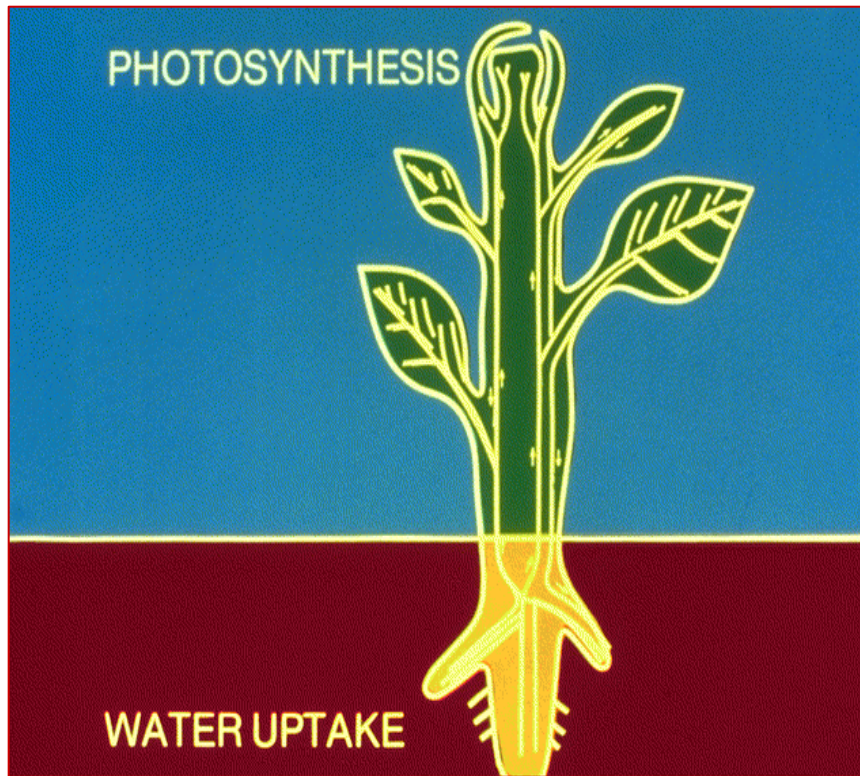




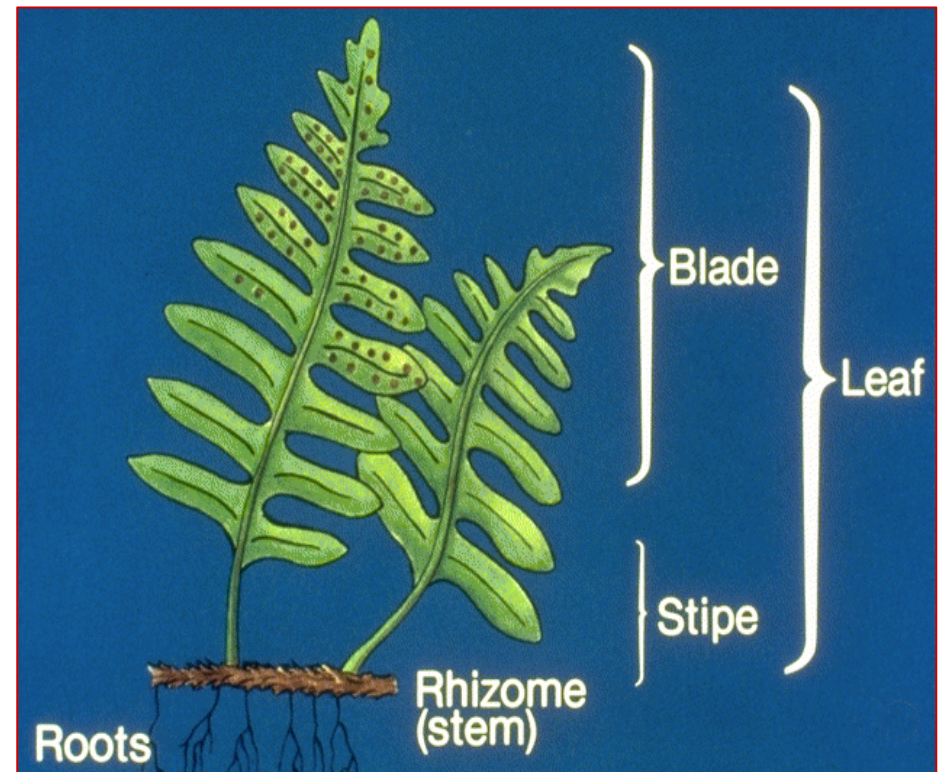
Evoluzione del **cormo**:

radice
fusto
foglia

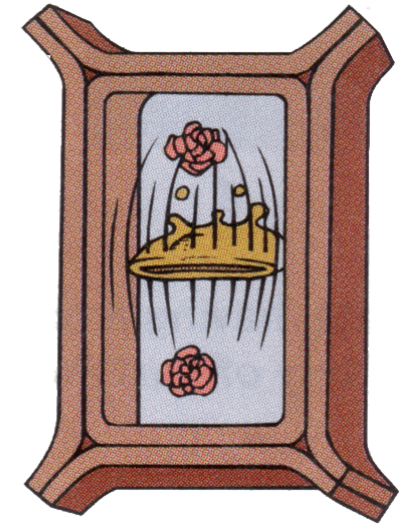
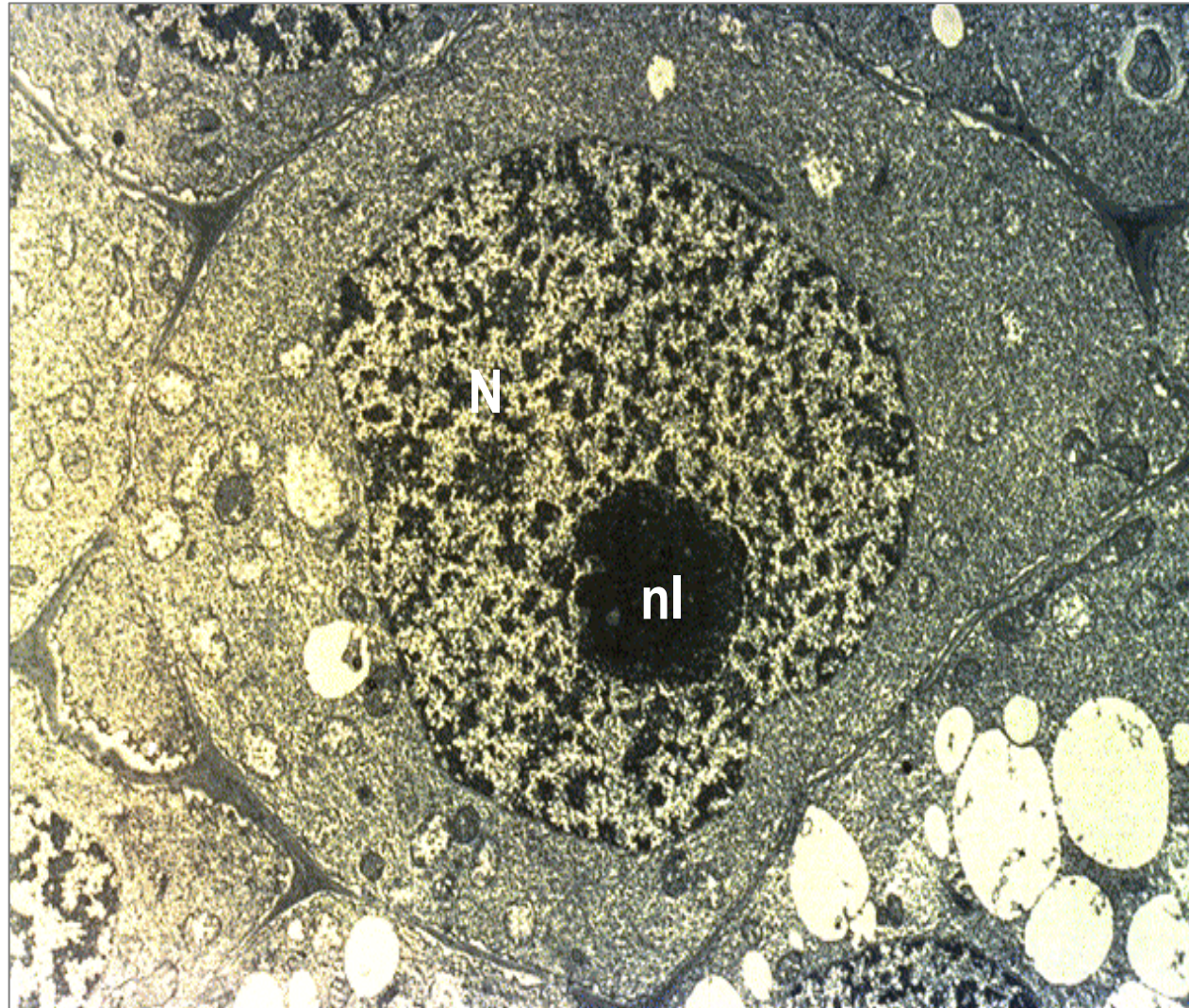
Da un embrione pluricellulare per accrescimento primario e secondario

tessuti primari:

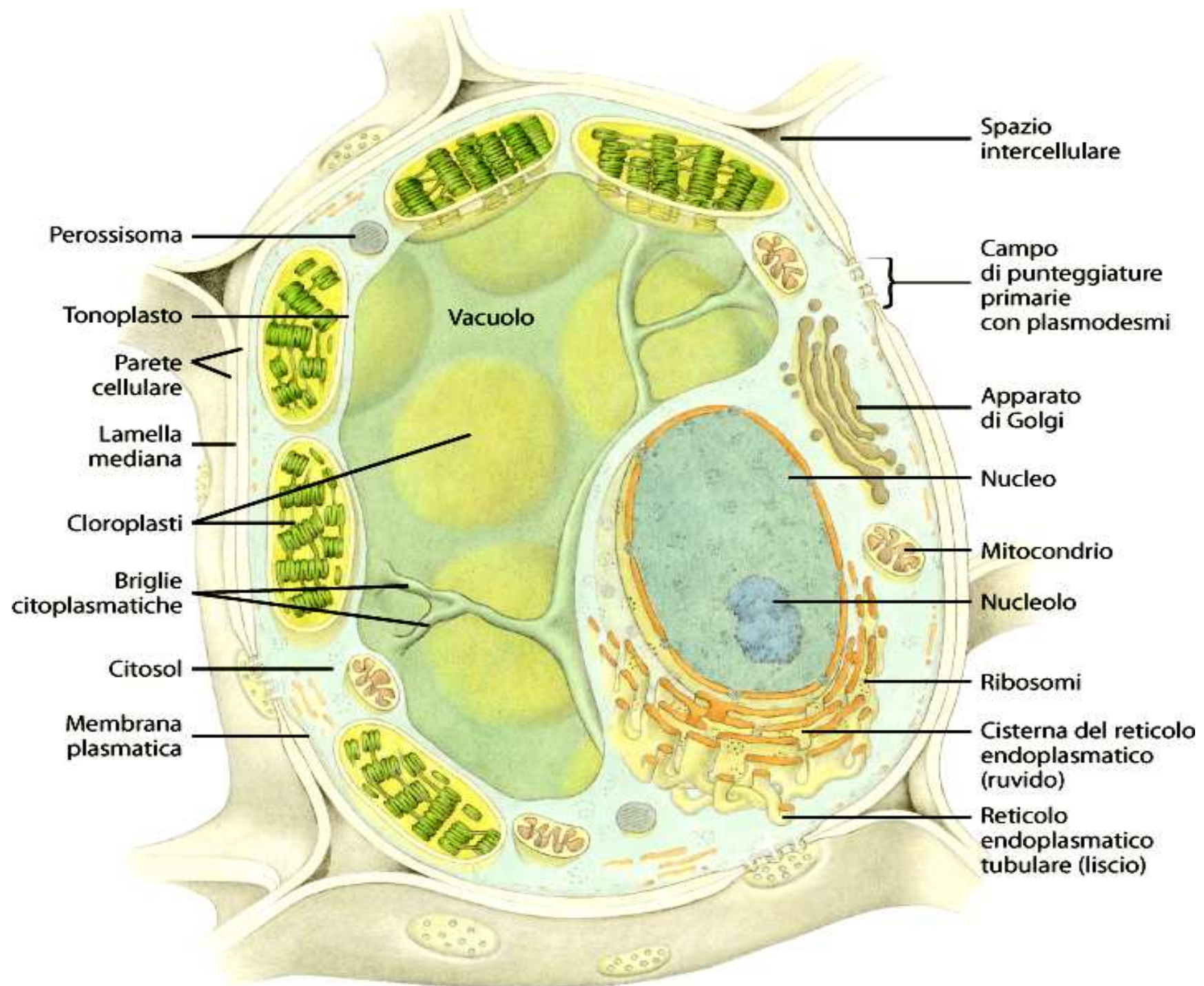
- tegumentali
- vascolari
- fondamentali



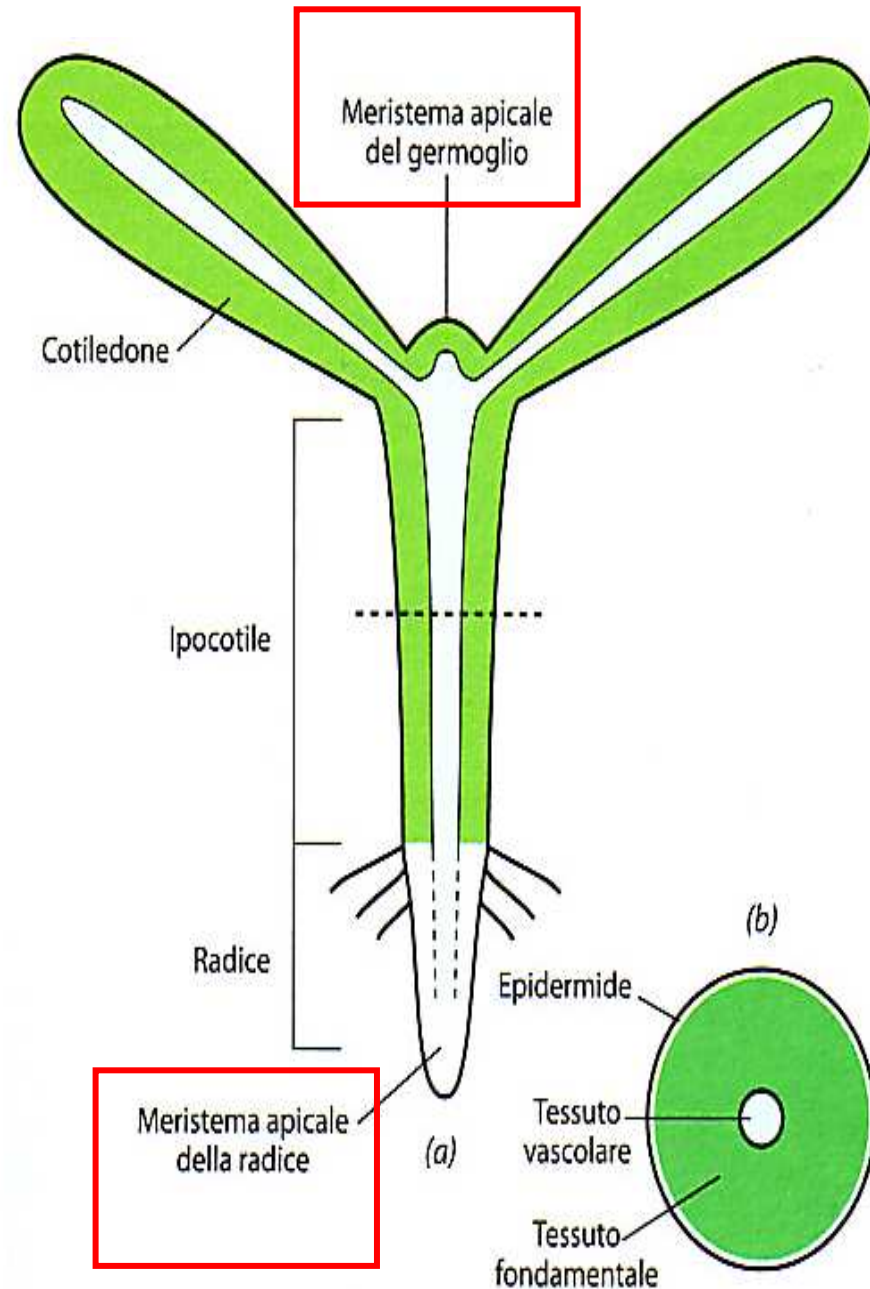
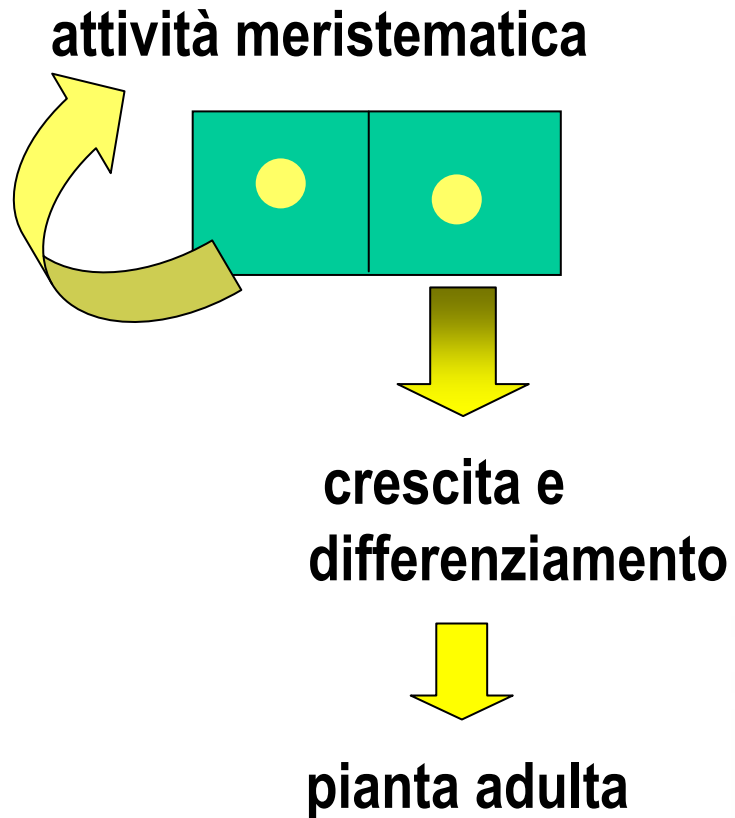
Le cellule giovani derivano dall'attività di divisione mitotica

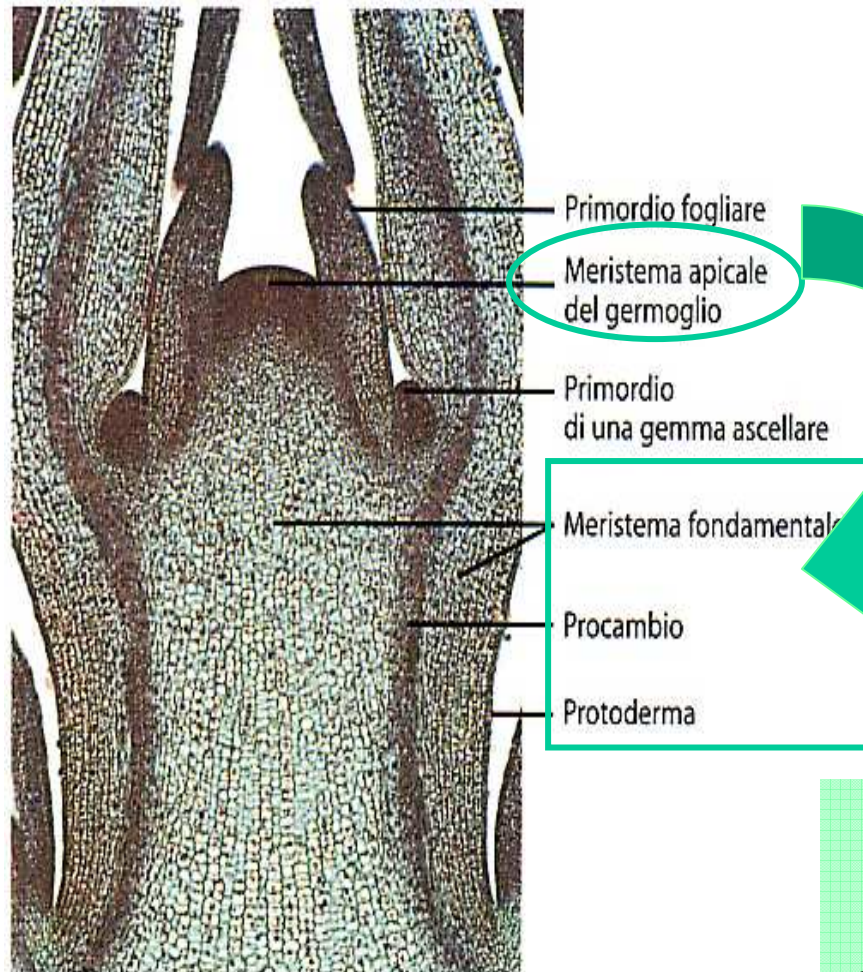


- parete sottile
- nucleo grande (fino 50% del volume)
- nucleoli
- molti ribosomi
- proplastidi
- piccoli vacuoli

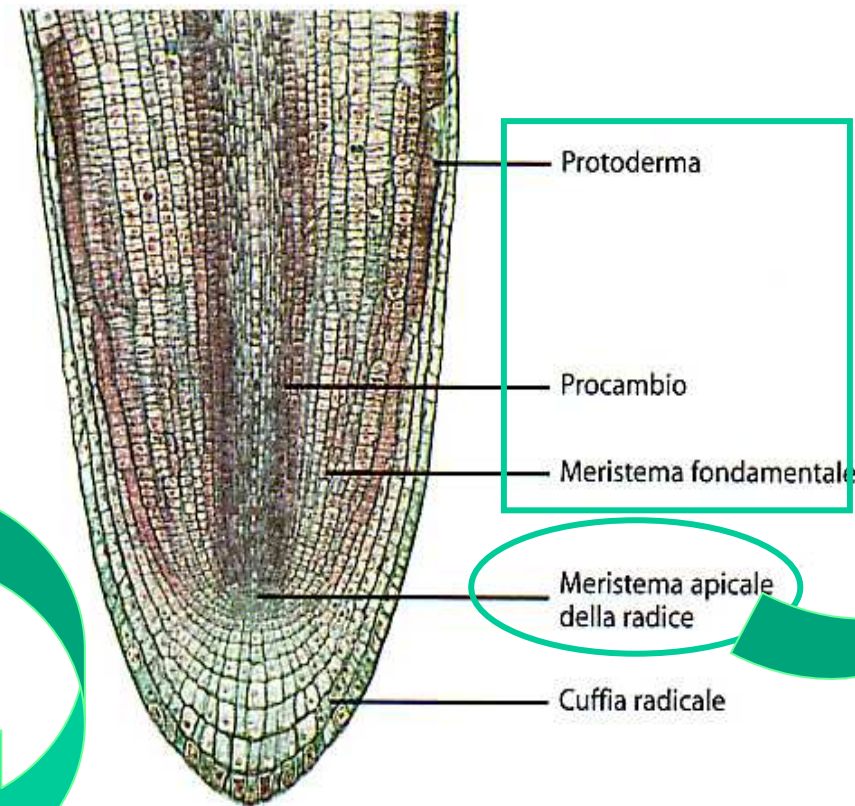


Meristemi = gruppi di cellule non differenziate con elevata attività di divisione mitotica





(a)

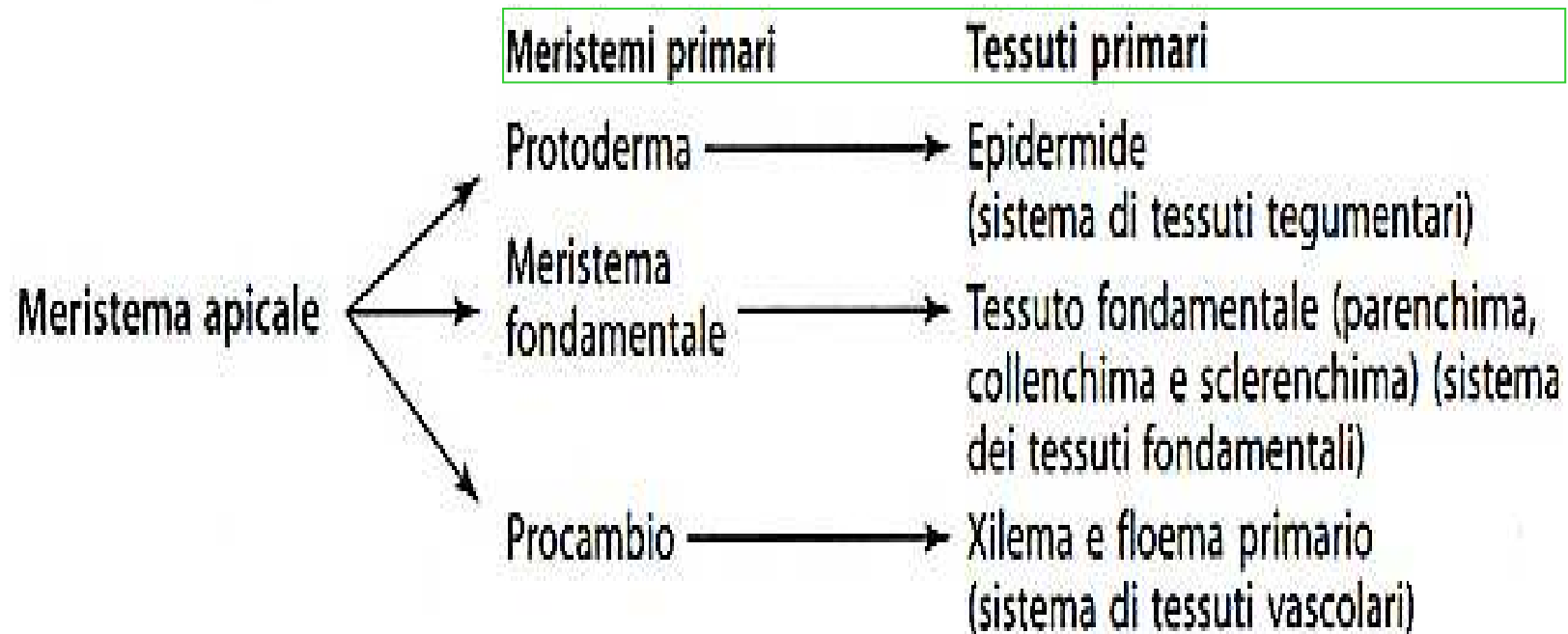


(b)

dall'attività di divisione dei meristemi apicali derivano tutte le cellule della pianta

Le piante sono organismi pluricellulari a crescita indeterminata

Divisione → Accrescimento primario



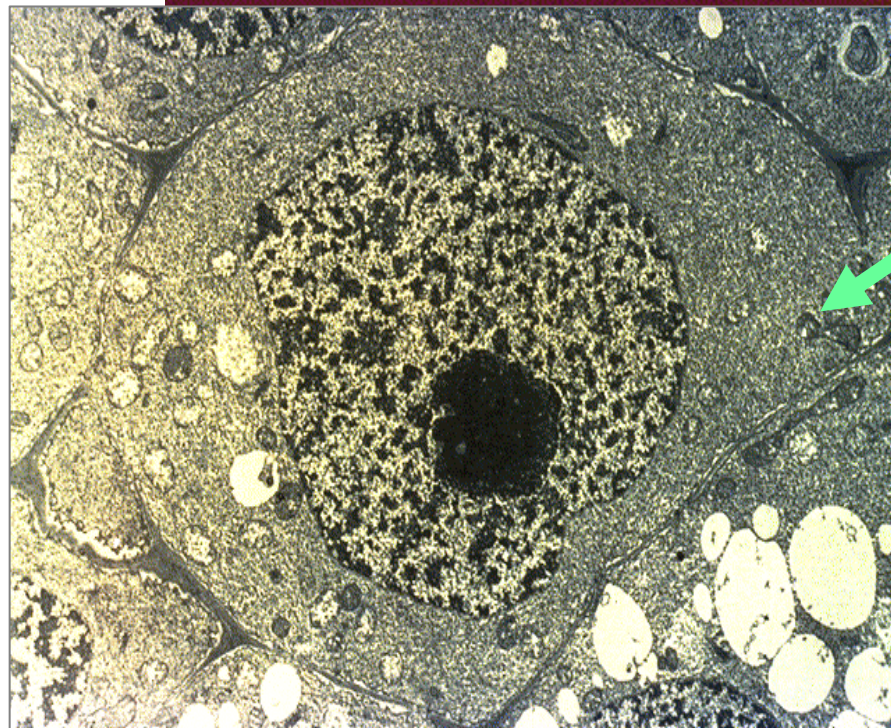
**accrescimento e
distensione**

vacuole

cell elongation

cell enlargement in diameter

dividing cell



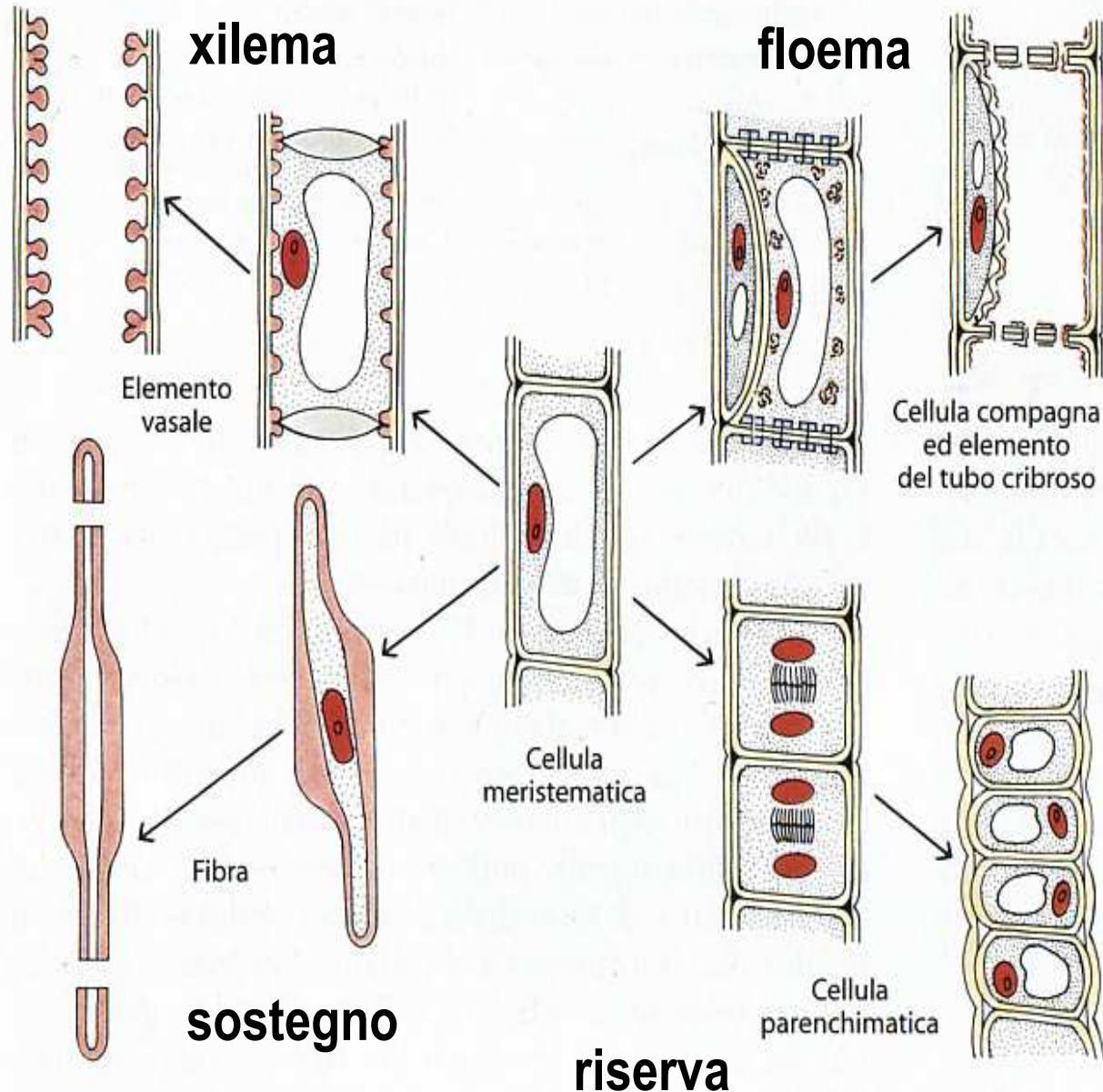
parete primaria sottile

nucleo grande e molti ribosomi

proplastidi

piccoli vacuoli (o pre-vacuoli)

Crescita, morfogenesi, differenziamento nel procambio



divisione e accrescimento cellulare,
controllo dell'espressione genica,
posizione.

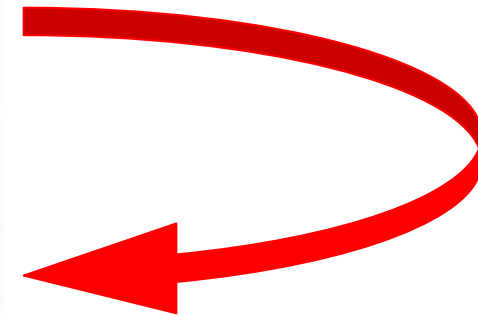


Figura 24.3 Alcuni dei tipi cellulari che derivano da una cellula meristematica del procambio o cambio vascolare. La cellula meristematica (al centro) presenta un singolo ampio vacuolo, caratteristica tipica delle cellule meristematiche del cambio vascolare. Le cellule procambiali contengono generalmente numerosi, piccoli vacuoli. Nella figura sono illustrati quattro diversi tipi cellulari. Le cellule meristematiche o i precursori di queste cellule hanno lo stesso genoma. I diversi tipi cellulari si differenziano perché ciascuno di essi esprime pacchetti di geni non espressi dagli altri tipi cellulari.

**accrescimento e
distensione**

vacuole

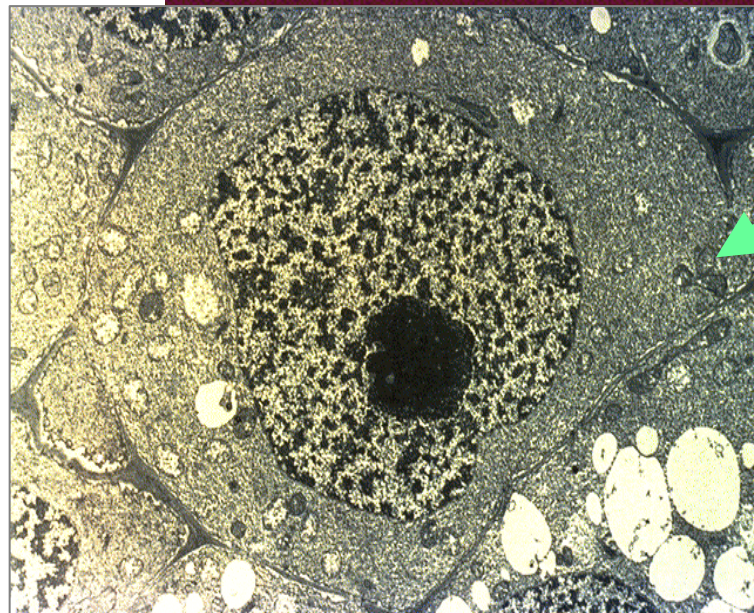
> 90% V cellulare

cell elongation

**vescicolazione, coalescenza e
accrescimento di endomembrane**

cell enlargement in diameter

dividing cell

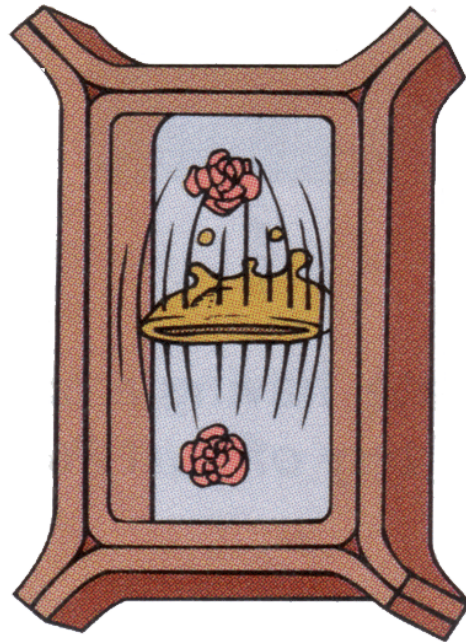


parete sottile

nucleo grande e molti ribosomi

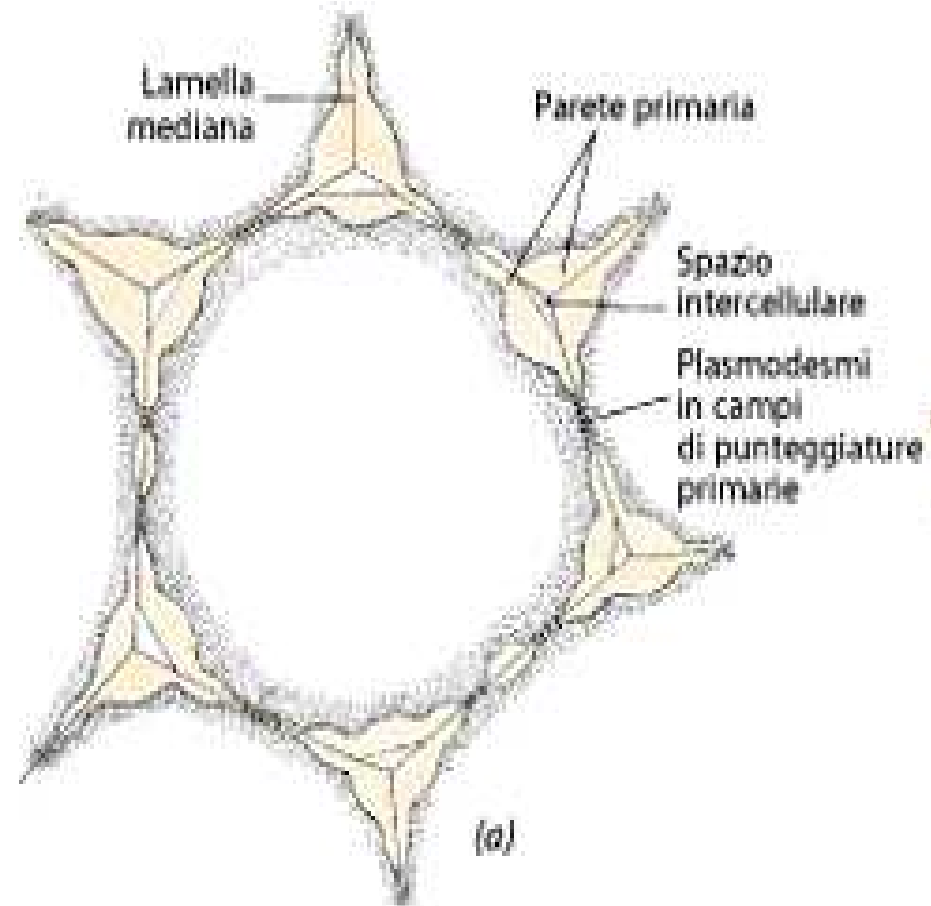
proplastidi

piccoli vacuoli



Citodieresi:
 persistenza del fuso mitotico
 formazione del fragmoplasto e **della piastra cellulare**

PARETE PRIMARIA

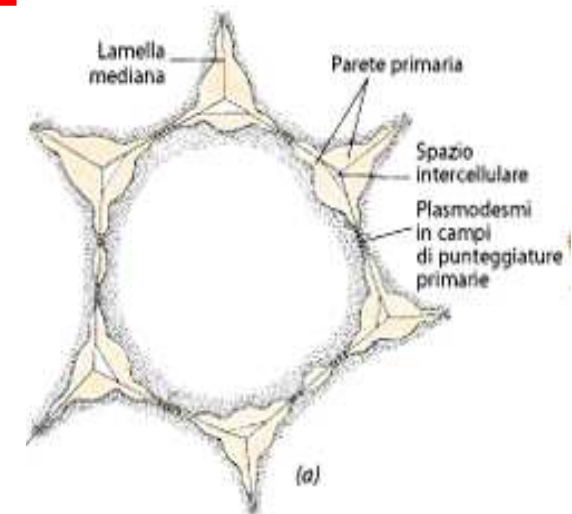


Parete cellulare

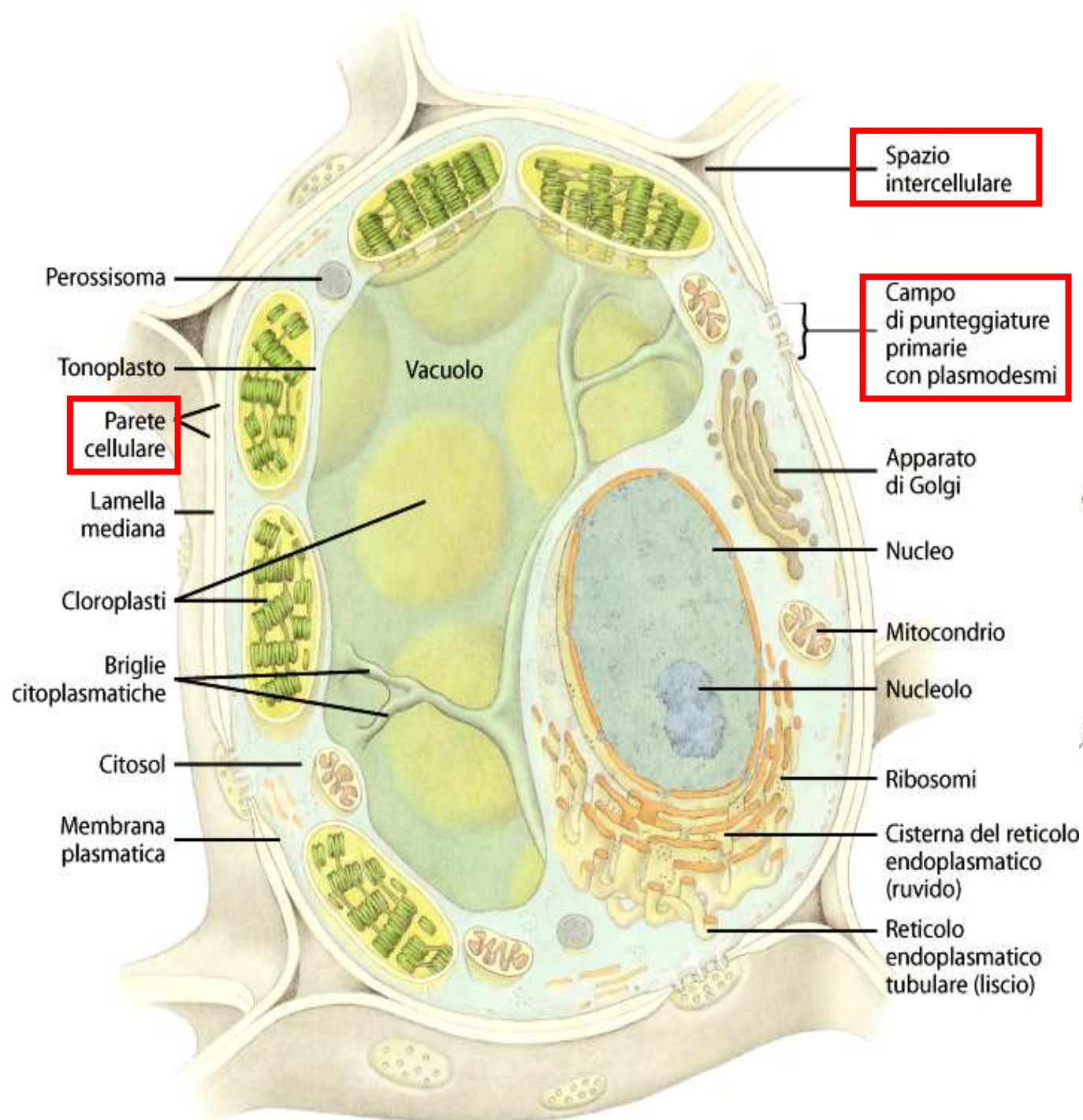
- resistenza e forma
- protezione da danni meccanici
- protezione da shock osmotici
- protezione da patogeni
- comparto cellulare attivo in molti processi fisiologici

PARETE

APOPLASTO
= pareti +
spazi intercellulari



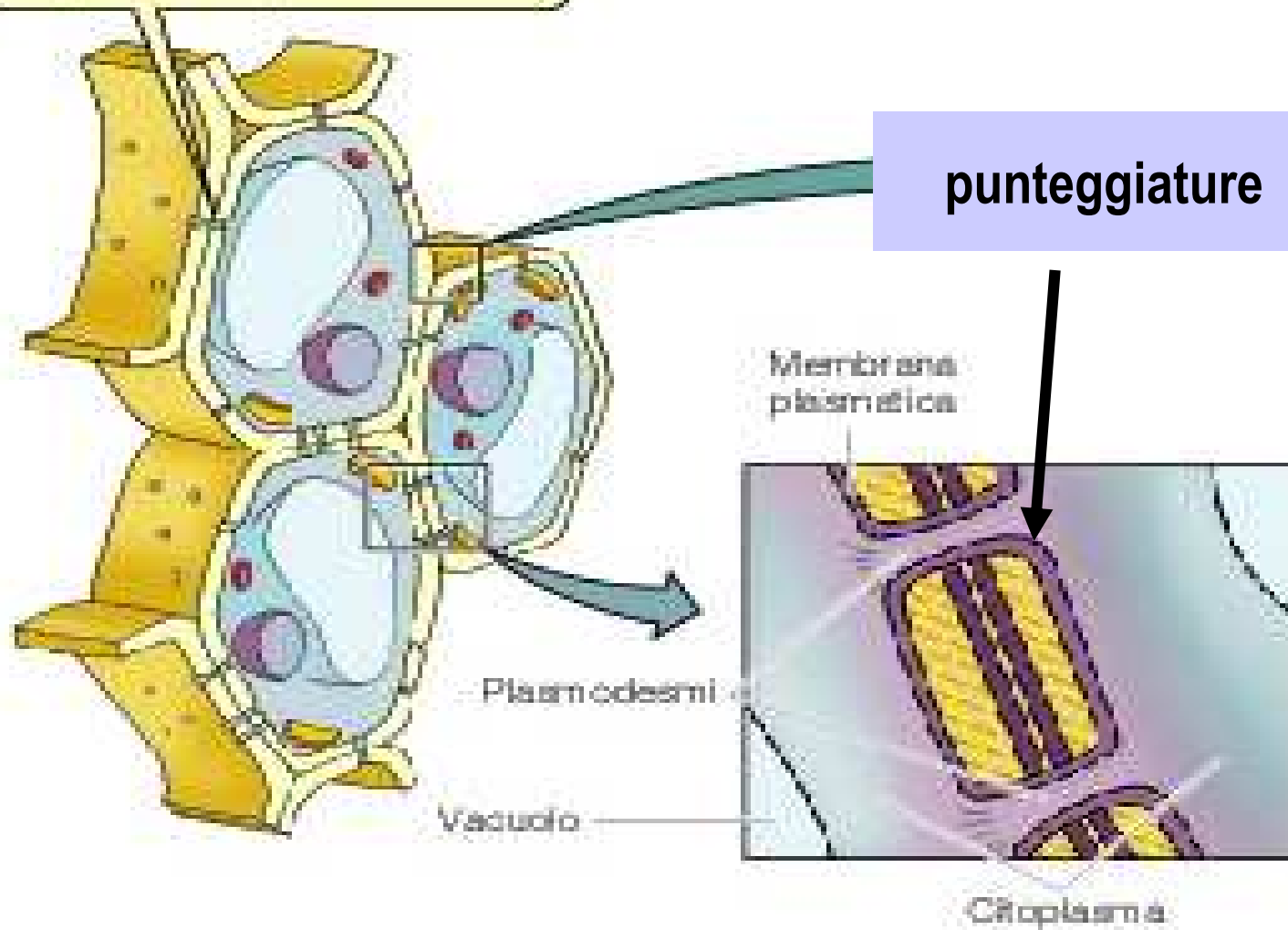
SIMPLASTO
= protoplasti +
plasmodesmi



PARETE PRIMARIA

Plasmodesmi = continuità tra
citoplasmi e ER

punteggiature

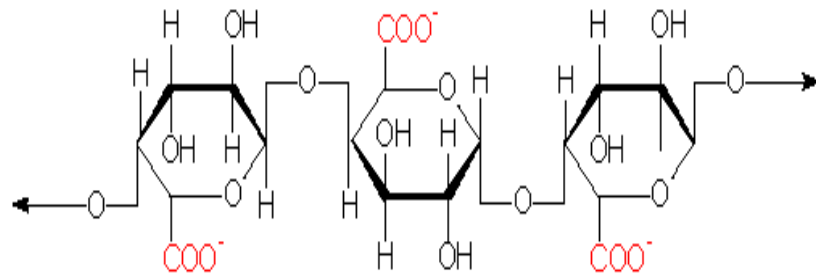


PARETE

LAMELLA MEDIANA (adesione tra cellule contigue):
SOSTANZE PECTICHE, proteine strutturali ed enzimatiche

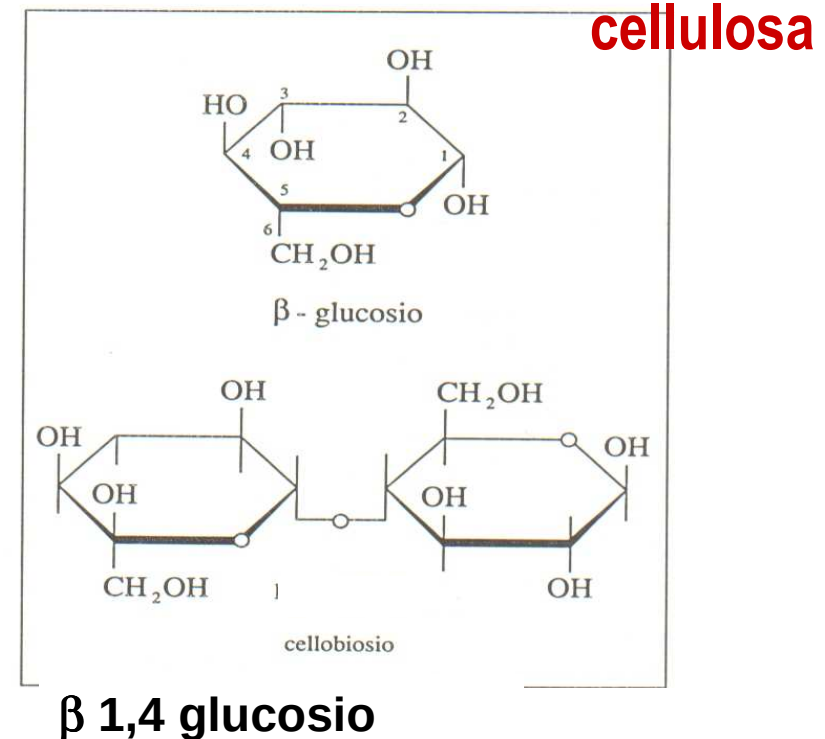
PARETE PRIMARIA (forma, resistenza, trasporto)

- MATERIALE FIBRILLARE: cellulosa
- MATRICE: acqua (60-70% del peso fresco), emicellulose, sostanze pectiche, proteine, lipidi



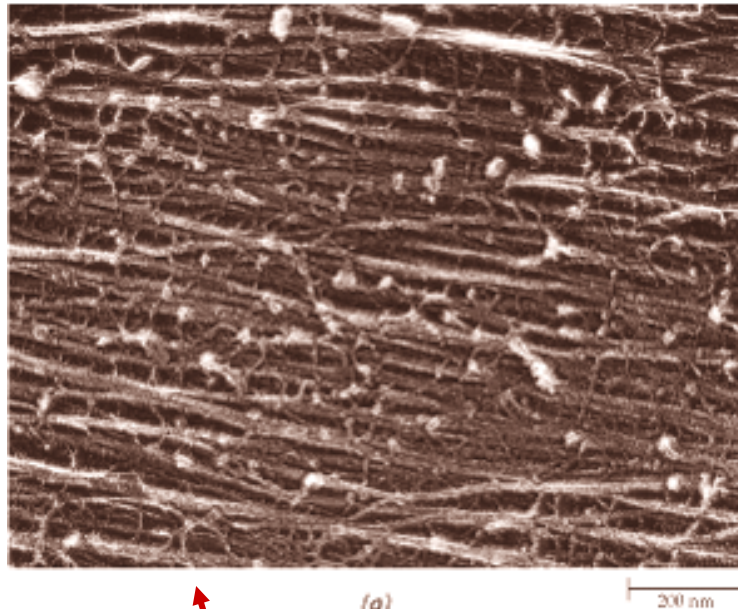
Acido pectico

(α 1,4 galatturonico)

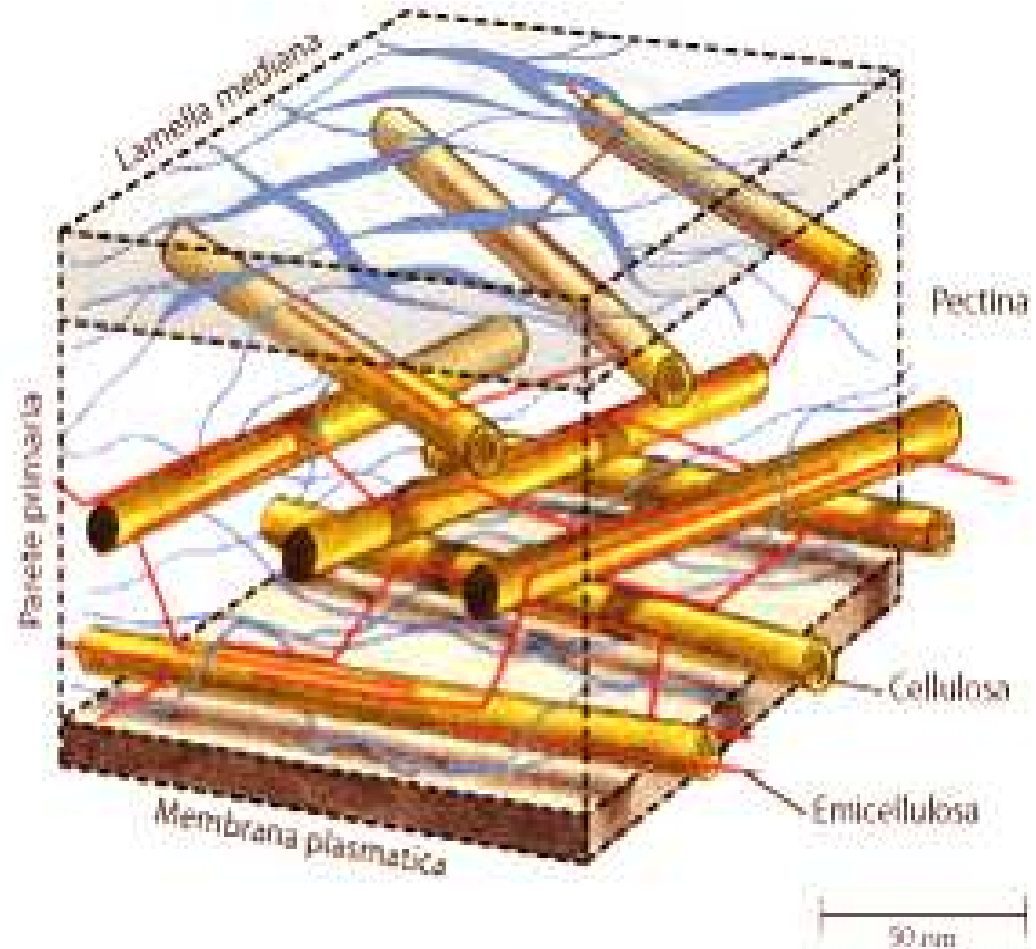
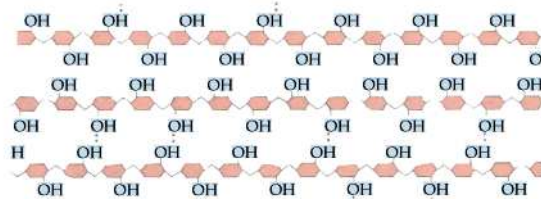
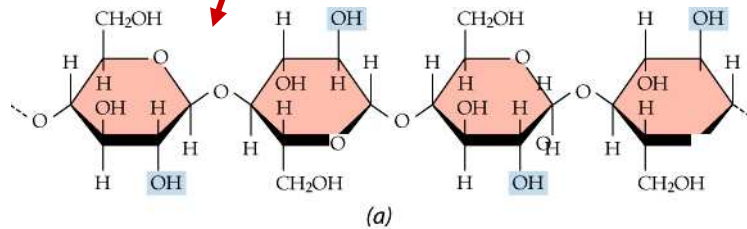


β 1,4 glucosio

La parete cellulare è formata da cellulosa, emicellulosa e pectina

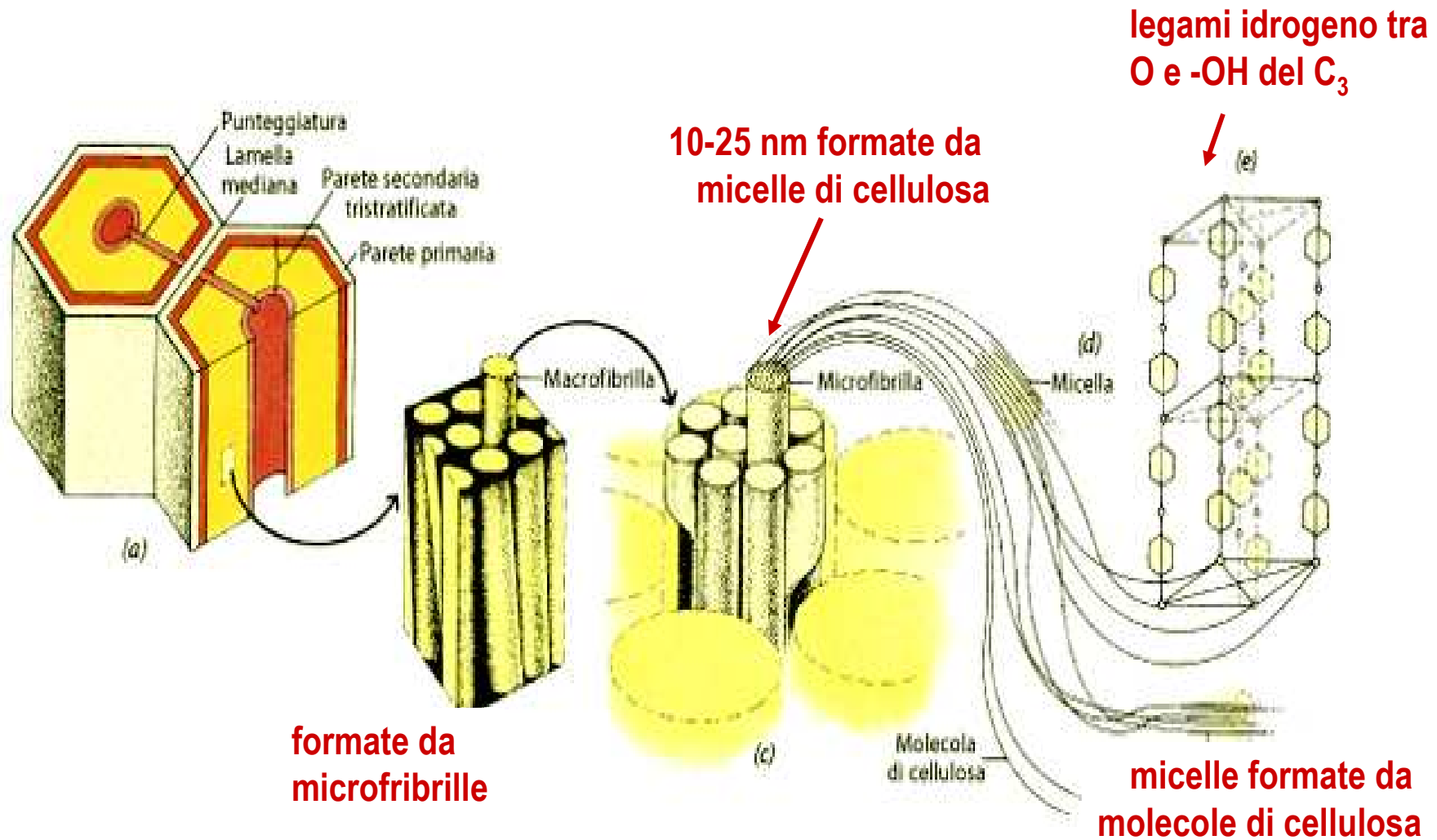


cellulosa

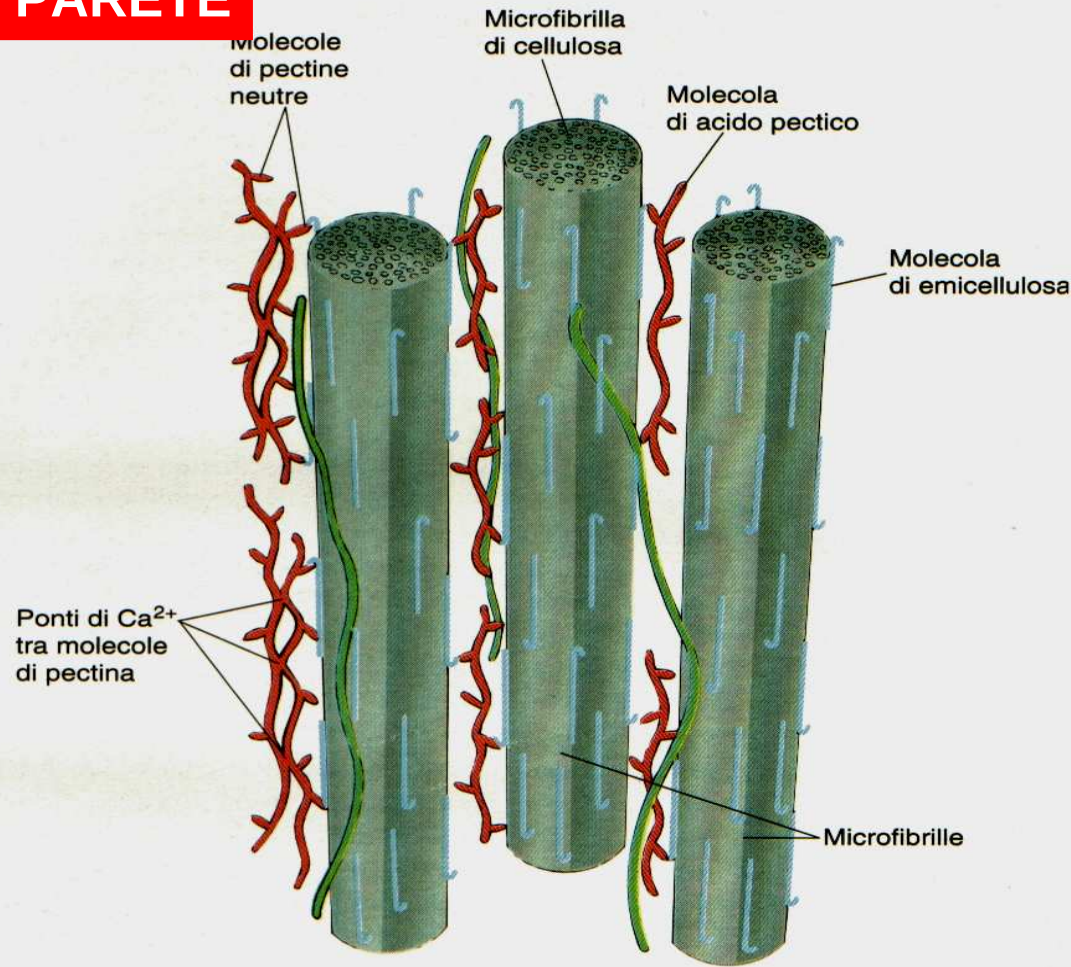


Omopolimero - poliglucano (β 1 $\rightarrow$ 4)
fino a 15000 unità di D-glucosio

La cellulosa è la componente fibrillare della parete primaria e secondaria



PARETE



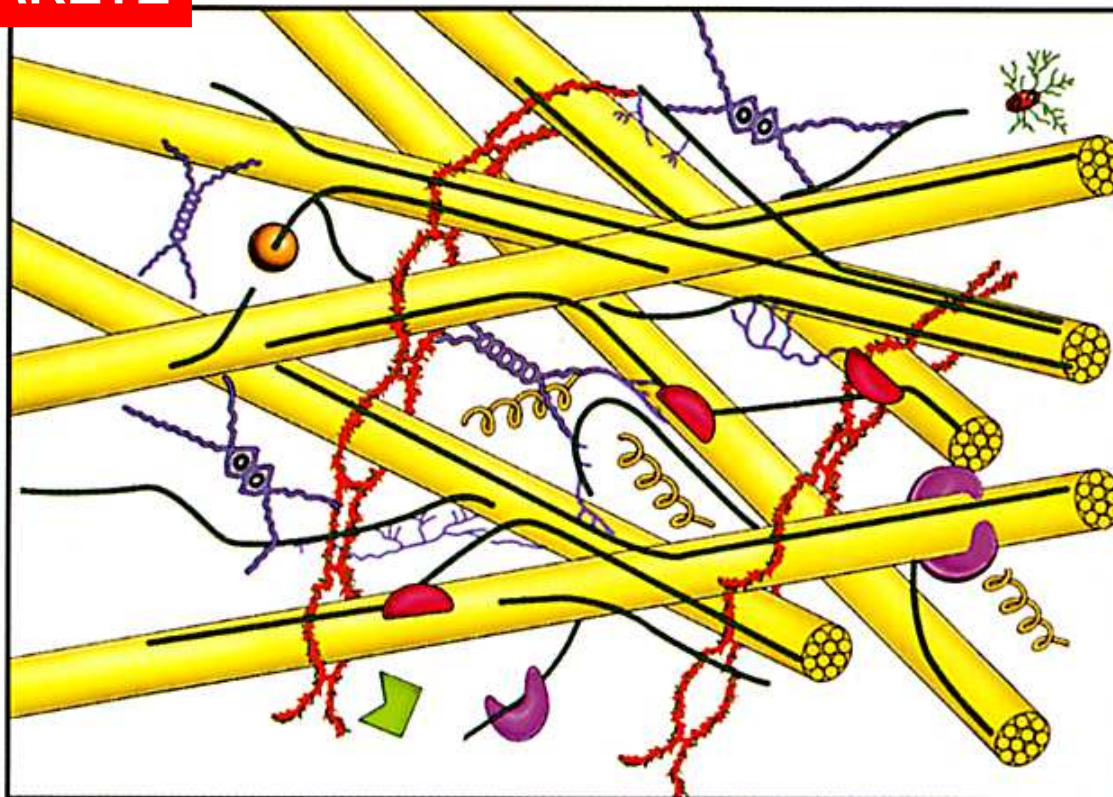
EMICELLULOSE:

polisaccaridi eterogenei
xiloglucani (glucosio e
xiloso) e xilani
legano microfibrille di
cellulosa e altri polimeri
della matrice

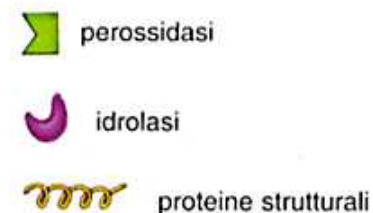
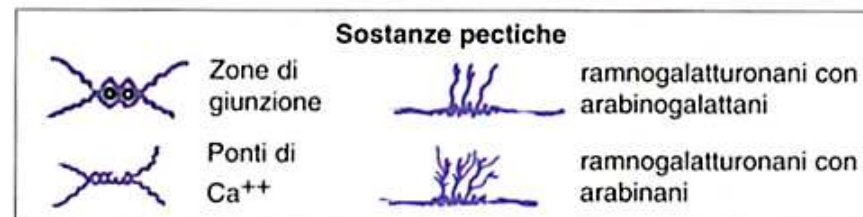
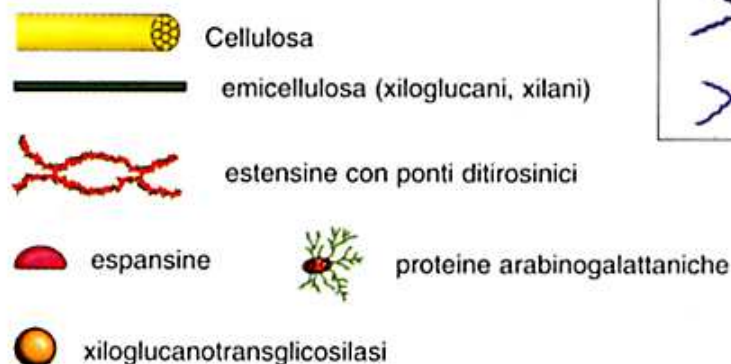
GLICOPROTEINE di PARETE

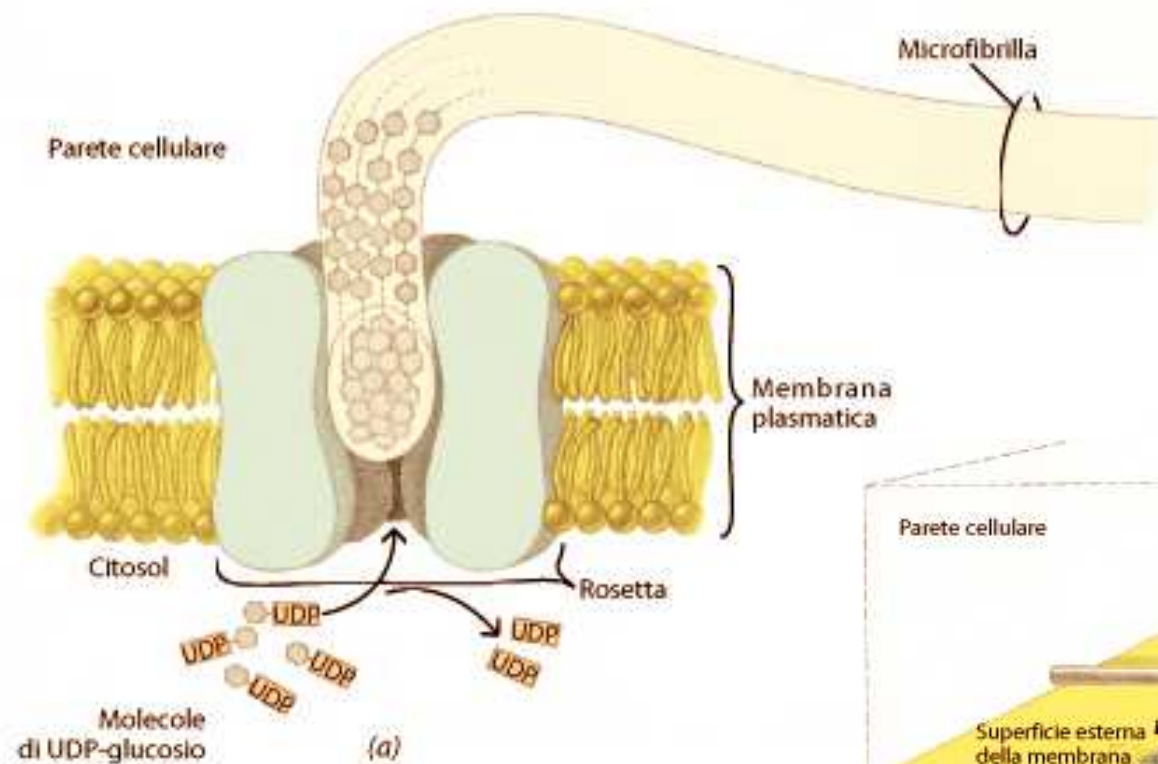
- **strutturali:** *estensine*, che formano legami covalenti con emicellulose e pectine *arabinogalattaniche*, coinvolte nei processi di riconoscimento e compatibilità tra cellule
- **enzimatiche:** *perossidasi* per estensibilità della parete e *idrolasi* per difesa da patogeni

PARETE

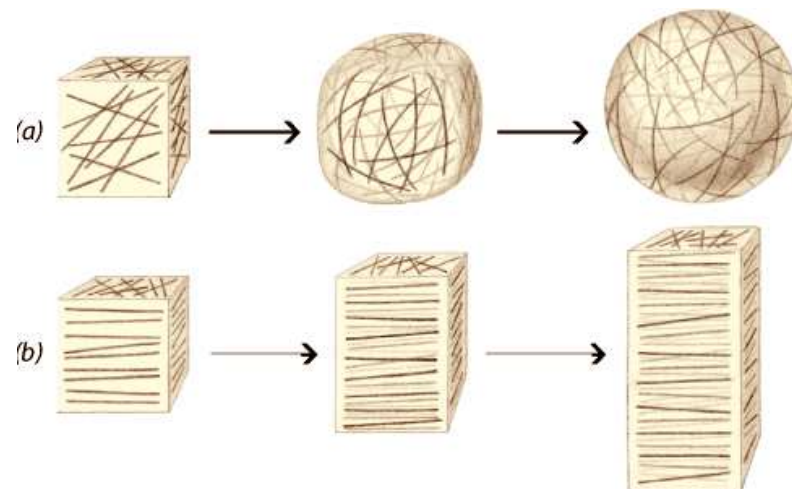
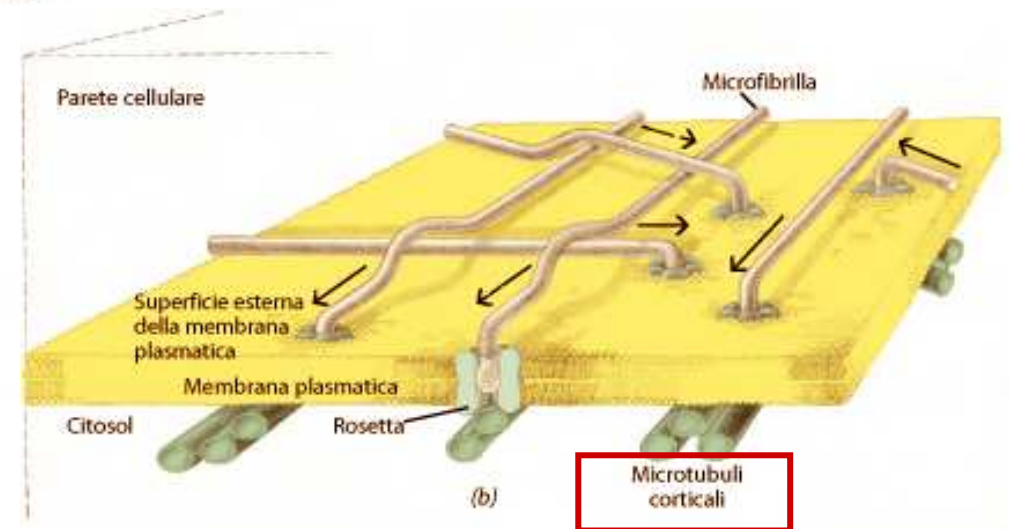


La parete cellulare è costituita da un complesso intreccio di polimeri, fra cui sono predominanti i polisaccaridi; quali la cellulosa (si vedano le grosse microfibrille), le emicellulose e le sostanze pectiche. Sempre più importanti appaiono le proteine e le glicoproteine. Vi sono sia proteine di natura strutturale, fra cui qui è rappresentata l'estensina e le proteine arabinogalattaniche, sia di natura enzimatica, quali ad esempio le perossidasi che catalizzano la formazione del legame isoditirocinico delle estensine, varie idrolasi (ad es. le espansine rompono i legami idrogeno fra le fibrille di cellulosa e le emicellulose mentre le xiloglucanotransglicosidasi (XET) scindono e riattaccano le emicellulose, altre scindono la cellulosa etc.) talune delle quali intervengono nei fenomeni di espansione della parete.



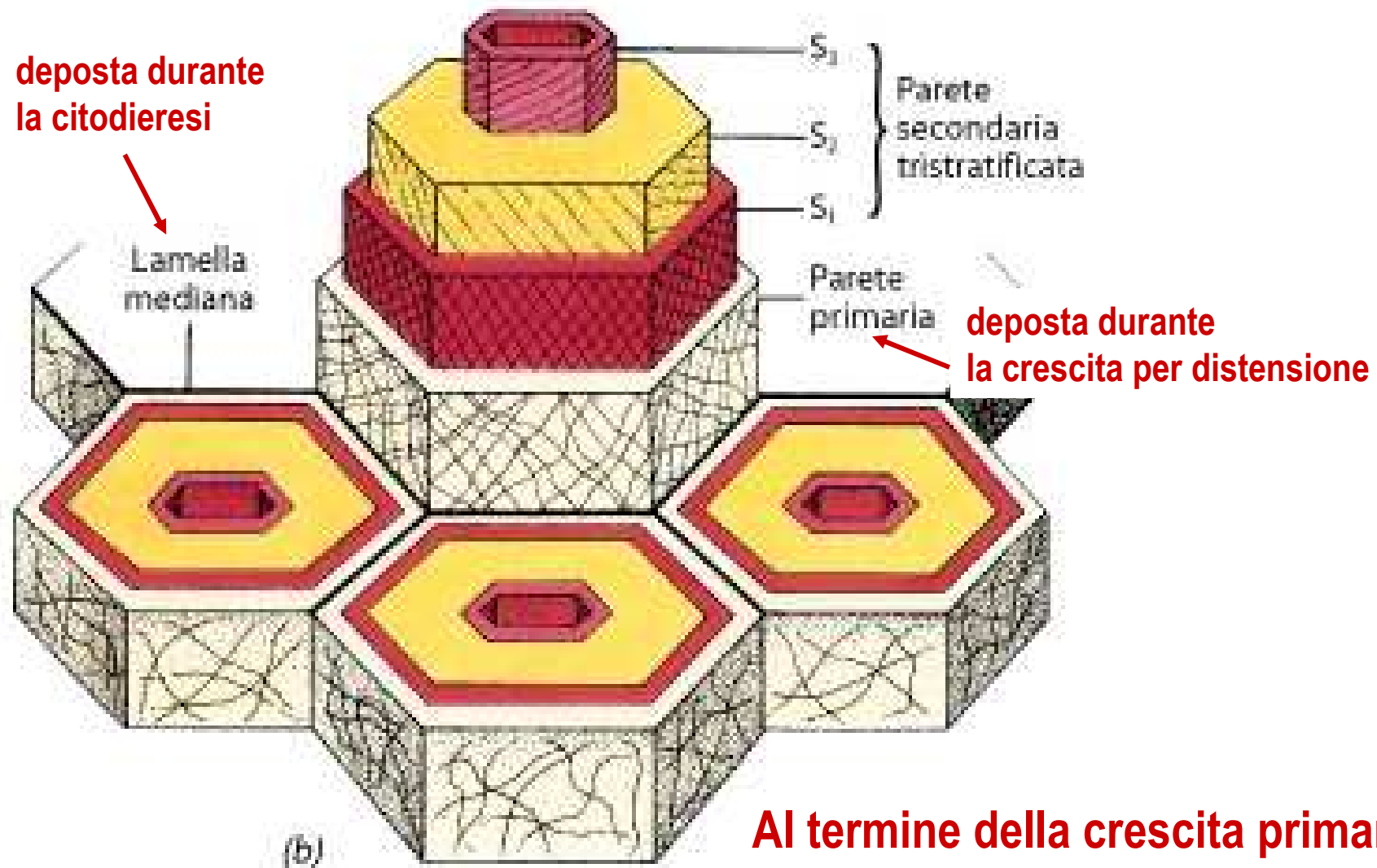


I complessi a rosetta della cellulosa sintasi sintetizzano le microfibrille di cellulosa



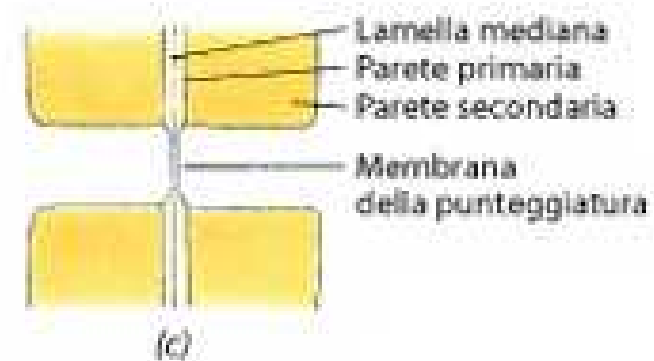
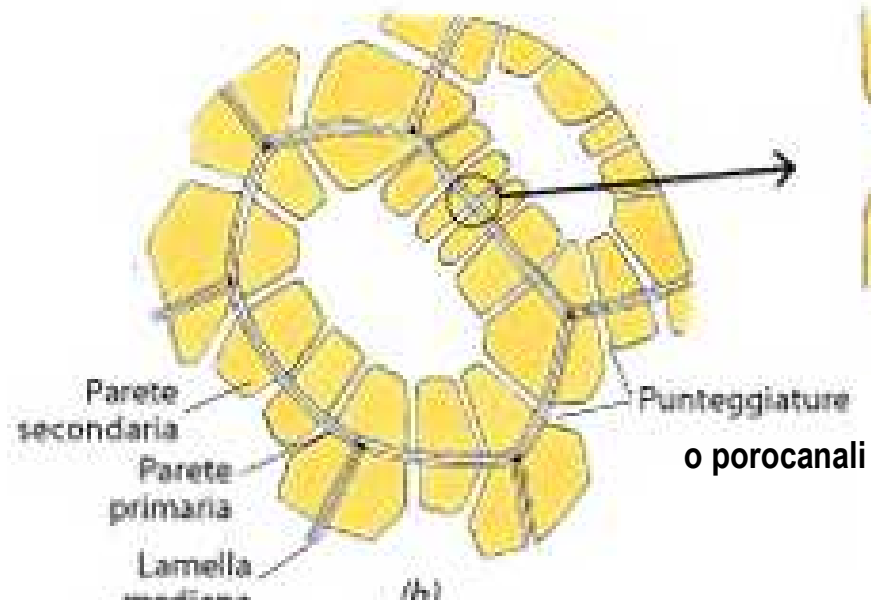
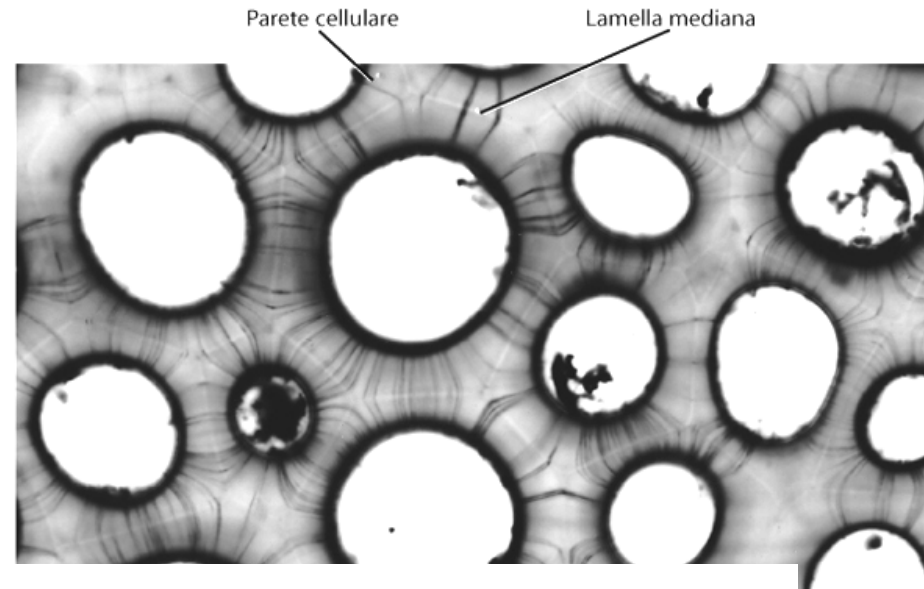
la fibrille vengono deposte in maniera casuale o perpendicolarmente all'asse lungo della cellula

PARETE SECONDARIA



**Al termine della crescita primaria
può essere deposta la parete secondaria
più ricca in cellulosa e più rigida**

**la parete secondaria
non viene deposta a
livello delle
coppie di
punteggiature**



Punteggiature semplici

MODIFICAZIONI della PARETE

1. INCROSTAZIONE di materiali tra le fibrille di cellulosa

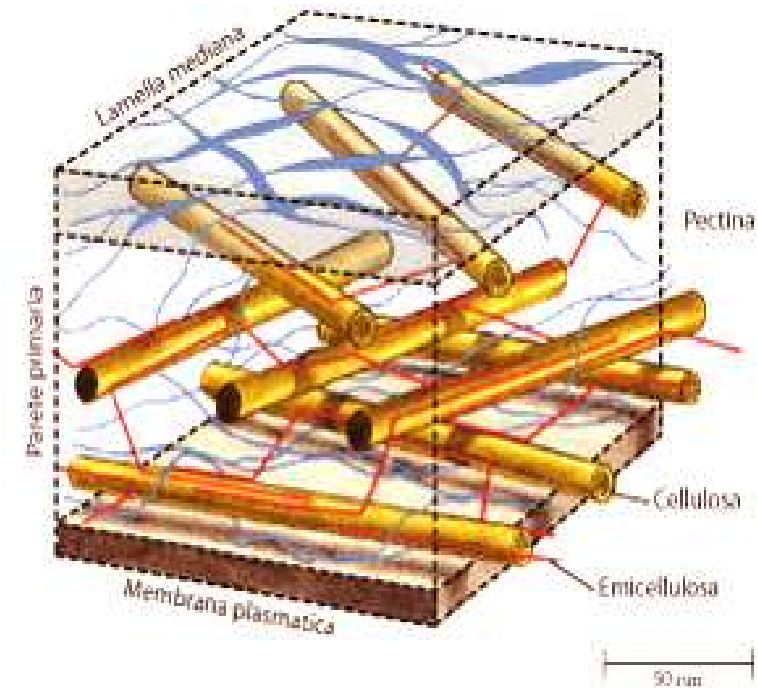
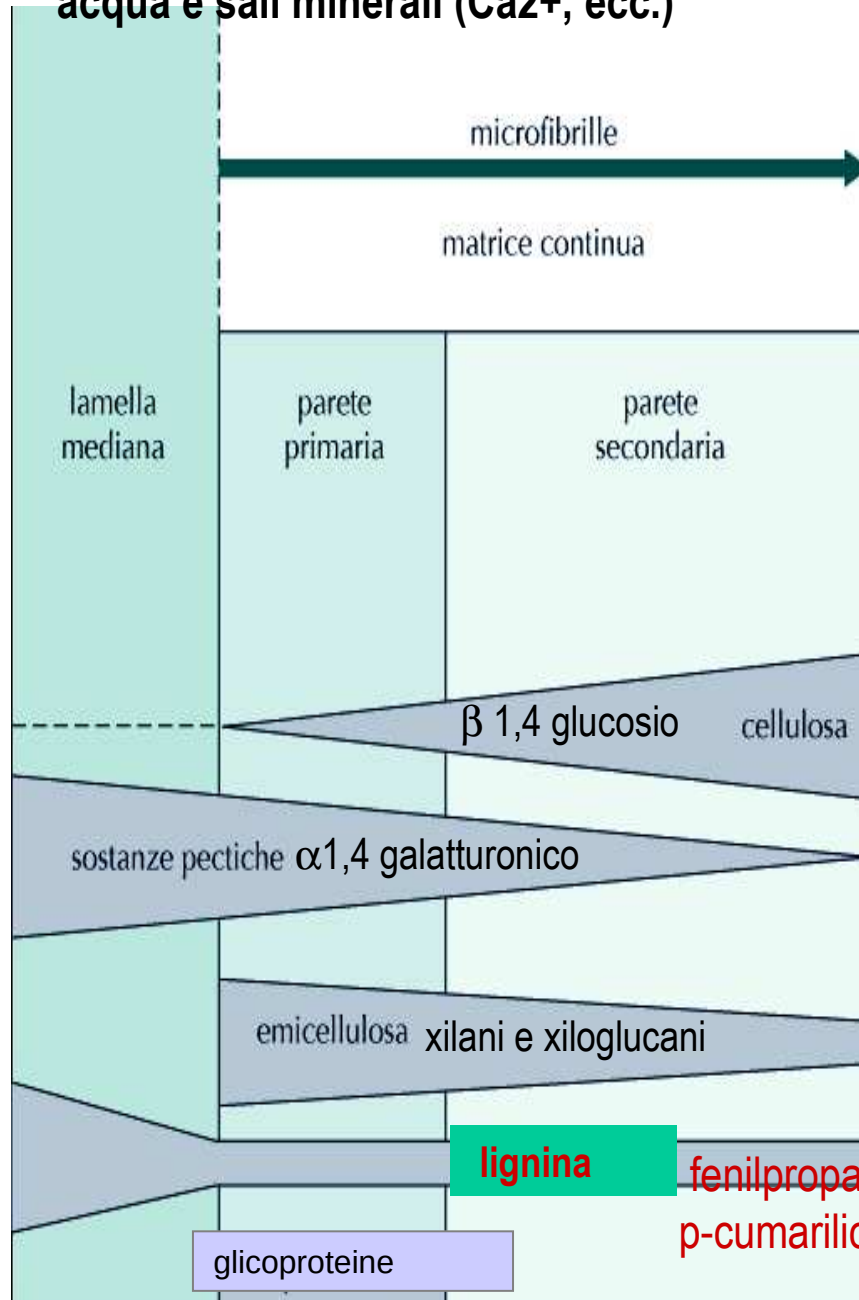
- Lignificazione
- Pigmentazione
- Mineralizzazione

2. APPOSIZIONE di materiali sulla parete

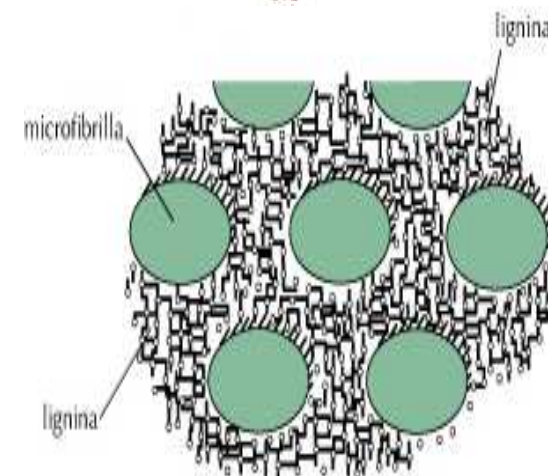
- Cutinizzazione
- Cerificazione
- Suberificazione

3. GELIFICAZIONE aumento delle sostanze pectiche

acqua e sali minerali (Ca^{2+} , ecc.)



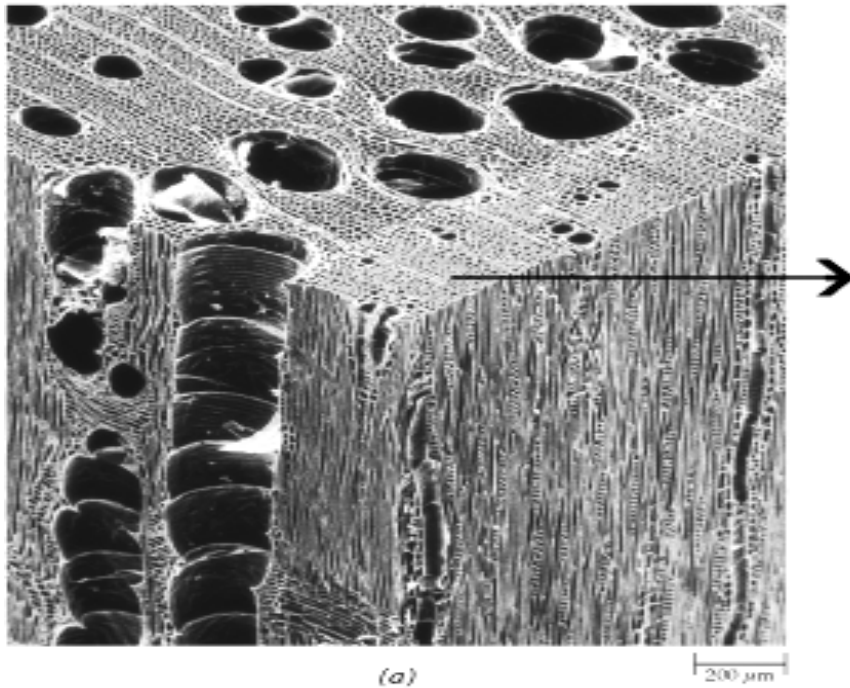
(b)



lignina

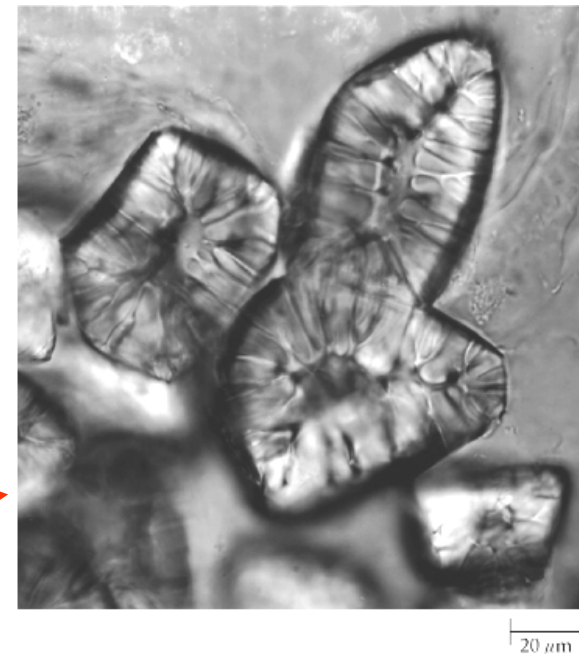
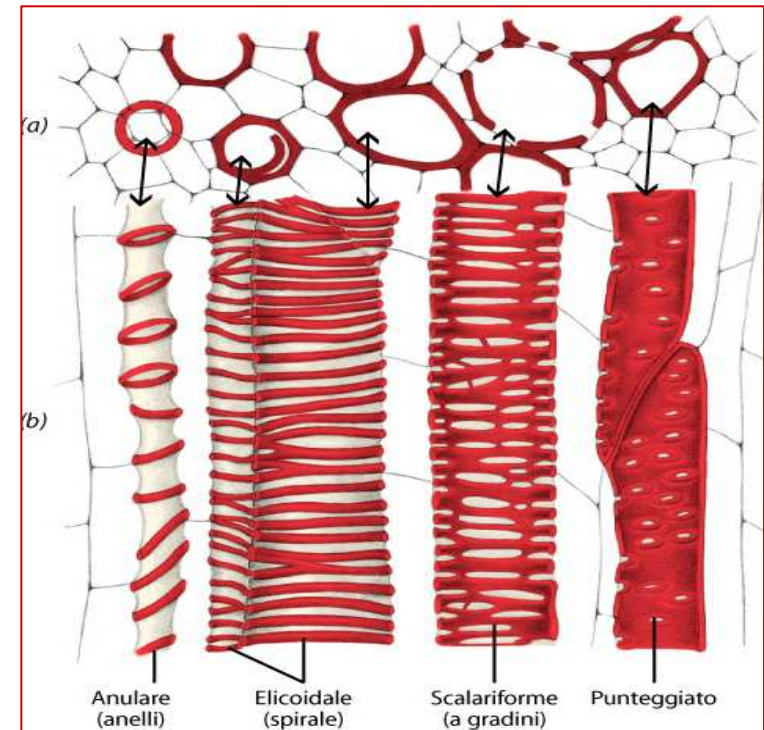
fenilpropanoidi derivati dagli alcoli
p-cumarilico, coniferilico e sinapilico

Modificazioni della parete 1: lignificazione

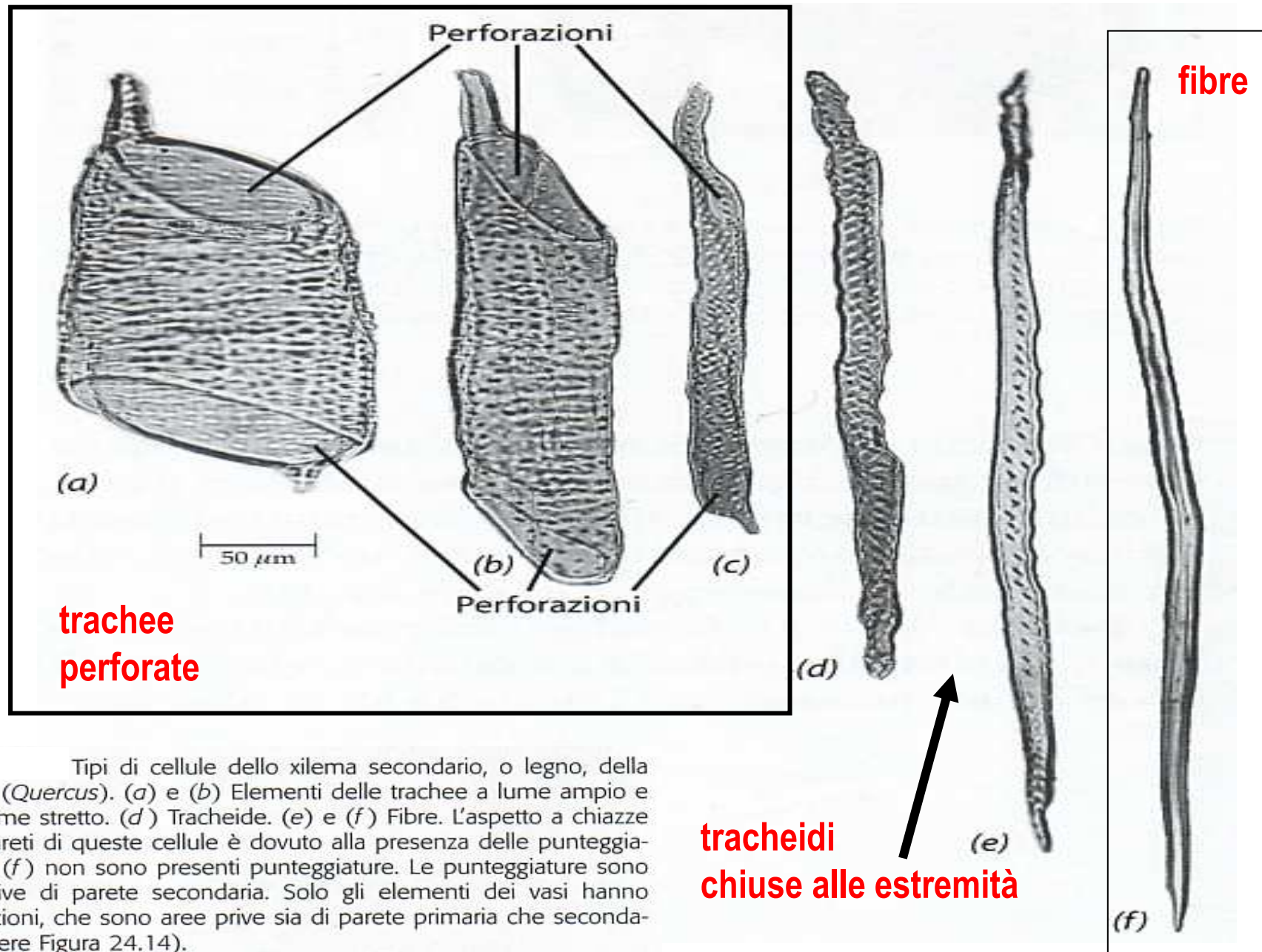


tessuti di conduzione **xilema**

tessuti di sostegno



Tessuti vascolari: xilema (trasporto acqua e sali minerali, sostegno)



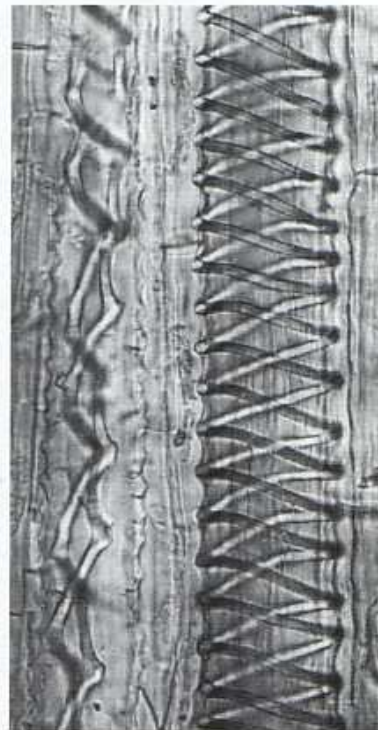
Trachee o vasi xilematici aperti

Trachee del protoxilema di ricino (*Ricinus communis*).
 (a) Ispessimenti anulati (sulla sinistra) e spiralati della parete in elementi solo parzialmente allungati. (b) Ispessimenti doppiamente spiralati in elementi che si sono invece già del tutto estesi. Nell'elemento sulla sinistra, fortemente esteso, le spirali delle eliche appaiono molto stirate.



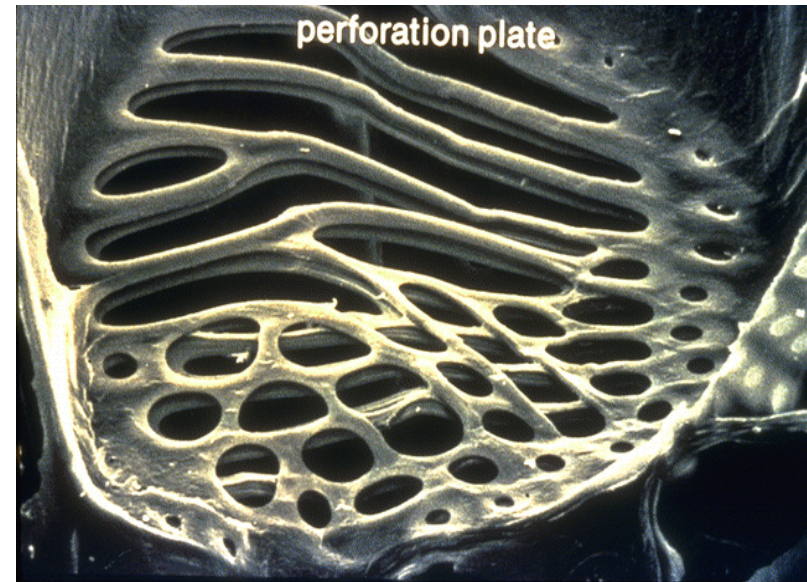
(a)

50 μm

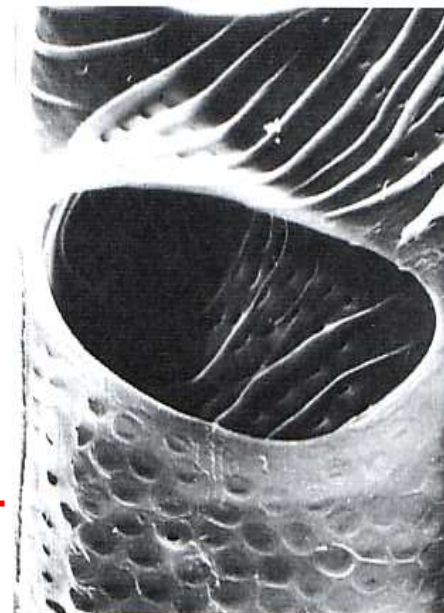


(b)

50 μm



Placche di perforazione. Microfotografie al microscopio elettronico a scansione di pareti trasversali perforate di trachee dello xilema secondario. (a) Placca di perforazione semplice, con una sola grande apertura, tra due elementi di una trachea di tiglio (*Tilia americana*). (b) Placca di perforazione scalariforme tra due elementi di una trachea dell'ontano rosso (*Alnus rubra*). Sono visibili le punteggiature sulla parete al di sotto della placca di perforazione in (a) e in varie porzioni della parete in (b).



(a)

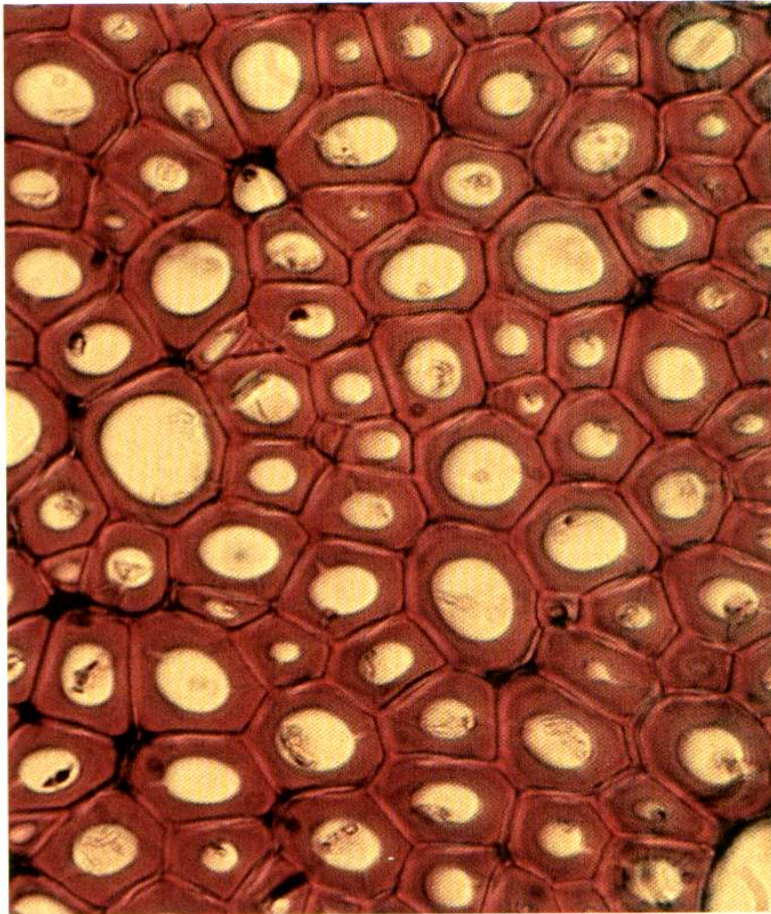
20 μm



(b)

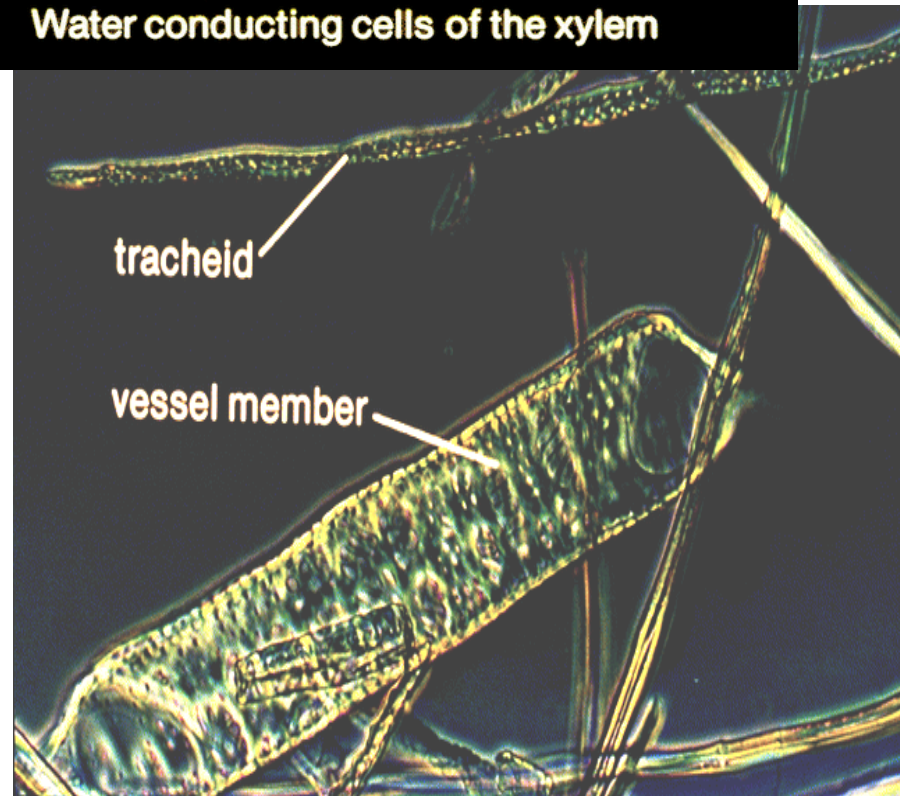
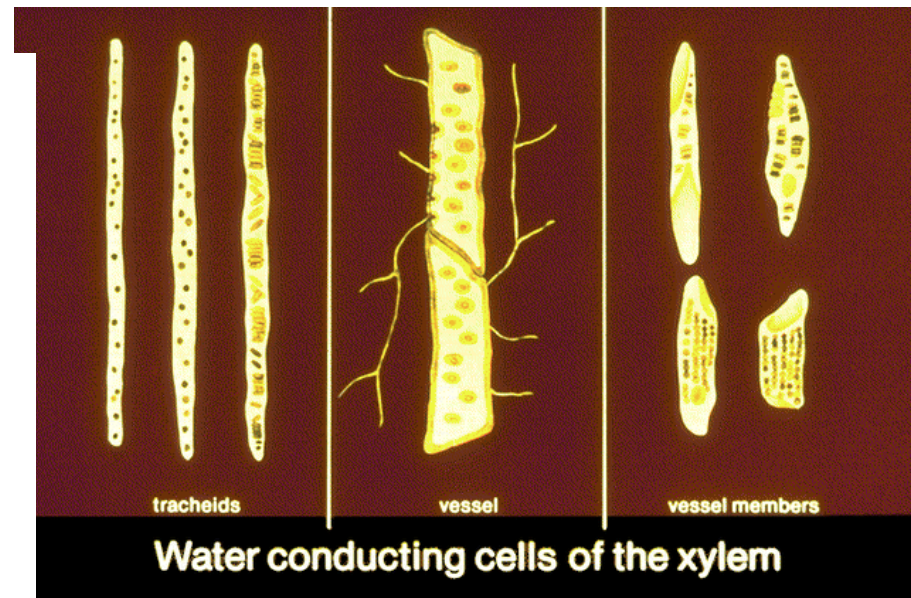
20 μm

Tessuti vascolari: xilema

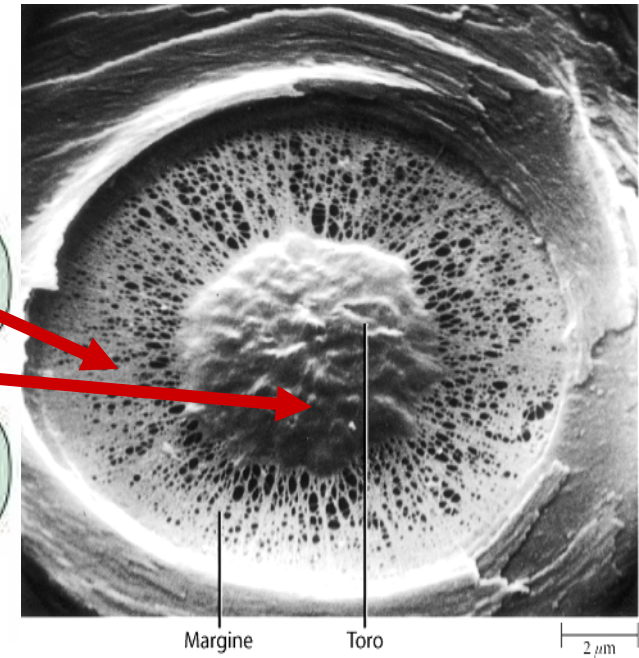
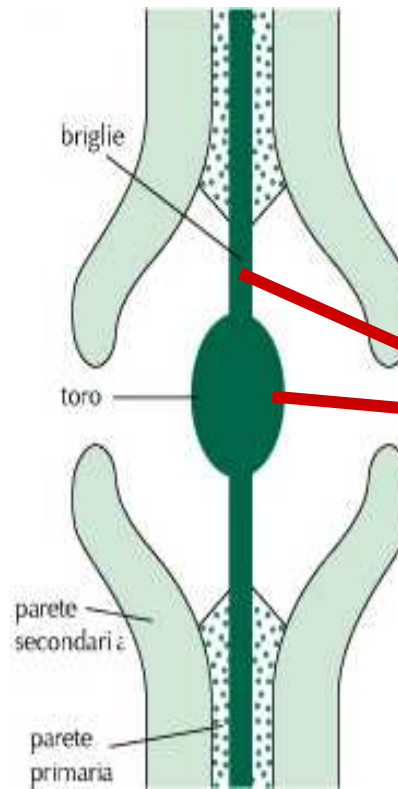
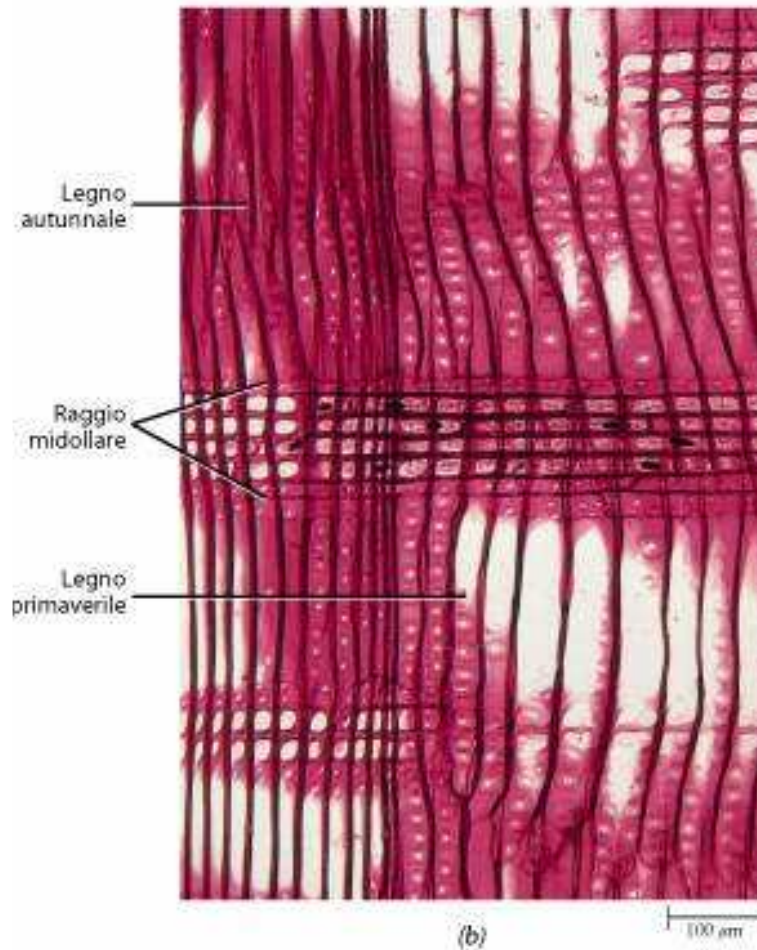


Fascio di fibre sclerenchimatiche in sezione trasversale. Esse appaiono poligonali e con le pareti fortemente ispessite e lignificate. Il lume cellulare è vuoto in quanto si tratta di cellule tipicamente morte.

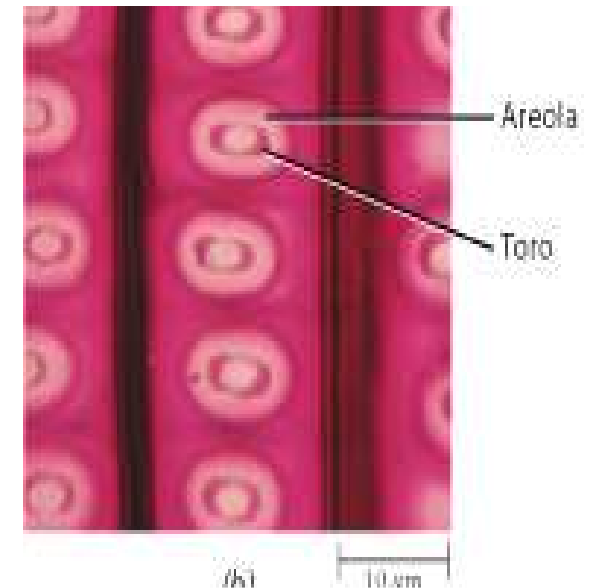
Tessuti di sostegno: fibre



Tracheidi o vasi xilematici chiusi



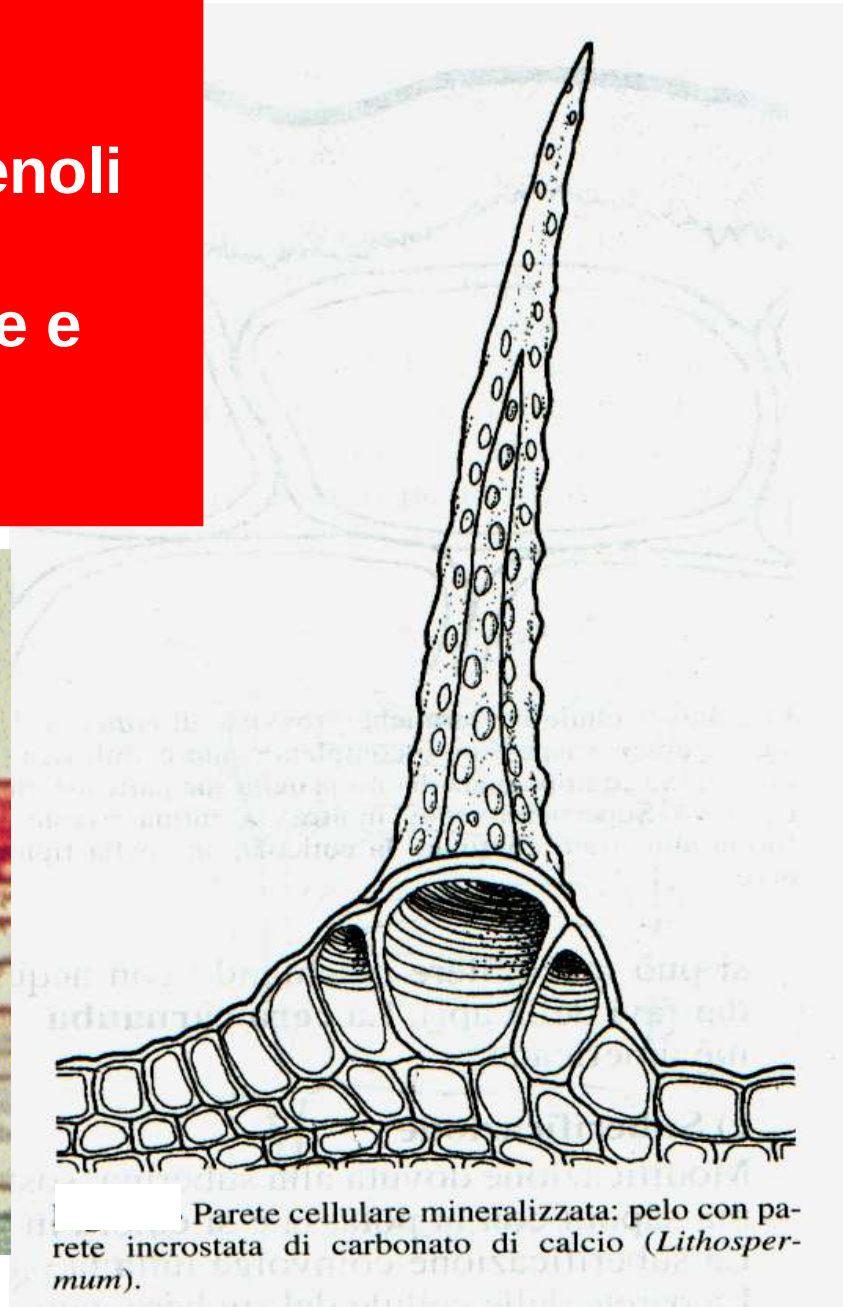
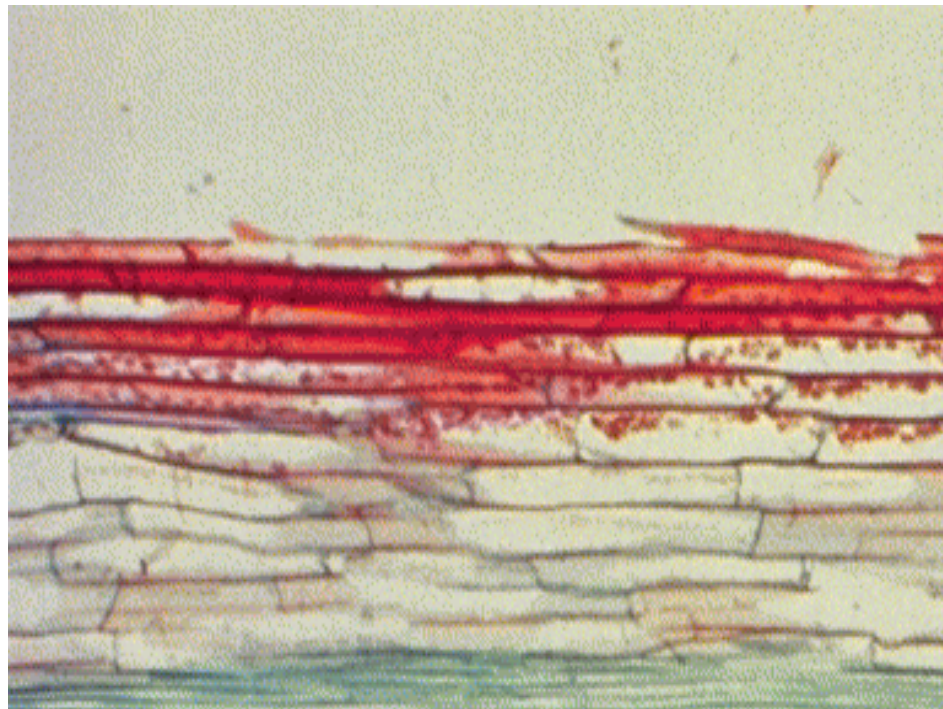
le punteggiature areolate sono tipiche delle tracheidi (unici elementi vascolari di pteridofite e gimnosperme)



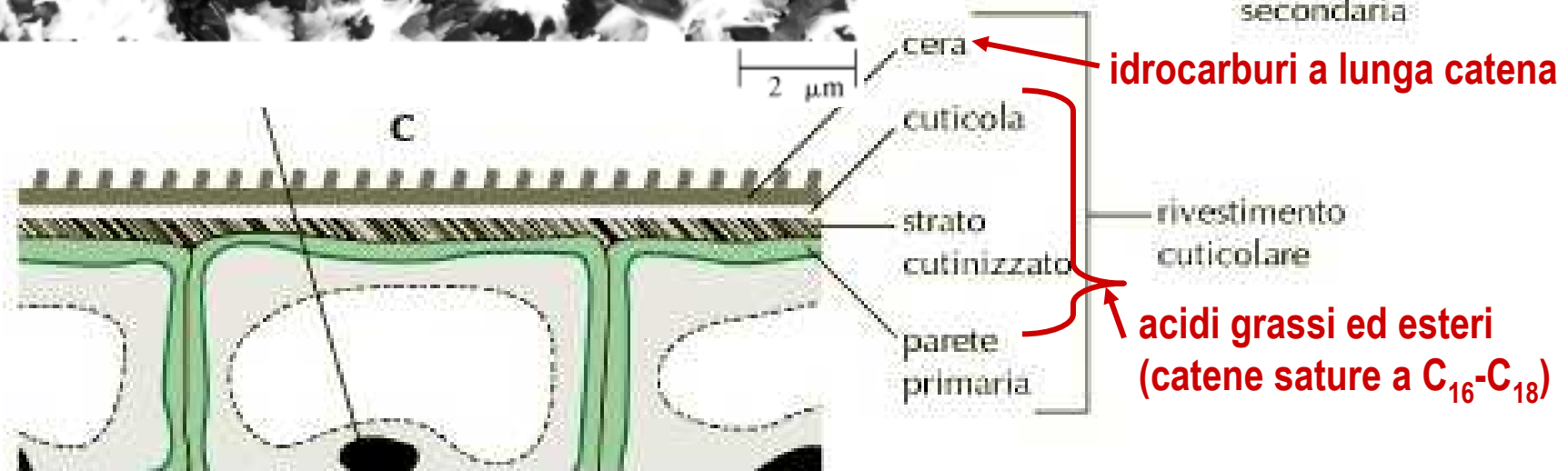
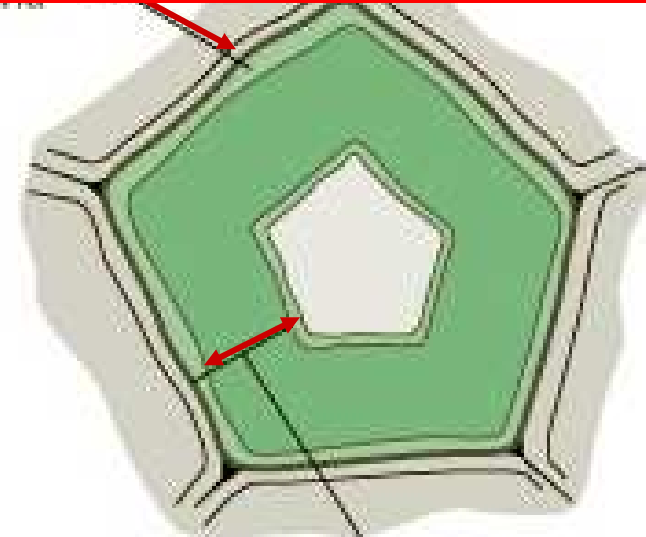
Modificazioni della parete 1

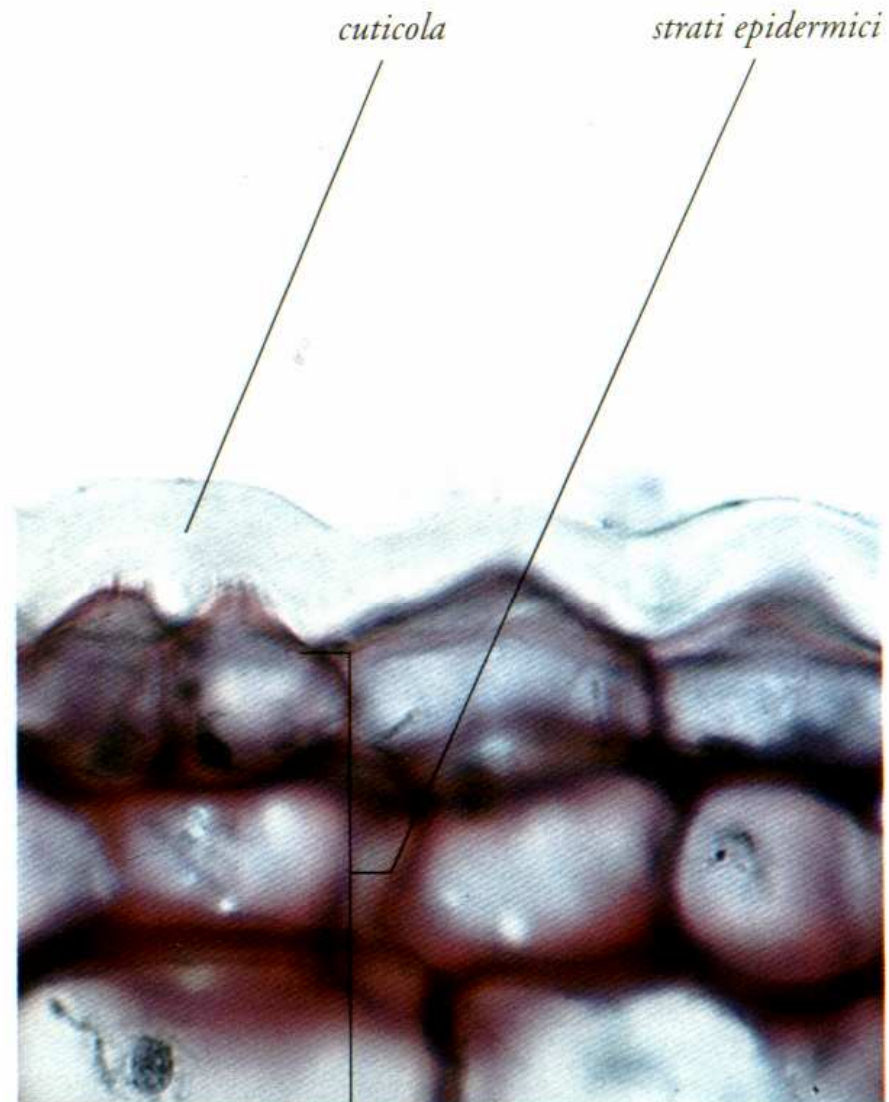
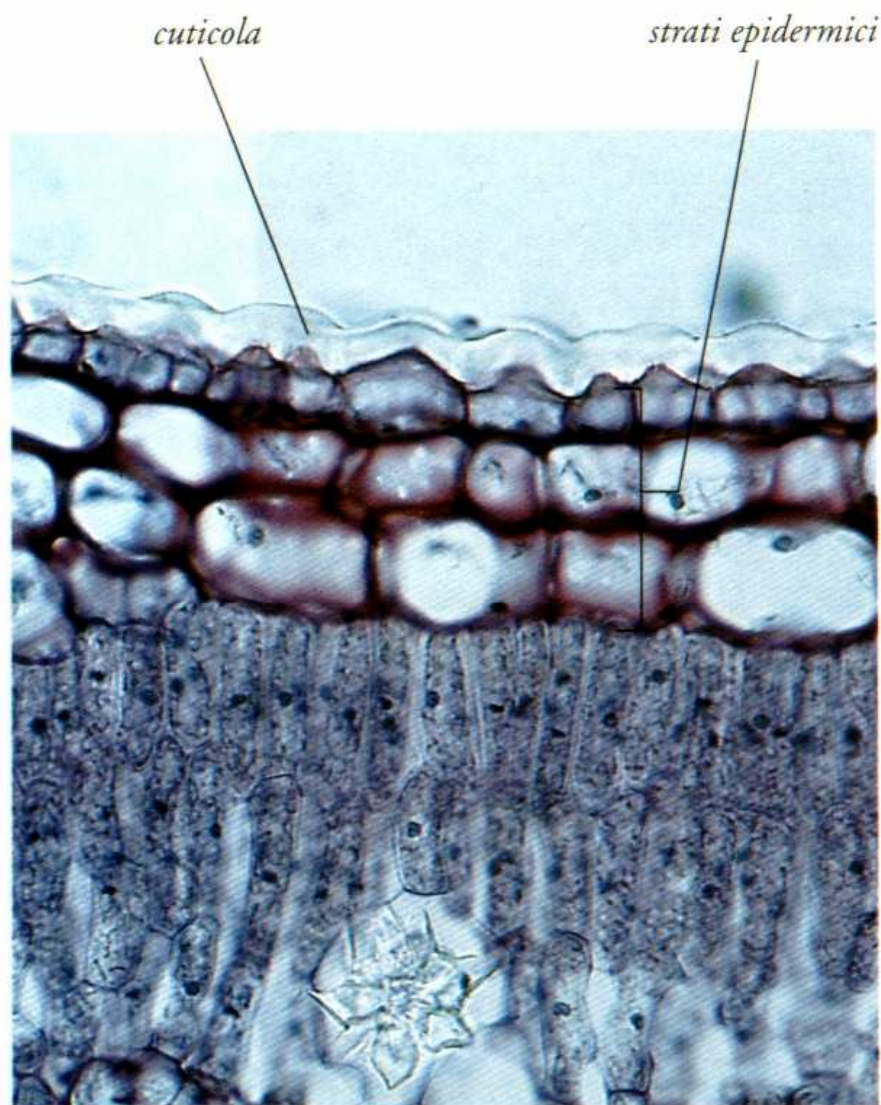
Pigmentazione: tannini e polifenoli

Mineralizzazione: calcificazione e silicizzazione

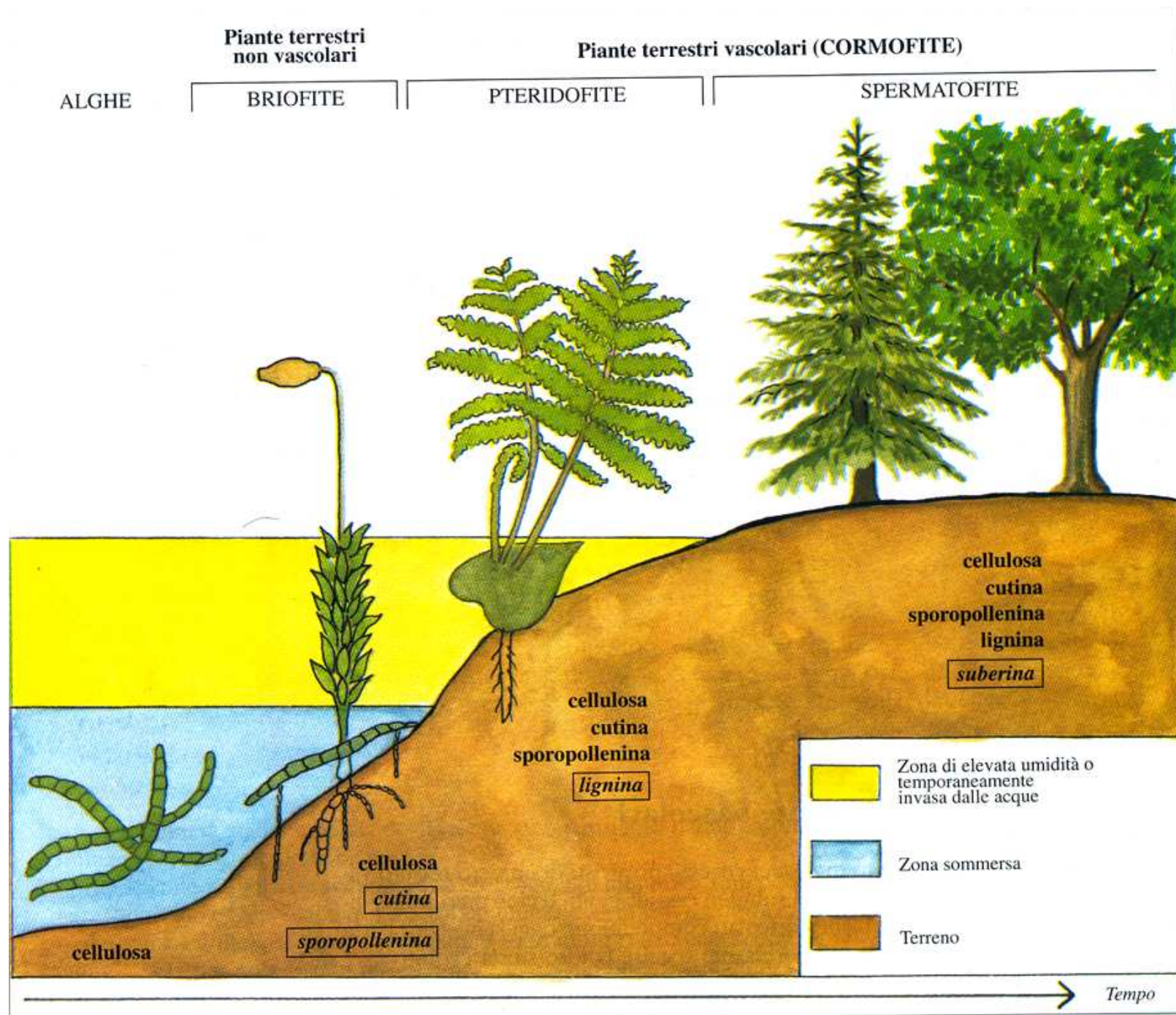


Modificazioni della parete 2: cutina e cere nei tessuti di tegumentali senza spazi intercellulari

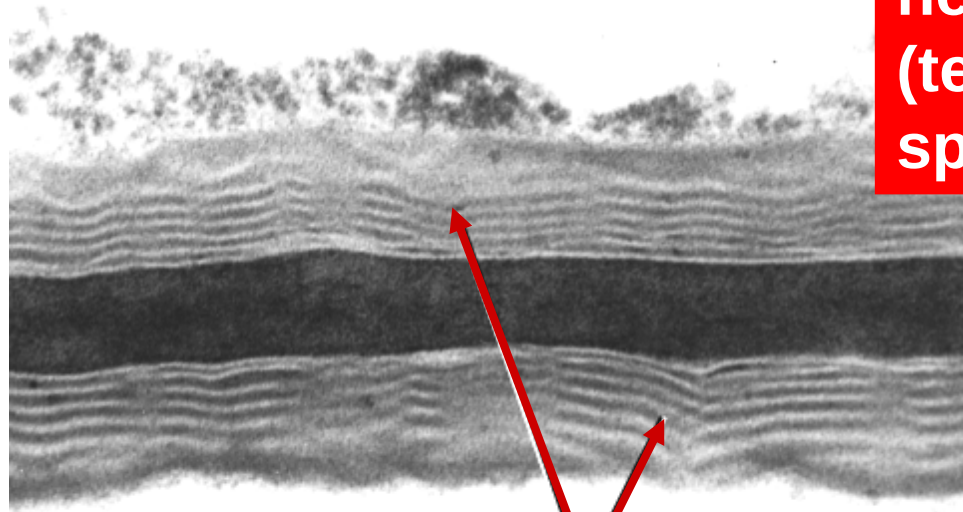




Epidermide cuticularizzata nella foglia di oleandro (*Nerium oleander* L., fam. Apocinaceae).
Sezione trasversale. x 400 (360); x 1000 (900)



Modificazioni della parete 2: nei tessuti di protezione (tessuti tegumentali senza spazi intercellulari)



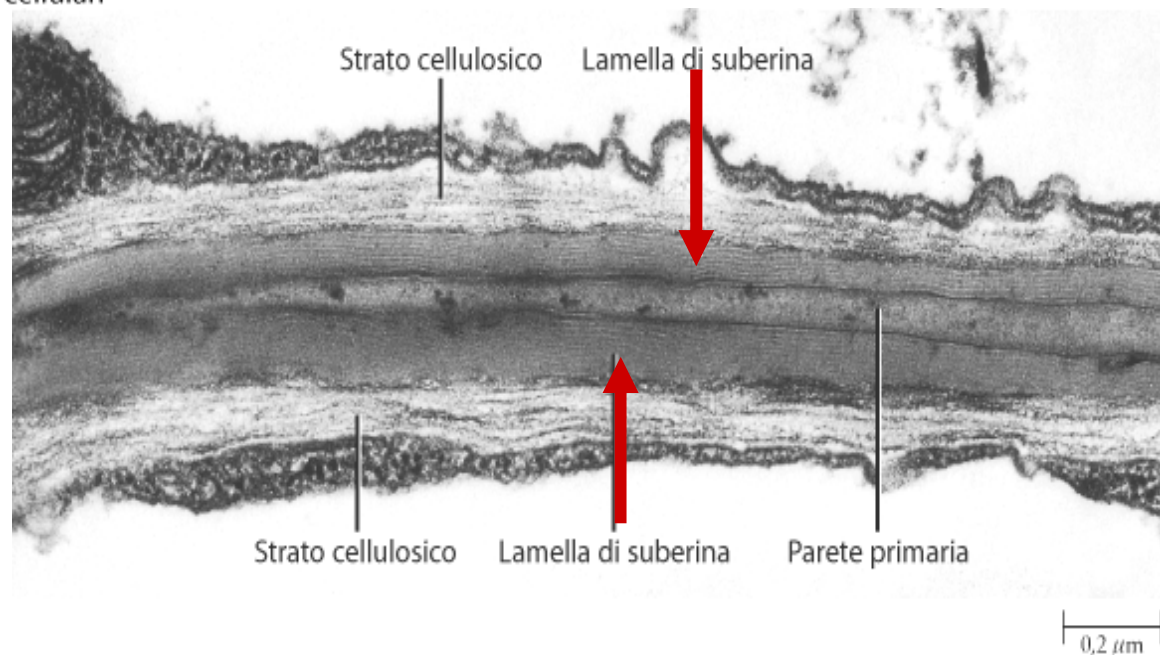
Lamelle di suberina
sulle pareti cellulari

0,1 μm

suberina
formata da
acidi grassi ed esteri
(catene sature a C_{22})

sulle pareti delle cellule

- del sughero
- dell'endoderma ed
esoderma delle radici

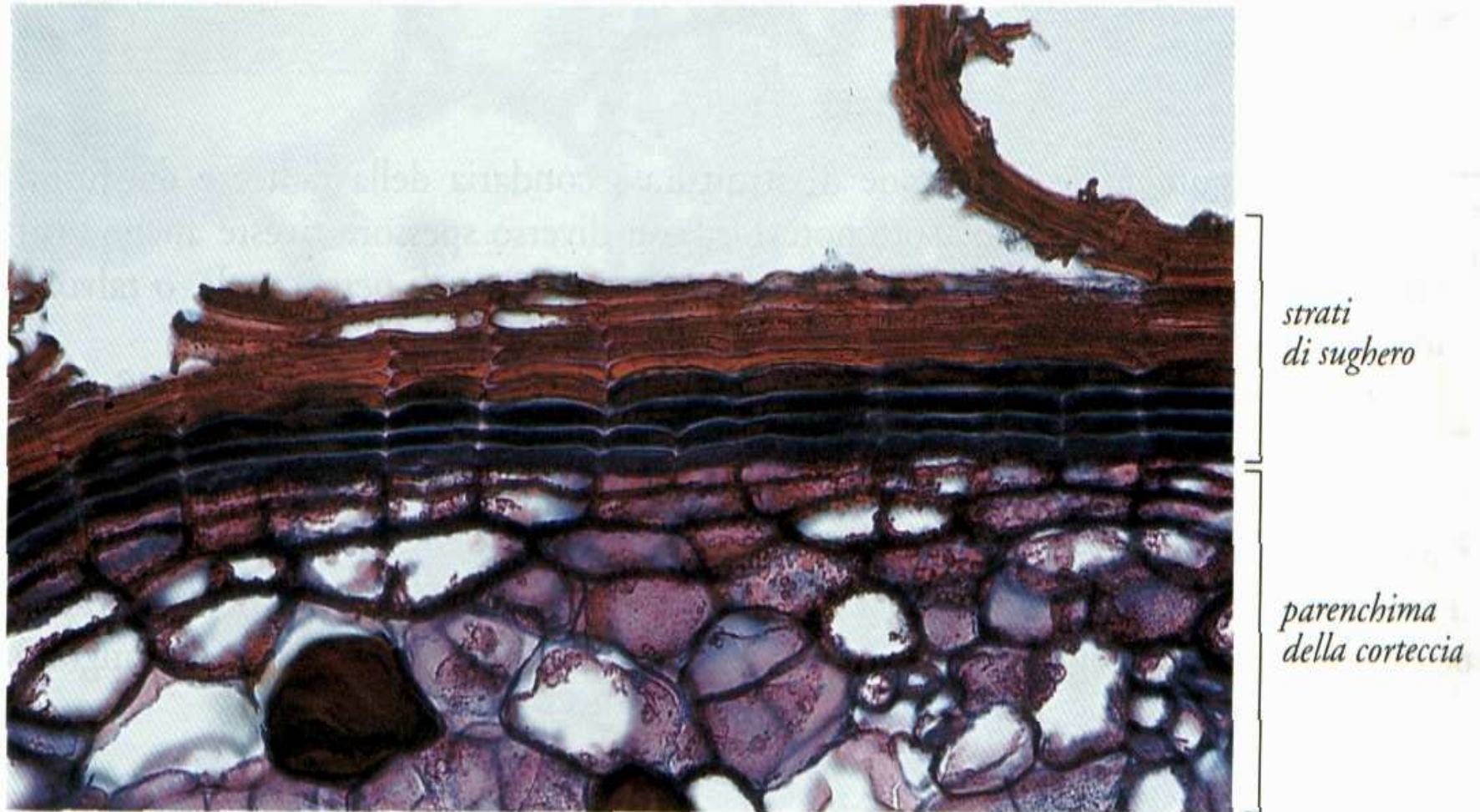


Strato cellulosico

Lamella di suberina

Parete primaria

0,2 μm



Sughero nella radice di una dicotiledone.

Sezione trasversale. x 400 (330)

È caratteristico di questo tessuto l'ordinato allineamento radiale delle cellule dei diversi strati. A volte, come nel caso rappresentato, le pareti sono alquanto ispessite: frequente è la colorazione bruno-ruggine dovuta a sostanze (ad esempio derivati tannici) che, originate nei vacuoli, da qui migrano e vengono inserite nella parete.