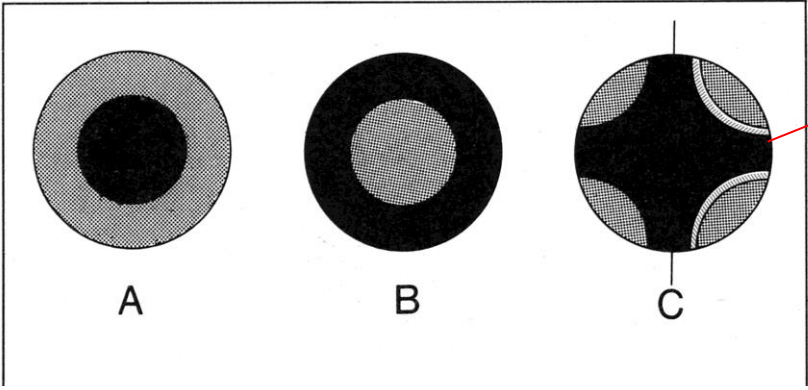
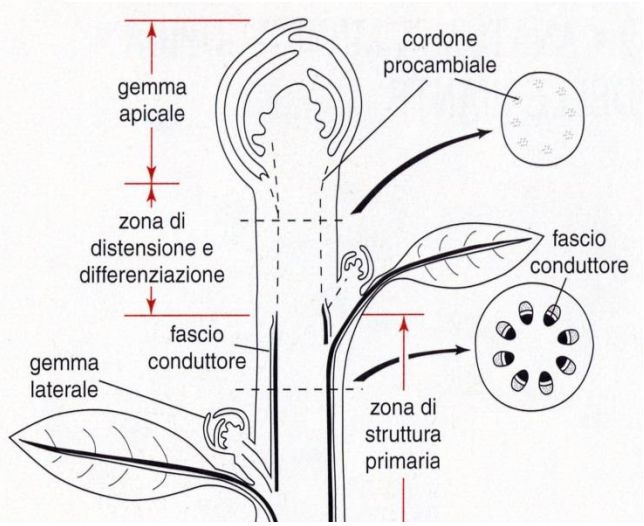


FASCI CONDUTTORI O CRIBRO-VASCOLARI

concentrici



Radice primaria



Tipi di fasci conduttori: disposizione dello xilema (nero), del floema (punteggiato) e del cambio (colorato) in sezione trasversale. **A**, fascio concentrico con xilema all'interno (fascio «adrocetrico» o perifloematico); **B**, lo stesso con xilema all'esterno (fascio «leptocentrico» o perixilematico); **C**, fascio radiale con xilema all'interno e, nel caso disegnato, con 4 poli xilematici (fascio «tetrarco»); si forma nel cilindro centrale della radice; nella metà di sinistra il fascio è «chiuso» (come per es. nelle Monocotiledoni), a destra è «aperto» (Dicotiledoni). **D-F**, fasci collaterali: **D**, chiuso (Monocotiledoni); **E**, aperto (la maggior parte delle Dicotiledoni); **F**, fascio bicollaterale aperto (per esempio nella zucca). (Originale).

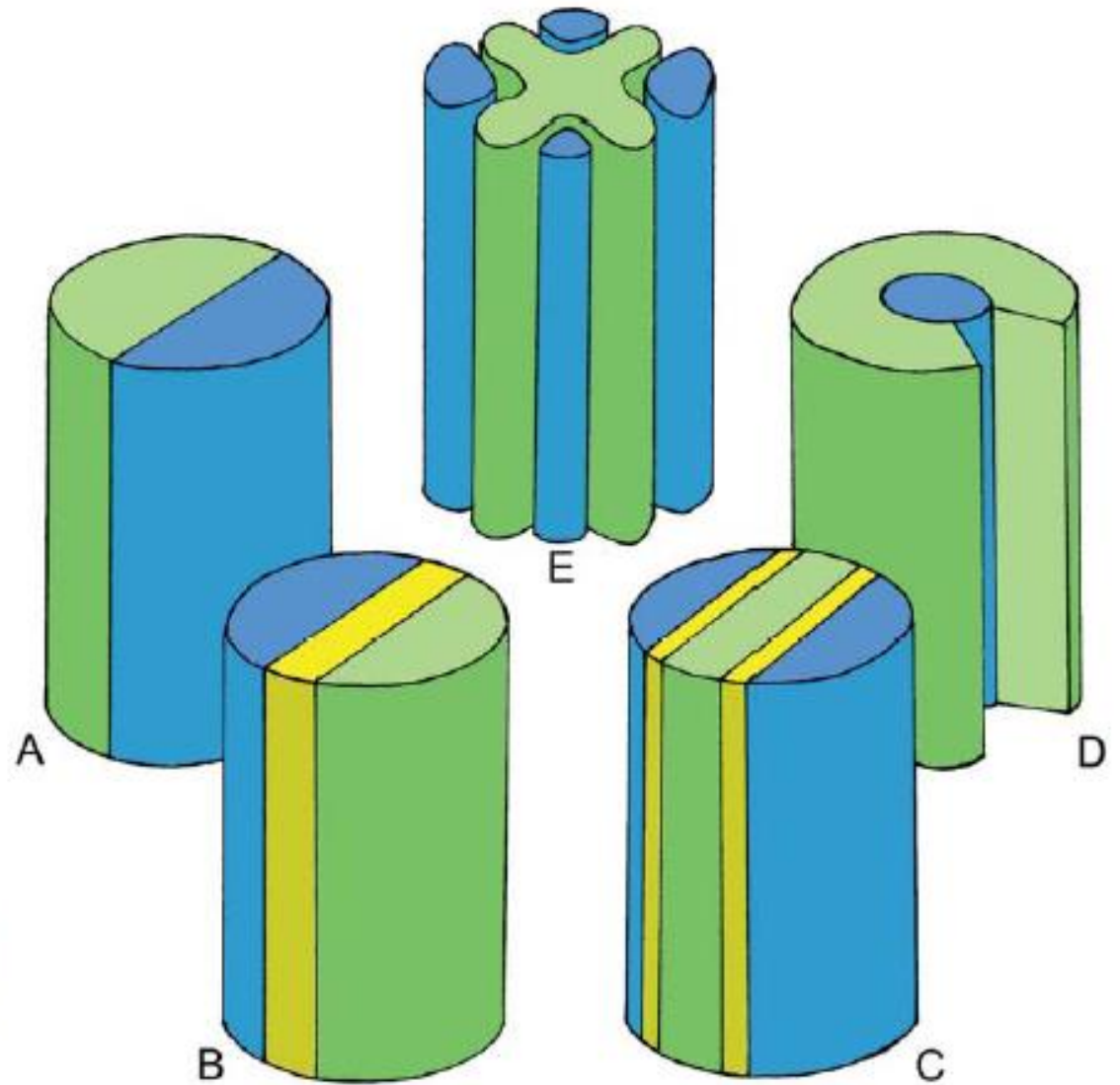
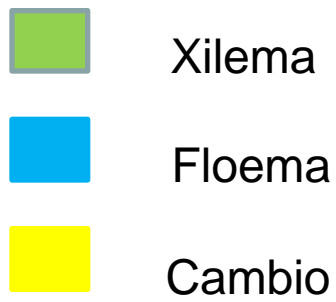
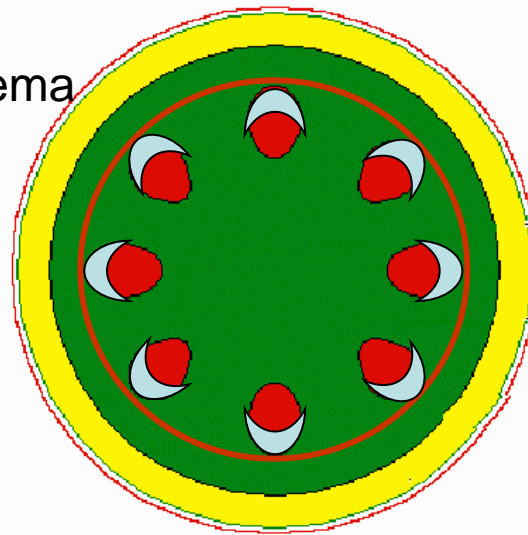
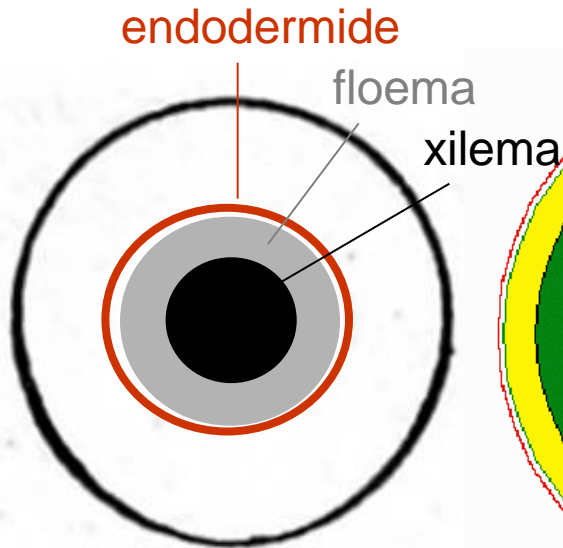


Figura 8.29

Fasci cribro-vascolari: Fascio collaterale chiuso (A), fascio collaterale aperto (B), fascio bicollaterale (C), fascio concentrico (D) e fascio radiale (E) (disegno di R. Braglia).

La teoria della STELE

- Esistono relazioni evolutive tra i diversi tipi di fascio?
- E' possibile far derivare dal fascio perifloematico (piante primitive) gli altri tipi di fascio, spiegando anche la loro disposizione all'interno dell'organo caulinare o radicale?



La teoria della STELE

«**stele**» (=colonna, in greco antico): insieme dei fasci degli organi assiali uniti ad endoderma, periciclo e midollo (se presenti).

STELE:

- formata in maniera molto diversa nei vari gruppi di Cormofite
- origine filogenetica probabilmente comune («teoria della stele») → soluzione al problema: *“come aumentare le dimensioni dell’organo, senza che la distanza tra gli elementi dei due tessuti di trasporto fondamentali – floema e xilema – diventi eccessiva?”*
- Tipi di stele disposti in sequenza evolutiva

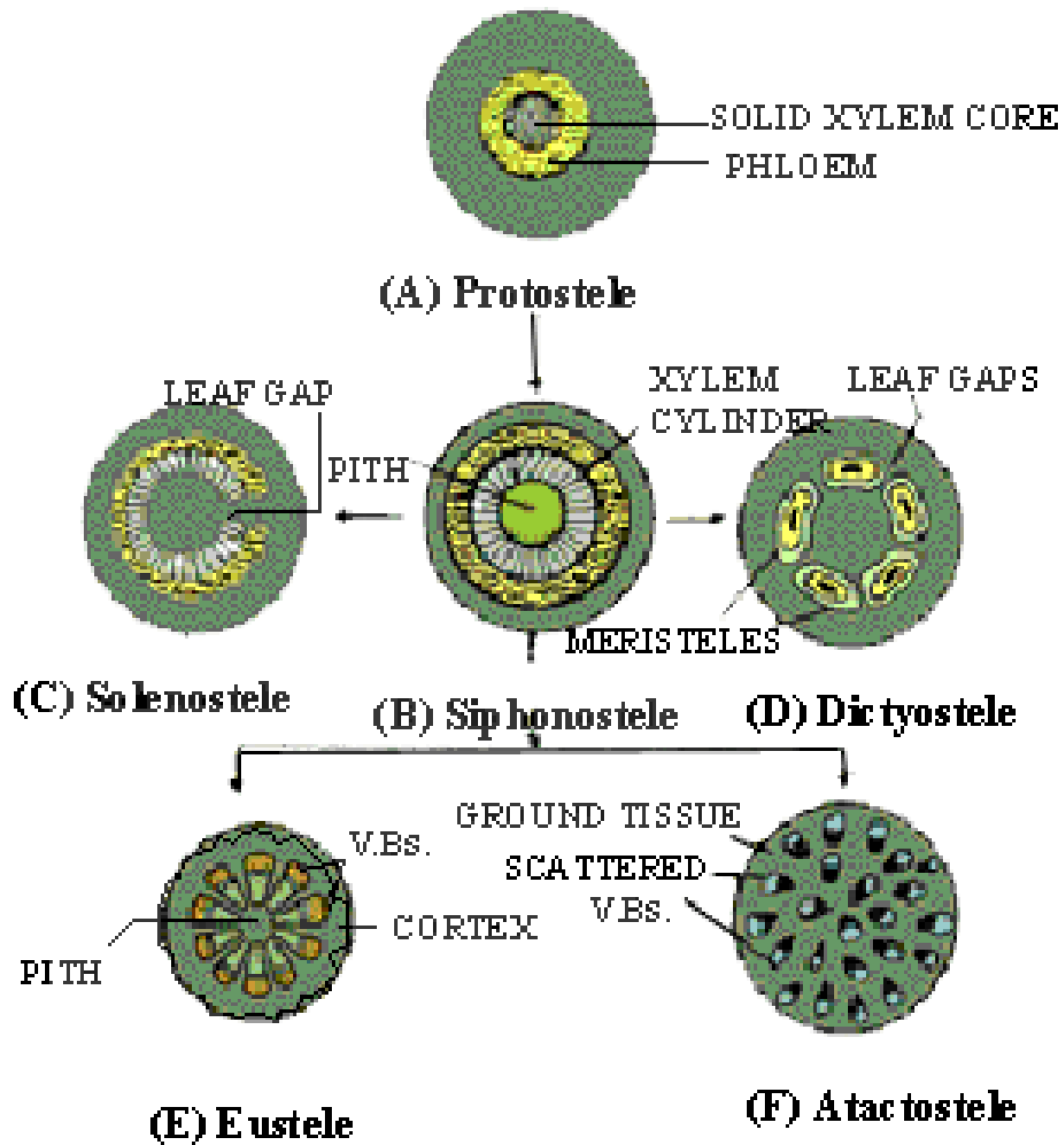
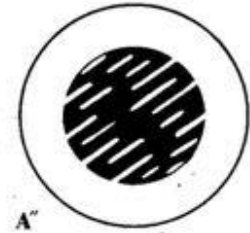
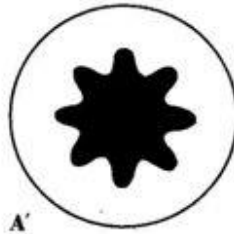
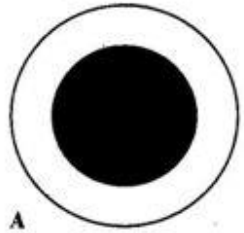


Figure 15.25 Main types of Stele (all diagrammatic)

A. Protostele(haplostele)

B. Protostele (actinostele)

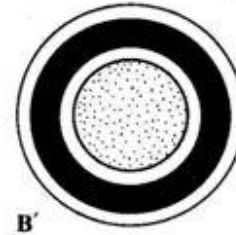
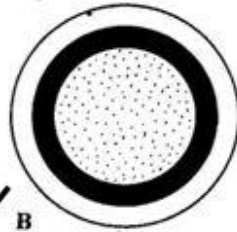
C. Protostele (plectostele)



A

A'

A''



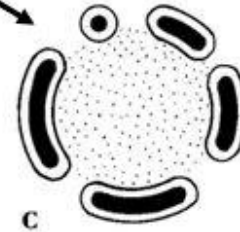
B

B'

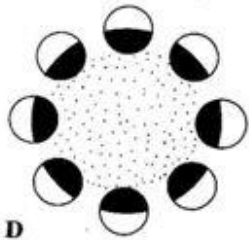
E. Siphonostele (amphiphloic)

D. Siphonostele (ectophloic)

F. Dictyostele

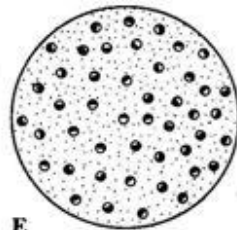


C



D

G. Eustele



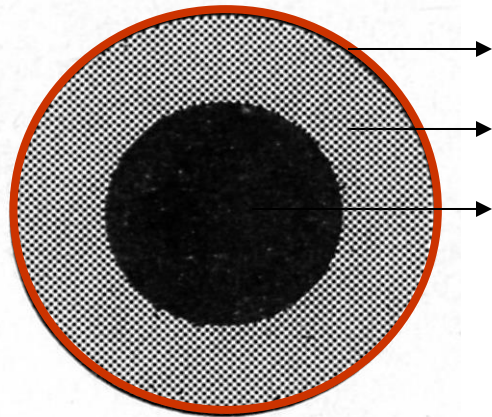
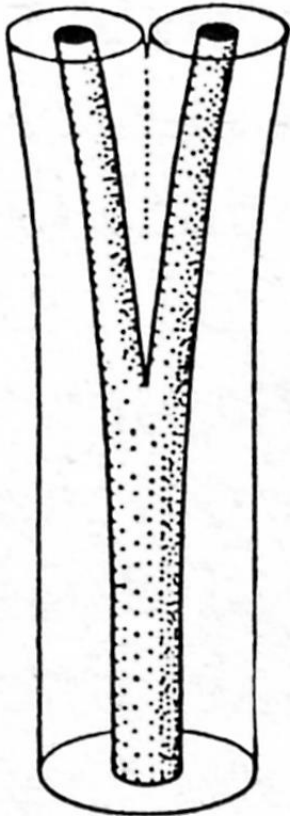
E

H. Atactostele

**Derivation of steles
from the primitive
protostele**

PROTOSTELE – un fascio conduttore centrale, concentrico, spesso (ma non sempre) con xilema all'interno

- particolarmente antica, presente nelle piante terrestri più primitive
- oggi negli stadi giovanili di molte felci
- singolo fascio «peri-» (per es. perifloematico).

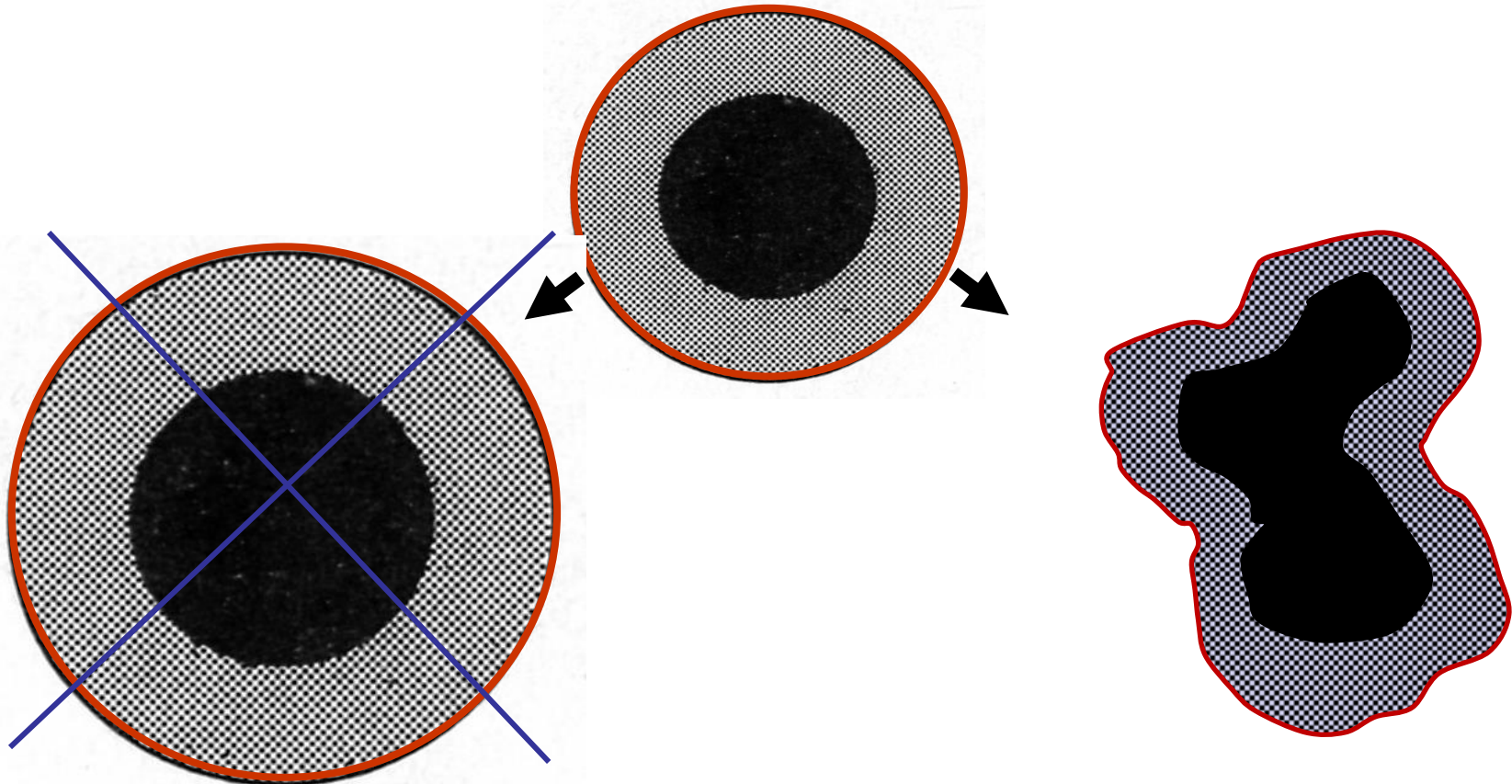


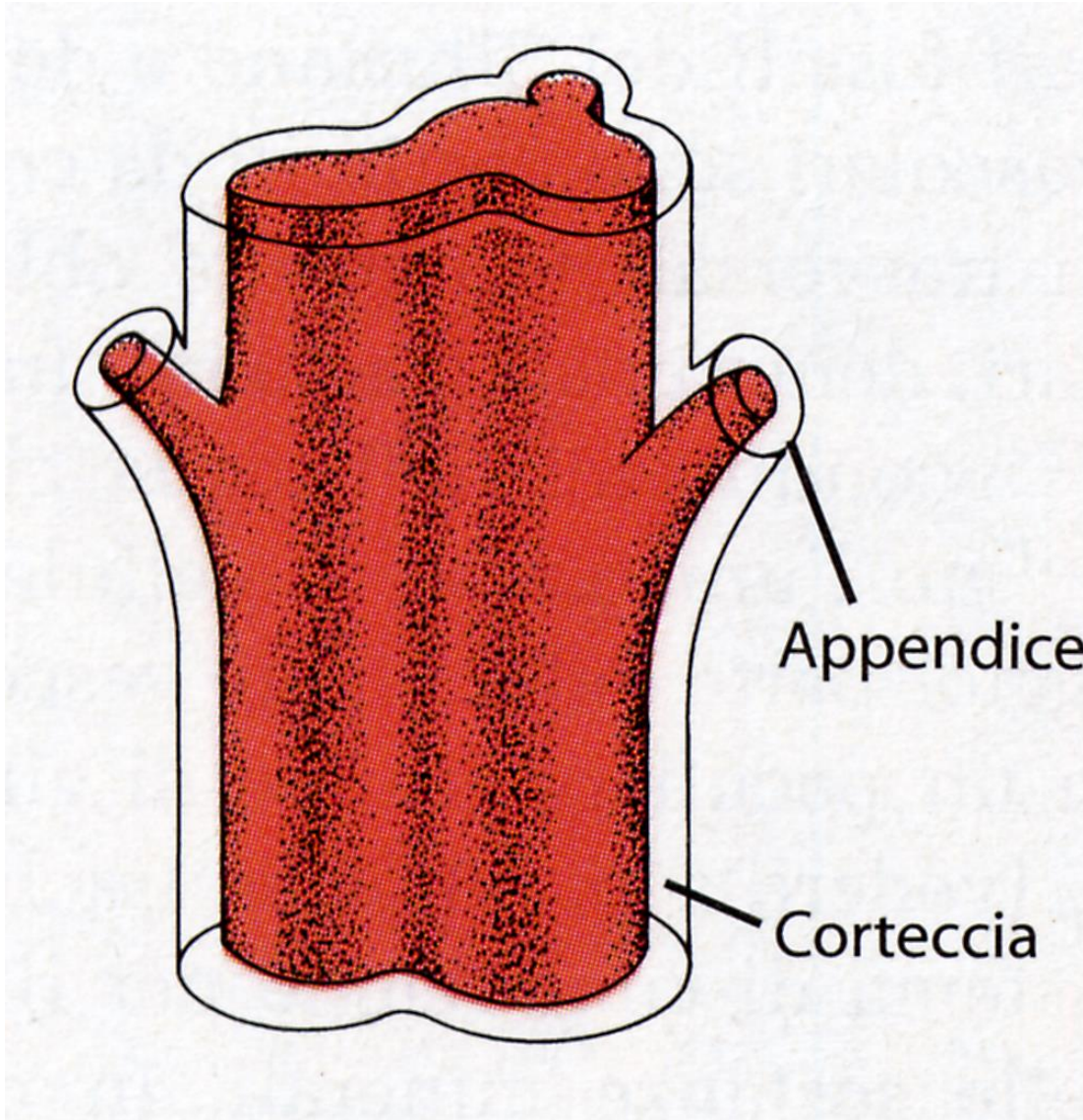
endodermide
floema
xilema



Aumento delle dimensioni della struttura → problema !!!! = aumento delle distanze tra gli elementi più distali dei due tessuti di trasporto.

Soluzione: deviazione dalla forma circolare → aumento della zona di contatto tra floema e xilema.

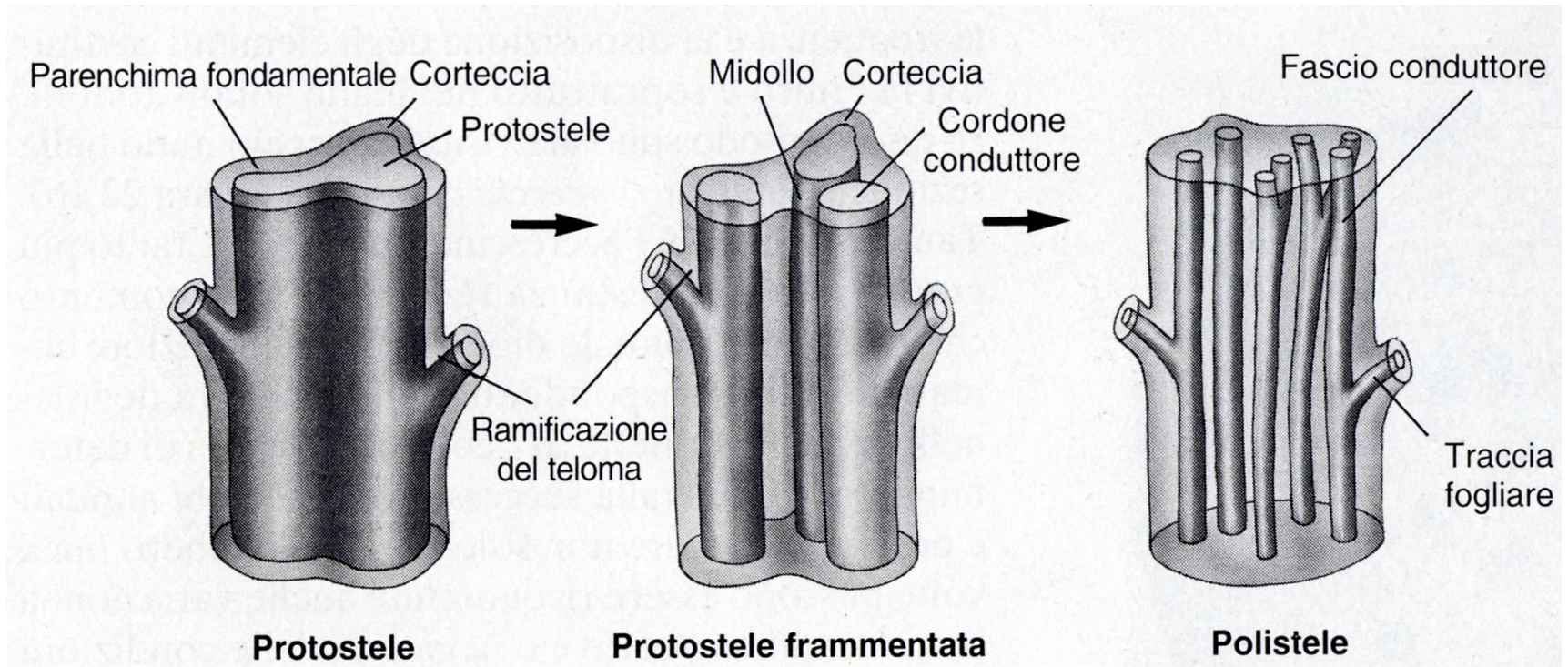




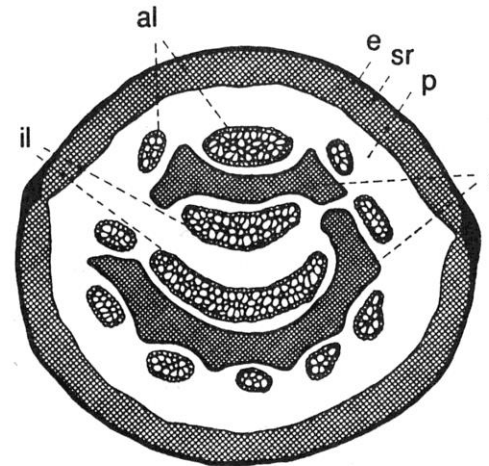
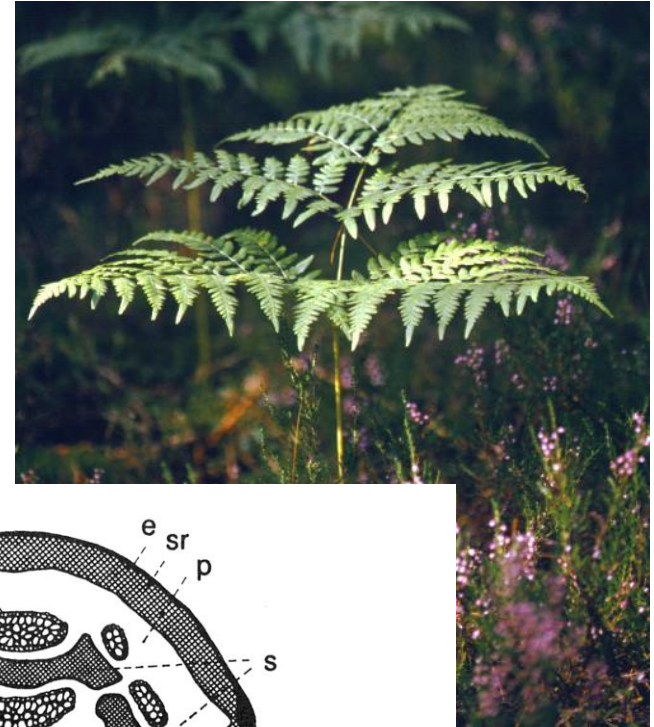
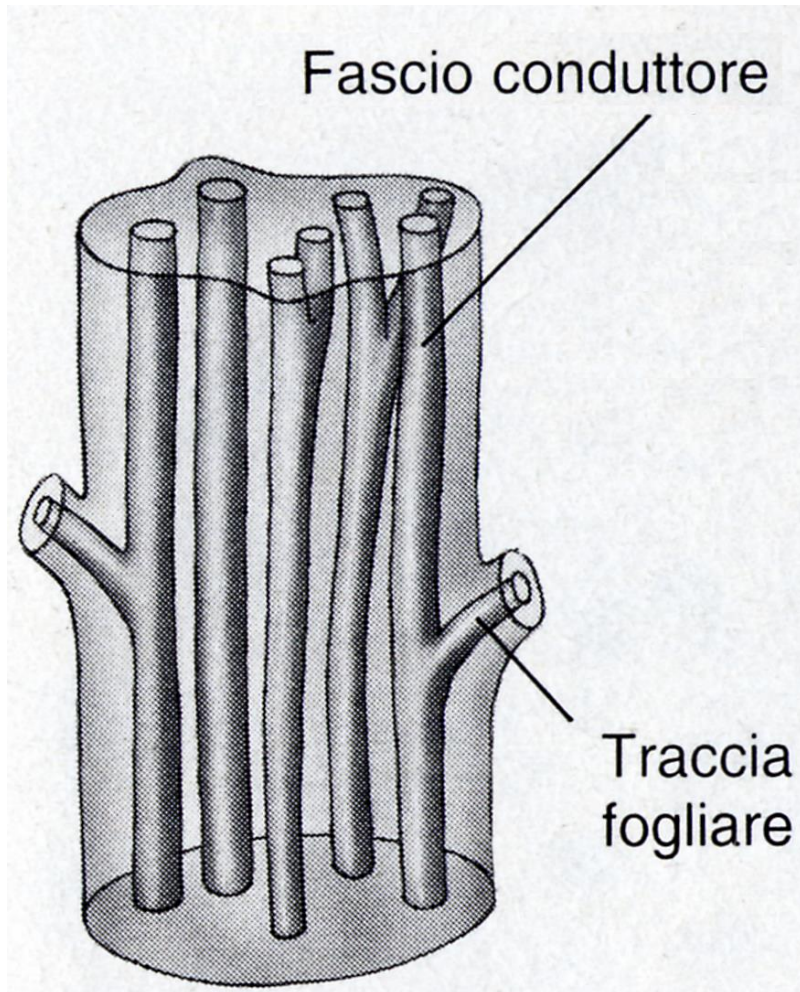
“soluzione 1” →
deviazione dalla
regolarità della forma
circolare: in sezione
trasversale il fascio
perifloematico diventa
chiaramente lobato →

**PROTOSTELE
IRREGOLARMENTE
LOBATA**

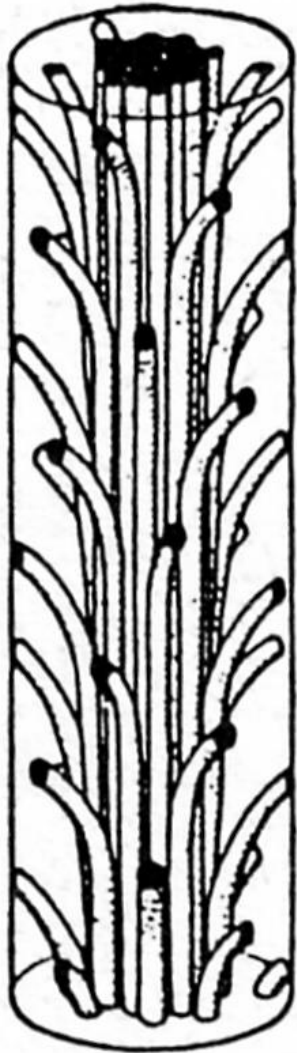
.... successiva frammentazione della protosteles lobata →
POLISTELE



POLISTELE – sistema di fasci conduttori paralleli, per lo più perifloematici, distribuiti in tutta la sezione trasversale del fusto.

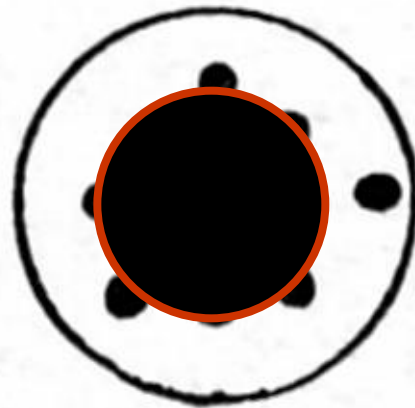


Pteridopsida. Pteridium aquilinum. Sezione trasversale di rizoma, al fasci conduttori esterni, il fasci conduttori interni, nina sclerenchimatiche, p parenchima, sr anello di sclerenchima, e epidermide (7 ×).

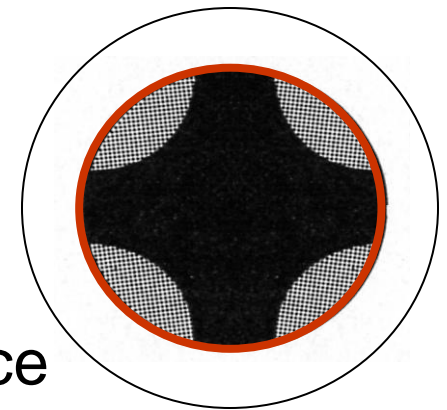


ACTINOSTELE – greco antico «*actinotos*» = circondato da raggi

- fascio molto sviluppato, disposto centralmente
- xilema (interno) a forma di stella in sezione trasversale tra i cui raggi si trova il floema
- presente in felci primitive, oggi particolarmente diffusa nei licopodi
- Il cilindro centrale delle radici
- In radici e fusti la porzione centrale non viene mai occupata da midollo.

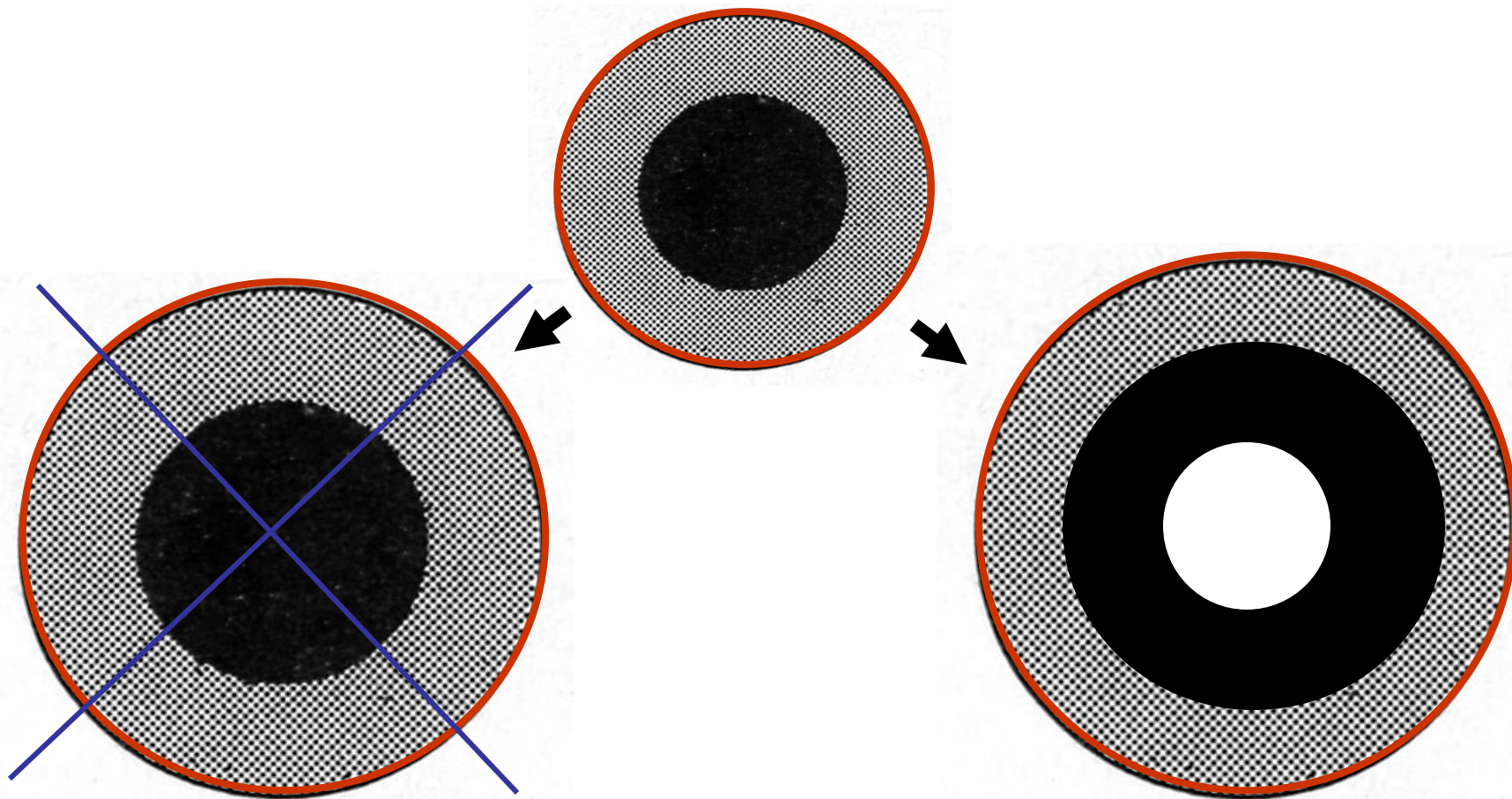


nel caule



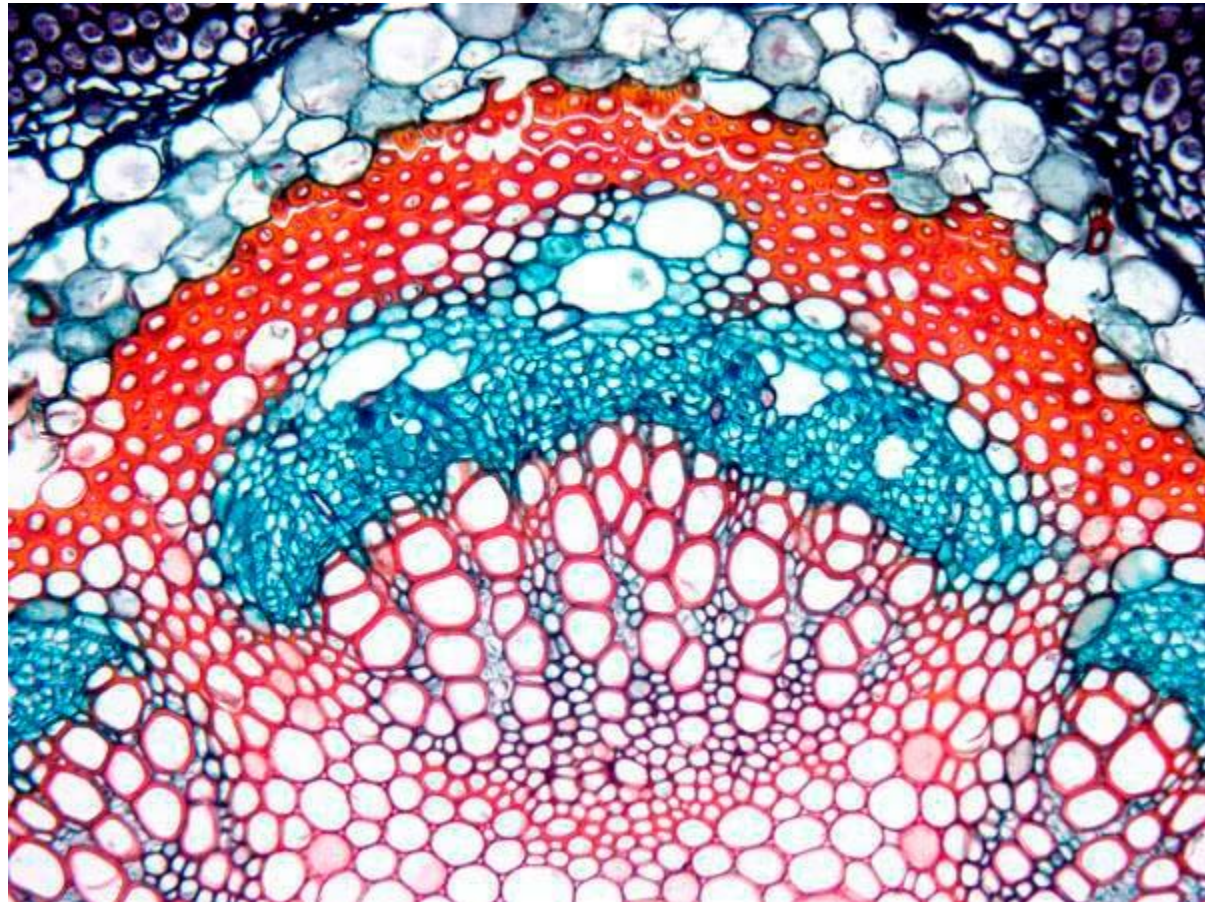
nella radice

In tutte le altre forme derivate il centro degli organi assili mantiene la sua **forma ad anello** + tessuto parenchimatrico midollare o cavità midollare centrale

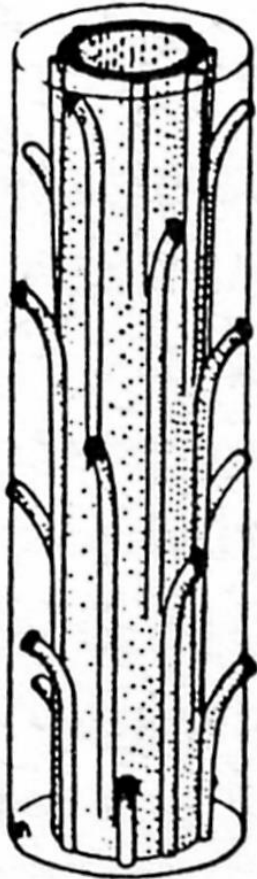


Cavitazione della parte centrale → mantenimento della distanza ottimale tra gli elementi più distali dei due tessuti di trasporto.

→ miglioramento delle prestazioni meccaniche: elementi meccanici (fibre sclerenchimatiche, fibrotracheidi) del fusto presenti nei tessuti di trasporto vengono a trovarsi perifericamente → la resistenza dell'organo agli sforzi laterali aumenta.



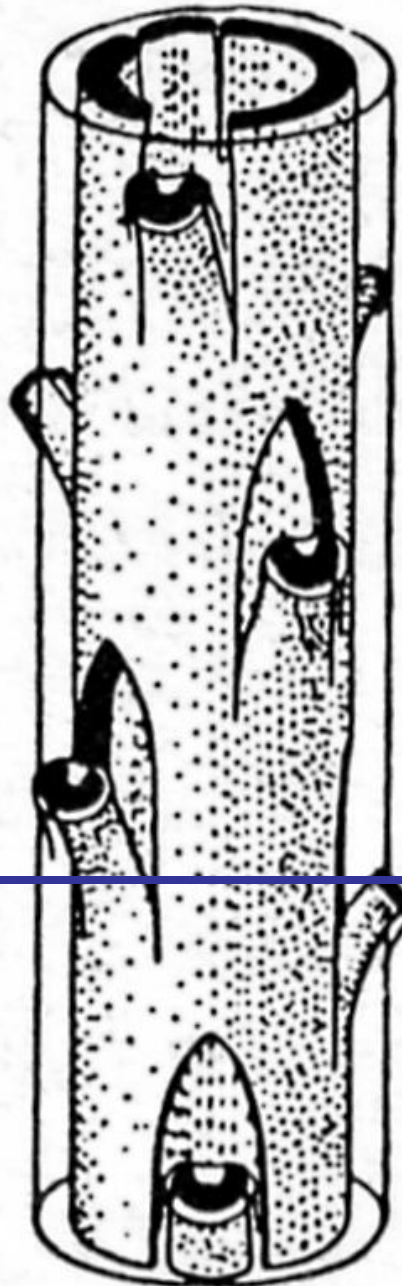
SIFONOSTELE – fascio conduttore unico, di forma tubulare, con al centro midollo; si presenta in alcune famiglie di felci (Schizeaceae, Gleicheniaceae). Dal greco antico «*siphon*», tubo.



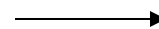
Gleichenia dicarpa

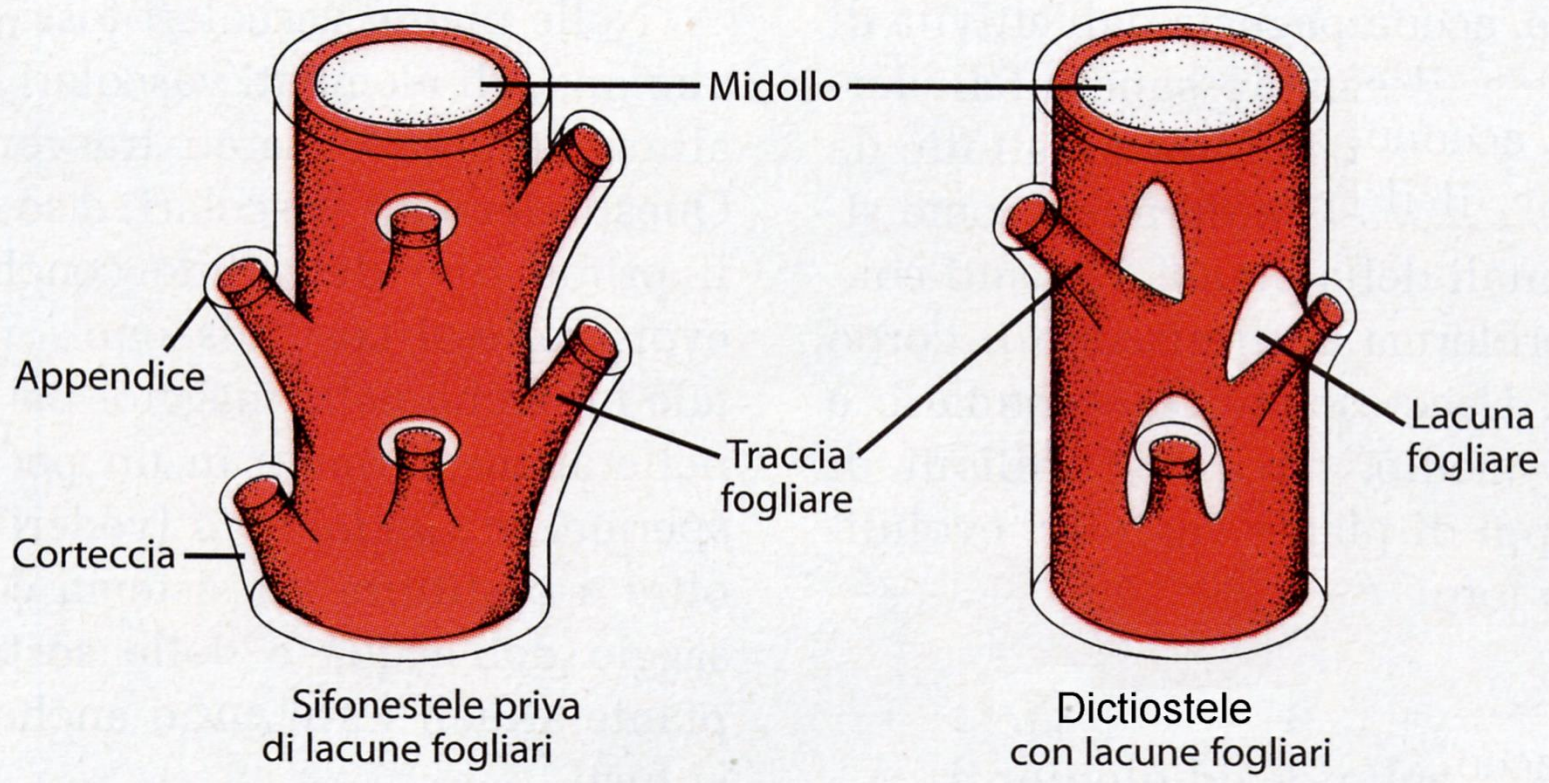
Se si introduce una lacuna ad ogni emersione fogliare si crea una...

DICTIOSTELE – tipico «tubo vascolare bucato» della maggioranza delle felci, formato da un fascio che appare reticolato (dal greco antico «diktion», rete) per la presenza delle tracce fogliari = un fascio conduttore concentrico perixilematico, con una guaina di tessuto avvolgente derivante dall'endoderma.



Sezione di taglio



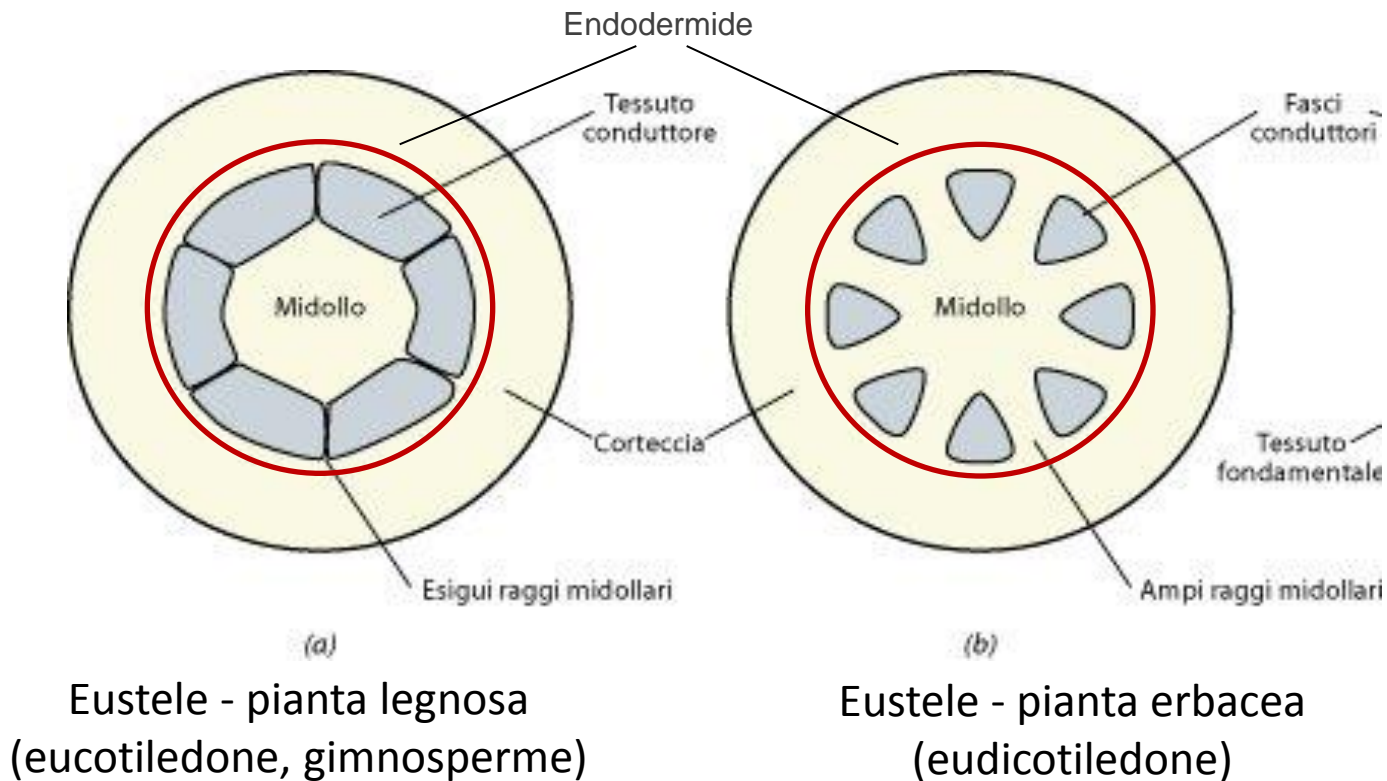


Sifonostele e **dictiostele** si differenziano soltanto per la **presenza della lacuna fogliare** in corrispondenza dell'emergenza della nervatura della fronda fogliare.

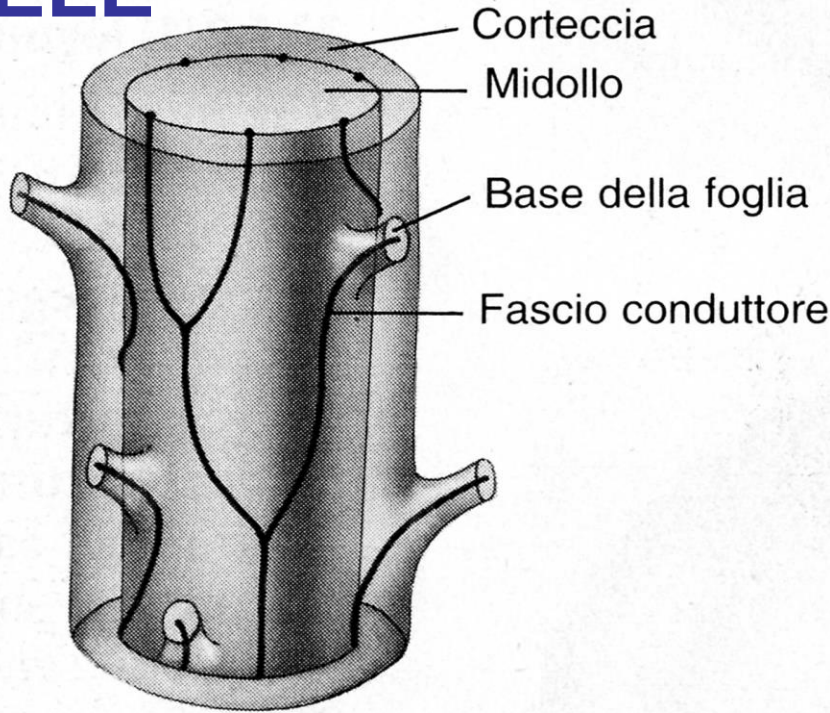
Progressivo aumento dell'ampiezza delle lacune, conseguente riduzione dei tessuti di conduzione (più elementi tracheali efficienti nel trasporto di H₂O) → EUSTELE.

EUSTELE – in tutte le Gimnosperme e Dicotiledoni.

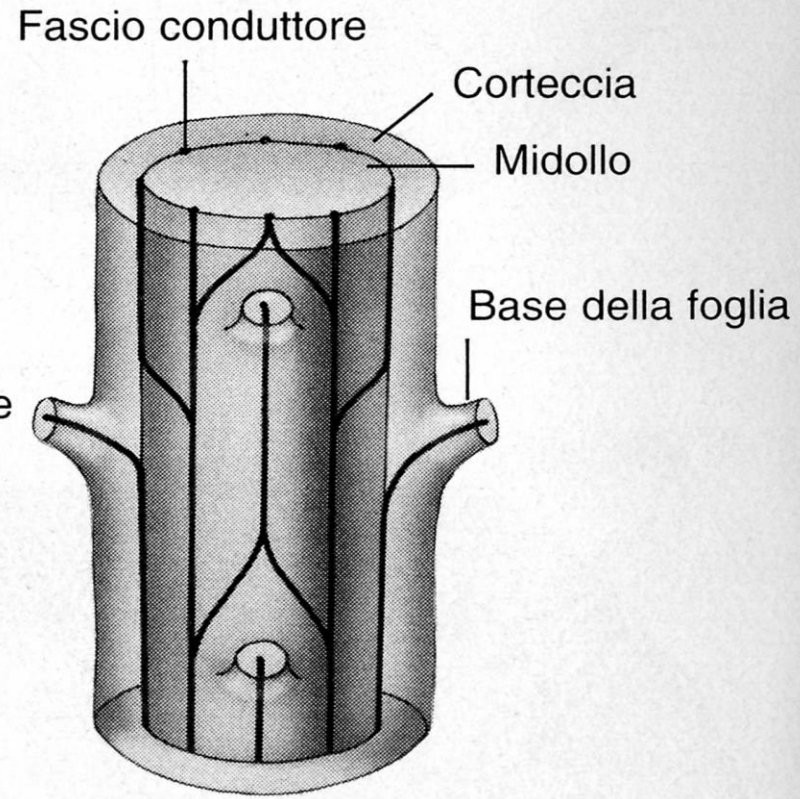
- anello concentrico di floema e xilema con midollo racchiuso nella parte centrale
- tessuti conduttori chiaramente divisi da raggi midollari in più fasci conduttori indipendenti
- → Ogni fascio è collaterale (!!! Non concentrico!)
- Endoderme comune (difficilmente osservabile) circonda la stele.



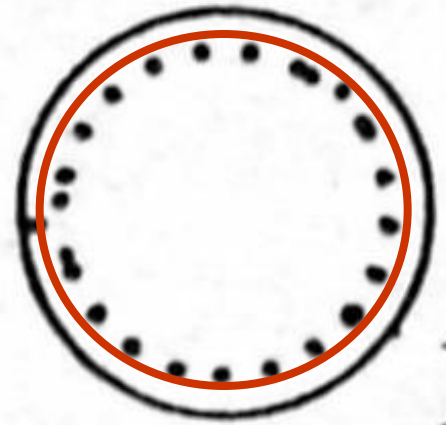
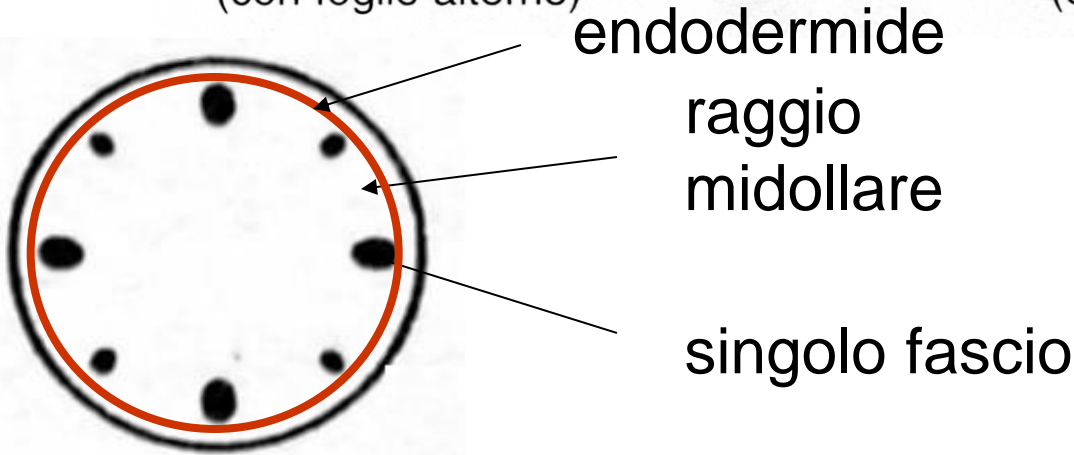
EUSTELE

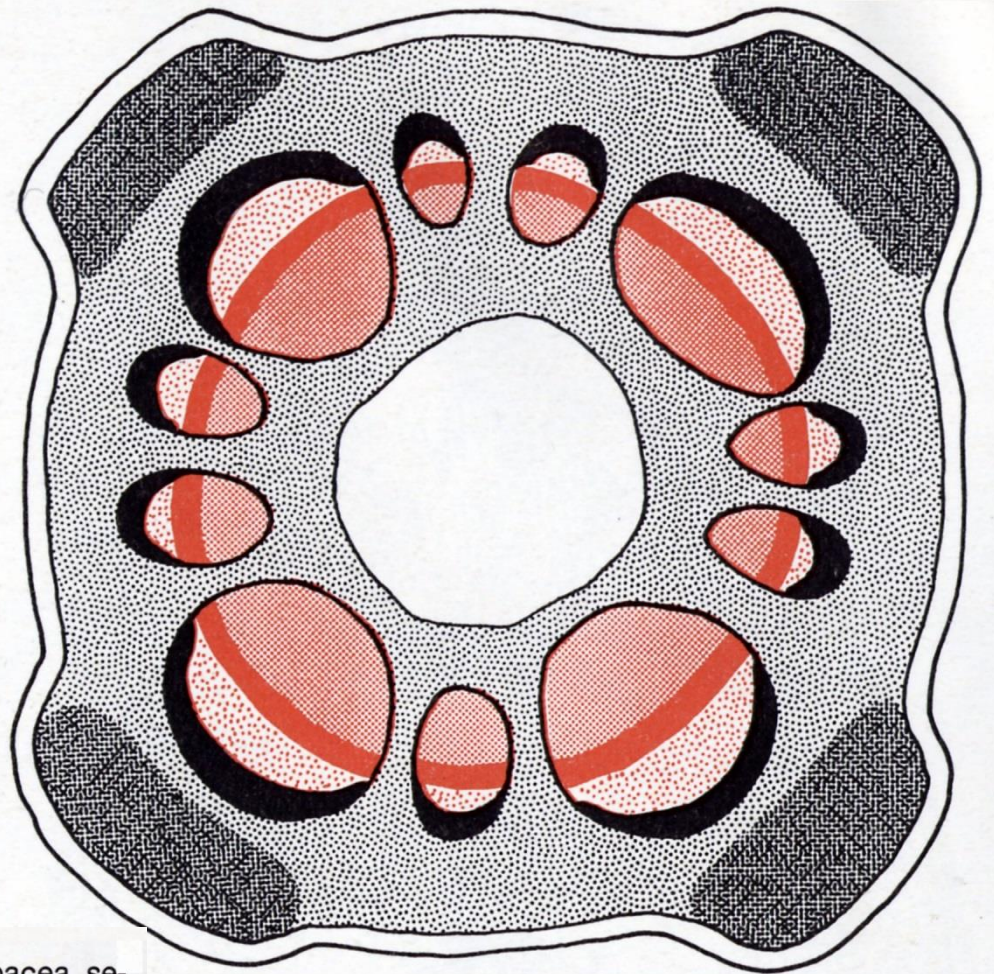


Fusto di **dicotiledone**
(con foglie alterne)

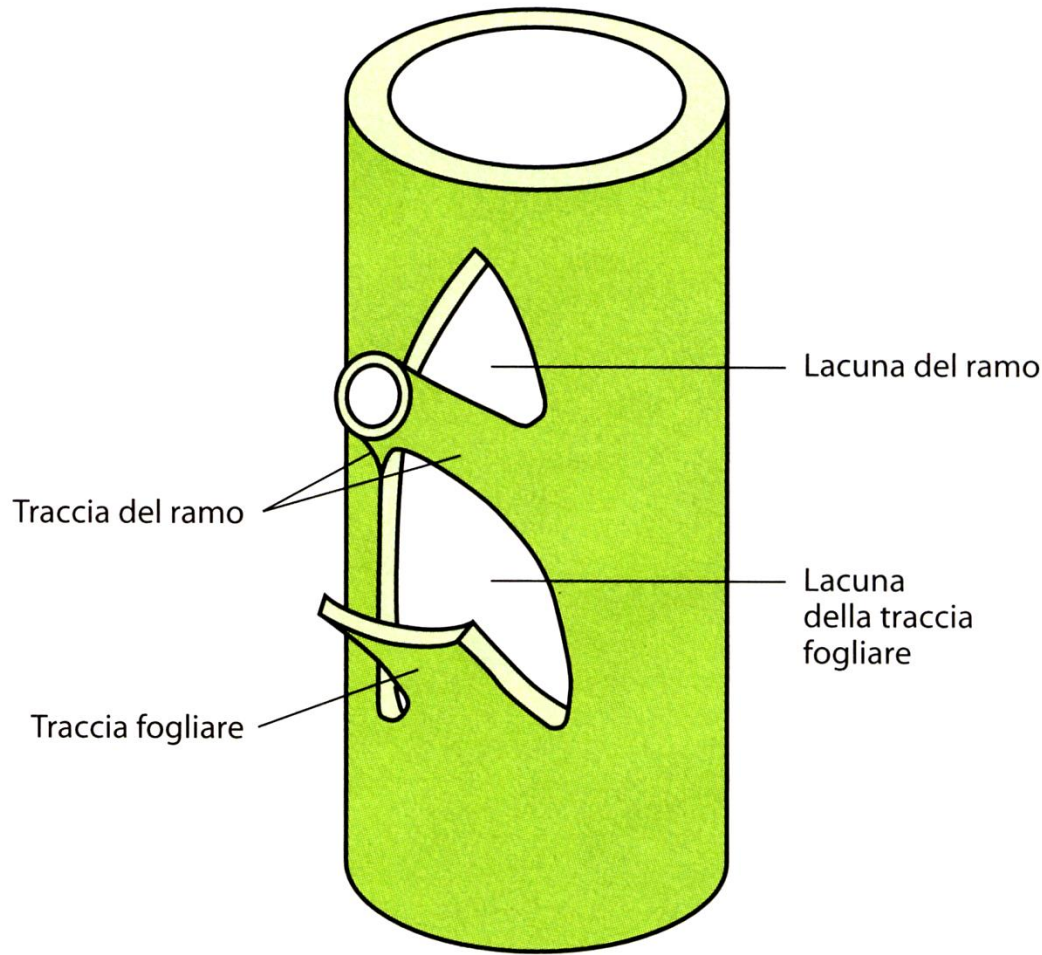


Fusto di **dicotiledone**
(con foglie opposte)






Fusto quadrangolare di una Dicotiledone erbacea, sezione trasversale schematica. Parenchima grigio chiaro; collenchima grigio scuro, sclerenchima nero; fasci collaterali aperti rossi: floema punteggiato, xilema a punti fitti, cambio rosso continuo. All'interno dell'anello dei fasci conduttori il midollo, che al centro si dissolve formando una cavità midollare. Tra i fasci conduttori raggi midollari parenchimatici, all'esterno dei fasci conduttori corteccia parenchimatosa, delimitata da epidermide monostratificata fornita di cuticola (Originale).



In dicotiledoni arboree (più primitive delle piante erbacee) lo smembramento dell'originale fascio conduttore in porzioni più o meno numerose di singoli fasci collaterali non è molto pronunciato → struttura di aspetto molto più massiccio che nelle dicotiledoni erbacee con $f(x)$ di sostegno.

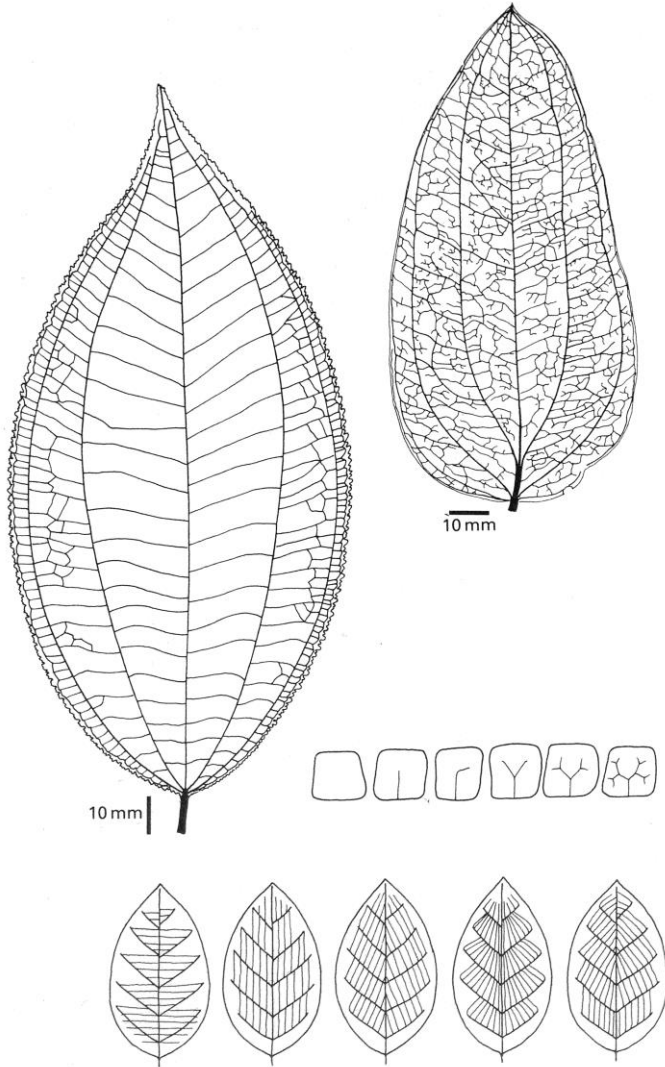
La connessione tra le tracce dei rami e quelle fogliari con il sistema conduttore del fusto principale. In realtà, le tracce del ramo altro non sono che tracce fogliari, cioè le tracce fogliari delle prime foglie della gemma o del ramo laterale. Nelle magnoliidi e nelle eudicotiledoni vi sono, di solito, due tracce del ramo per gemma.

- 1) In piante con accrescimento secondario (spessore) i fasci disposti ad anello sono APERTI, cioè ci sono cellule meristematiche residue derivanti dal cordone procambiale - "CAMBIO INTRAFASCICOLARE";
- 2) In piante senza accrescimento secondario in spessore i fasci sono CHIUSI.

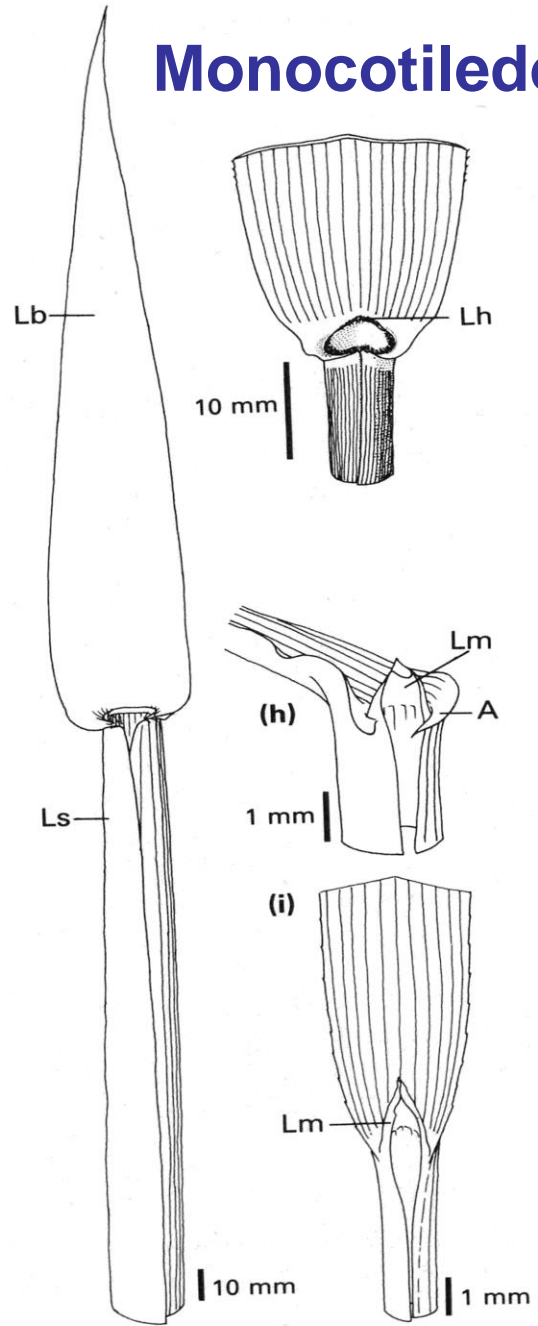


fasci sono "impacchettati" molto strettamente uno accanto all'altro: i raggi midollari sono in genere ridotti a poche file di cellule (addirittura una sola nelle gimnosperme legnose).
piante legnose più primitive di quelle erbacee → carattere primitivo = stele quasi completa.

Eudicotyledoni

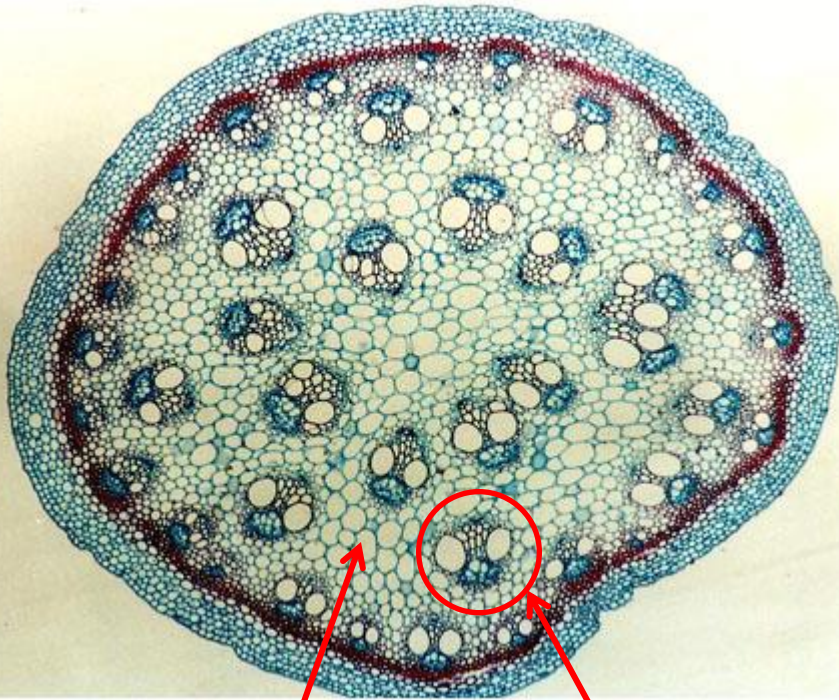


Monocotyledoni



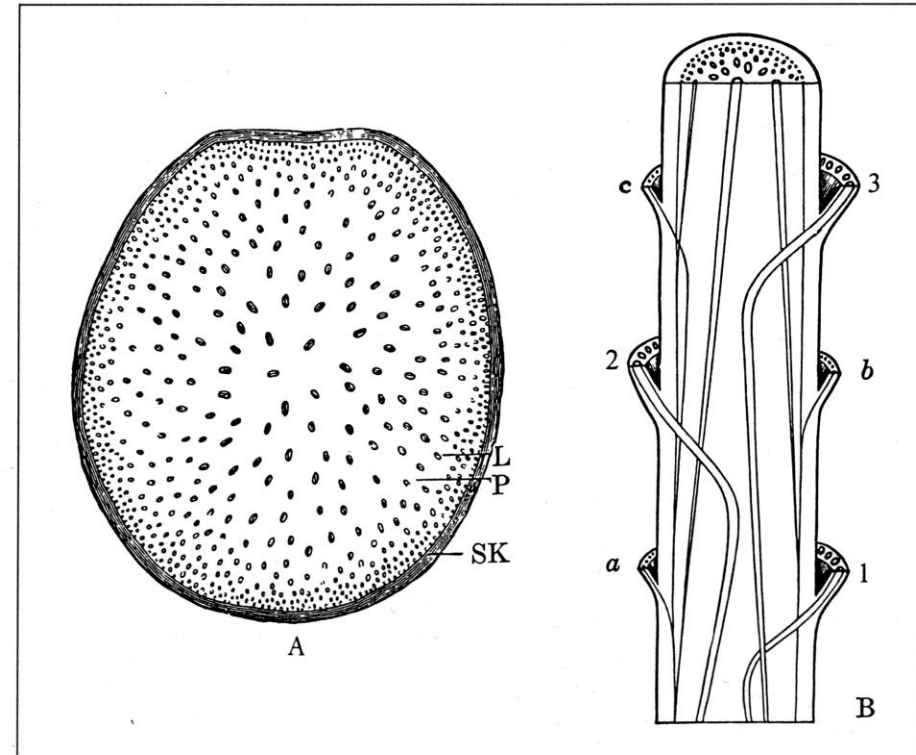
ATACTOSTELE – nelle Monocotiledoni.

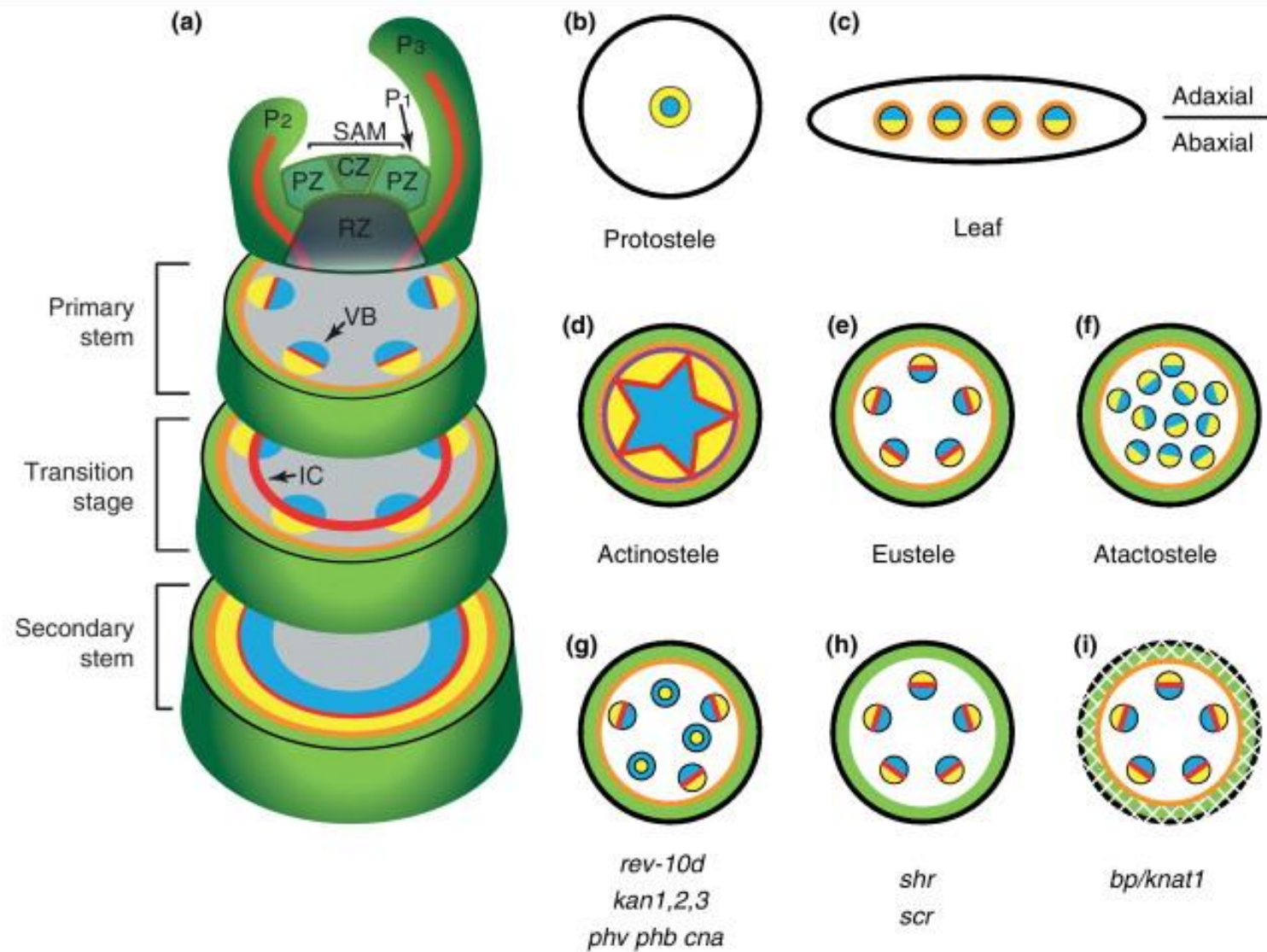
- “ataktos” (geco) = disordinato
- Singoli fasci collaterali chiusi (il procambio genera interamente xilema e floema)



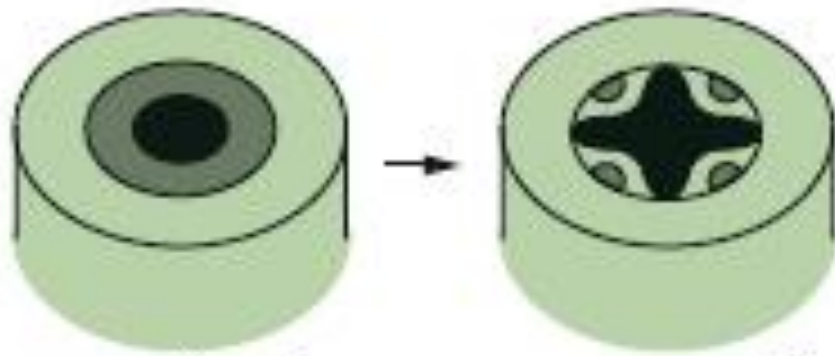
Tessuto
fondamentale

Fascio
conduttore





Key: Xylem Cortex (Pro)cambium Pericycle Epidermis
 Phloem Endodermis/starch sheath/bundle sheath



A

B



C



D



E



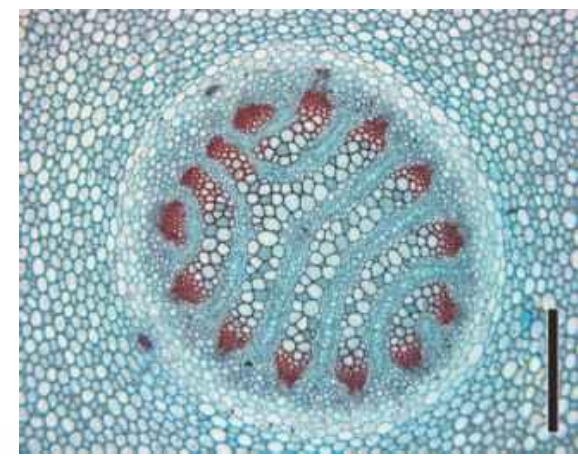
F



G



H



Plectostele in *Lycopodium* sp.