fusto di girasole (*Heliantus annuus* L., fam. Compositae).

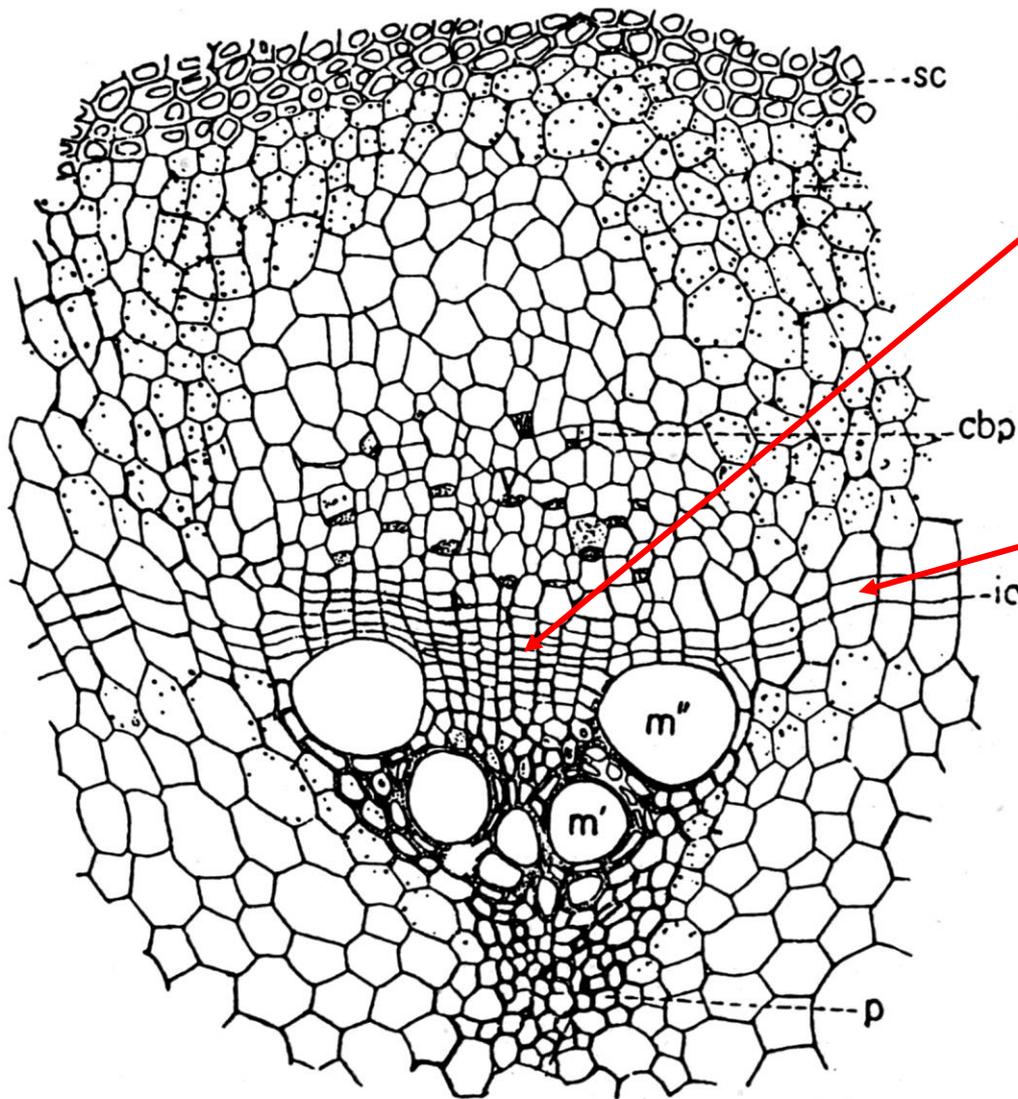
Sezione trasversale. x 200 (145)

Il fascio collaterale aperto è tipico del fusto primario delle dicotiledoni erbacee. Il libro e il legno si fronteggiano sullo stesso raggio, il primo verso l'esterno e il secondo verso l'interno del fusto. I vasi del protoxilema, in genere tracheidi, sono scarsi e di lume ristretto, con pareti poco robuste (vasi spirali, anulati, anulo-spirali). I vasi del metaxilema, in genere trachee, sono invece più numerosi e con lume più ampio, e hanno pareti secondarie più estese (vasi reticolati, punteggiati, scalariformi).

Fra libro e legno è situato il residuo indifferenziato del cordone procambiale.



**Cambio
cribrovascolare**

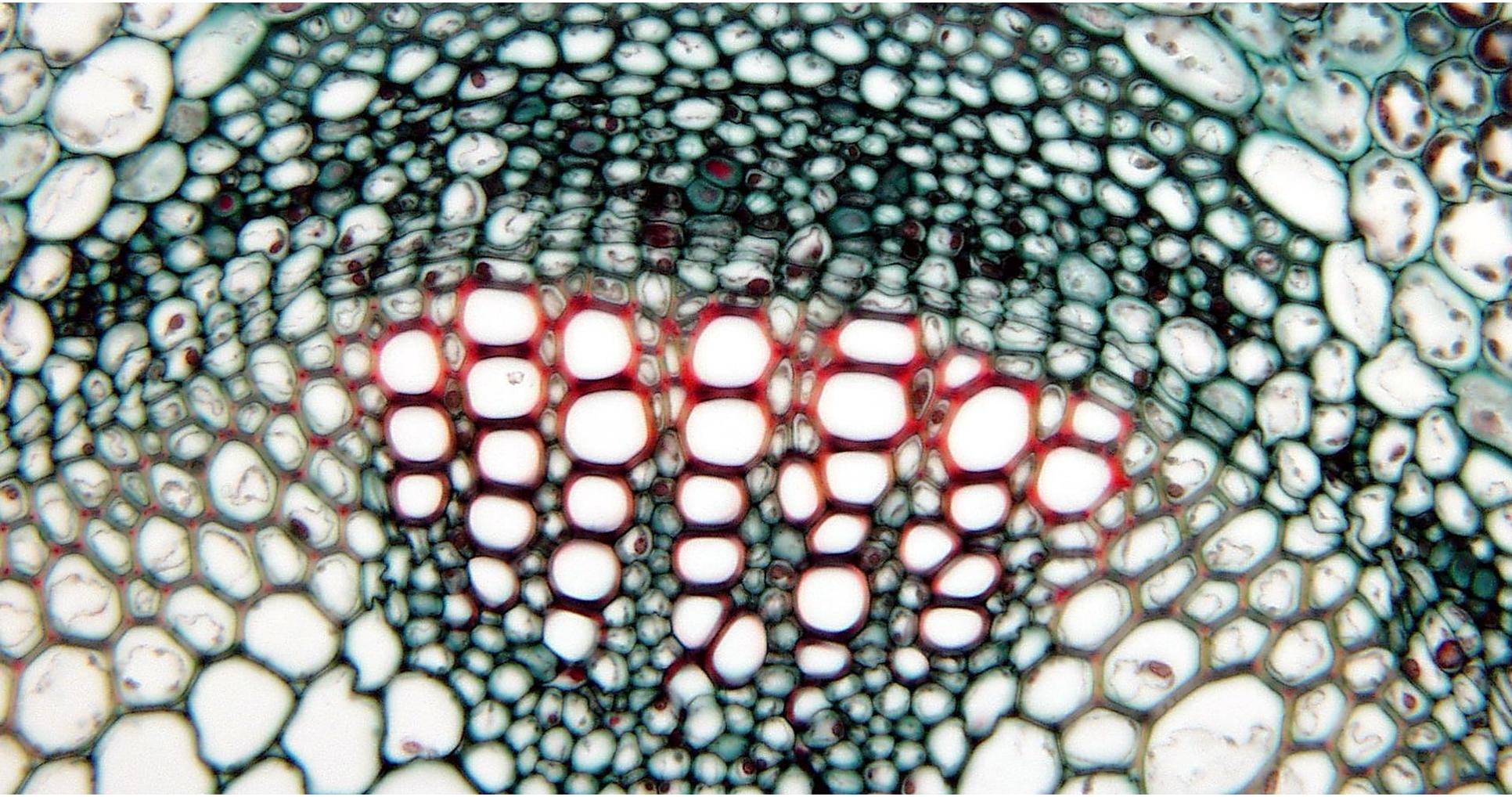


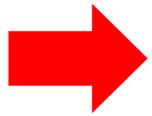
Cambio intrAfascicolare
(residuo del cordone procambiale)

Cambio intErfascicolare
(cellule parenchimatiche del raggio midollare indotte a dedifferenziarsi)

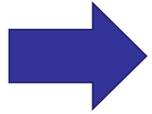
Formazione del cambio:
riembrionalizzazione e nuova attività mitotica di cellule parenchimatiche dei raggi midollari

Formazione del cambio interfascicolare ic ai lati del cambio del fascio conduttore mediante riembrionalizzazione e rinnovata attività mitotica delle cellule parenchimatiche nei raggi midollari (fusto della liana *Aristolochia durior*, sezione trasversale).

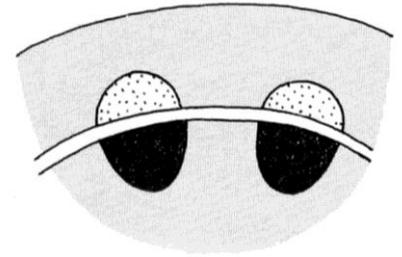




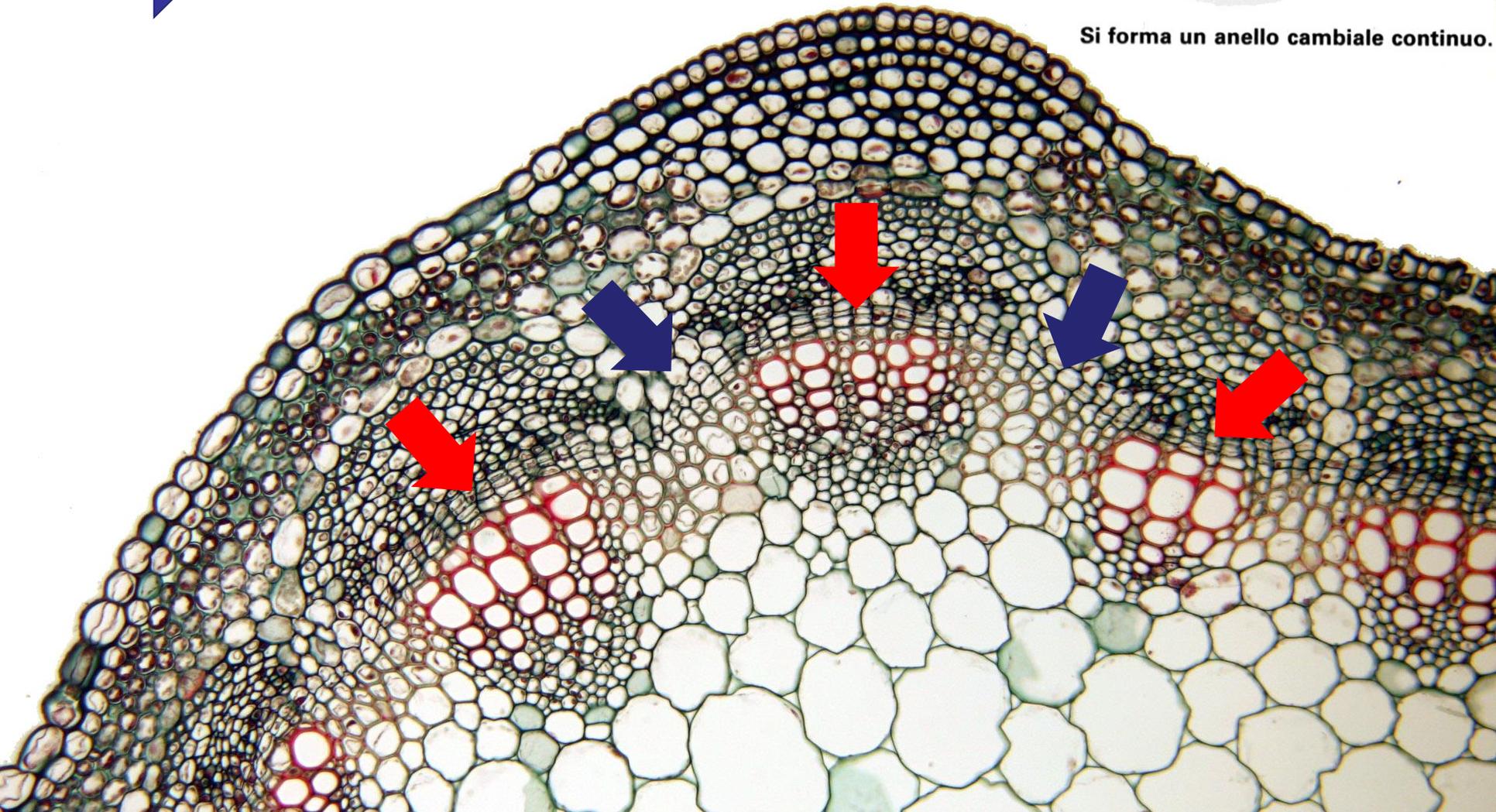
Cambio intrafascicolare



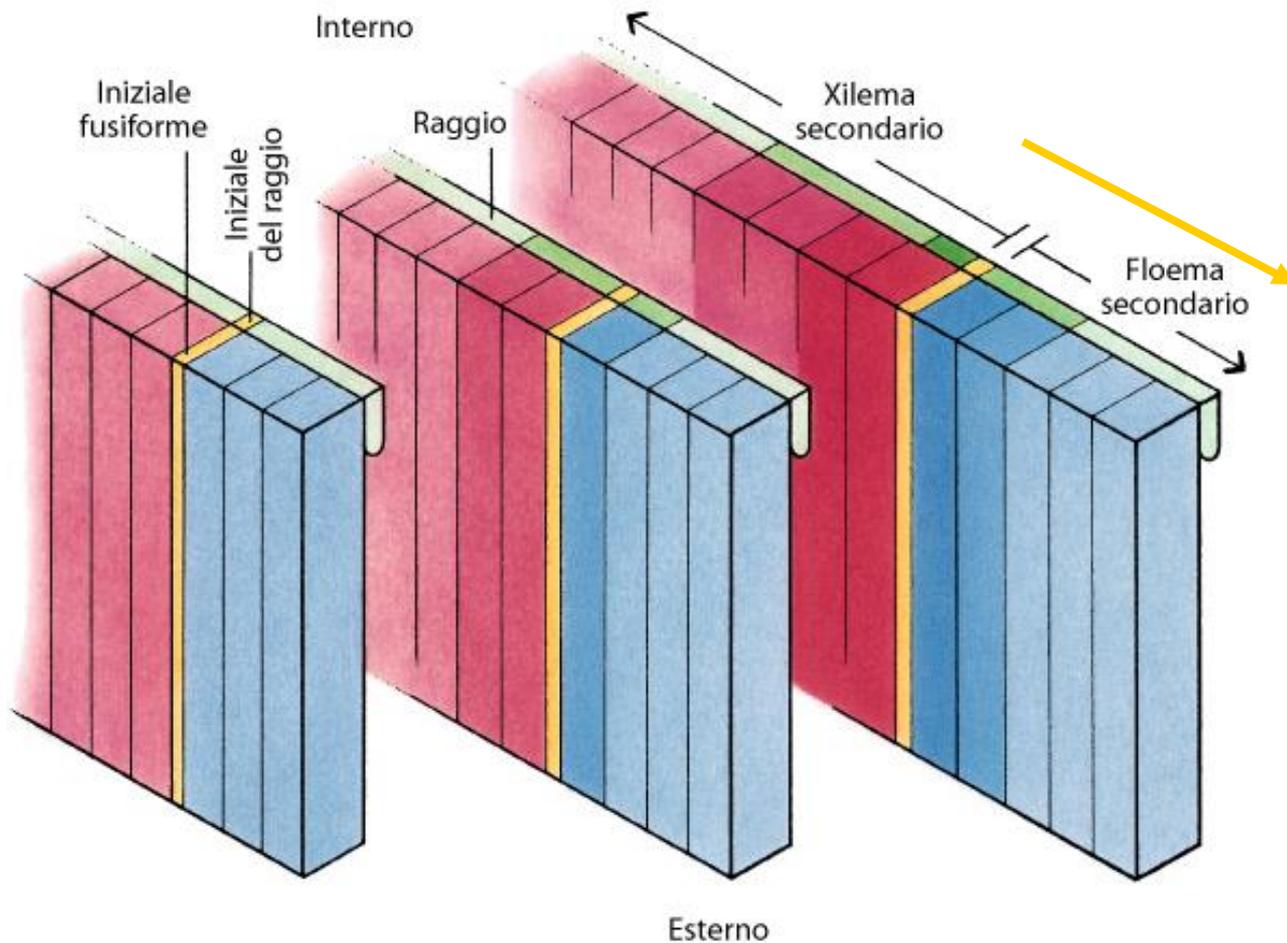
Cambio interfascicolare



Si forma un anello cambiale continuo.



Divisioni longitudinali tangenziali → formazione di due cellule di dimensioni uguali, di cui una si differenzierà, mentre l'altra manterrà la capacità di dividersi.



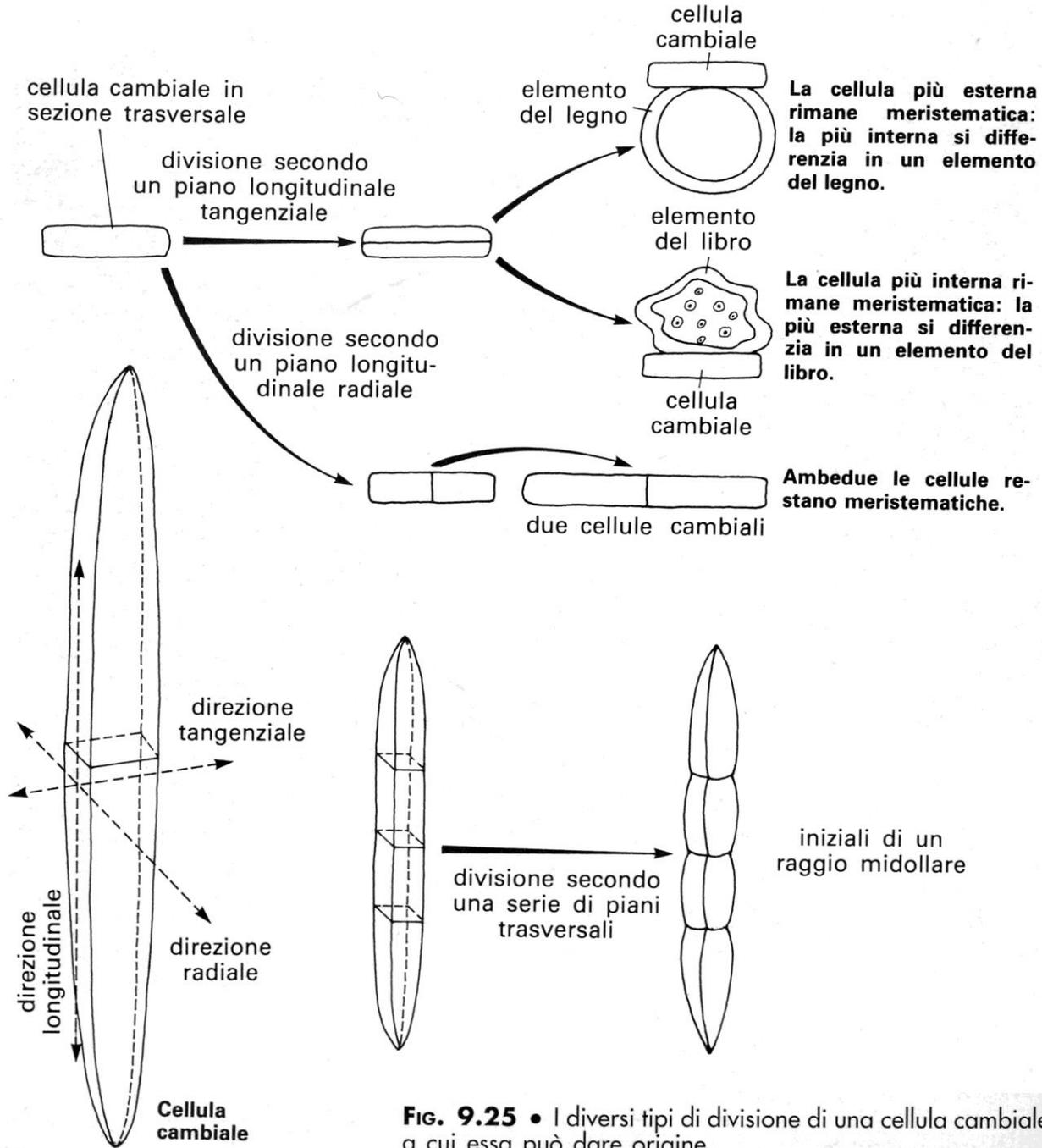
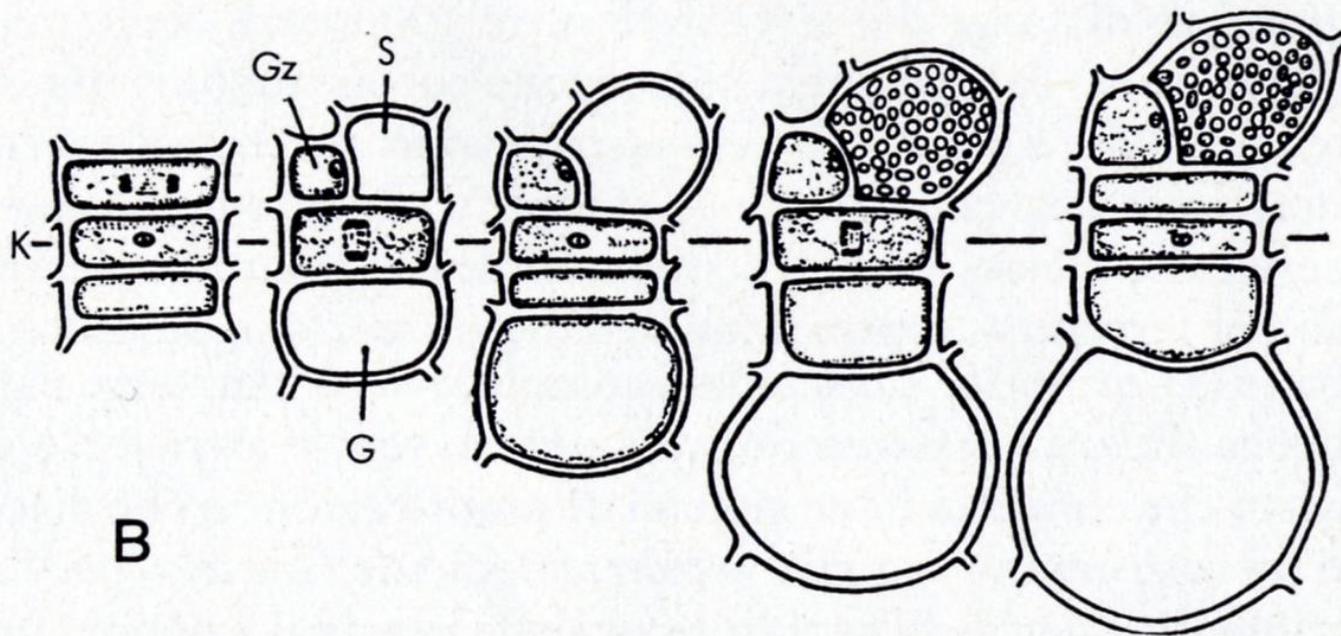
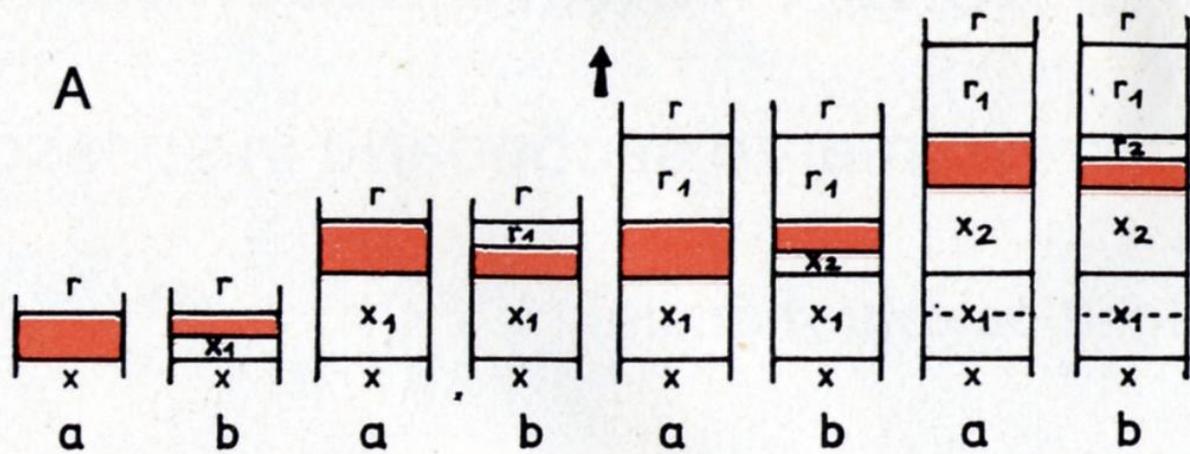
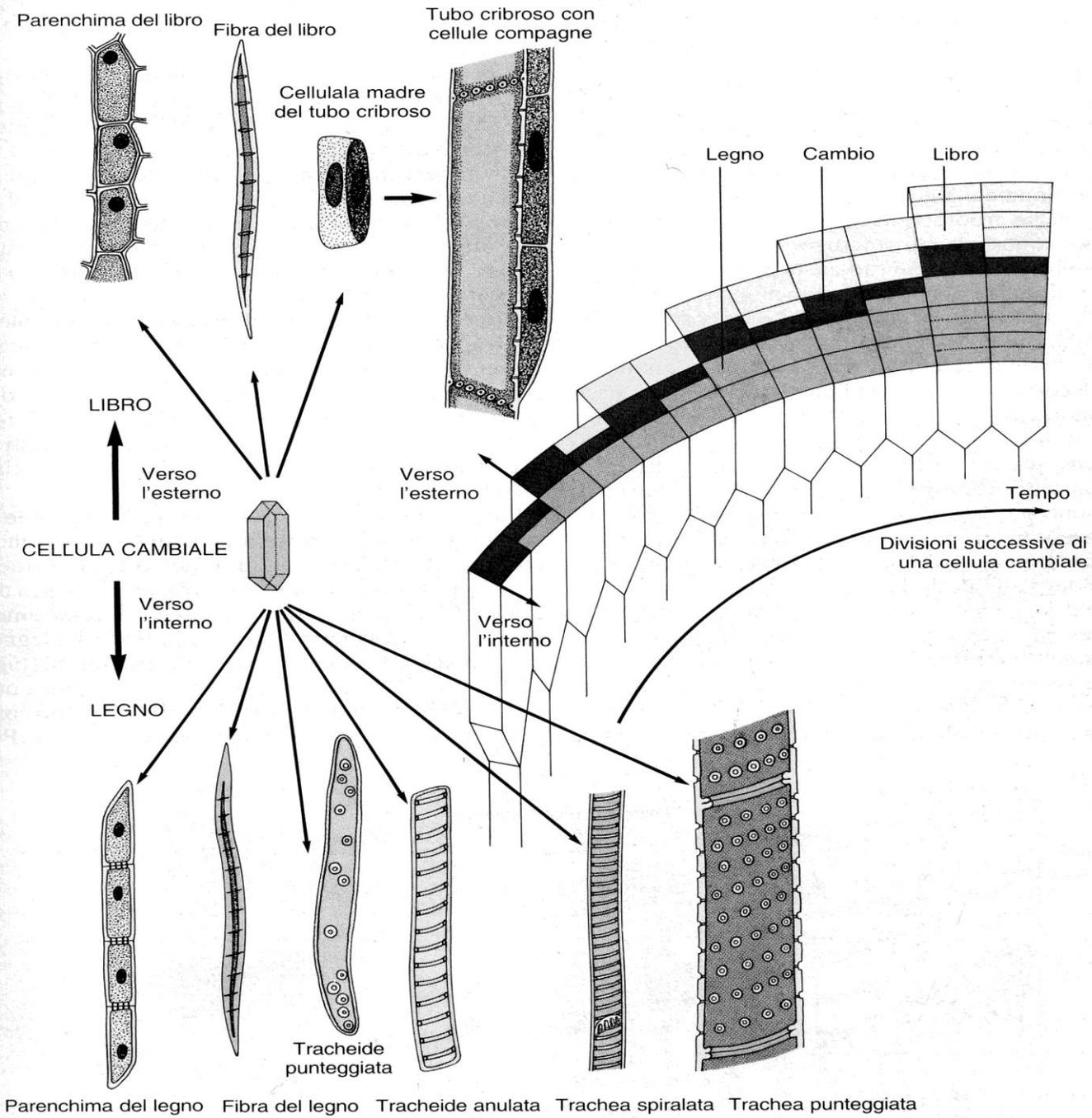


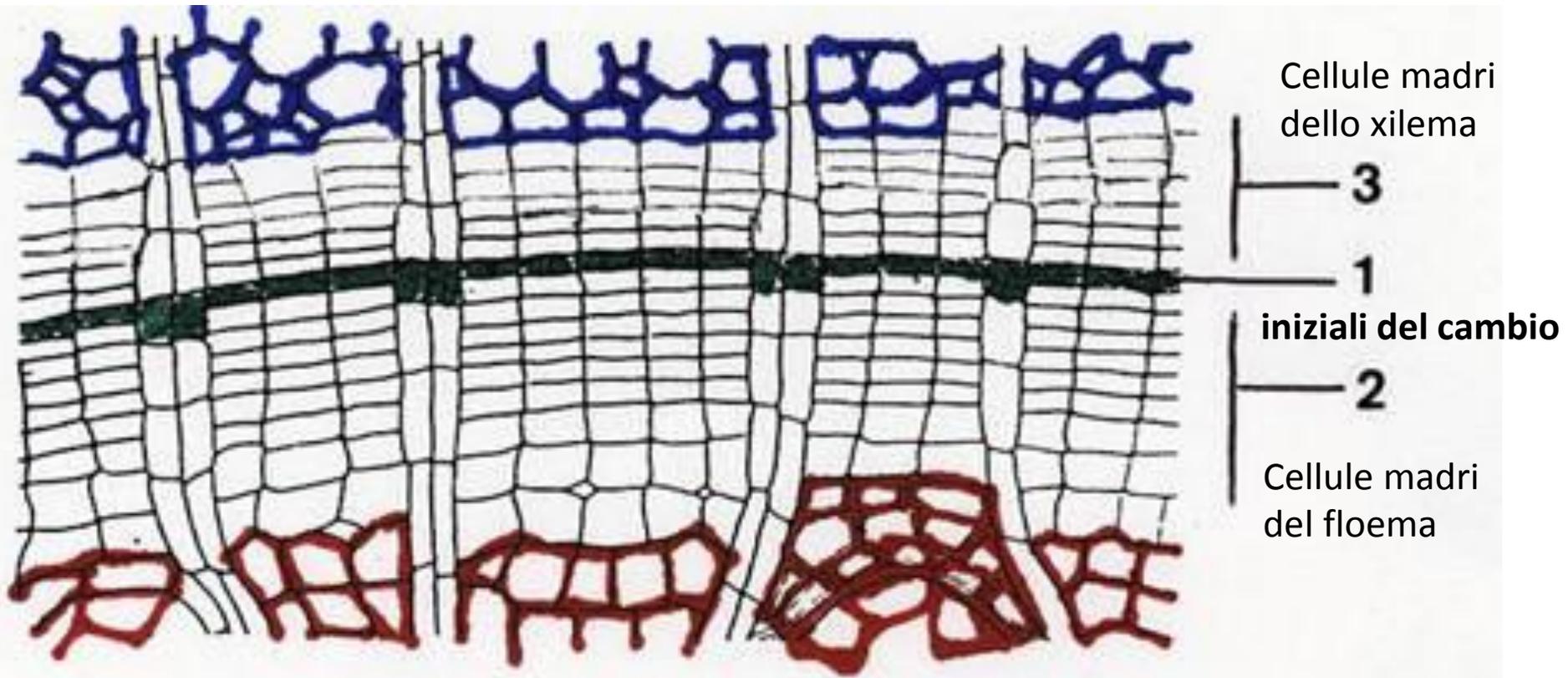
FIG. 9.25 • I diversi tipi di divisione di una cellula cambiale e le cellule a cui essa può dare origine.



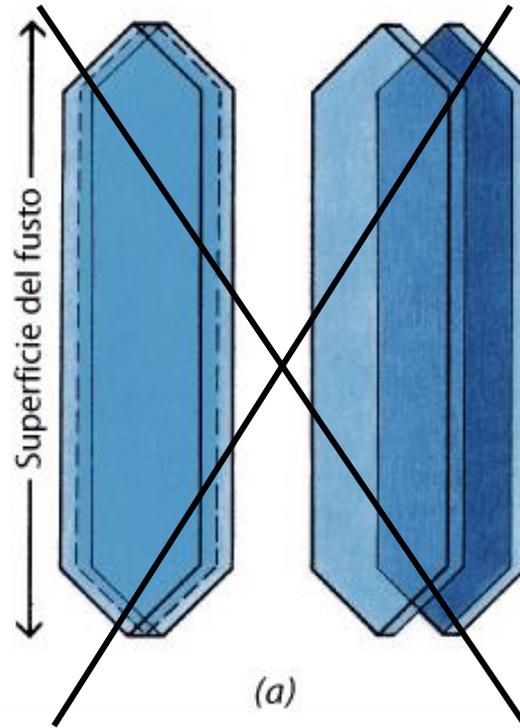
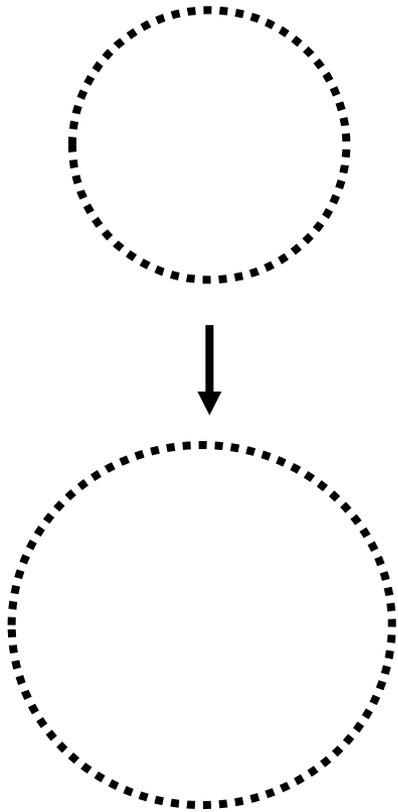


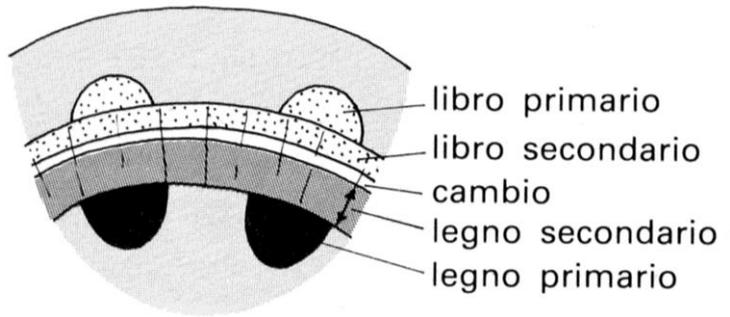
Con la formazione di nuovi elementi xilematici, il cambio si sposta sempre più lontano dal centro dell'organo, aumentando la propria circonferenza.

Parenchima del legno Fibra del legno Tracheide anulata Trachea spiralata Trachea punteggiata

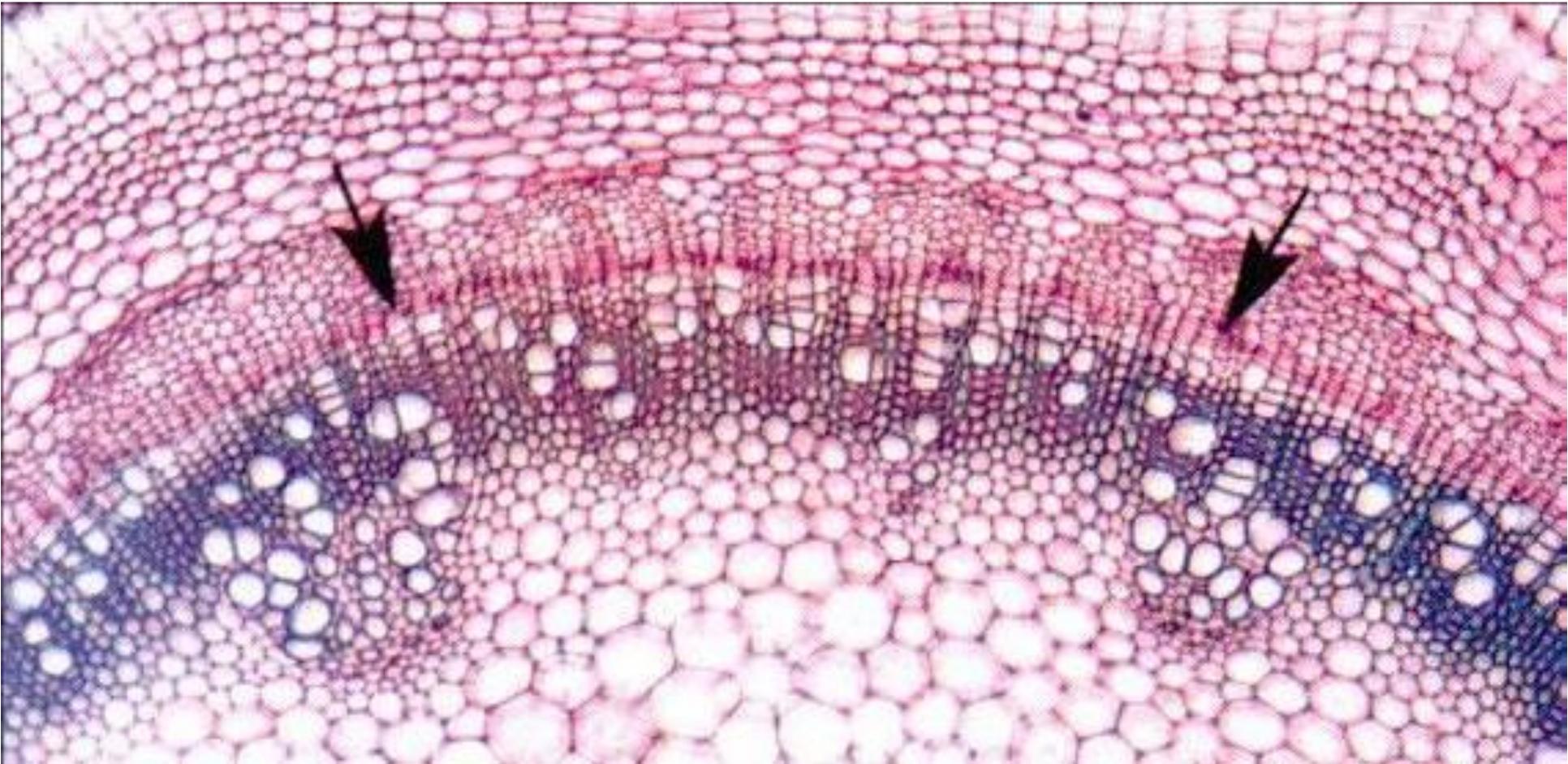


Aumento progressivo della circonferenza dell'anello cambiale → aumento del numero di cellule cambiali stesse → NON divisioni tangenziali (a) MA occasionali **divisioni longitudinali radiali** (b).



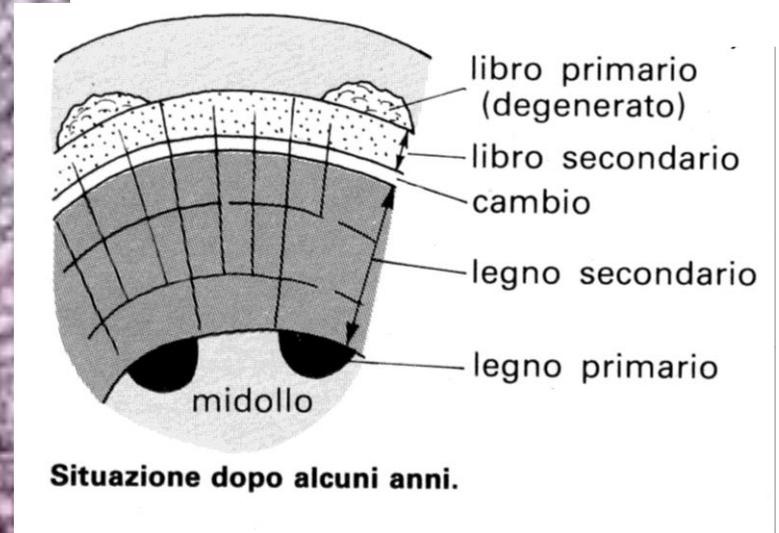


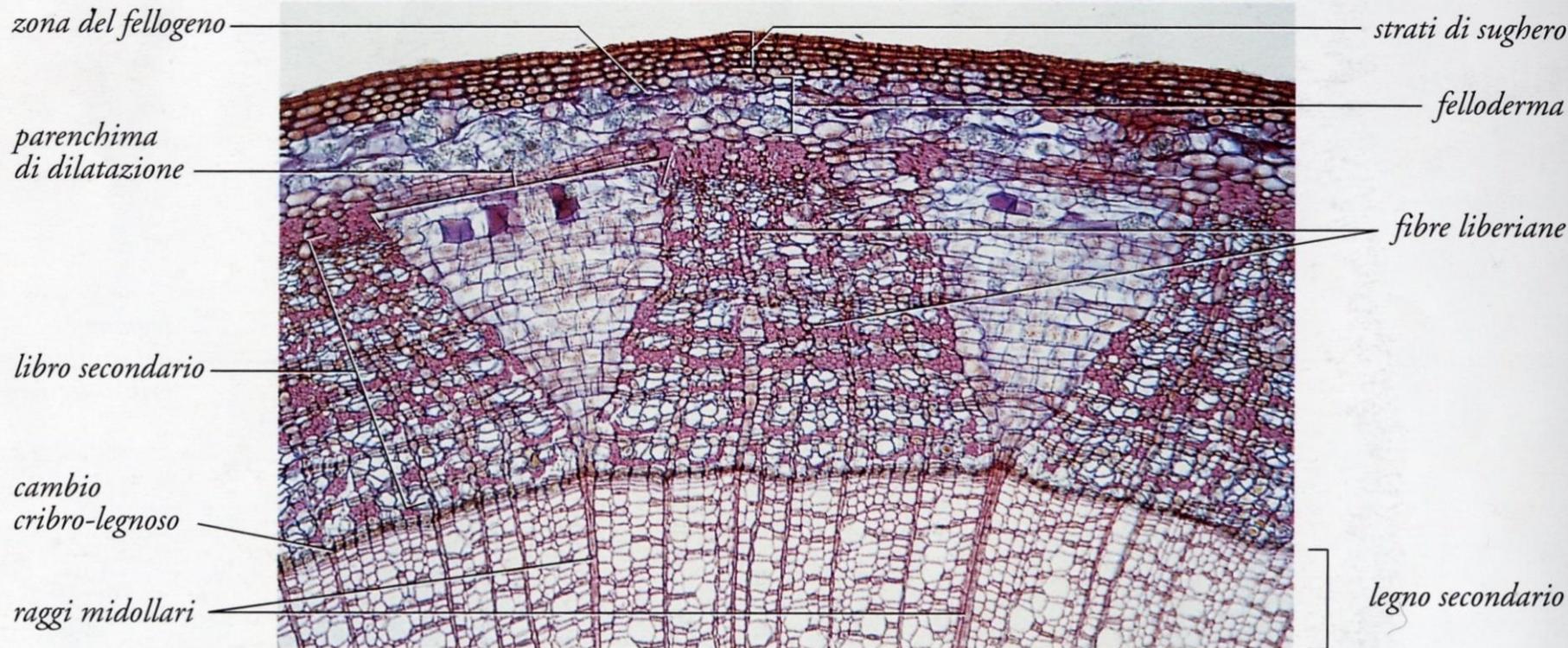
Il cambio comincia a produrre libro e legno secondario





Nei primi anni gli spazi vuoti dovuti alla dilatazione discontinua del libro più esterno si vengono a creare in corrispondenza dei raggi midollari (le cui cellule proliferano) → **PARENCHIMA DI DILATAZIONE.**

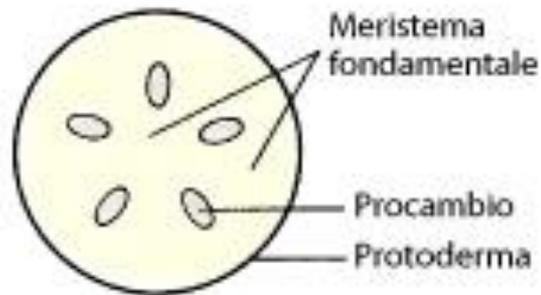




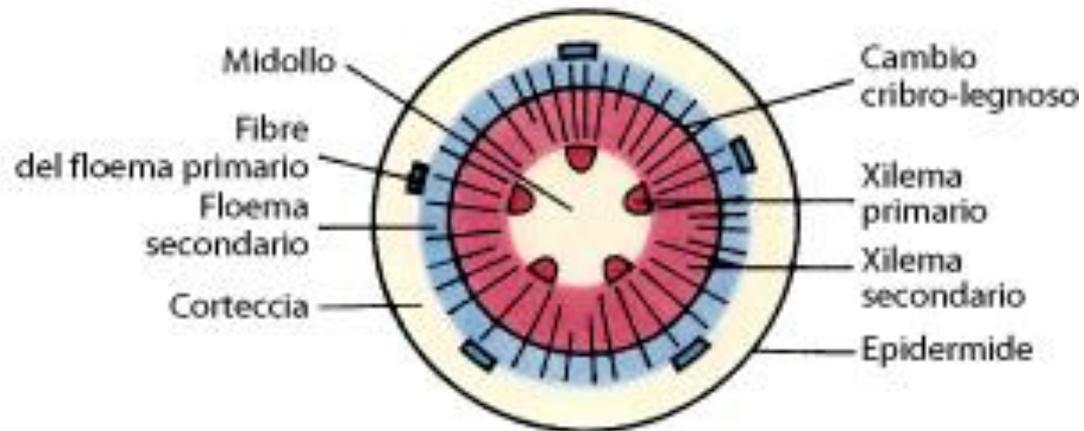
Fusto di tiglio (*Tilia* L., fam. Tiliaceae).

Sezione trasversale. x 100 (80)

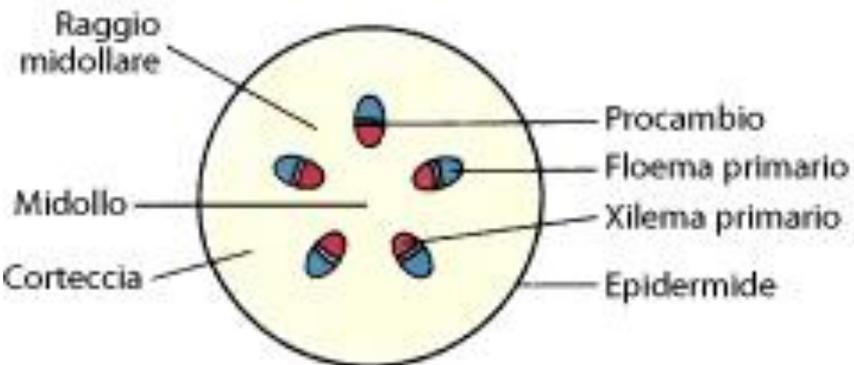
Con la crescita secondaria, il tessuto epidermico della zona tegumentale viene sostituito dal sughero, mentre la corteccia si arricchisce di un nuovo tessuto, per lo più di tipo parenchimatico, il felloderma: ciò avviene ad opera di un secondo meristema, il cambio subero-fellodermico o fellogeno. Nell'immagine è possibile notare la struttura stratificata del libro secondario, in cui fibre sclerenchimatiche si alternano regolarmente agli altri tessuti. Inoltre, è anche evidenziato il fatto che la produzione complessiva di libro secondario non è sufficientemente adeguata per l'aumento di dimensioni raggiunte dal fusto. Gli spazi, altrimenti vuoti, fra una porzione di libro e l'altra, vengono riempiti dalle estremità dei raggi midollari, alquanto dilatate per ripetute divisioni cellulari fino a produrre delle regioni parenchimatiche cuneiformi (*parenchima di dilatazione*).



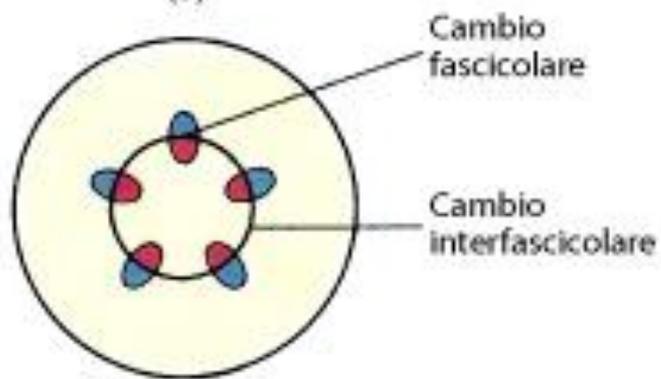
(a)



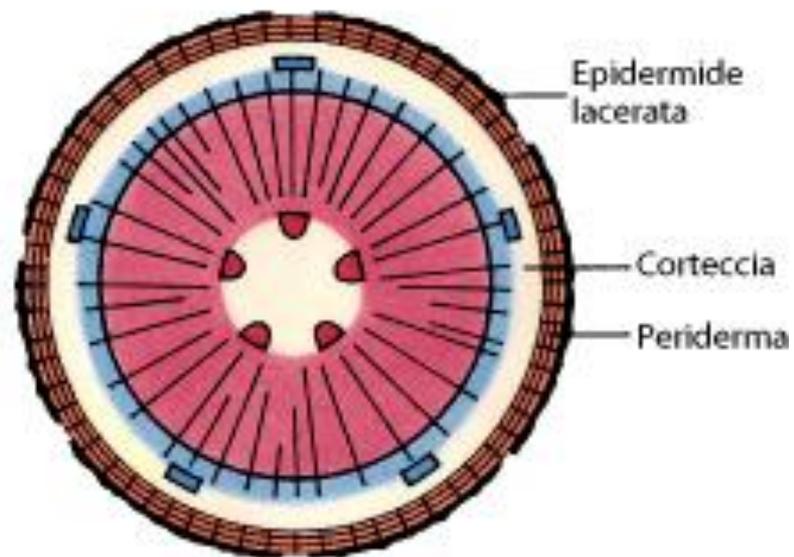
(d)



(b)



(c)

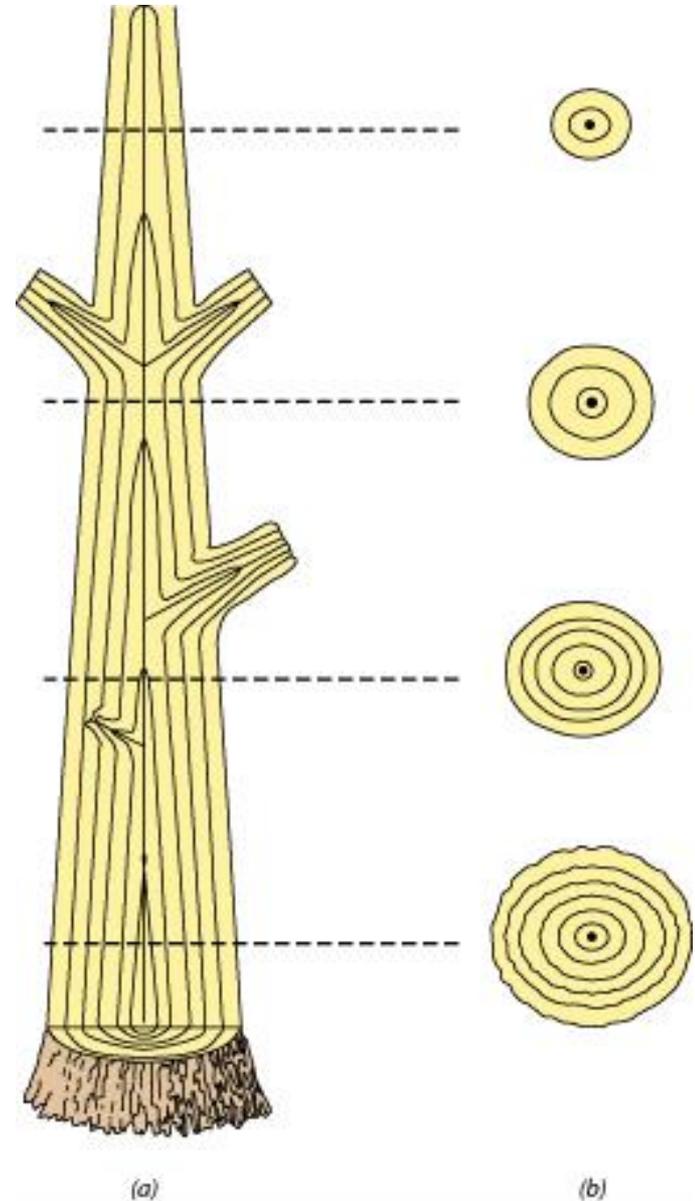


(e)

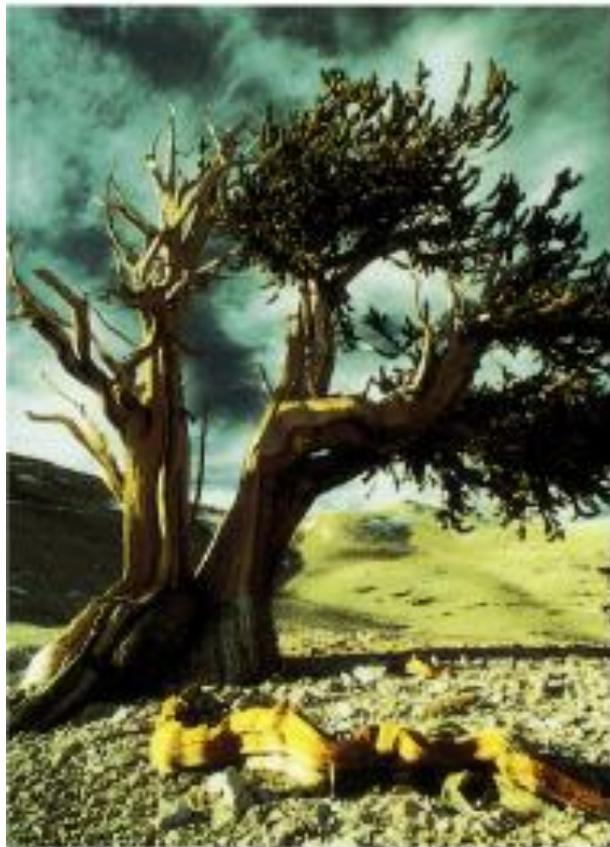
(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO



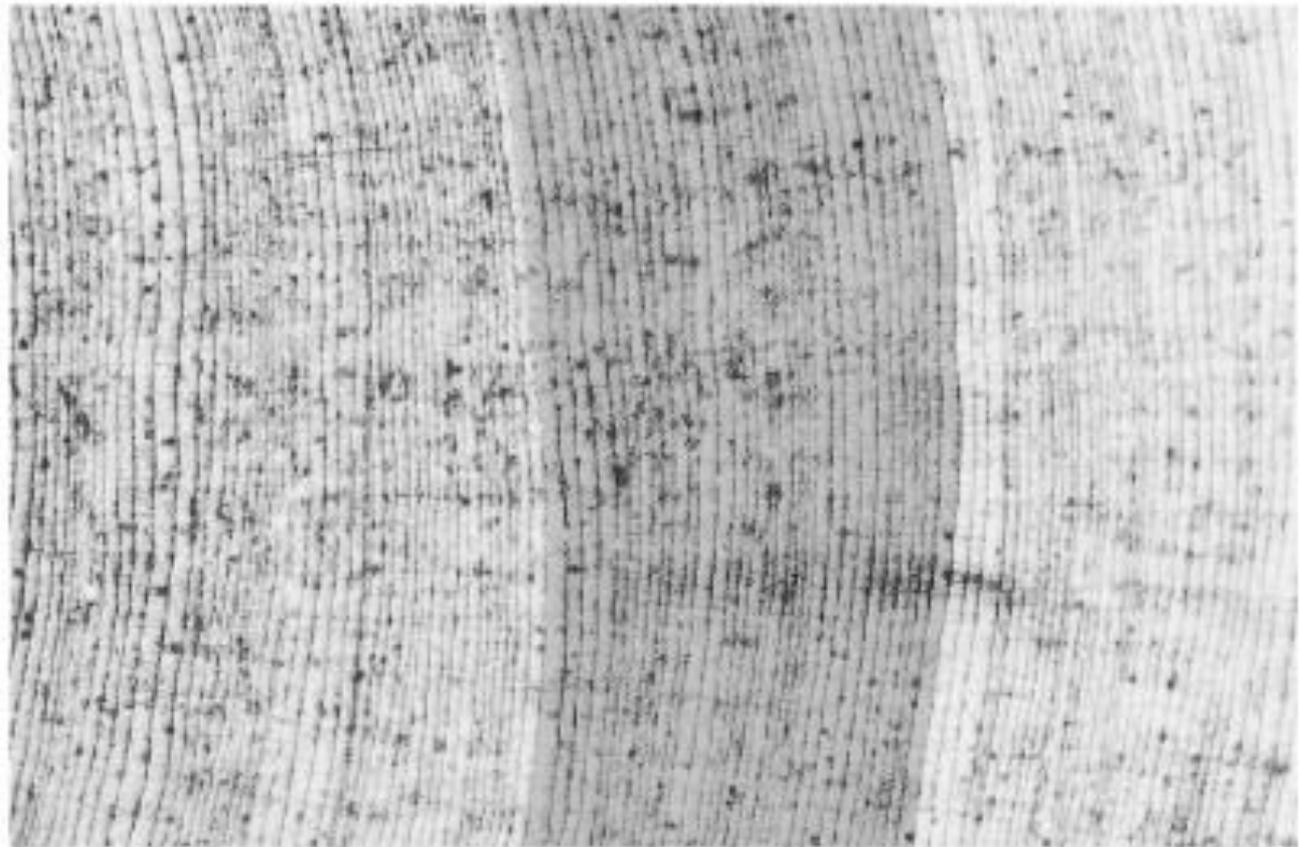
Alle nostre latitudini i cambi hanno attività stagionale....



XILEMA SECONDARIO o LEGNO: La DENDROCRONOLOGIA



(a)



(b)

500 μm

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO



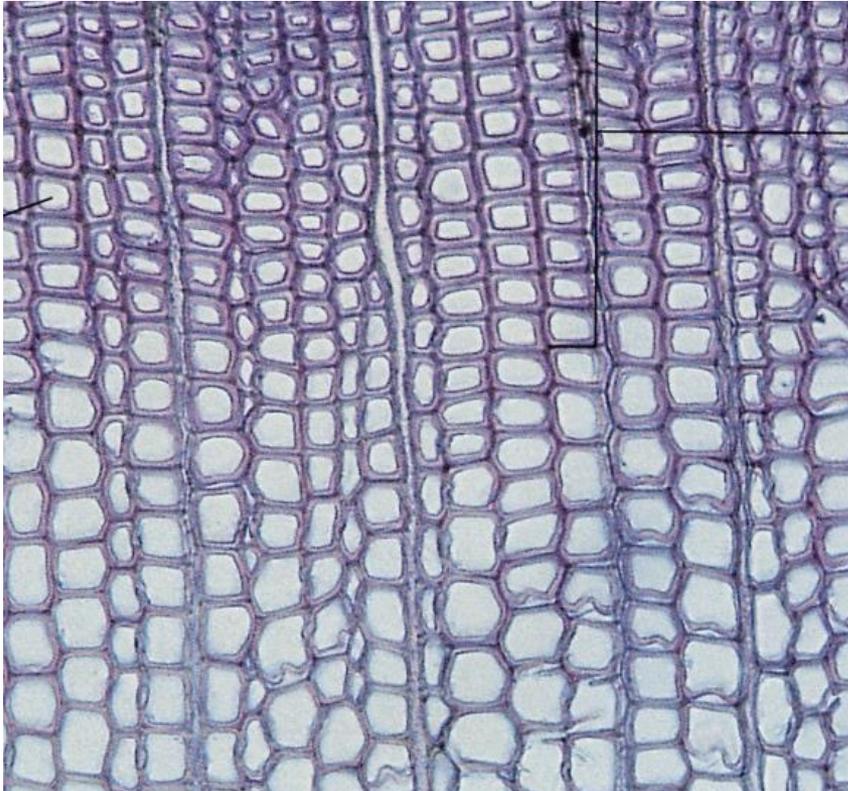
Gimnosperme: legno OMOXILO

Angiosperme: legno ETEROXILO

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO

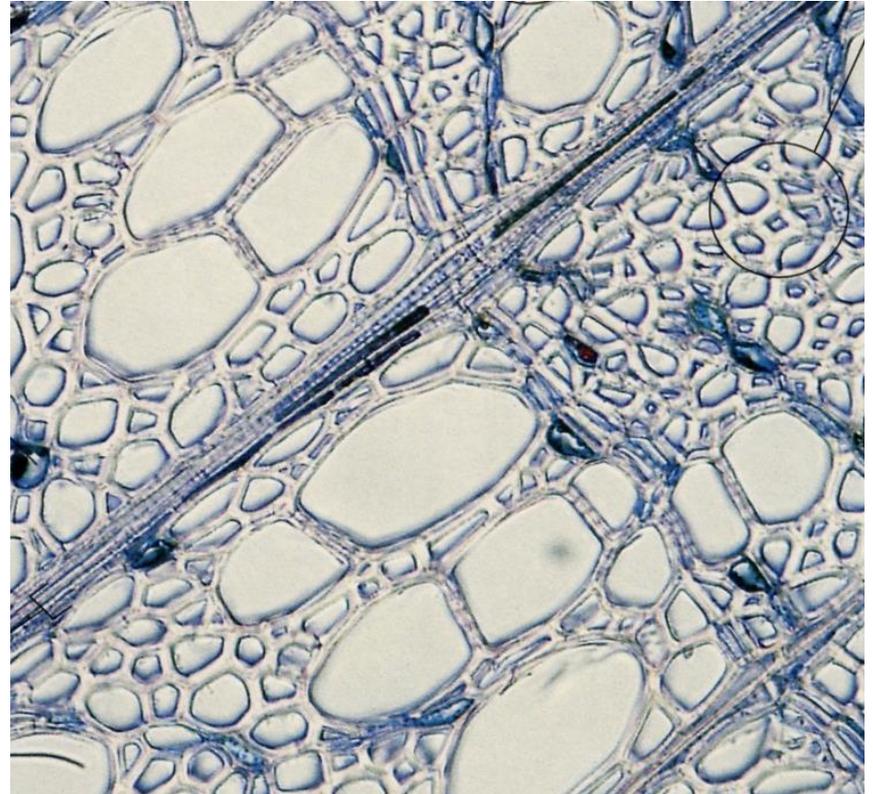
Legno OMOXILO:

formato da sole fibrotracheidi;
raggi midollari uniseriati

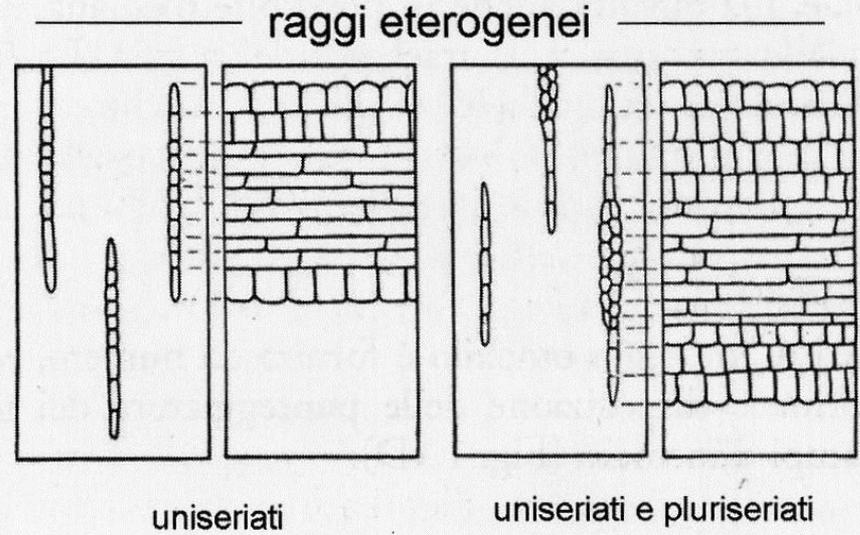
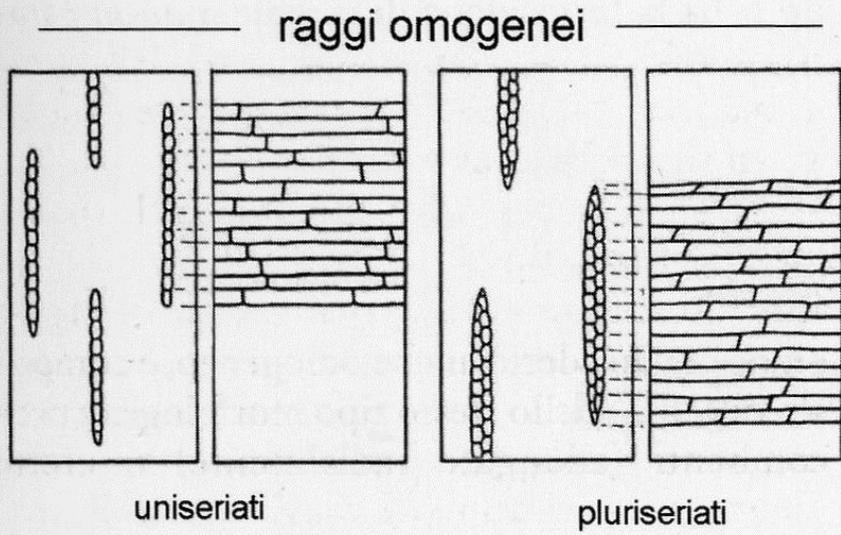


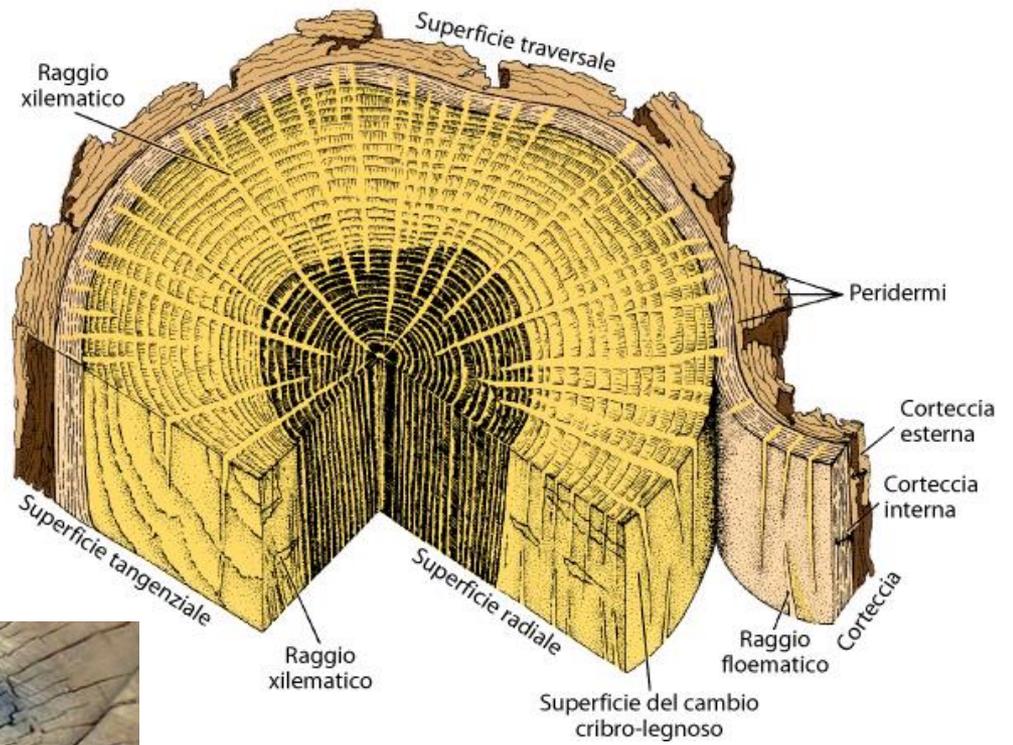
Legno ETEROXILO:

formato da trachee, fibre,
tracheidi;
raggi midollari uni- e pluriseriati

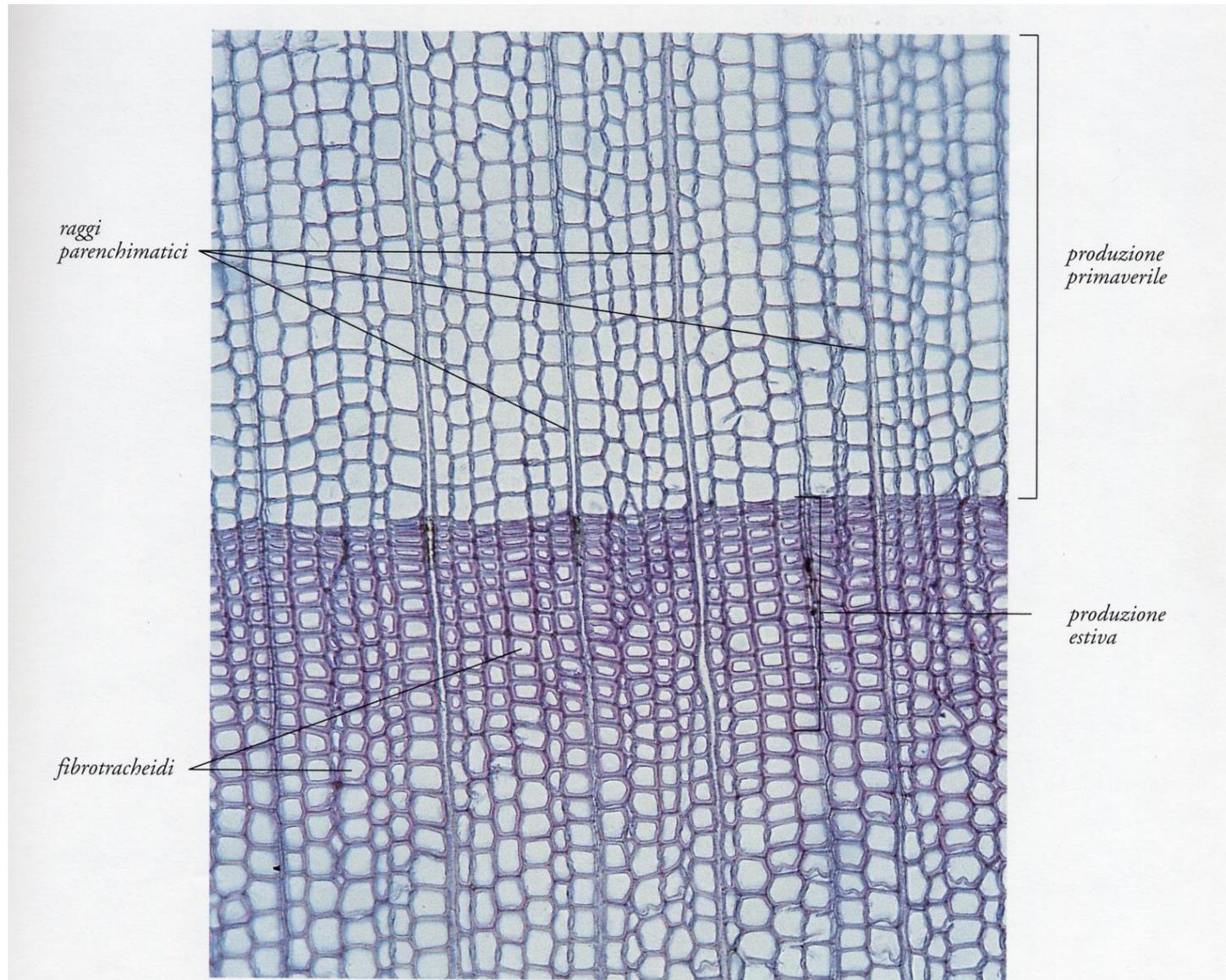


Raggi midollari del LEGNO: ricapitolazione





(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO



Legno di abete bianco (*Abies alba* Mill., fam. Pinaceae).

Sezione trasversale. x 100 (120)

Il taglio trasversale consente di osservare la dimensione minore (il lume) delle fibrotracheidi, e il decorso dei raggi, che mostrano la loro lunghezza e spessore. I vasi della produzione primaverile hanno lume più ampio e parete meno ispessita; quelli della produzione estiva hanno

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO



Legno di abete bianco (*Abies alba* Mill., fam. Pinaceae).

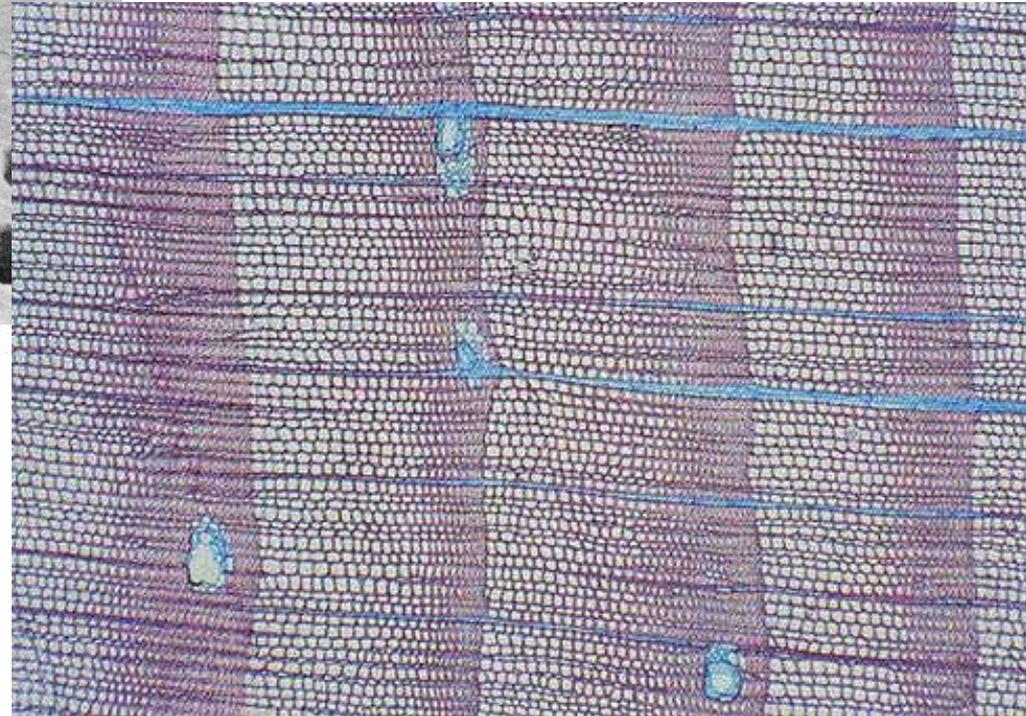
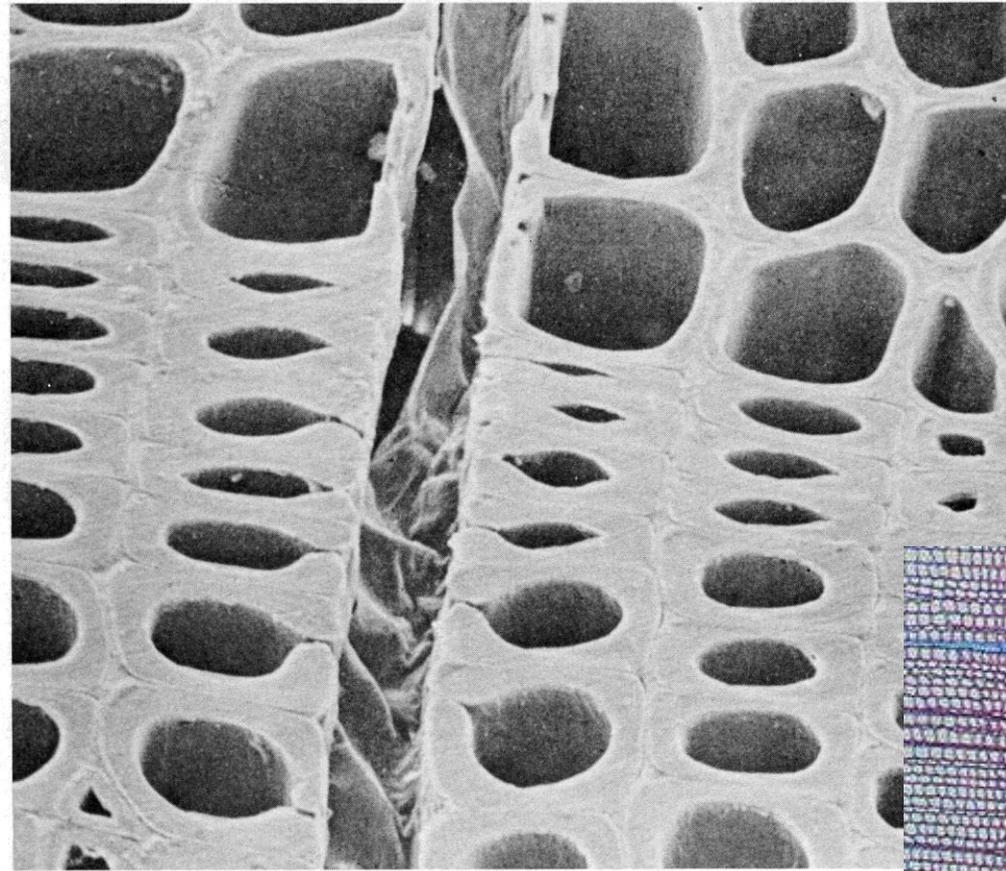
Sezione longitudinale tangenziale. x 200 (200)

Il taglio longitudinale tangenziale mostra l'altezza e lo spessore dei raggi.

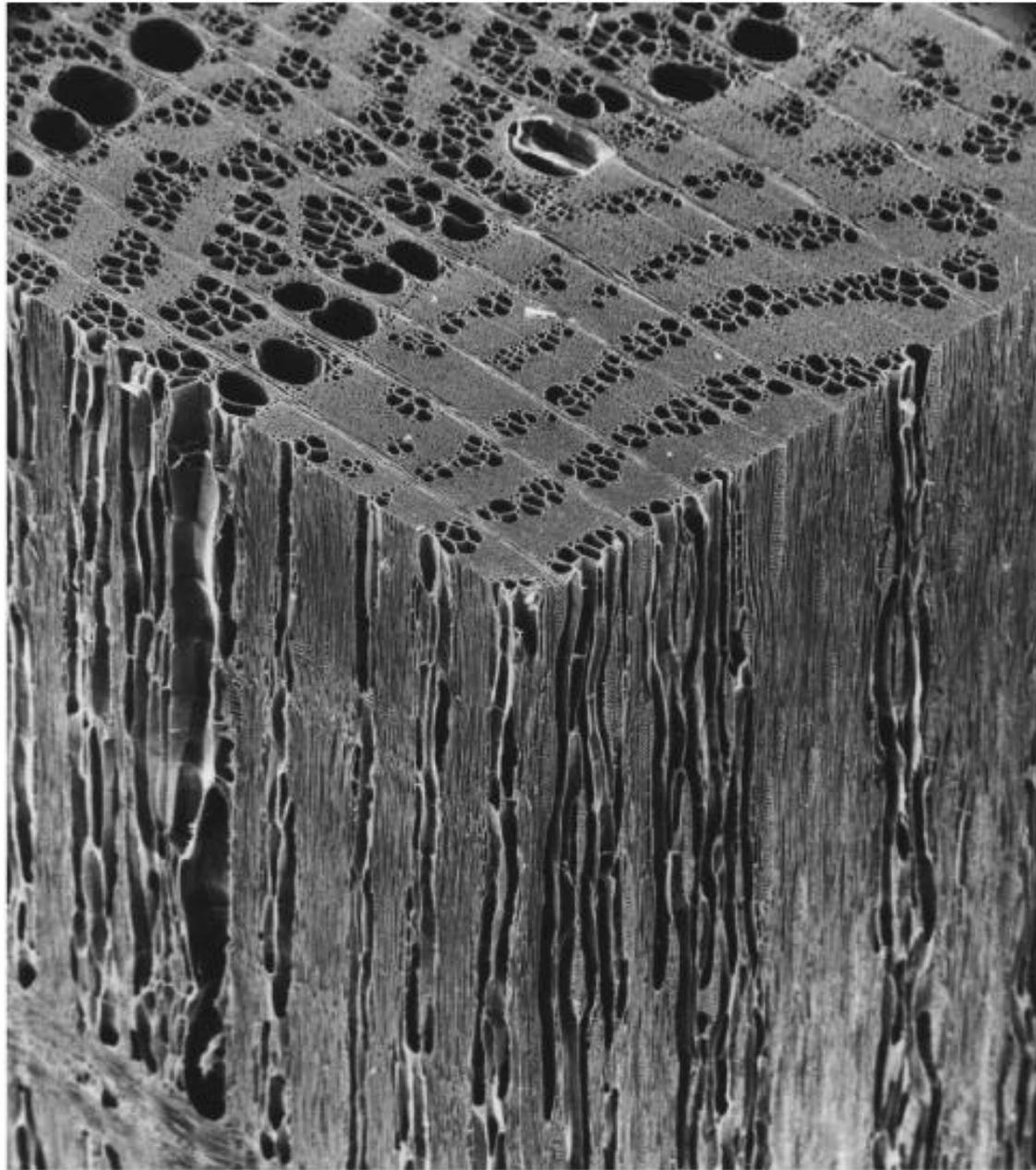
(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO

Limite tra due anelli di crescita nel legno di una gimnosperma (pino) visto a forte ingrandimento al microscopio a scansione. In alto, legno primaverile formato da fibrotracheidi a lume largo con funzione prevalentemente di conduzione; in basso, legno estivo dell'anello di crescita precedente formato da fibrotracheidi a lume più stretto e parete più grossa con funzione prevalentemente di sostegno. Si vedono le lamelle mediane che cementano insieme le cellule. Il canale al centro è un raggio midollare.

(Da B.A. Meylan and B.G. Butterfield, «Three-dimensional structure of wood», Chapman & Hall, fig. 38 a pag. 50).

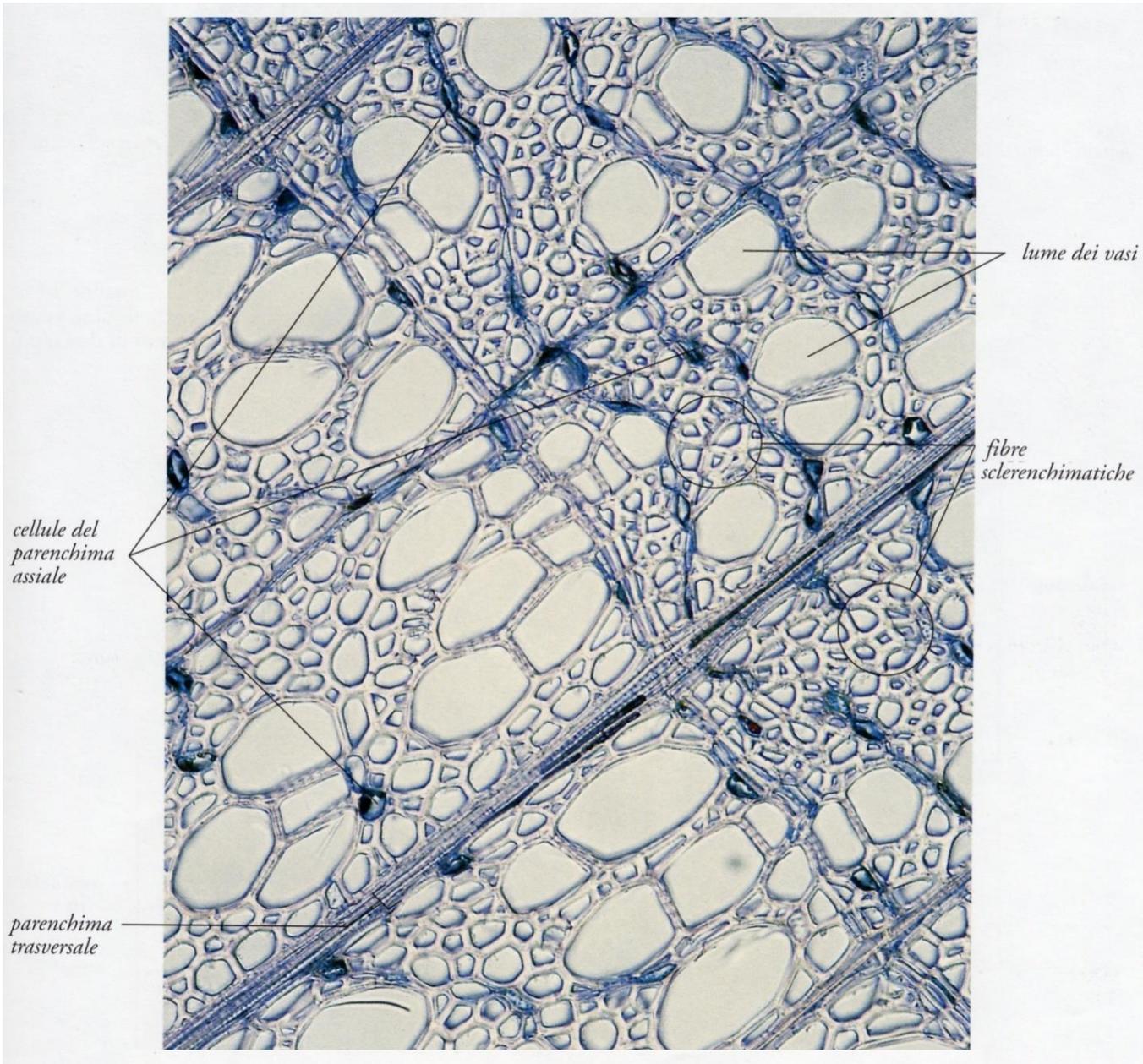


(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



2.5 mm

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



vaso
con articoli
punteggiati

Vaso punteggiato nel legno di noce (*Juglans* L., fam. Juglandaceae).

Sezione longitudinale. x 100 (120)

Vasi ancora più rigidi sono quelli *punteggiati*, in cui la parete secondaria è uniformemente distribuita su quella primaria tranne che a livello delle punteggiature: queste sono per lo più areolate.

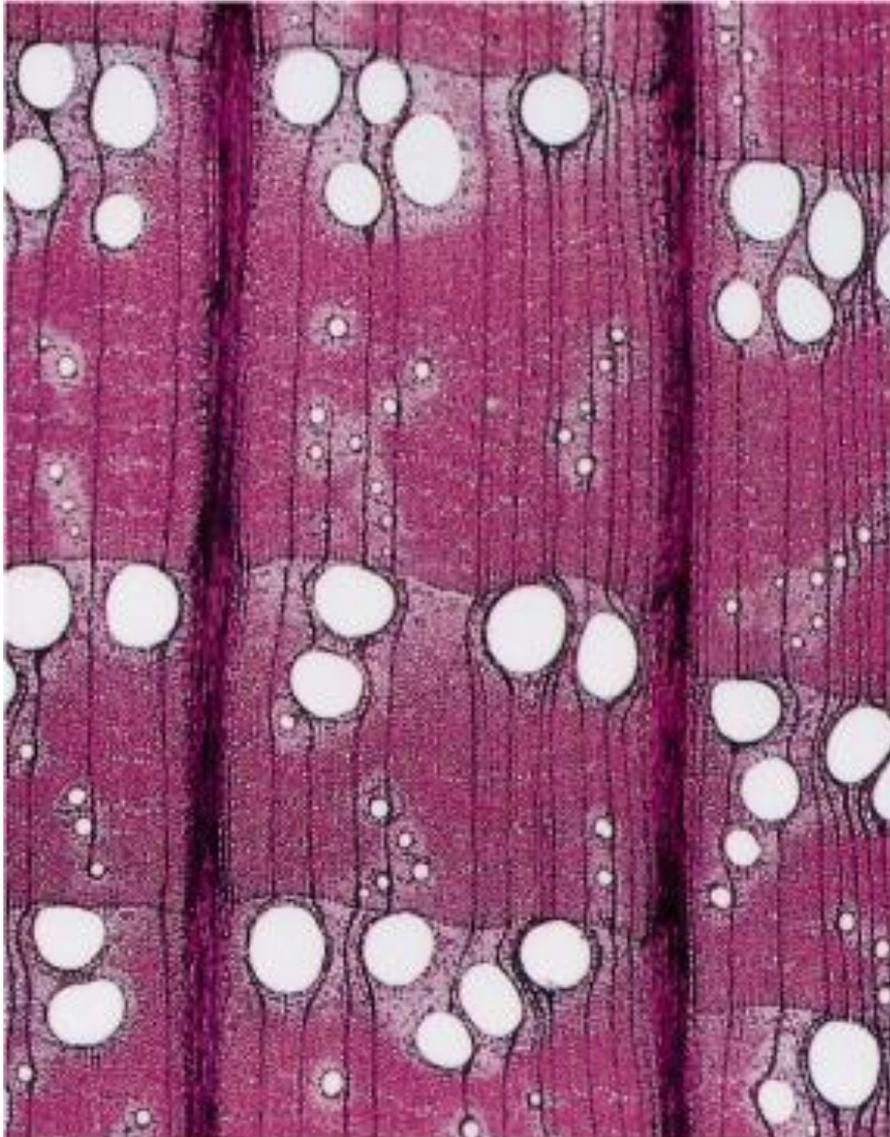
I vasi punteggiati sono del tipo aperto (trachee).

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



Legno di frassino (*Fraxinus excelsior* L., fam. Oleaceae).
Sezione longitudinale tangenziale. x 200 (240 x)

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



(a)

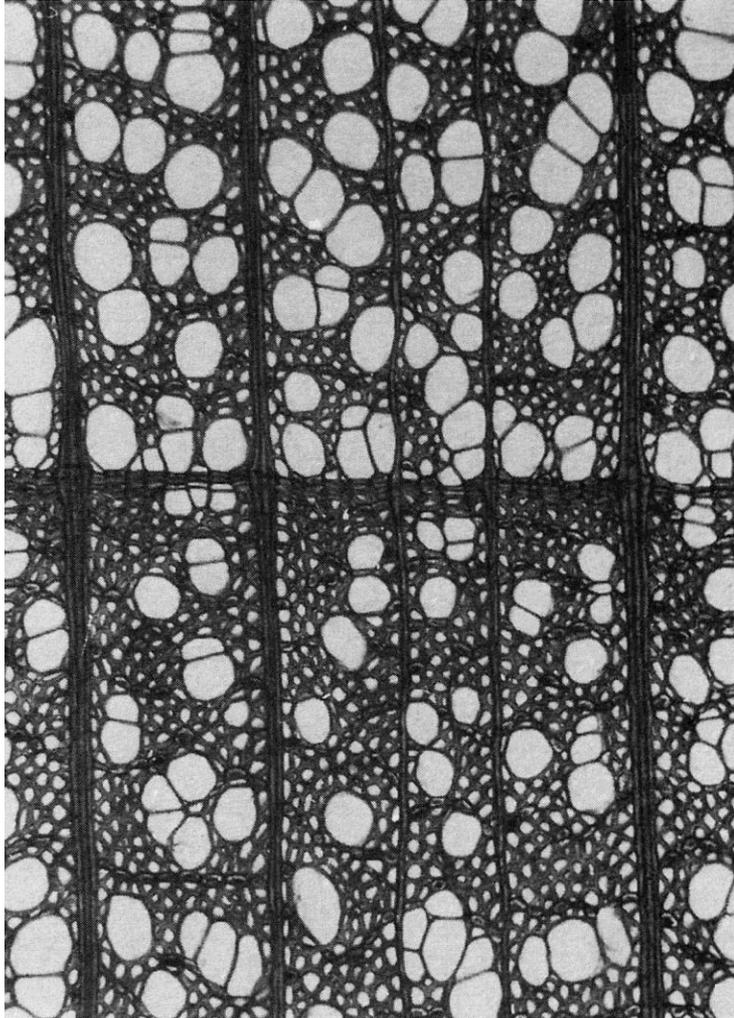
500 μm



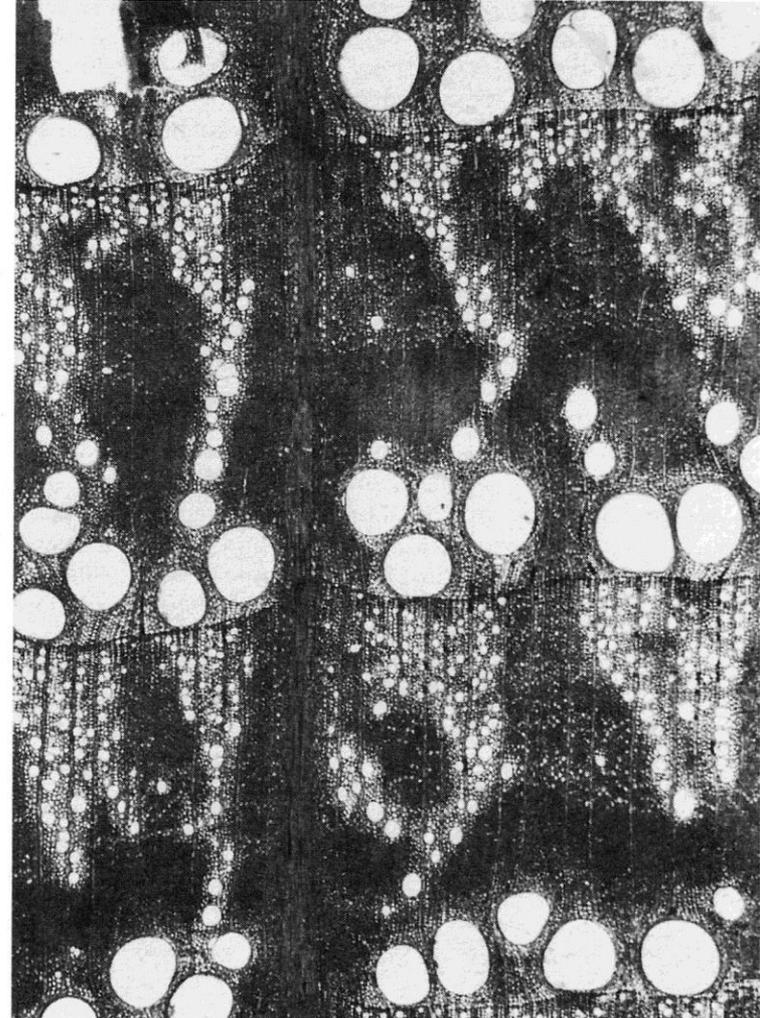
(b)

500 μm

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



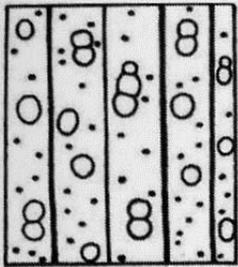
porosità diffusa → funzionalità dei vasi in più anni.



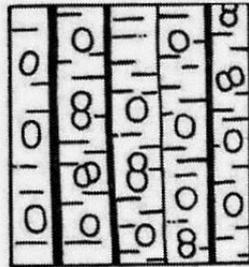
porosità anulare → funzionalità dei vasi per 1 anno solo (*Fraxinus, Castanea*)

Il parenchima del LEGNO eteroxilo

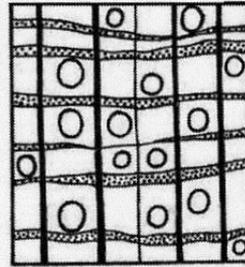
parenchima apotracheale



diffuso

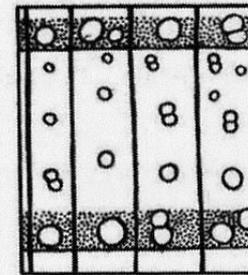


diffuso zonato

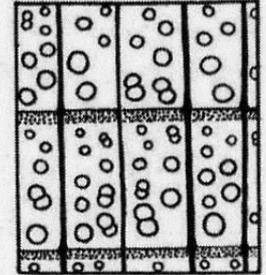


concentrico
o a bande

parenchima del limite dell'anello

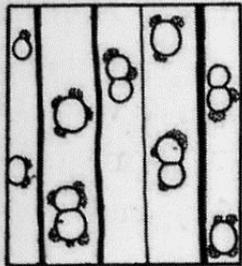


iniziale

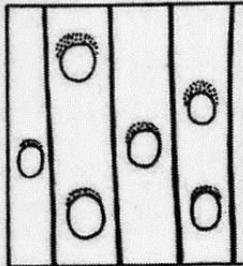


terminale

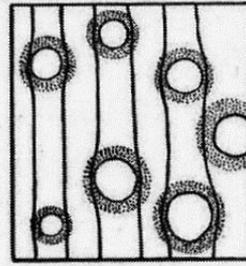
parenchima paratracheale



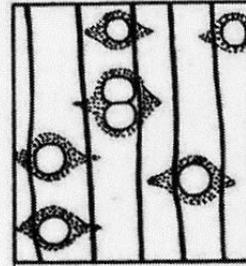
discontinuo



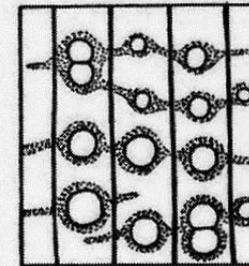
unilaterale



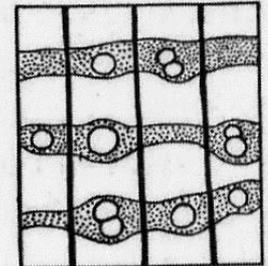
vasicentrico



aliforme



confluente
aliforme

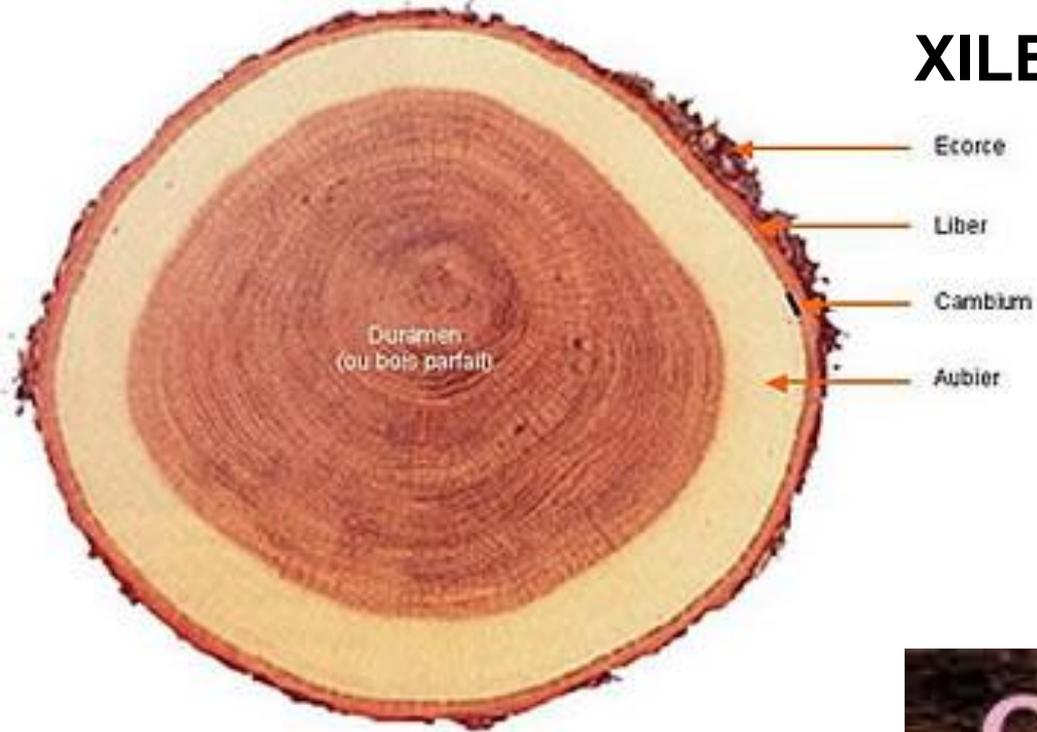


confluente
a bande

Rapporti tra proprietà meccaniche e struttura microscopica del legno

Le principali proprietà meccaniche di un legno (durezza, elasticità, resistenza a sforzi di trazione e compressione) dipendono largamente dalla sua struttura microscopica. Queste proprietà possono variare entro una gamma enorme. Si va da legni durissimi come quello dell'olivo, del bosso, del mogano sino a legni molto teneri come quello di balsa usato dagli aeromodellisti. La durezza di un legno è determinata dalle proporzioni fra i tre elementi (fibre, vasi, cellule parenchimatiche) e dal grado di ispessimento e lignificazione delle pareti. Nei legni duri prevalgono decisamente le fibre con parete spessa; i vasi sono piccoli e le cellule parenchimatiche scarse.

XILEMA SECONDARIO o LEGNO



Legno vivo

Morte = processo attivo → tulle! e silicizzazione (teak); ossidazione dei tannini → colorazione intensa e resistenza (ebano, mogano palissandro)





Legno del violino rivestono → sonorità dello strumento. Il tipo di legno utilizzato oggi dai liutai per la costruzione del violino è rimasto identico a quello usato ai tempi di Amati.

Abete rosso delle Dolomiti – per la tavola armonica, la catena interna e l’anima;

Acero di monte dei Balcani – per il fondo, il manico, il cavigliere con riccio e il ponticello;

Ebano – per la tastiera, la montatura e il filetto;

Ciliegio – per il filetto

Palissandro – per la montatura;

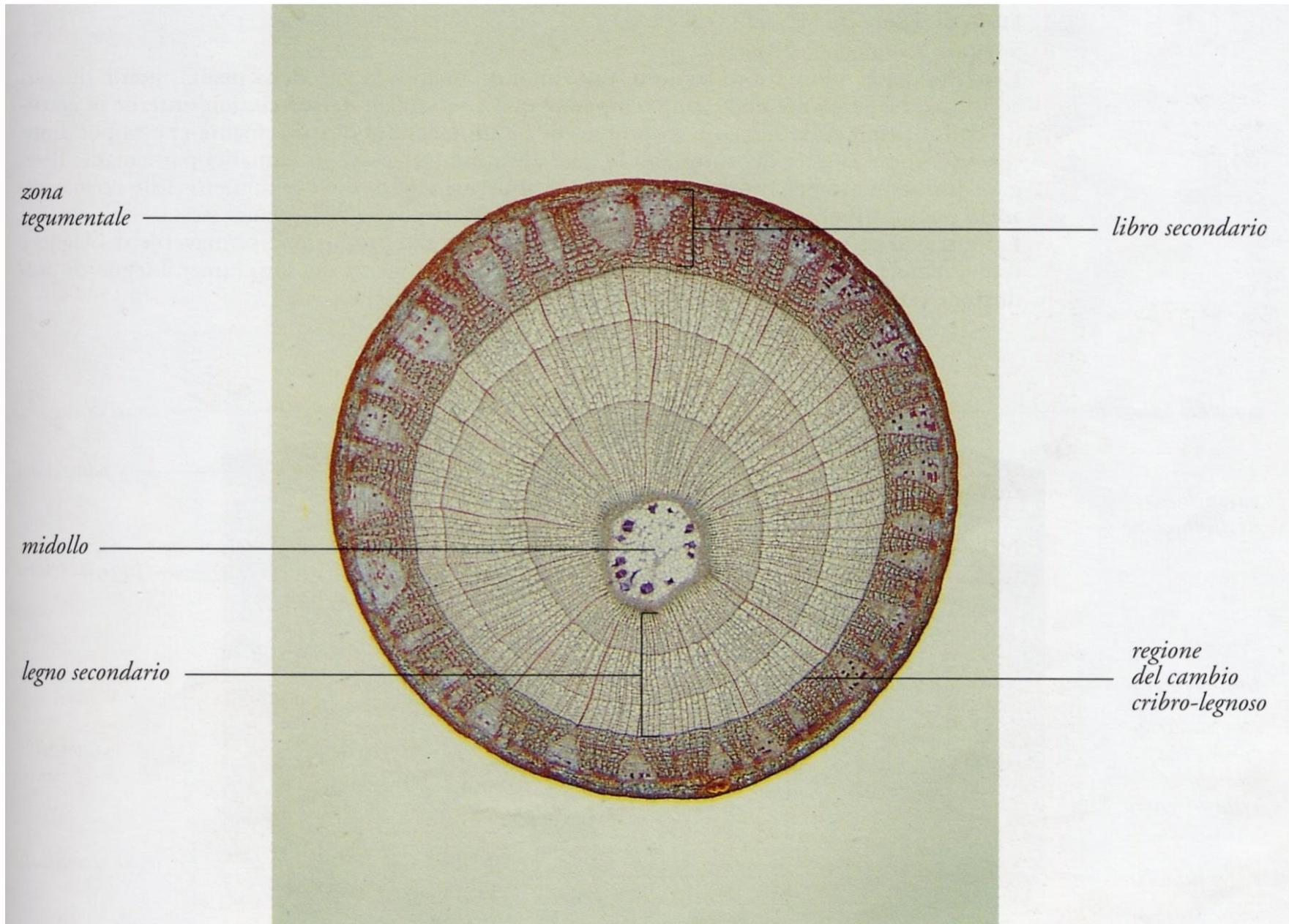
Platano – a volte per il ponticello;

Bosso, Pero – per i piroli o bischeri.

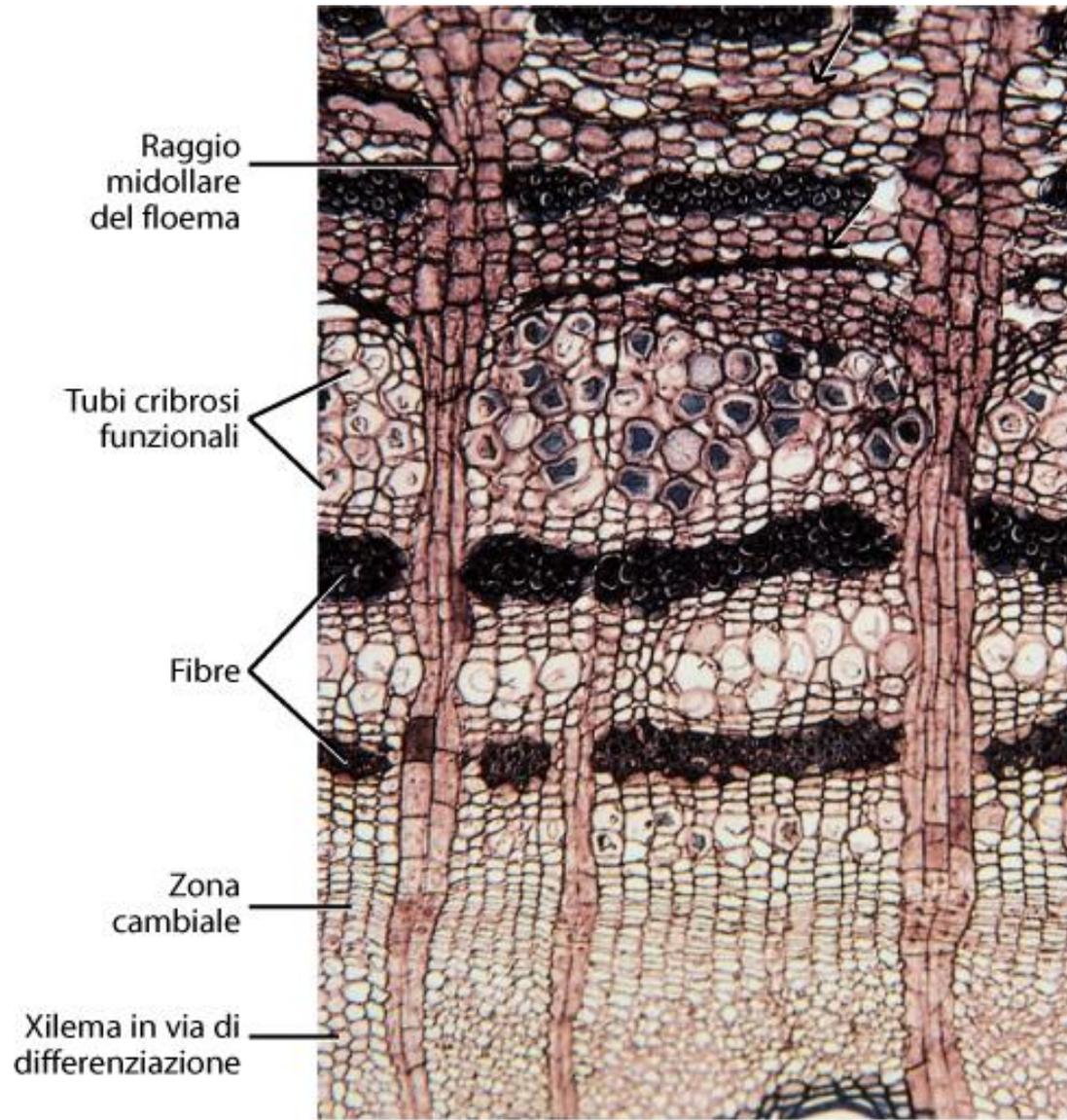
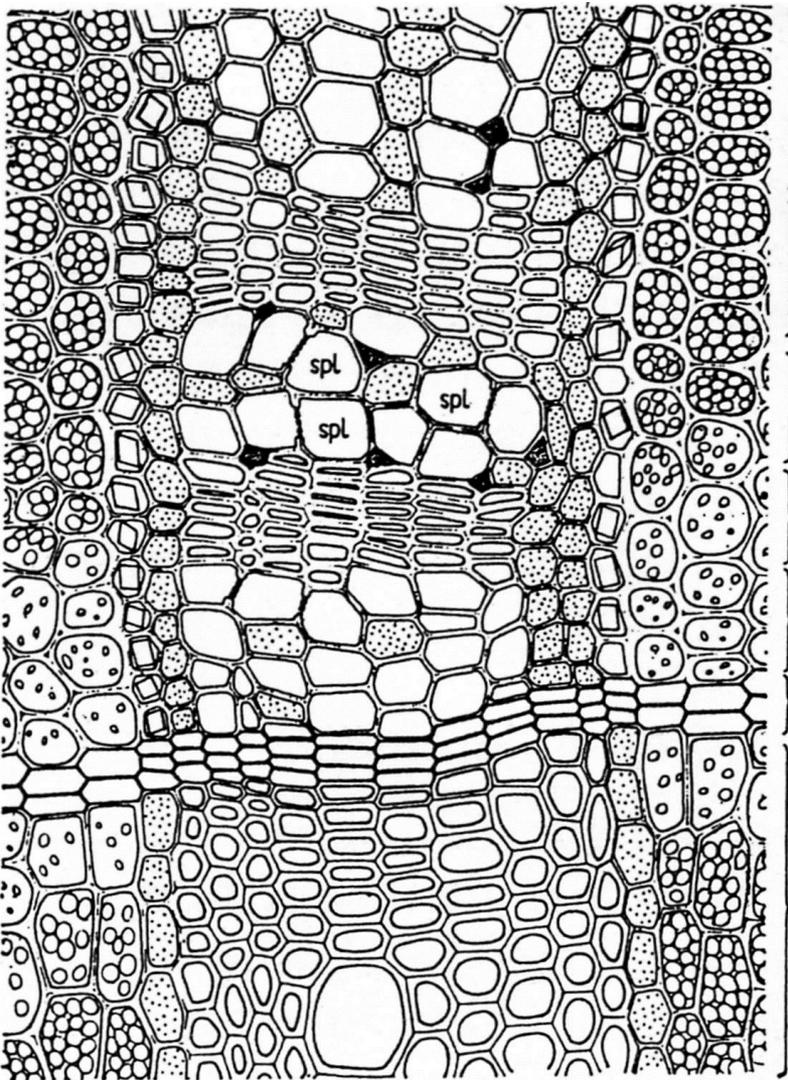




FLOEMA SECONDARIO o LIBRO



FLOEMA SECONDARIO o LIBRO



Raggio
midollare
del floema

Tubi cribrosi
funzionali

Fibre

Zona
cambiale

Xilema in via di
differenziazione

100 μm

FLOEMA SECONDARIO o LIBRO



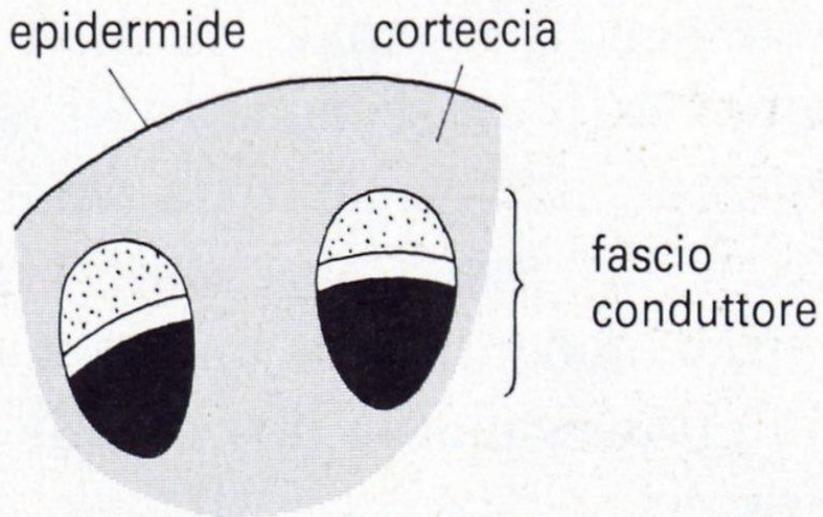
Fibre extraxilari nel libro del fusto di tuia (*Thuja plicata* D. Don., fam. Cupressaceae).

Sezione trasversale. x 400 (430)

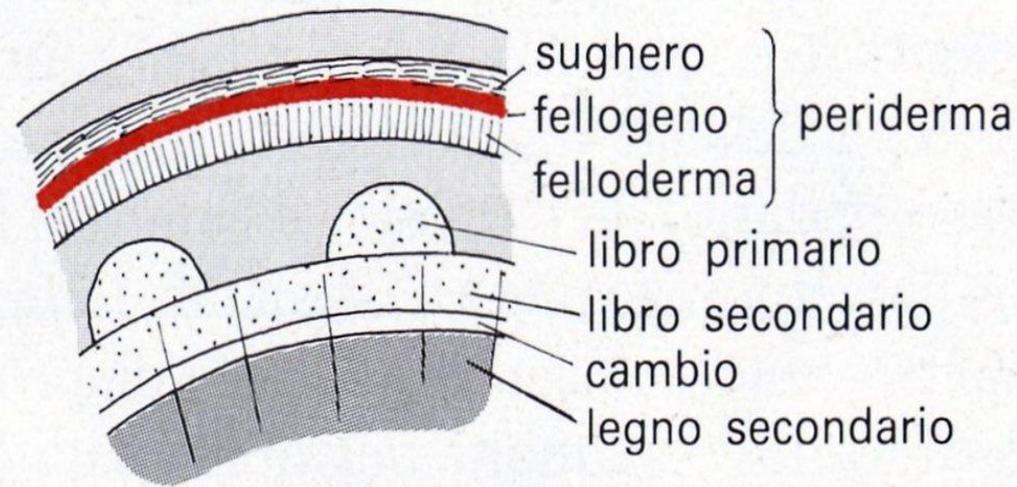
Le fibre del libro si presentano qui in sottili bande regolarmente alternate agli altri elementi floematici: nella sezione appaiono di forma rettangolare, con lume cellulare molto ridotto. In questo tipo di piante il legno è privo di elementi ad esclusiva funzione meccanica.



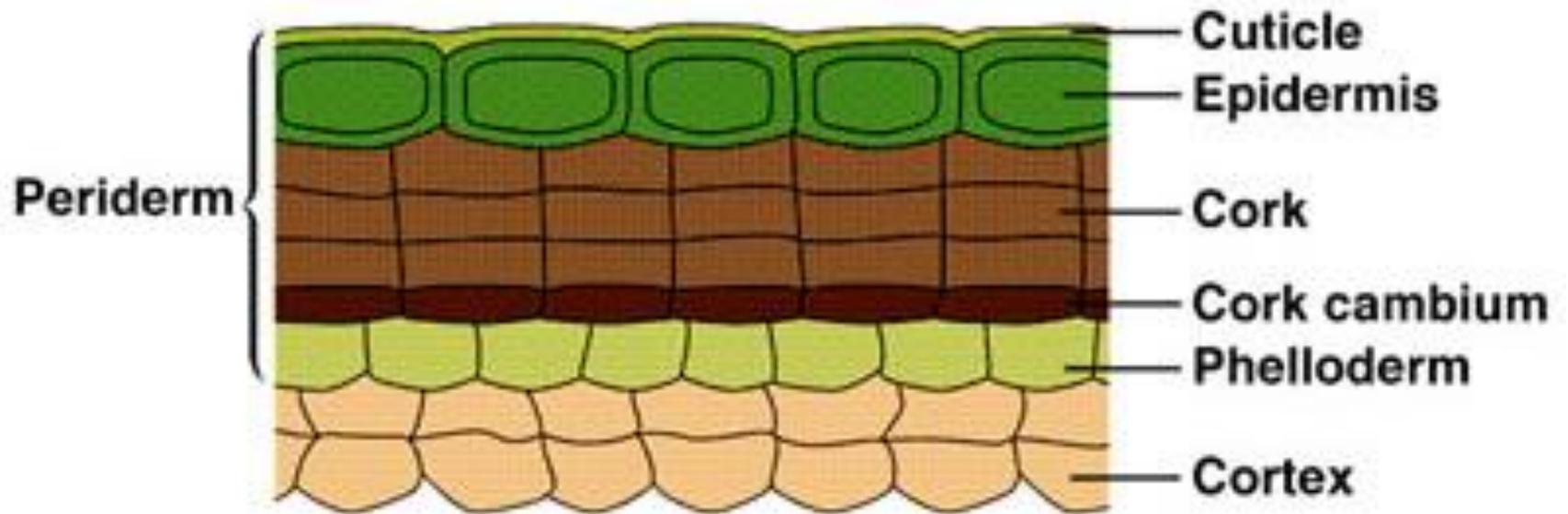
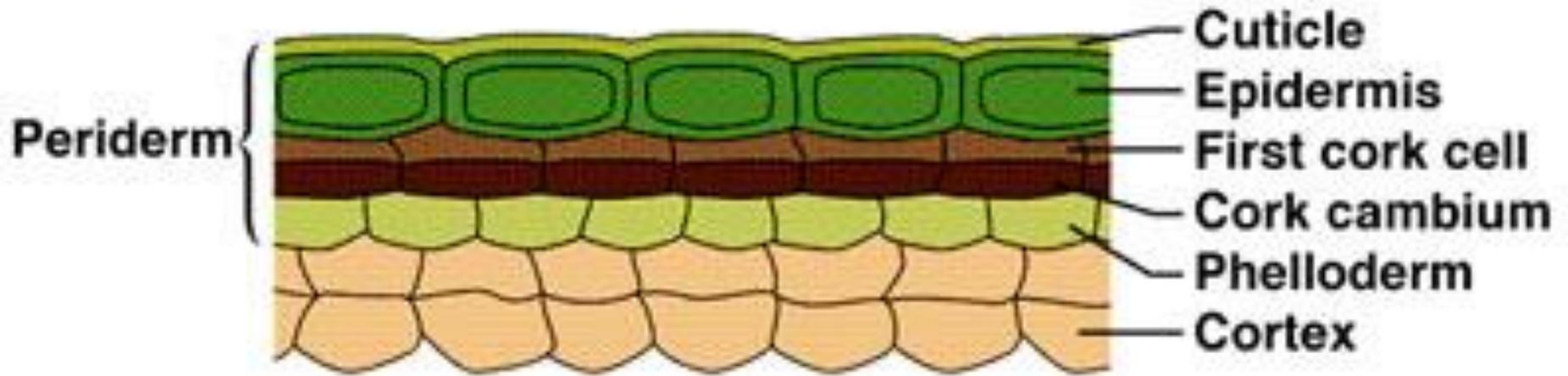
Nella parte più esterna del fusto, intanto...

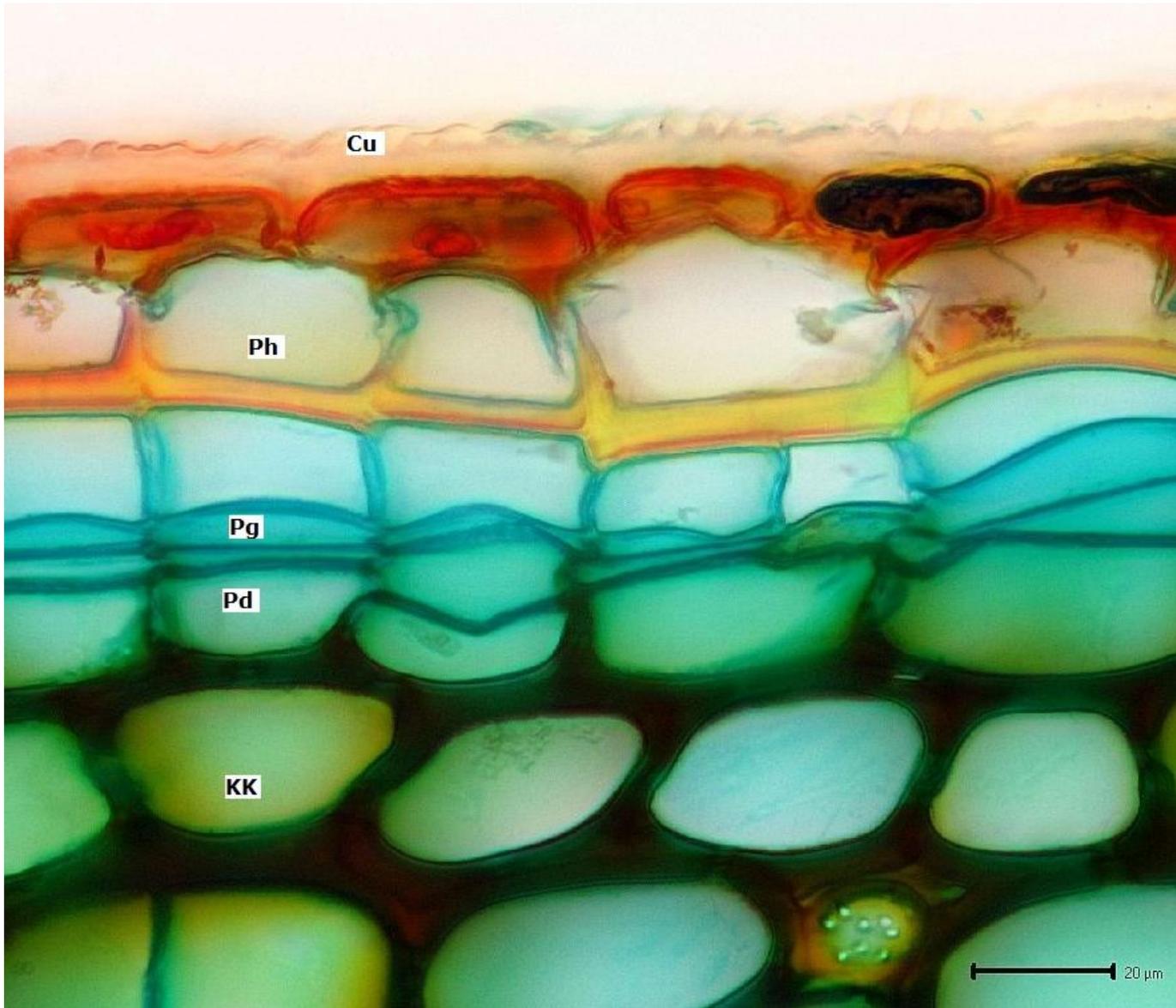


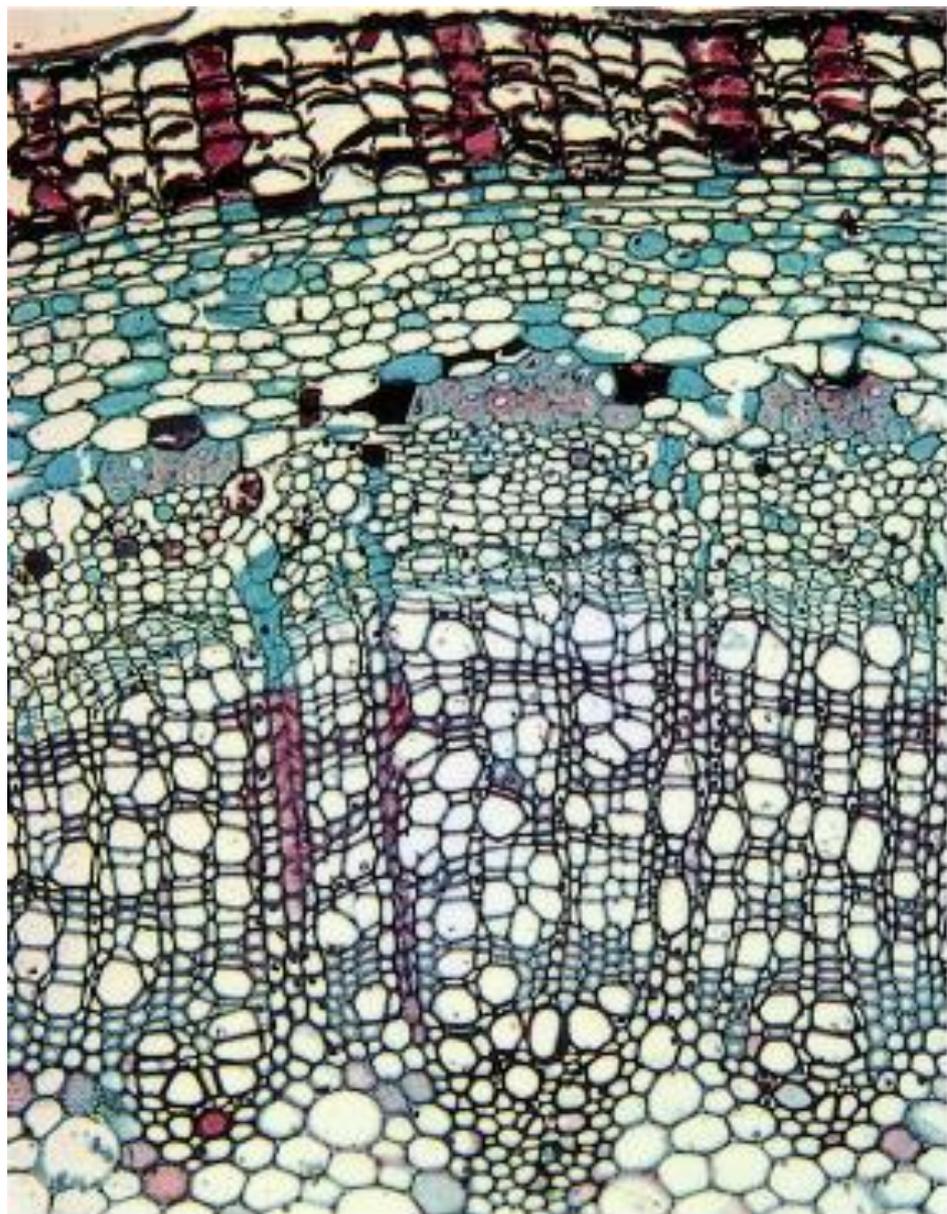
Struttura primaria.



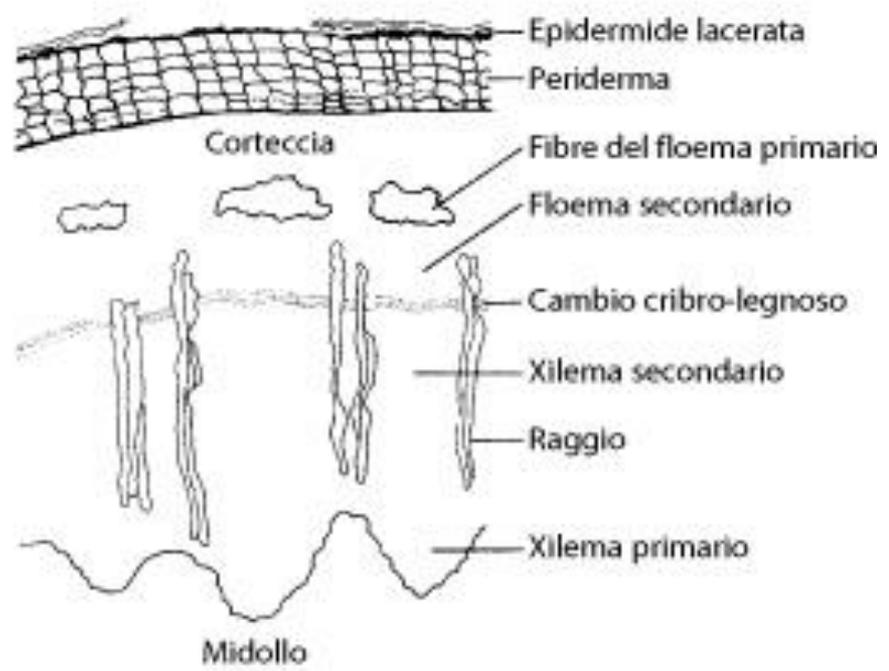
Nella corteccia primaria si forma il periderma.

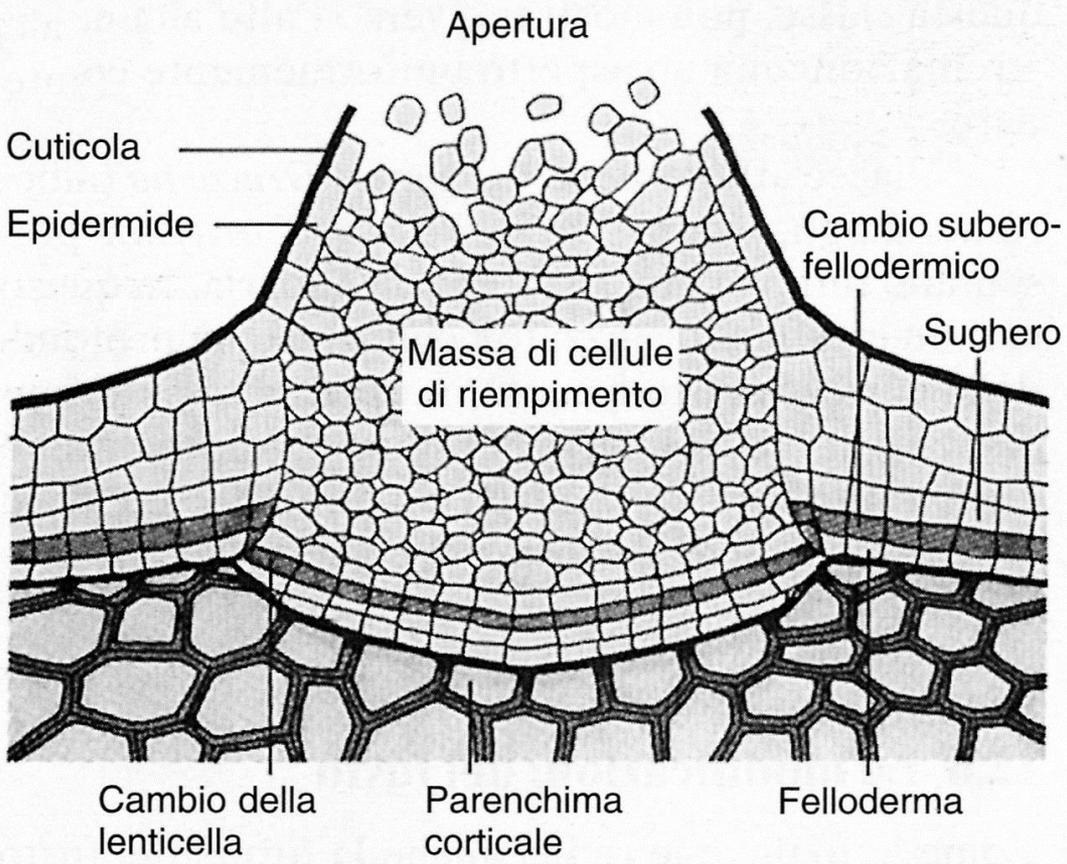
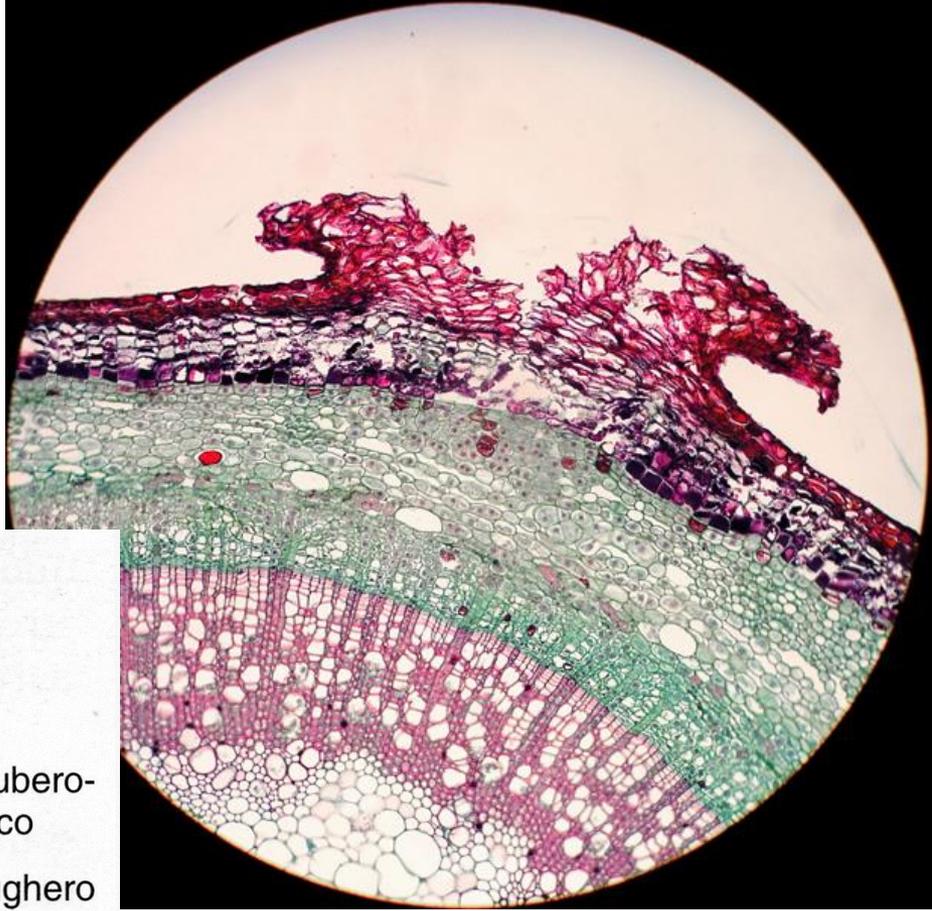




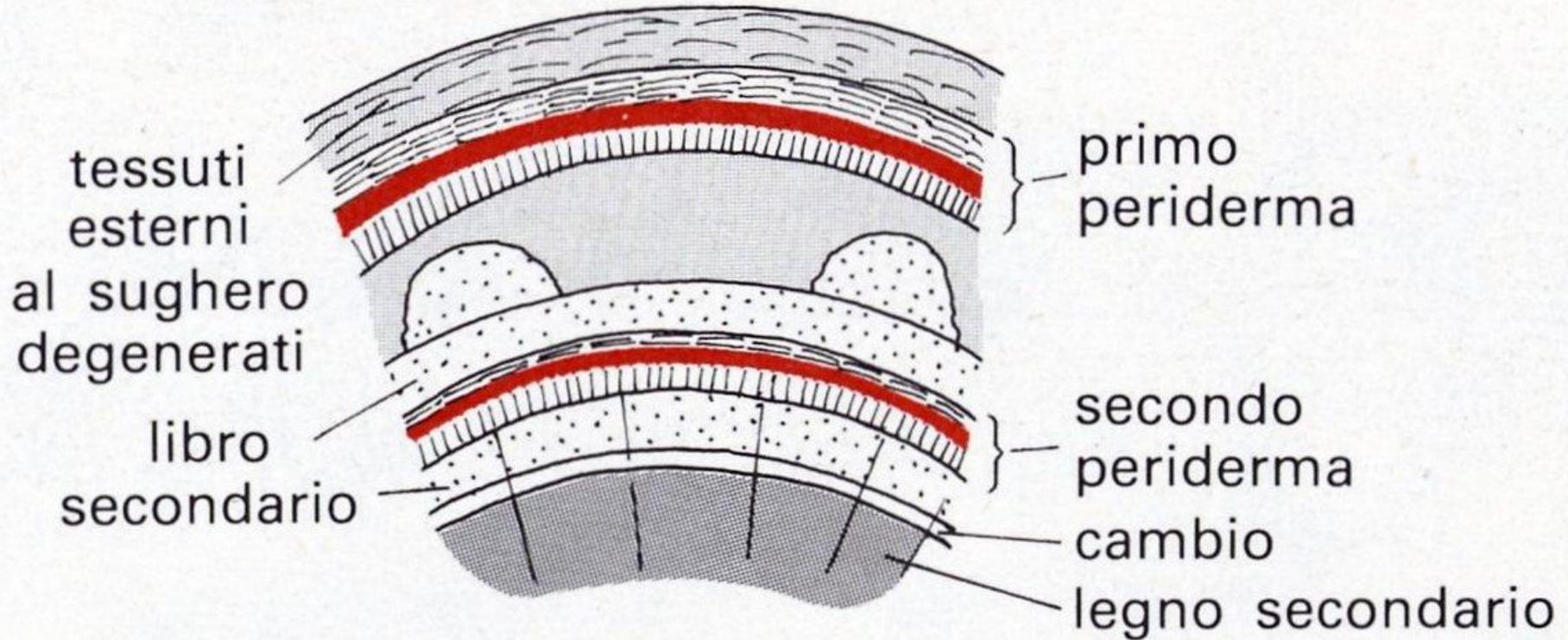


200 μm

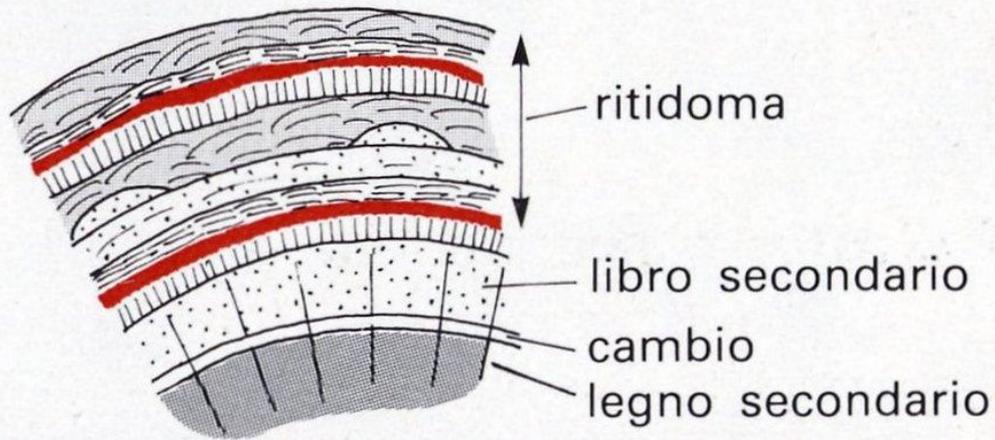




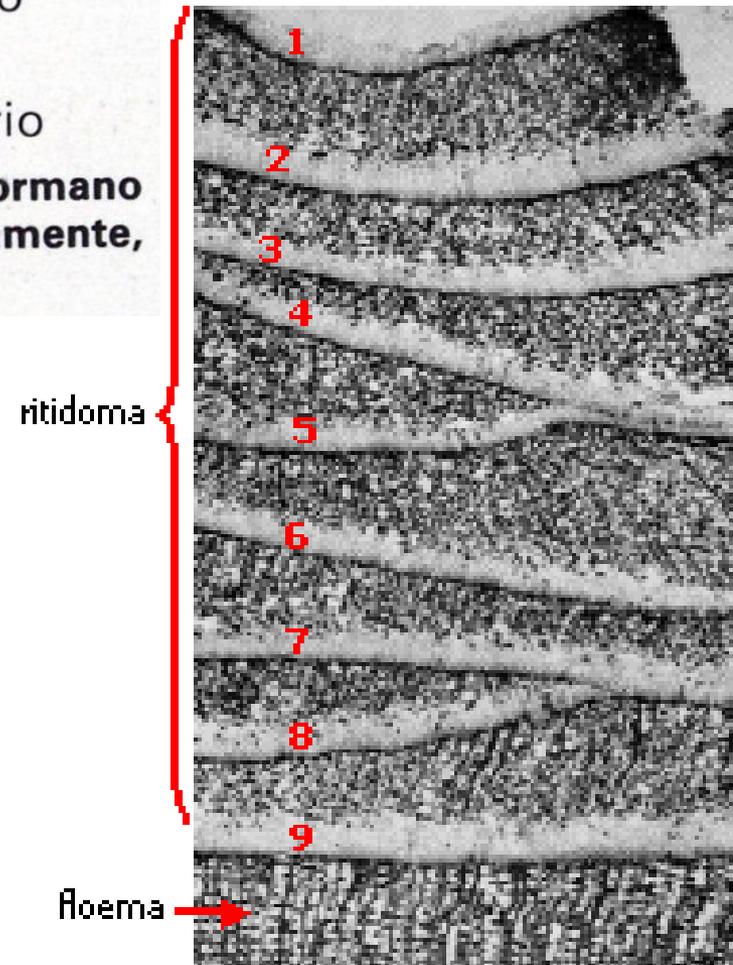
Ulteriore accrescimento in spessore del legno → il primo periderma viene lacerato → formazione di uno nuovo nello spessore del libro secondario. Tutto ciò che sarà esterno a questo nuovo periderma morirà. Il ciclo quindi si ripeterà più volte, formando il “**ritidoma**” degli alberi annosi...



I tessuti esterni al periderma degenerano. Un secondo periderma si forma nello spessore del libro secondario.

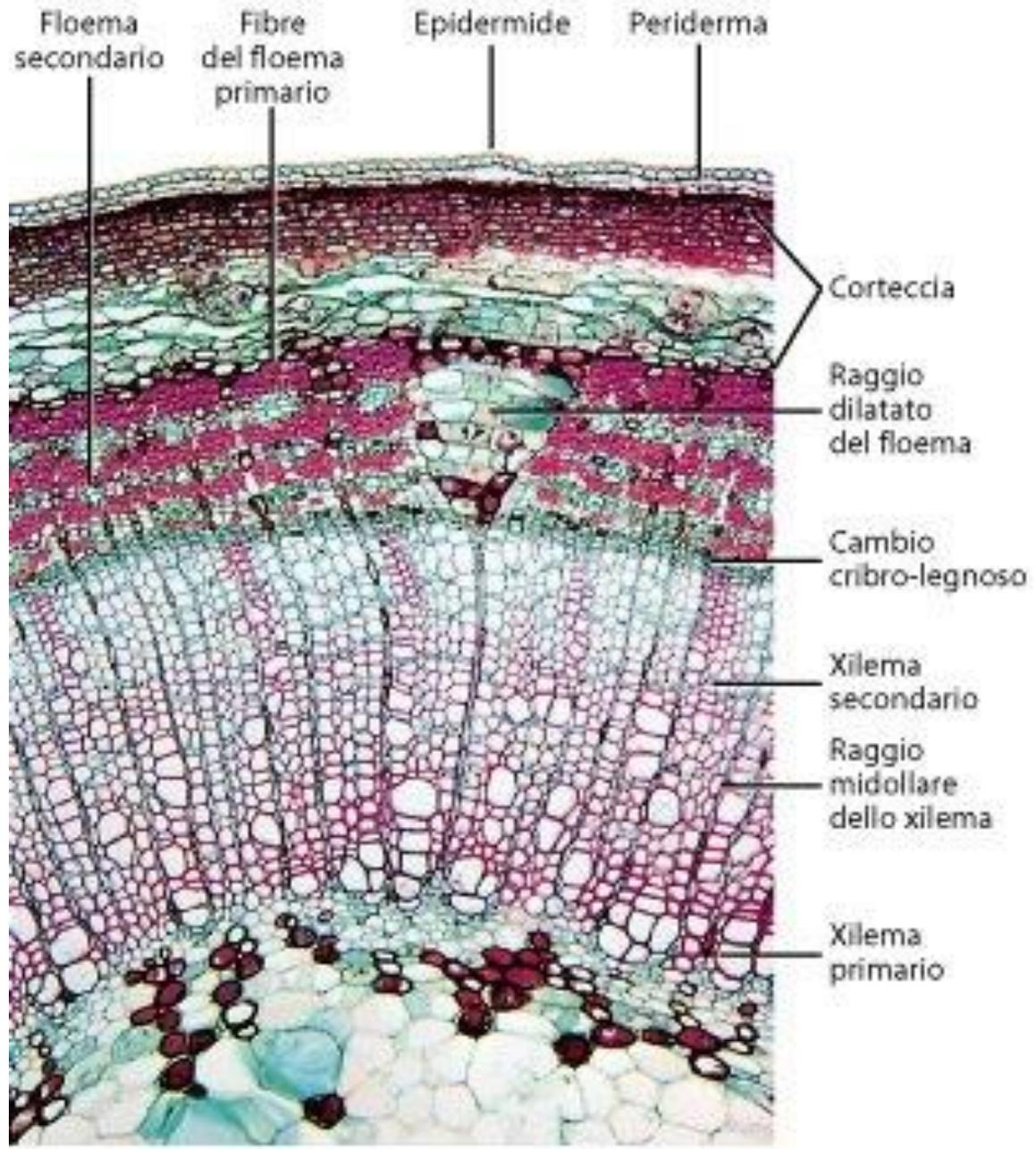


I tessuti esterni al secondo periderma degenerano e formano il ritidoma. Un nuovo periderma si formerà più internamente, nel libro secondario.





S
O
M
M
A
R
I
O



(a)

200 μm



COSA C'È DI VIVO IN UN FUSTO SECONDARIO?

Non molto, per la verità. Nell'ultimo periderma formato sono vive le cellule del fellogeno e del fello-derma, ma si tratta di uno strato dello spessore di poche cellule. Il floema funzionante arriva sino allo spessore di 1 mm; anche la zona cambiale è estremamente sottile. Nel legno sono vivi soltanto gli anelli di crescita più periferici, ma anche in questi le cellule vive spesso non superano il 10%. Sono vive infatti solo le cellule parenchimatiche e quelle dei raggi midollari: vasi e fibre che formano la gran massa del legno sono morti.

A proposito del legno non bisogna confondere «morto» con «funzionante». I vasi sono sempre fatti da cellule morte quando funzionano come tubazioni per il trasporto dell'acqua. La perdita della capacità di trasporto (di solito dovuta all'intrusione di bolle d'aria) non ha niente a che vedere con la morte delle cellule che era già avvenuta prima che il vaso cominciasse a funzionare.

