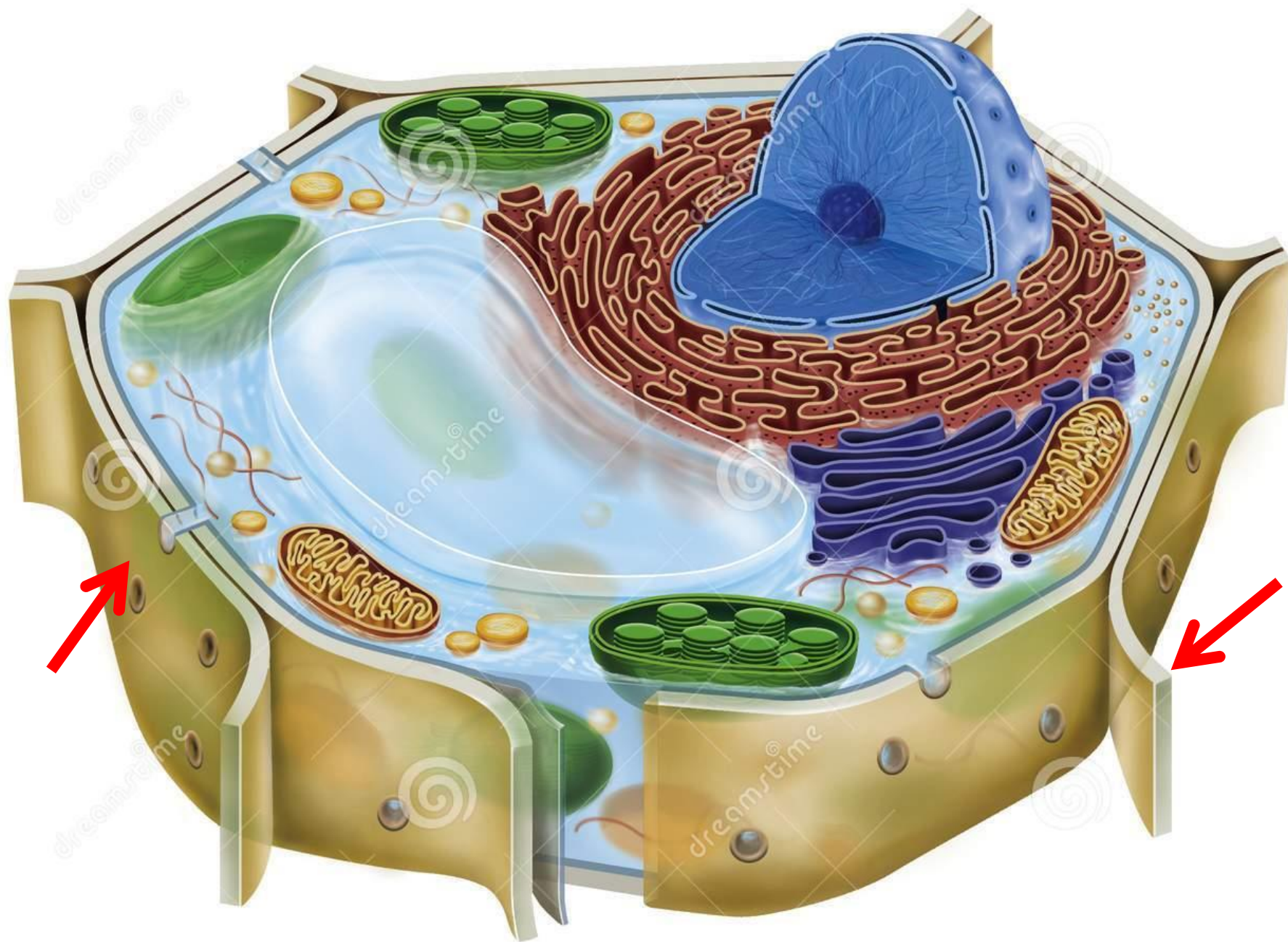
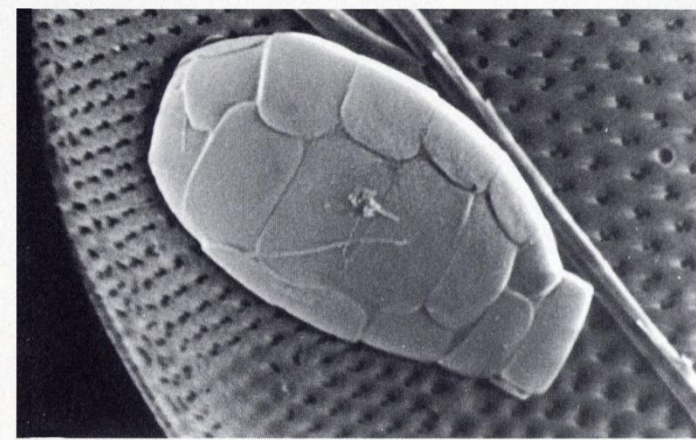


LA PARETE CELLULARE

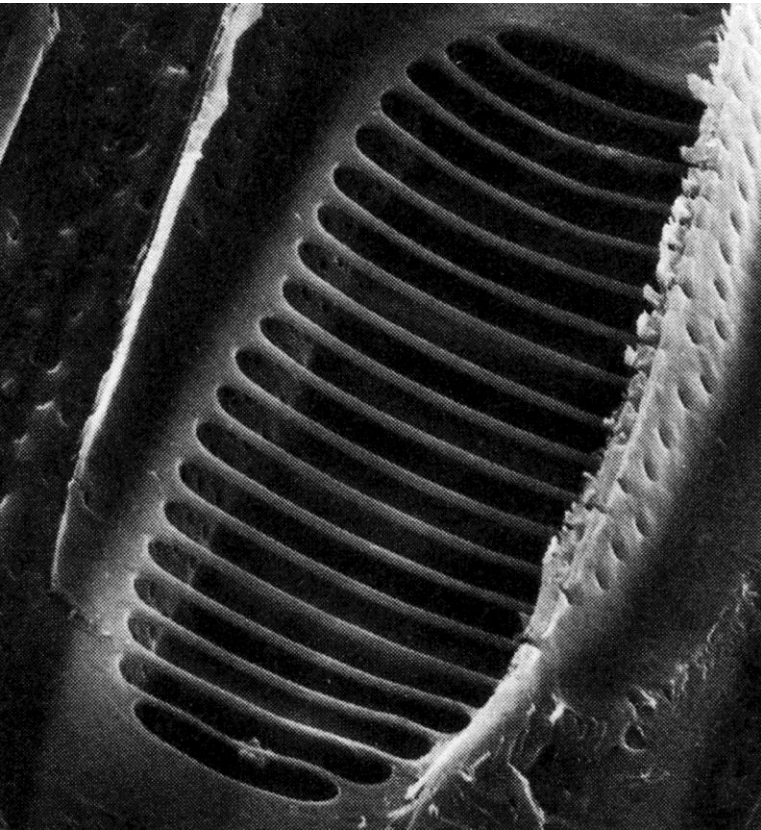


PARETE CELLULARE:

- in piante, funghi e batteri;
- composizione variabile tra vegetali, funghi e batteri;
- rigida;
- le cellule animali sono delimitate solamente dalla membrana!!



La crisoficea unicellulare *Calycomonas* sp. presenta un ricoprimento di placchette cellulosiche (lorica). Sullo sfondo una diatomea, con parete silicizzata. (SEM)



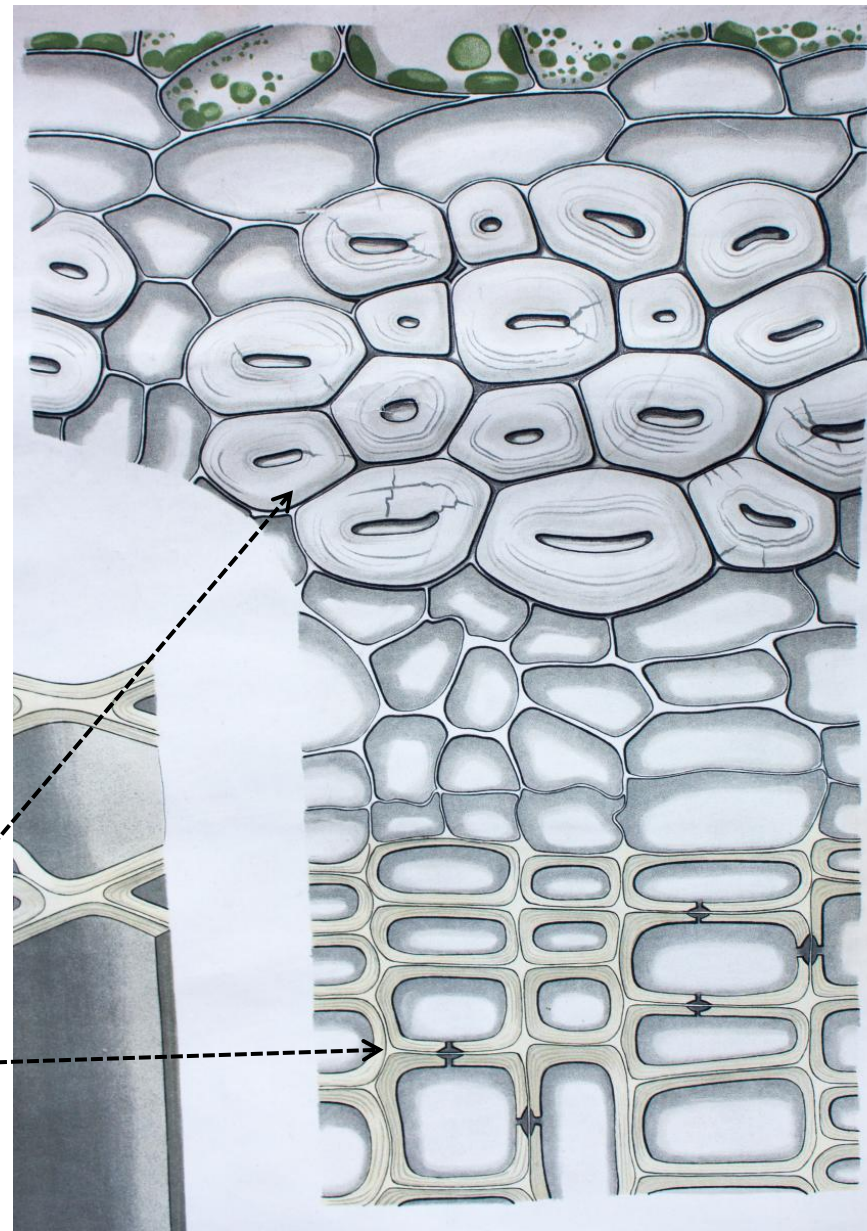
Eccezioni: *i)* numerosi gameti, prima della fecondazione sono sprovvisti di parete; *ii)* certe alghe flagellate delimitate da un involucro, spesso di natura proteica e discontinuo.

Conferisce una forma definita alla cellula, formando intorno ad essa una sorta di scatola, più o meno forata, e relativamente rigida.

Parete + vacuolo = sistema osmotico
→ assorbimento di acqua e turgidità cellulare.

Barriera fisica per ogni sostanza in entrata ed uscita dalla cellula,

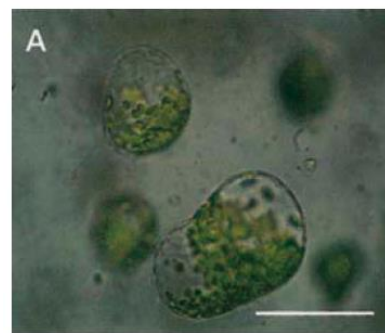
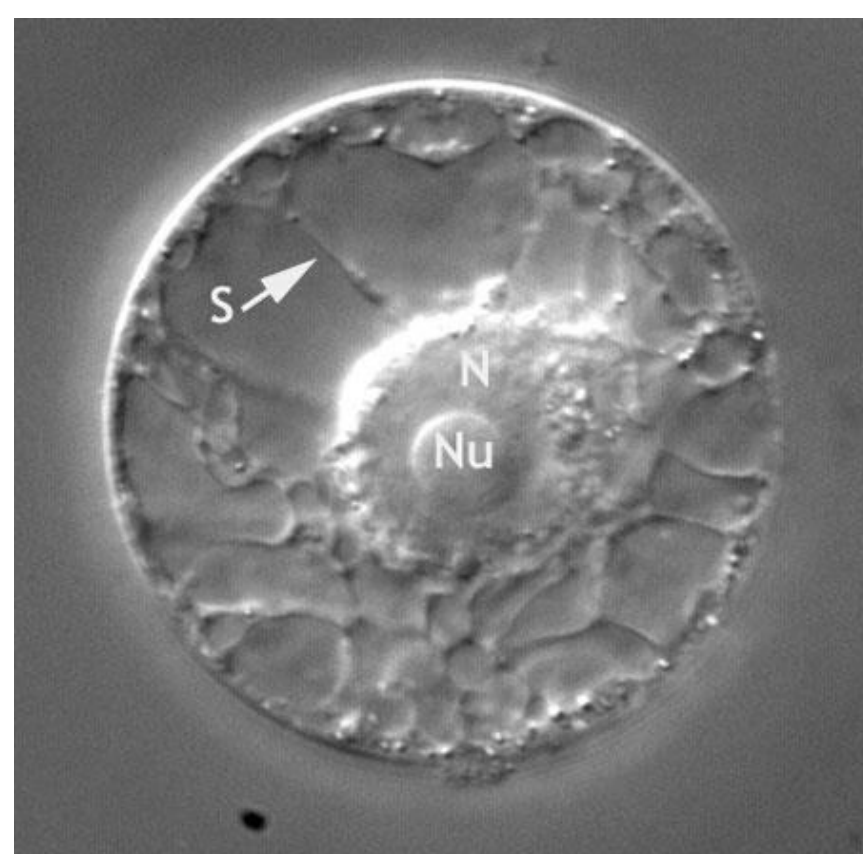
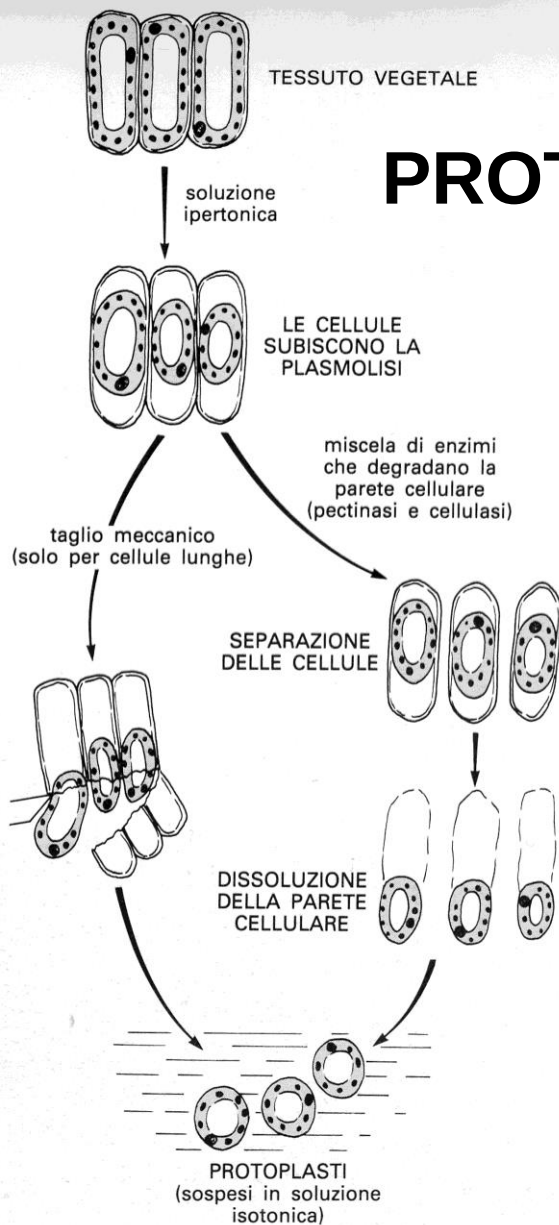
Può persistere in loco anche dopo la morte della cellula (in certi casi le pareti svolgono la loro funzione proprio dopo che il citoplasma è andato perso !!!): e.g. tessuti di sostegno (e.g. sclerenchima), di protezione (e.g. sughero), e di trasporto dell'acqua (e.g. xilema).



Parete = prodotto del citoplasma vivente, ogni cellula è responsabile della costruzione della propria parete cellulare.

Parete cellulare: vantaggi - costrizioni:

- Il movimento autonomo è impossibile, a meno che non si adottino dei trucchi.
- È impossibile la fagocitosi.
- La divisione cellulare deve prevedere la costruzione di una nuova parete tra le due cellule figlie (eccezioni!).
- La formazione di gameti o spore richiede la rottura della parete della cellula-madre da cui le cellule figlie derivano.
- Se la parete viene eliminata artificialmente, la cellula è in grado di ricostruirla in tempi rapidi.

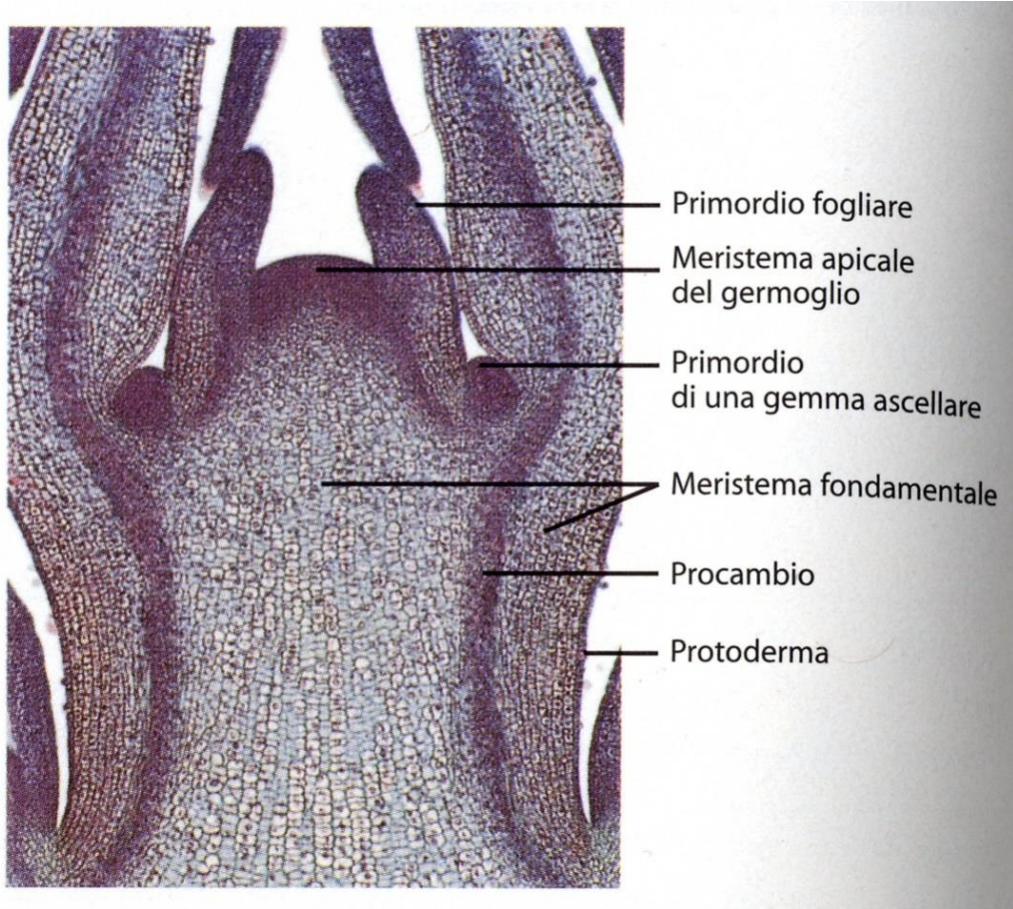


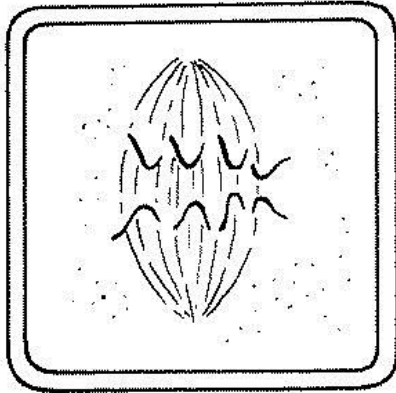
Questo schema rappresenta i metodi usati per isolare i protoplasti da un tessuto vegetale.

Transgenic tobacco SR-1. A) Cell division of protoplast 5 days after co-transformation. B) Transgenic tobacco SR-1 regenerated plants 4 months after being treated with phytohormones. C) Adult plant.

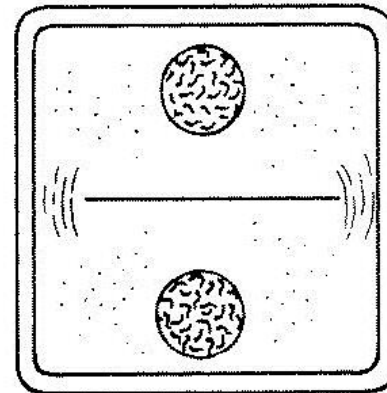
Come inizia a formarsi la parete di una cellula vegetale?

Siamo all'interno di tessuti in attiva divisione in particolari punti del corpo di una pianta ... i **MERISTEMI**.

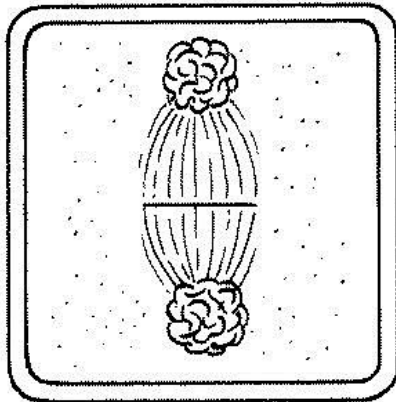




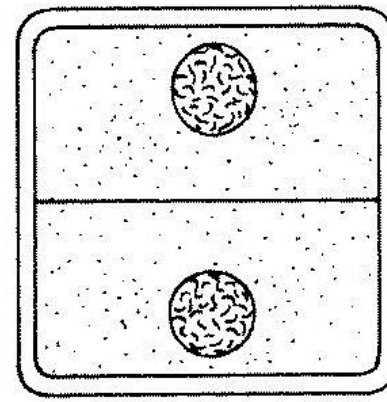
Anafase



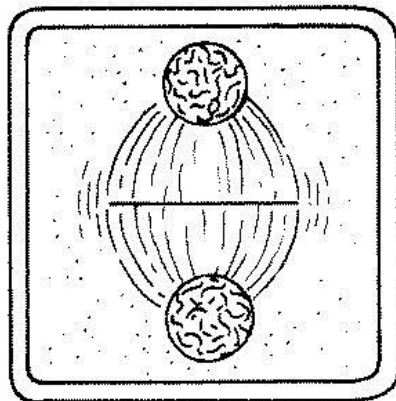
Piastra cellulare completa, il fragmoplasto scompare



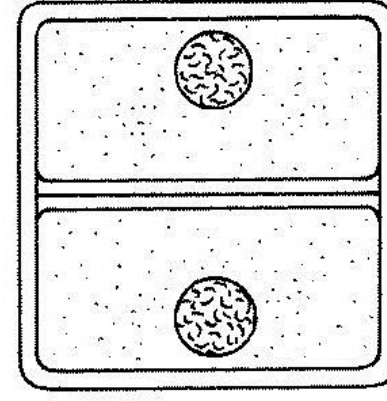
Formazione di **piastra cellulare:**
f(x) **fragmoplasto**



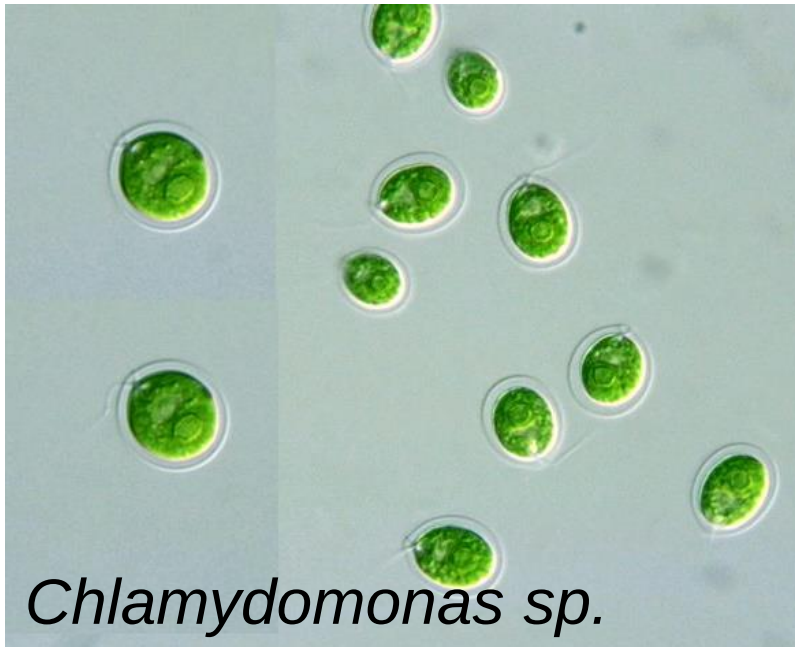
Lamella mediana
completa = setto di separazione tra due cellule



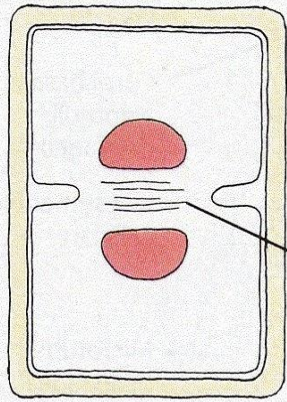
Allargamento
del
fragmoplasto



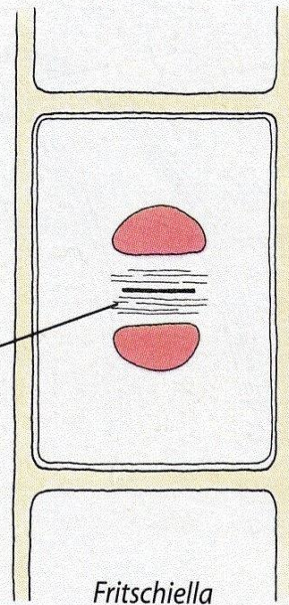
Le cellule figlie costruiscono la propria parete primaria.



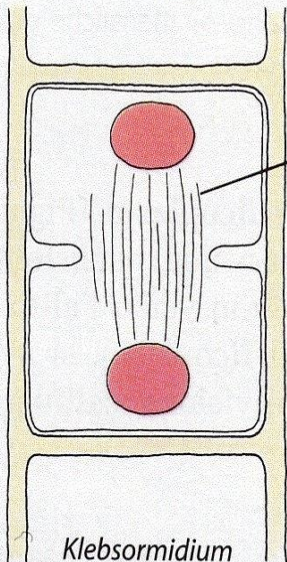
Citodieresi in due classi del phylum *Chlorophyta*. (a), (b) Nella classe *Chlorophyceae* il fuso mitotico non è persistente e i nuclei figli, che sono relativamente vicini tra loro, sono separati dal ficoplasto. La citodieresi in *Chlamydomonas* avviene mediante invaginazione, mentre in *Frittschiella* si realizza attraverso la formazione di una piastra cellulare. (c) Nei rappresentanti più semplici della classe *Charophyceae*, come *Klebsormidium*, il fuso mitotico è persistente e i nuclei figli sono relativamente distanti. La citodieresi avviene per invaginazione. (d) In *Charophyta* più evolute, come *Coleochaete* e *Chara*, è presente un fragmoplasto, simile a quello delle piante superiori, e la citodieresi si realizza mediante formazione di una piastra cellulare, come nelle piante superiori. Le *Ulvophyceae*, al pari delle *Charophyceae*, si caratterizzano per un fuso mitotico persistente, ma non presentano né fragmoplasto, né piastra cellulare.



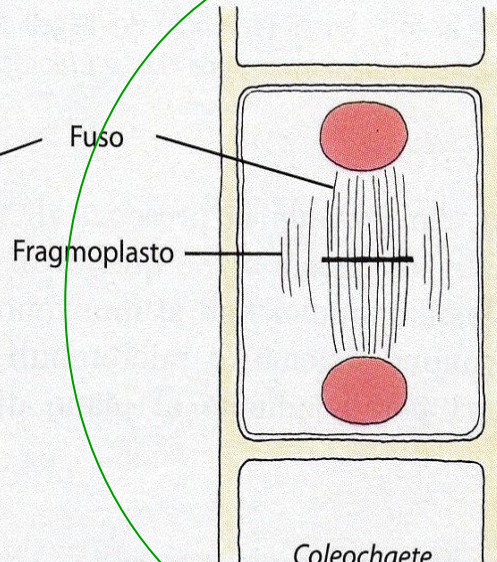
Chlamydomonas
(a)



Frittschiella
(b)



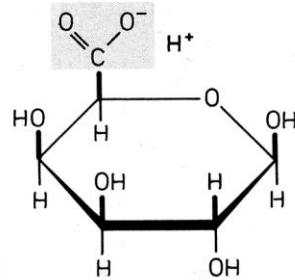
Klebsormidium
(c)



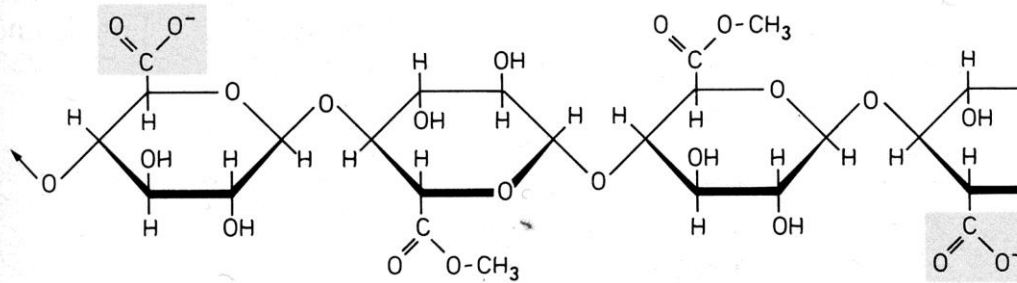
Coleochaete
(d)

Questa modalità di divisione è solo uno dei quattro modelli presenti nelle alghe verdi

La lamella mediana è particolarmente ricca di **pectine**, che hanno la funzione di “incollare” tra di loro le cellule.

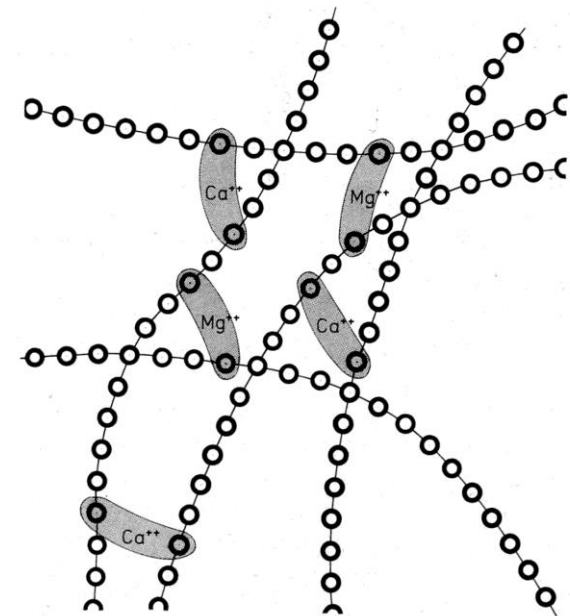


Acido D-galatturonico



Acido pectico (frammento)

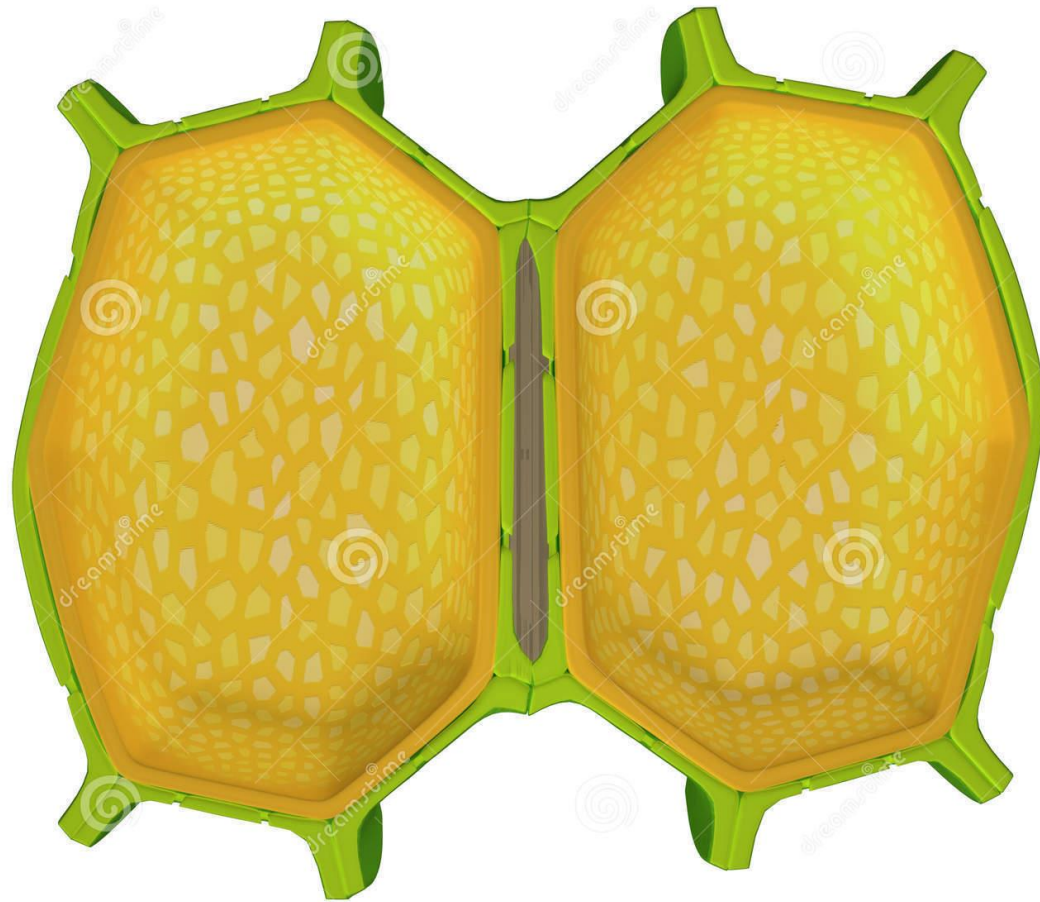
Se le pectine vengono rimosse (azione enzimatica), le cellule si separano: è quanto succede con la maturazione della polpa di una mela...



Formazione di un reticolo di catene di acido poligalatturonico mediante legami ionici nella pectina.

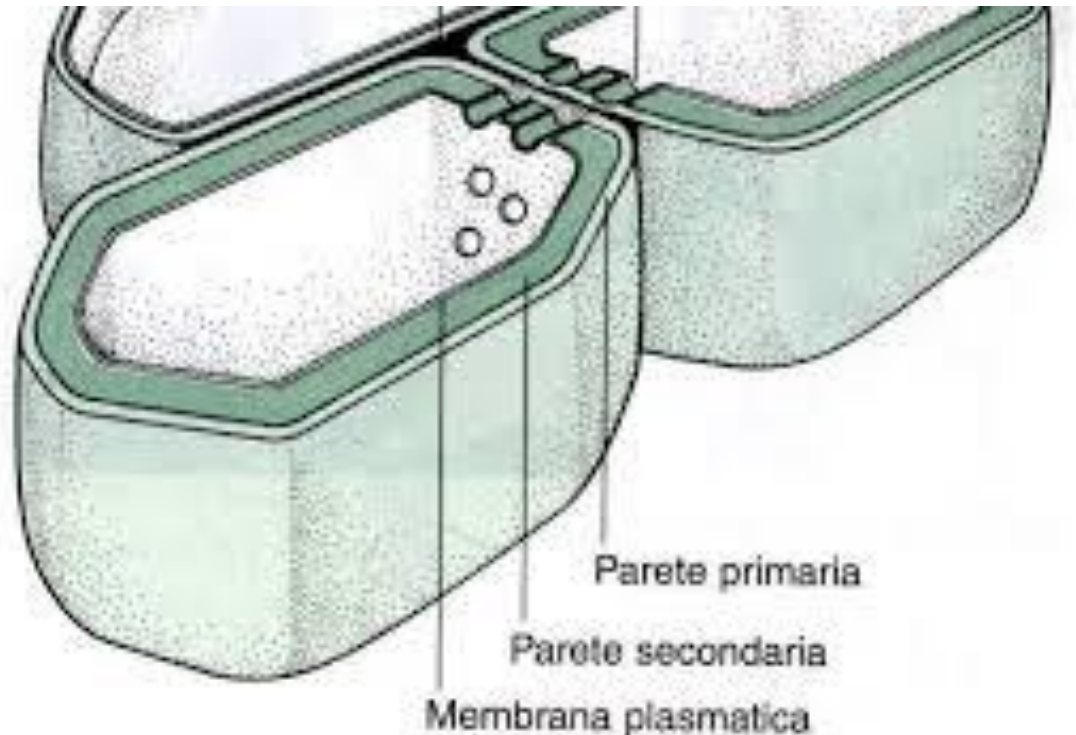
Una volta formata la lamella mediana, ciascuna cellula inizia a depositare la propria parete, e contemporaneamente (se non si tratta di una cellula meristemica che deve mantenere la capacità di dividersi), ad accrescersi in dimensione.

Formazione della parete ed accrescimento, vanno di pari passo, per cui la parete (= **parete primaria**) mantiene sempre lo stesso spessore, che è piuttosto esiguo.



La cellula raggiunge le sue dimensioni definitive → differenziazione
→ deposizione di una nuova frazione della parete cellulare =
parete secondaria, con caratteristiche compositive e meccaniche
dipendenti strettamente dalle funzioni della cellula.

La **parete secondaria** →
**riduzione del volume
cellulare** (la parete
primaria, più esterna, non
aumenta più di
dimensioni).



*cellula
meristemica*

*cellula
adulta*

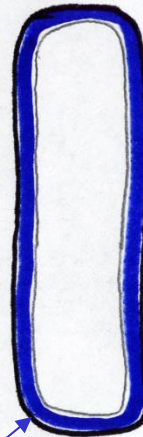
*sulla lamella mediana comincia
l'apposizione della parete primaria*

*in accrescimento
fino a raggiungere le
dimensioni definitive*

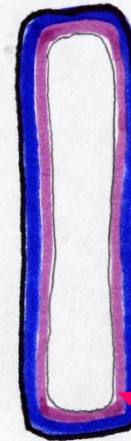
*raggiunte le
dimensioni definitive,
inizia l'eventuale differenziazione*



lamella mediana



*lamella mediana
+ parete primaria*



*lamella mediana
+ parete primaria
+ parete secondaria*

Lo spessore della parete primaria si
mantiene costante per la deposizione
di nuovo materiale

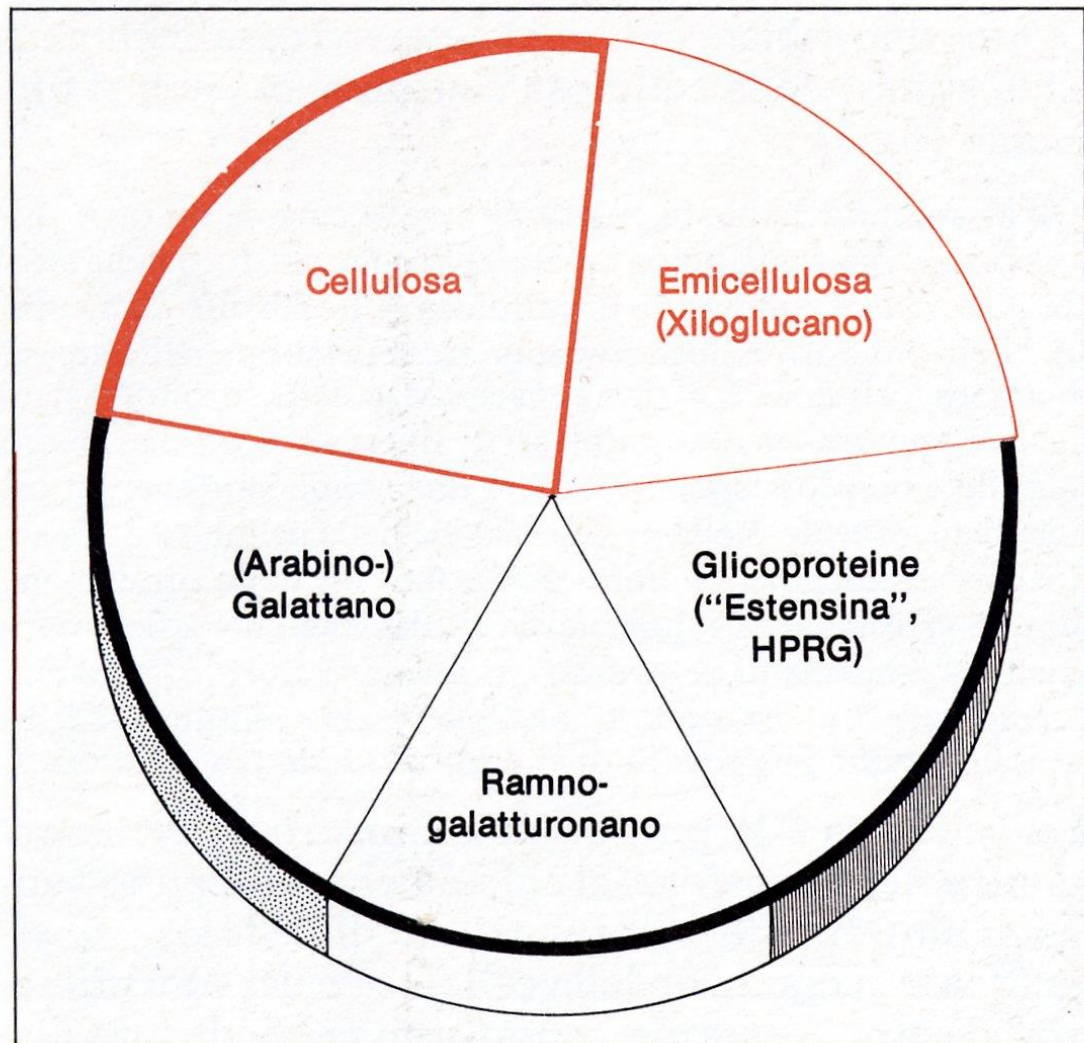
Lo spessore della parete
secondaria aumenta
progressivamente a spese
del volume cellulare

Le dimensioni aumentano **Il volume cellulare diminuisce**

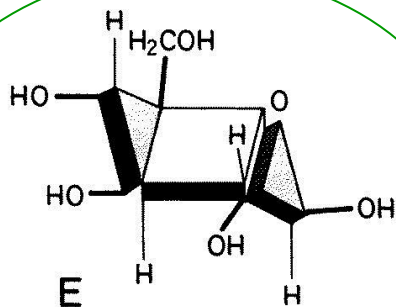
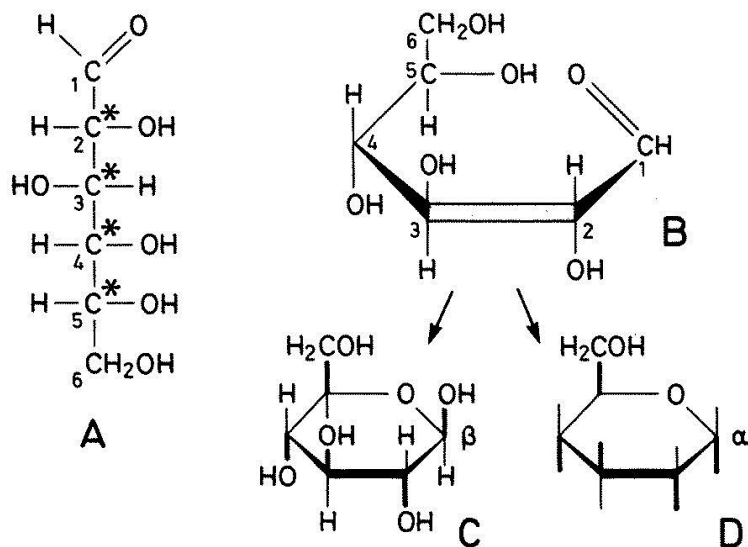
La **parete primaria** è formata da molto costituenti diversi, che sono specie-specifici.

I composti più importanti sono dei **polimeri di carboidrati = glicani = polisaccaridi** (c. il 90% in peso) → **cellulosa** che però rappresenta solo una frazione, non necessariamente la più importante, in termini di massa.

Glicani strutturali vs. glicani di riserva



Composizione (sostanza secca) della parete cellulare primaria di una coltura cellulare di *Acer pseudoplatanus*. Lo xiloglucano dell'emicellulosa è pari alle fibrille strutturali della cellulosa. Arabinogalattani e ramnogalatturonani costituiscono le pectine. HPRG = Glicoproteine ricche di idrossiprolina. (Da dati di P. Albersheim e collab.).



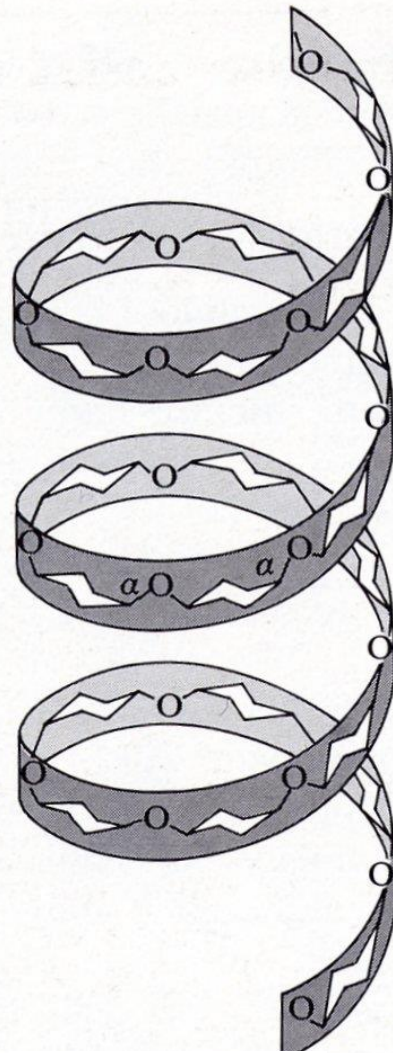
Formule di struttura dei monosaccaridi: **A-E**, esempio D-glucosio (Glc). **A**, formula di proiezione di un aldosesio, gli atomi di carbonio in posizione 2-5 sono sostituiti asimmetricamente (formano legami con 4 diversi partners) e sono indicati con l'asterisco *; posizioni alternative dell'idrossile in C₂-C₄ darebbero luogo ad altri zuccheri (p. es. in C₂: D-mannosio; in C₄: D-galattosio); se il gruppo OH fosse situato alla sinistra di C₅, si avrebbe L-glucosio. **B**, a causa dell'ampiezza dell'angolo di legame con gli atomi di C (circa 110°) e della libertà di movimento dei legami semplici, i gruppi aldeidici (C₁) e l'idrossile in C₅ possono avvicinarsi a formare un semiacetale intramolecolare (**C**, **D**). Quindi anche C₁ diventa asimmetrico così che, a seconda della posizione dell'idrossile, si possono distinguere α-D-glucosio (**C**) ed β-D-glucosio (il primo è per esempio il monomero del polisaccaride di struttura cellulosa, il secondo il monomero dei polisaccaridi di riserva amido e glicogeno). La rappresentazione del Glc come anello a 6 segmenti (**B-D**: «forme piranosiche») è realizzata in prospettiva, l'anello è obliquo rispetto all'osservatore, come un libro posato su un tavolo. A causa dell'angolo di legame gli anelli piranosici non possono essere veramente piatti; una rappresentazione più realistica viene data in **E** (forma a «poltrona»). In questa conformazione — la più frequente — il C₆ e i gruppi OH dei restanti atomi di C sono quasi sullo stesso «livello» dell'anello (equatoriale); l'ostacolarsi reciproco di questi gruppi è quindi minimo, l'entropia massima, la molecola organica in questa forma è particolarmente stabile: β-D-Glc in forma a «poltrona» è la molecola organica più frequente sulla terra.

Esosi (glucosio, fruttosio, lattosio)

CELLULOSA



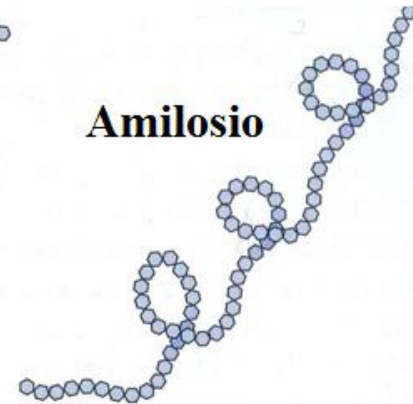
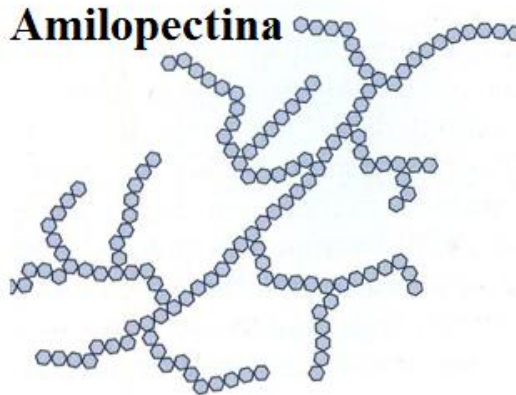
β -glucosio



α -glucosio

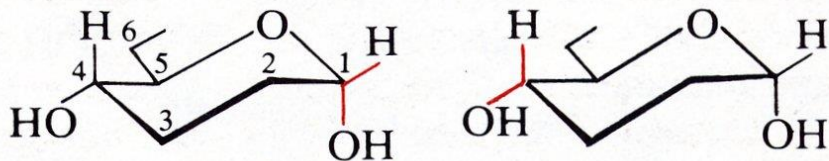
AMIDO (AMILOSIO)

omoglicani

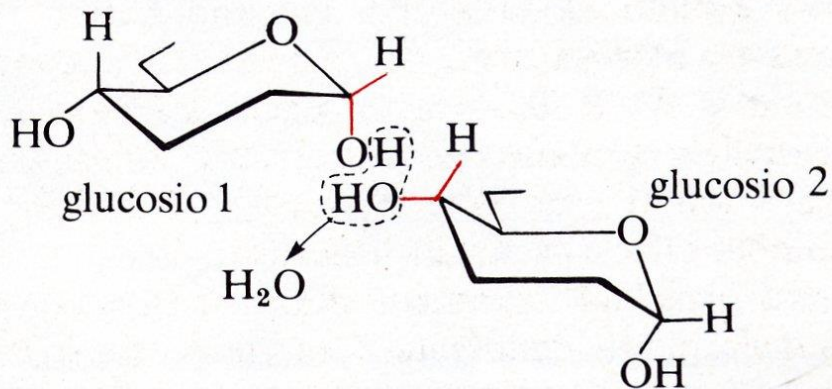


Un tratto della catena della cellulosa e di quella dell'amilosio (la forma non ramificata dell'amido). La cellulosa è una molecola lineare; invece nell'amido i legami α -1,4 costringono la catena a ripiegarsi. Nel caso particolare dell'amilosio la molecola assume una forma elicoidale.

(Da Dickerson e Geis «Chimica, materia e universo», Zanichelli).

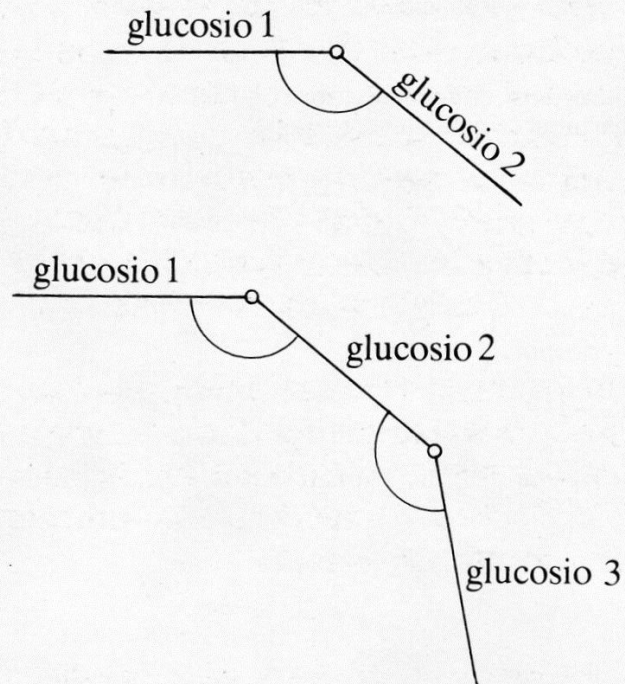


Queste sono due molecole dell' α -glucosio (monomero dell'amido) in cui è rappresentata la posizione dei gruppi —H e —OH legati ai carboni 1 e 4. I due gruppi —OH legati a questi carboni possono reagire fra loro formando un legame glucosidico.



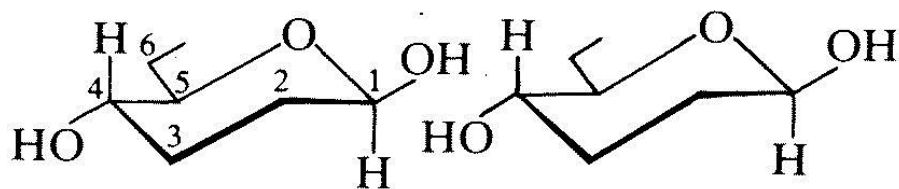
Se le due molecole devono reagire fra loro per formare il legame glucosidico 1-4 esse devono necessariamente orientarsi in modo che i piani dei due anelli formino tra loro un certo angolo.

La disposizione reciproca delle due molecole può essere simboleggiata in questo modo:

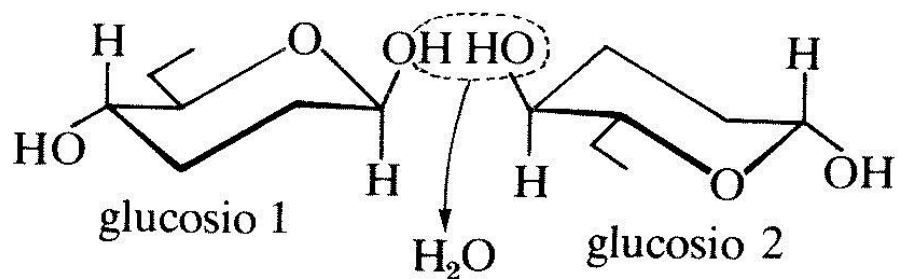


Se una terza molecola di glucosio si attacca alla molecola 2 si formerà tra 3 e 2 un angolo uguale a quello fra 2 e 1 ... e così via.

Risultato: dall'unione di molte molecole di α -glucosio si formerà una catena non diritta, ma fortemente incurvata.

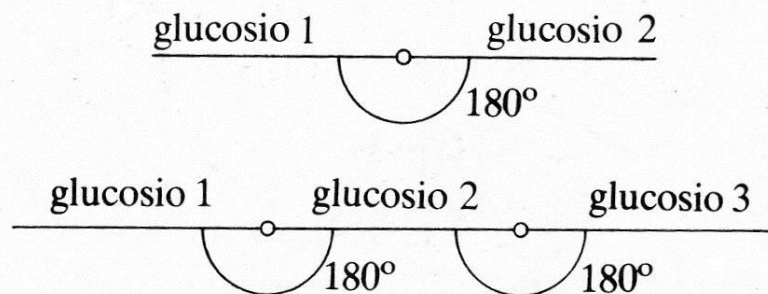


Queste sono invece due molecole di β -glucosio (monomero della cellulosa) in cui è rappresentata la posizione dei gruppi —H e —OH legati ai carboni 1 e 4. Se le due molecole sono orientate nello stesso modo il legame glucosidico 1-4 non può formarsi perché i due gruppi —OH coinvolti sono troppo lontani.

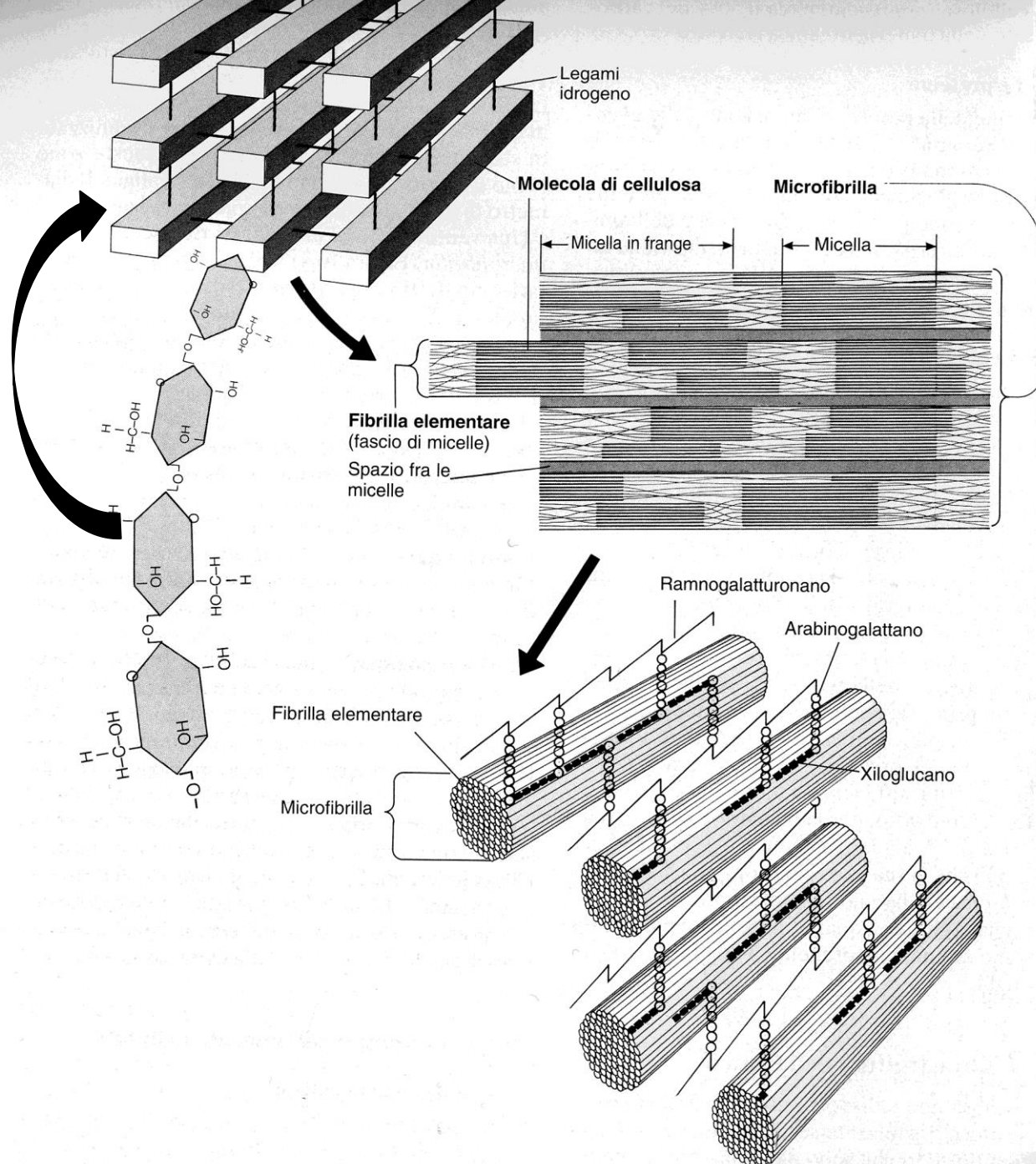


Il legame può invece formarsi facilmente se una delle due molecole è ribaltata (ruotata di 180°) rispetto all'altra. I due anelli vengono a giacere all'incirca sullo stesso piano.

La loro disposizione reciproca può essere rappresentata in questo modo:



Se una terza molecola di glucosio si attacca alla molecola 2, il suo anello giacerà sullo stesso piano dei due precedenti... e così via. Risultato: dall'unione di molte molecole di β -glucosio si forma una catena diritta.



Macromolecola



Fibrilla
elementare



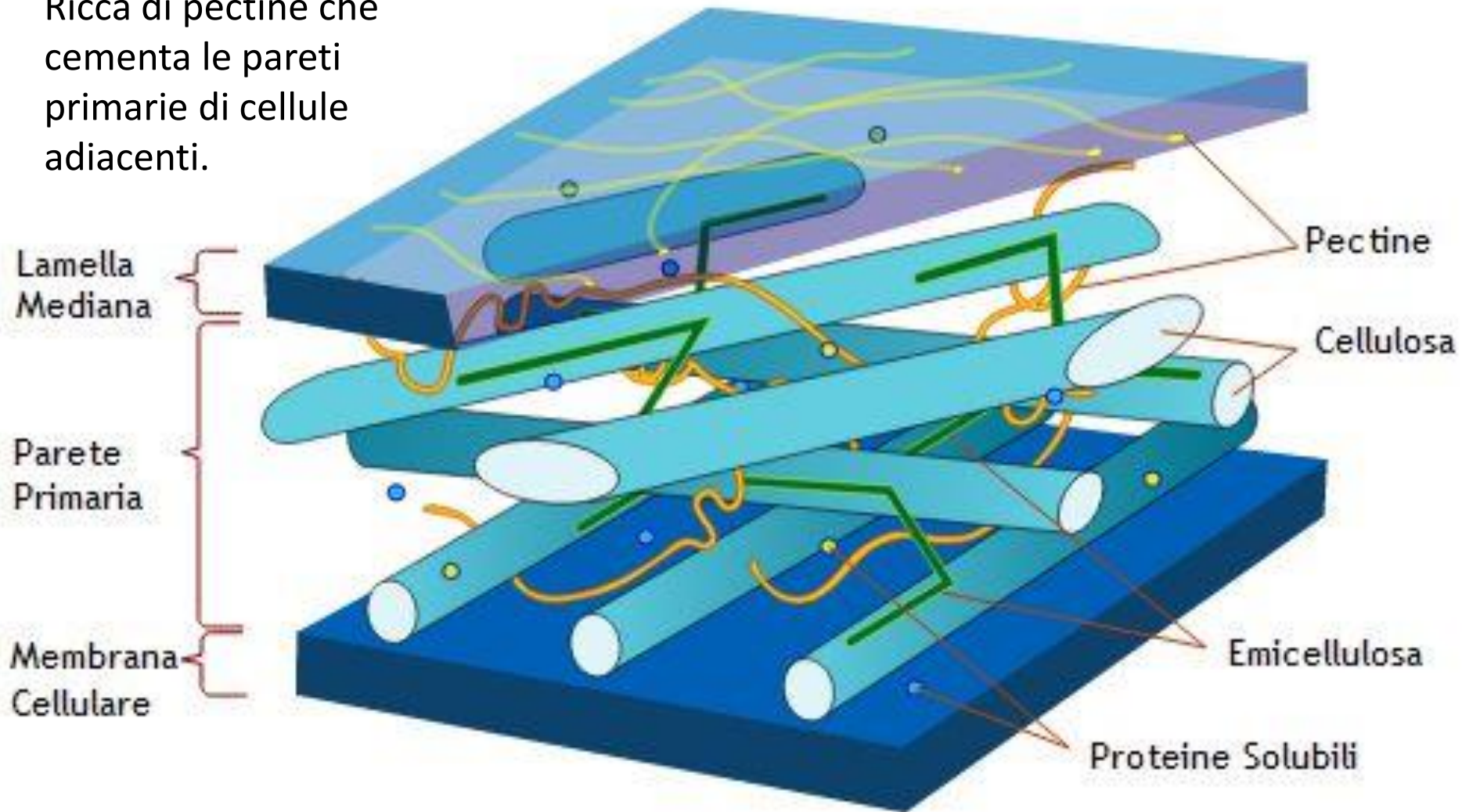
Microfibrilla



Macrofibrilla

Struttura delle fibrille di cellulosa della parete. In alto: modello delle microfibrille in macrofibrille (da AL- rabinosio e del galattosio) mediante un

Ricca di pectine che
cementa le pareti
primarie di cellule
adiacenti.



Microfibrille di cellulosa unite trasversalmente da **emicellulose** (legami H) impregnato da intreccio di **pectine** e **polisaccaridi idrofili**

Complessi rosetta

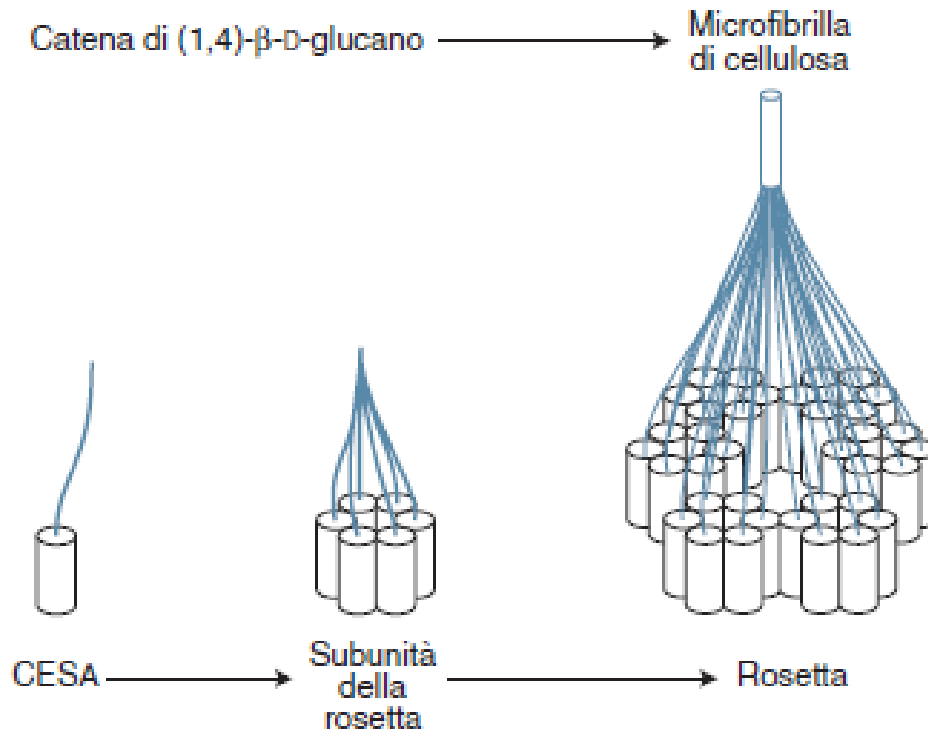


Figura 2.8

Struttura schematica di un complesso della rosetta, formato da sei subunità ciascuna contenente sei polipeptidi di cellulosa sintasi (CESA). Da ogni CESA viene sintetizzato un poliglucano (filamento azzurro) che si associa agli altri a formare una microfibrilla di cellulosa.

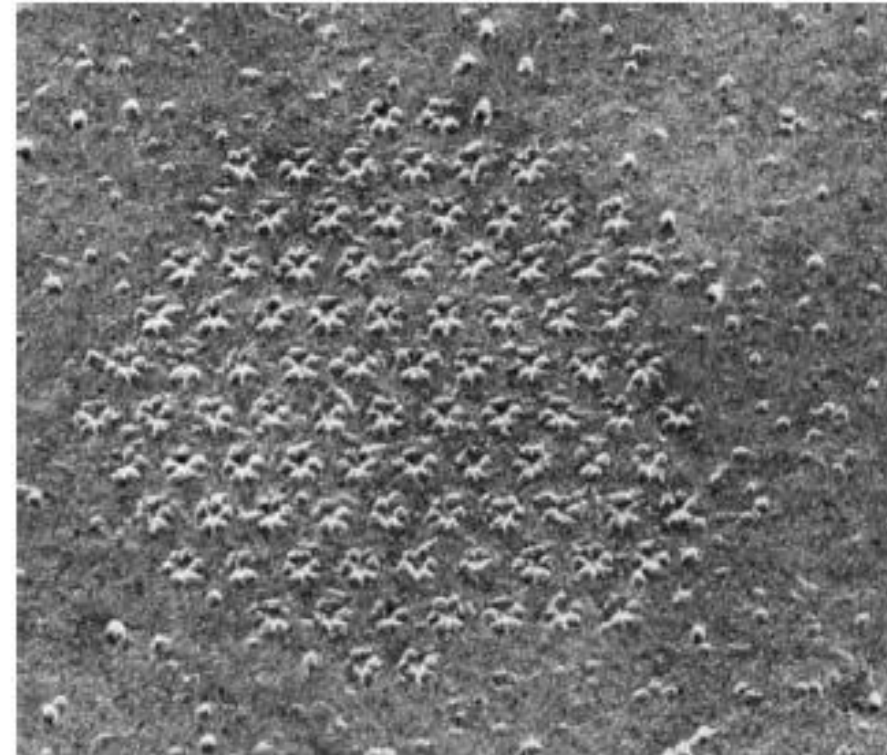
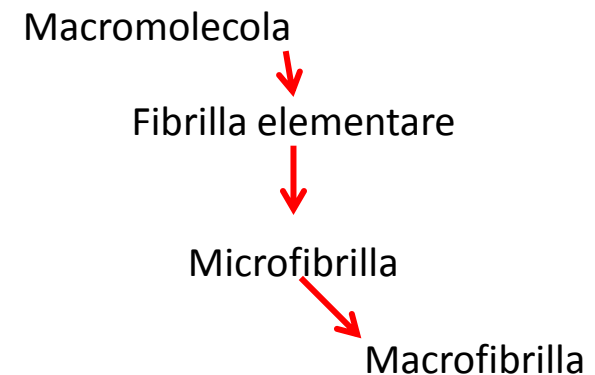
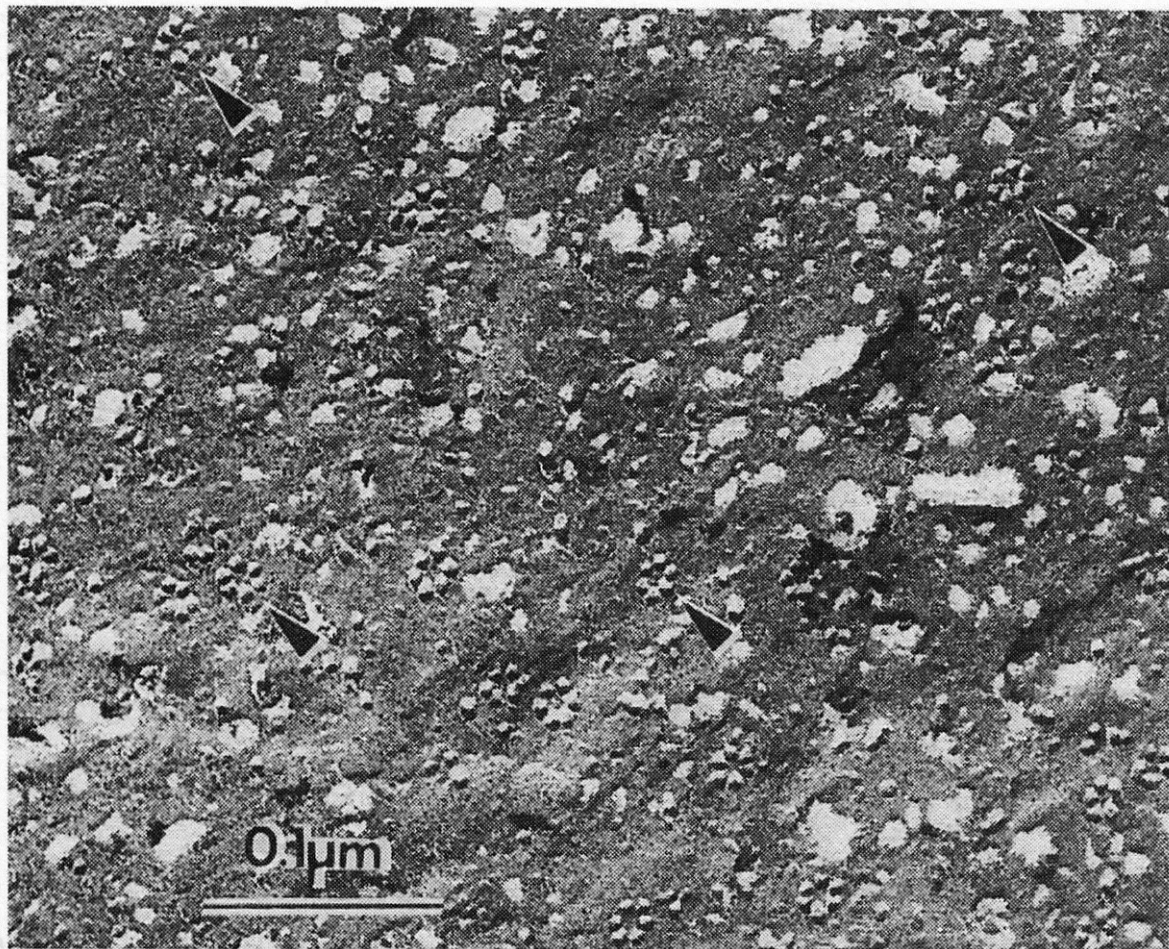


Figura 2.9

Micrografia al microscopio elettronico a scansione di complessi rosetta dell'alga verde *Spirogyra* (da T.H. Giddings et al., 1980).





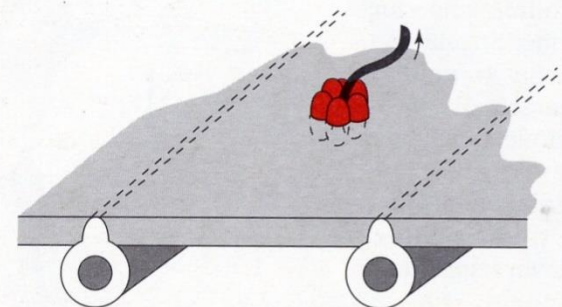
Complessi di Cellulosa-sintasi a rosetta nella membrana cellulare del muschio *Funaria hygrometrica* (protonema). Delle più di venti rosette visibili nella figura, quattro sono evidenziate dalle frecce. (Preparato al ME di U. Rudolph).

↑ direzione
dell'allungamento

orilla di cellulosa
d'allungamento

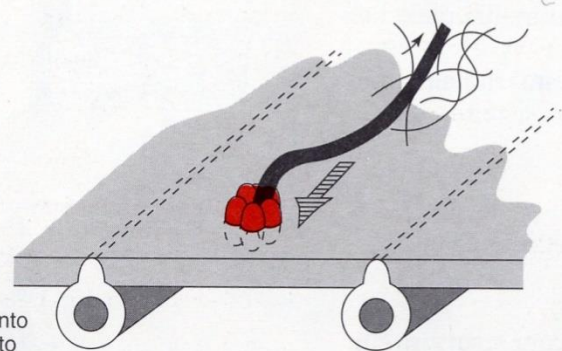
mma

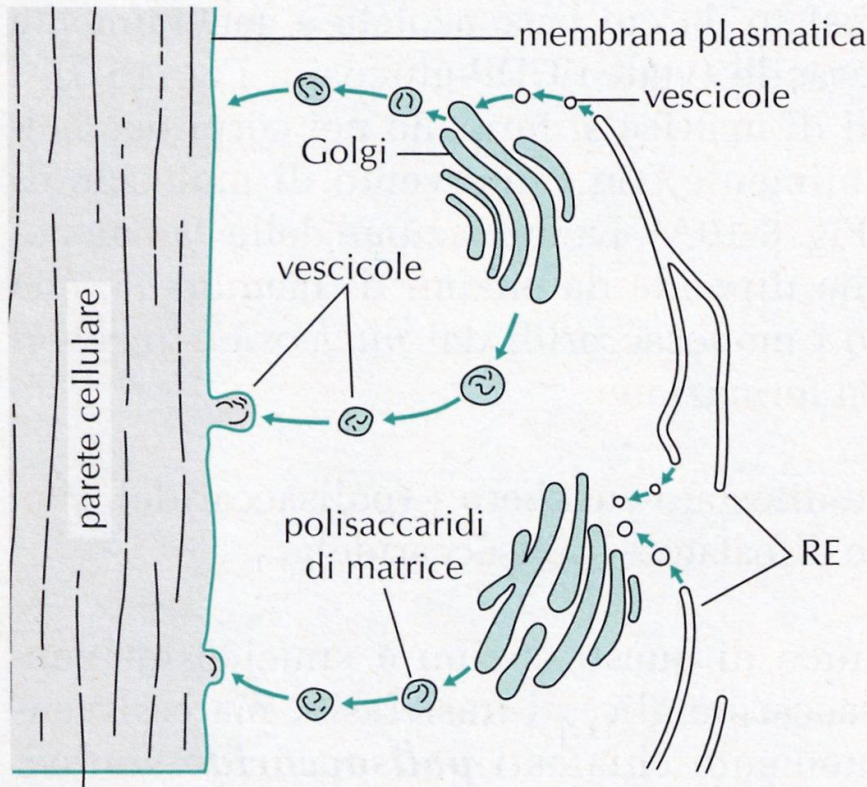
Rosetta di cellulosa sintetasi inserita nel plasmalemma. Da una parte entrano i monomeri (glucosio legato al nucleotide UDP), dall'altra esce la microfibrilla di cellulosa che man mano si allunga.



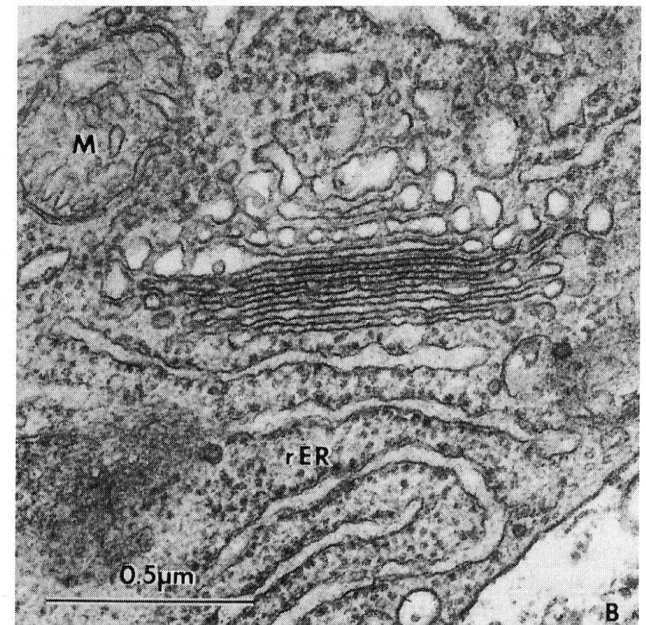
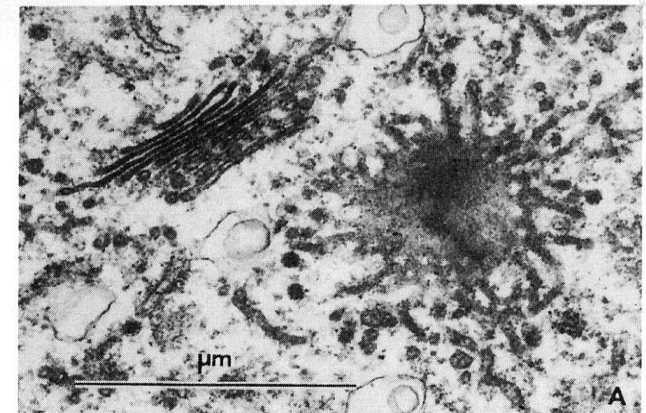
o
e

ento
nto



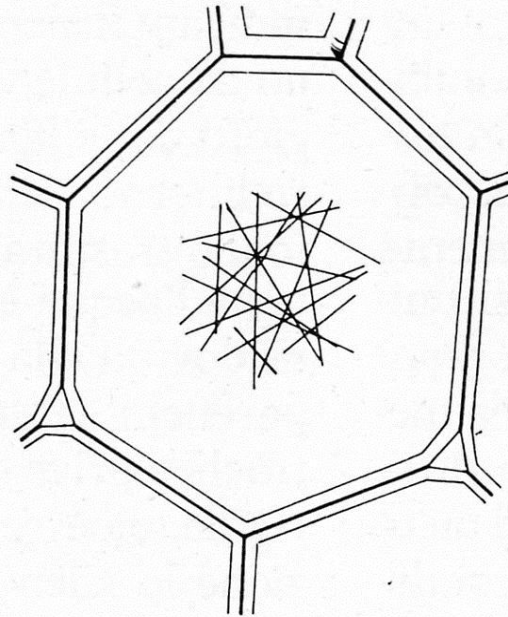


L'assemblaggio dei polisaccaridi nella parete cellulare (schematico). I polisaccaridi di matrice, sintetizzati da enzimi localizzati nell'apparato del Golgi, vengono trasportati mediante vescicole che poi si fondono con la membrana plasmatica e rilasciano il loro contenuto nella parete.



Dittiosomi al ME. **A**, un dittiosoma sezionato trasversalmente e uno sezionato tangenzialmente in una cellula della ligula dell'isoete *Isoetes lacustris*; periferia delle cisterne a rete tubulare e con molte piccole vescicole. **B**, dittiosoma in sezione trasversale in una cellula ghiandolare di *Veronica beccabunga*; lato *cis* di sotto, rivolto verso l'rER; sul lato *trans* filamenti sottili del Golgi riconoscibili tra le cisterne; le cisterne più esterne della faccia *trans* sono fenestrate e dilatate («reticolo *trans* del Golgi»); M mitocondrio. (A, foto al ME di U. Kristen; B, foto al ME di J. Lockhausen e di U. Kristen).

parete primaria



A

tessitura diffusa

Disposizione delle microfibrille di cellulosa con tessitura diffusa, tipica della parete primaria.

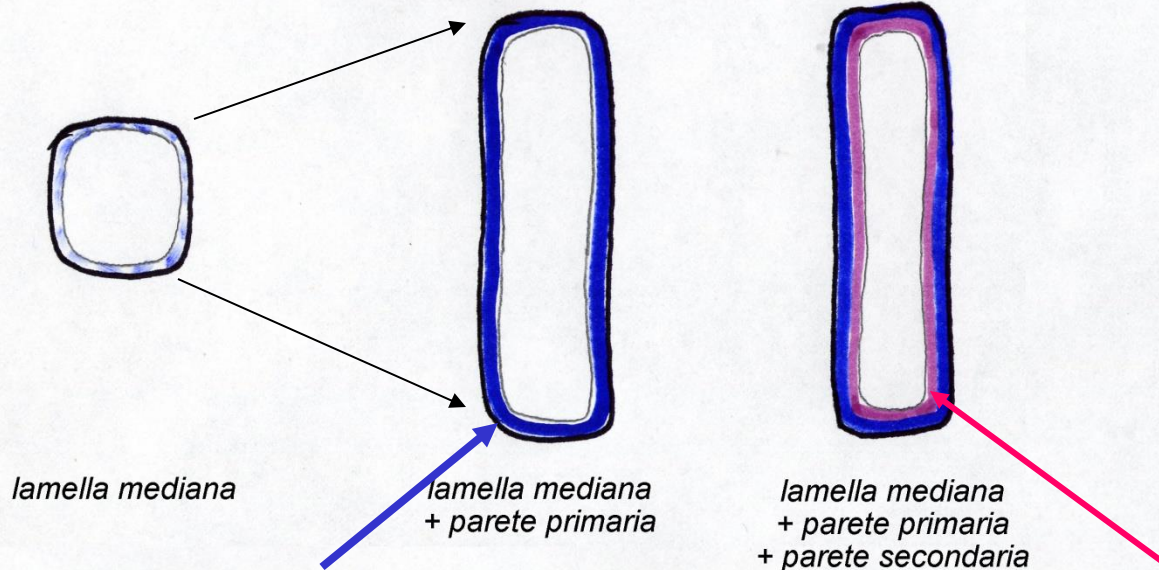
*cellula
meristemica*

*cellula
adulta*

*sulla lamella mediana comincia
l'apposizione della parete primaria*

*in accrescimento
fino a raggiungere le
dimensioni definitive*

*raggiunte le
dimensioni definitive,
inizia l'eventuale differenziazione*



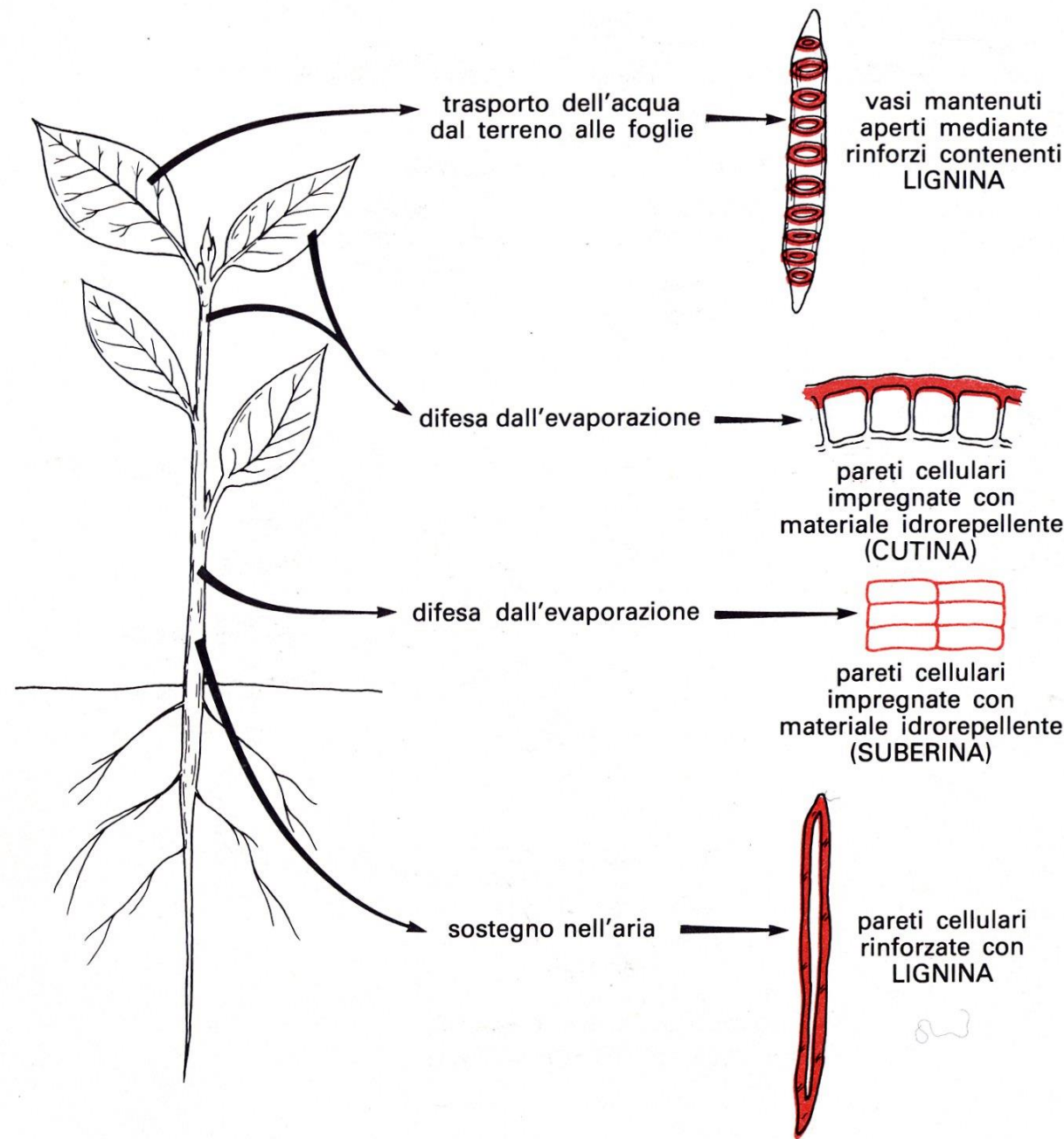
**Lo spessore della parete primaria
si mantiene costante per la
deposizione di nuovo materiale**

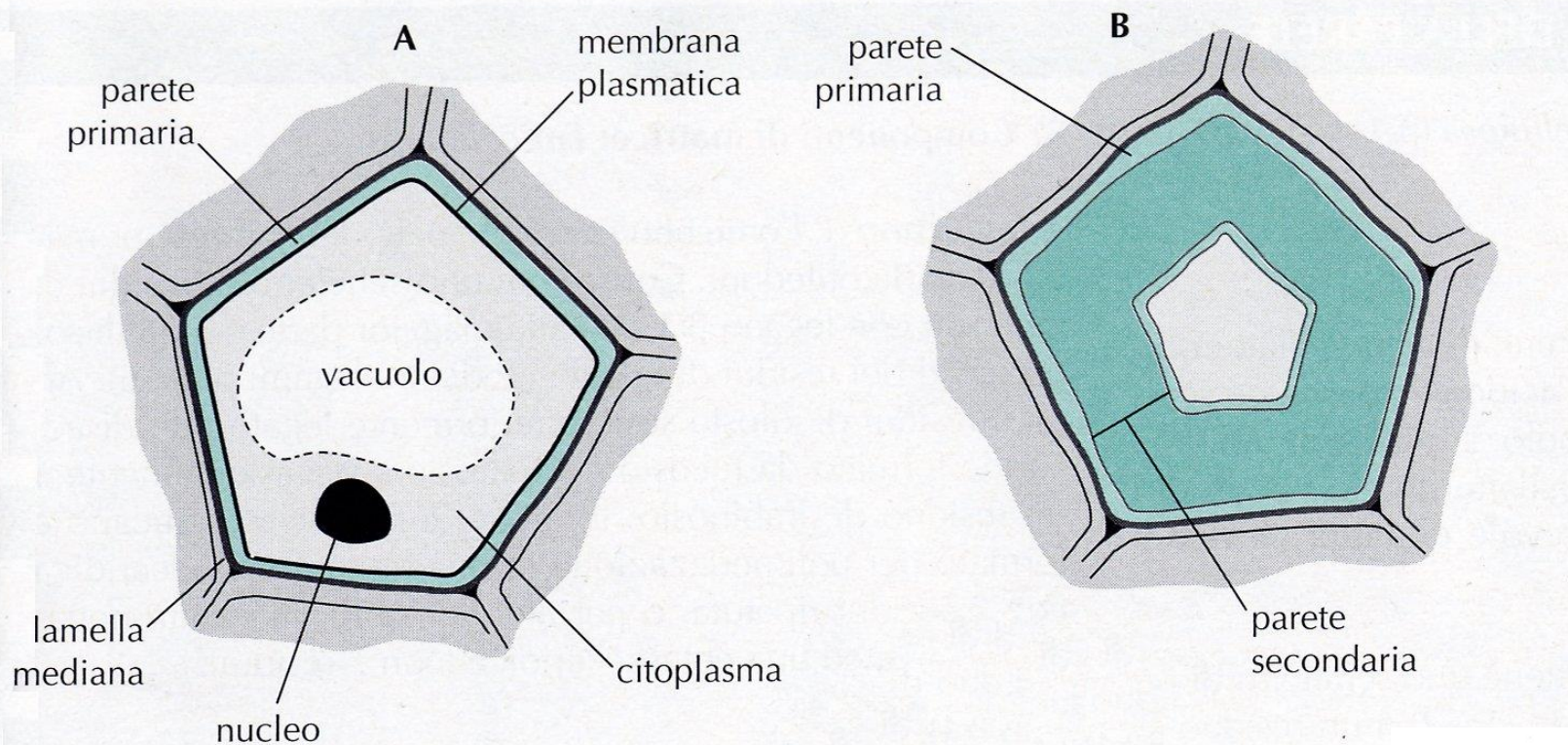
**Lo spessore della parete secondaria
aumenta progressivamente a spese del
volume cellulare**

Le dimensioni aumentano **Il volume cellulare diminuisce**

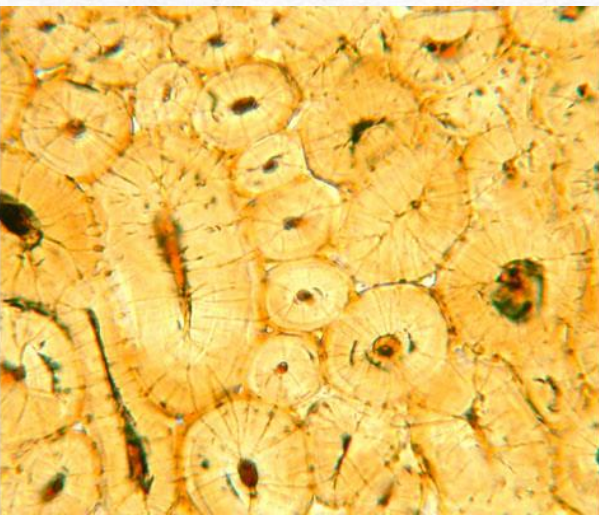
L'«invenzione» della cutina, della suberina e della lignina durante l'evoluzione delle piante è stata un presupposto indispensabile per la conquista delle terre emerse. Senza queste sostanze non sarebbero infatti stati possibili il sostegno nell'ambiente aereo, la protezione dall'evaporazione e il trasporto dell'acqua. È probabile che «precursori» evolutivi di queste sostanze esistessero già negli antenati delle piante terrestri. Sostanze simili alla lignina forse avevano una funzione di difesa dai parassiti.

**composizione della
parete secondaria
→ f(x) che devono
essere svolte dalla
singola cellula.**

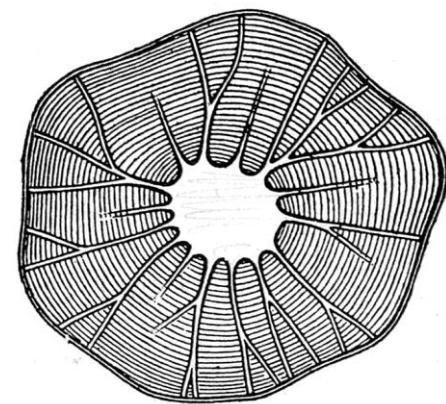


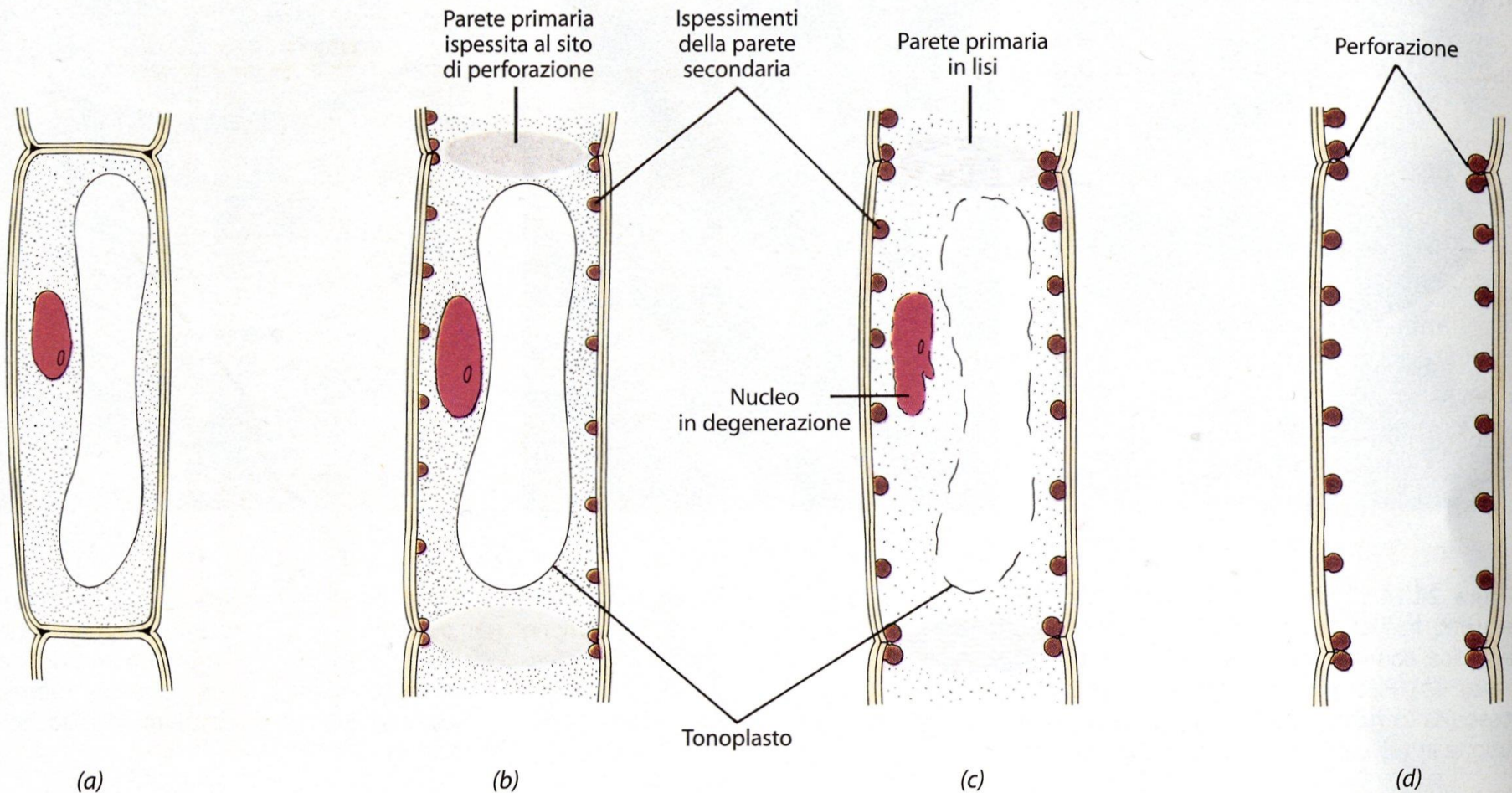


Le sezioni trasversali di una cellula giovane (A), di una cellula formata (B).



Disegno semischematico di una **sclereide** in sezione trasversale.

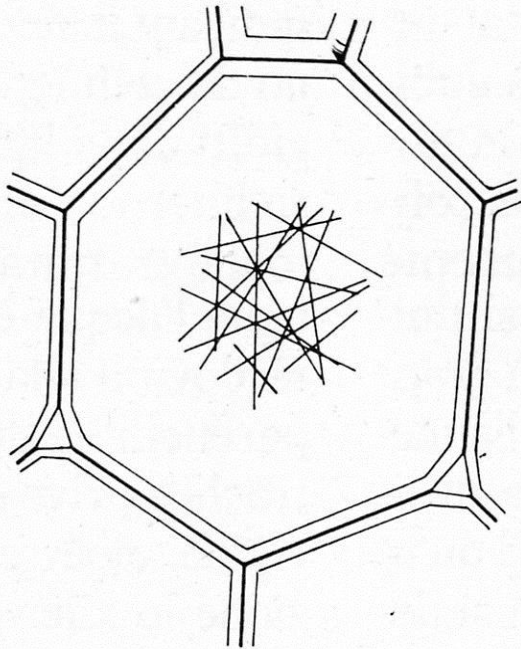




Schema di sviluppo dell'elemento di un vaso. (a) Elemento vasale giovane, altamente vacuolato, privo di parete secondaria. (b) La cellula si è estesa lateralmente, ha inizio la deposizione della parete secondaria, e la parete primaria a livello del sito di perforazione è aumentata in spessore. (c) La deposizione della parete se-

condaria è completata e la cellula è allo stadio di lisi. Il nucleo è in via di degenerazione, il tonoplasto si rompe e la parete a livello della perforazione si è parzialmente disintegrata. (d) La cellula è ora matura: manca di protoplasto ed è aperta alle due estremità.

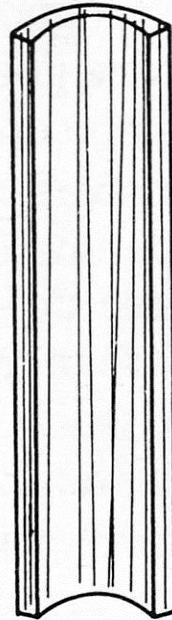
parete primaria



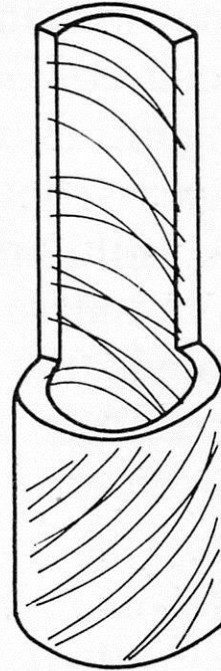
A

tessitura diffusa

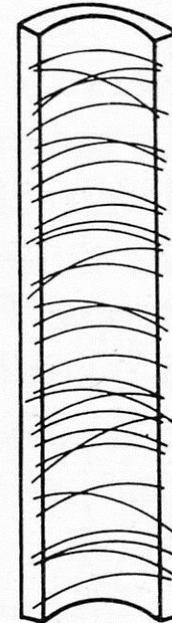
parete secondaria



B



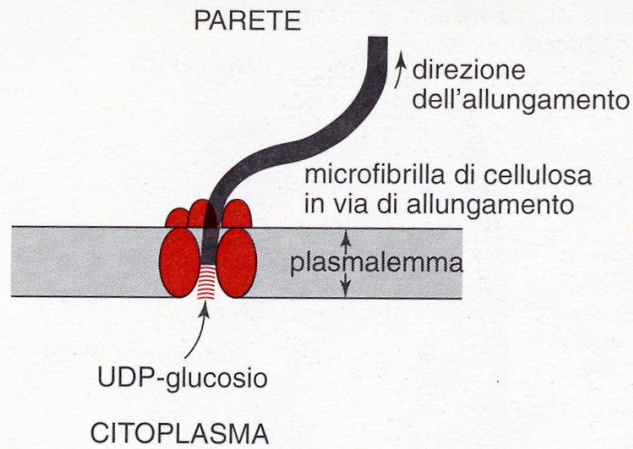
C



D

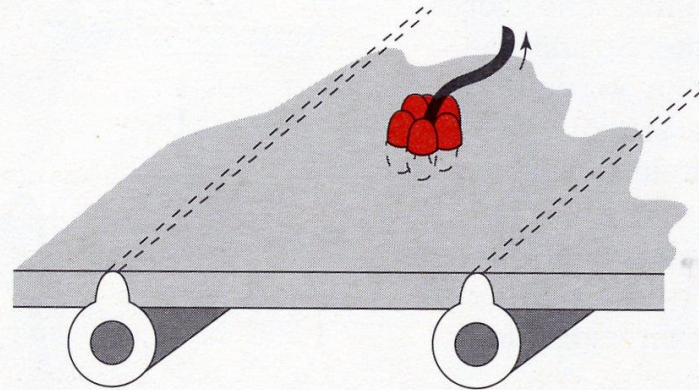
tessitura parallela

Disposizione parallela delle microfibrille di cellulosa nelle pareti secondarie. (B) tessitura a fibra; (C) tessitura a vite, la più frequente; (D) tessitura tubolare.

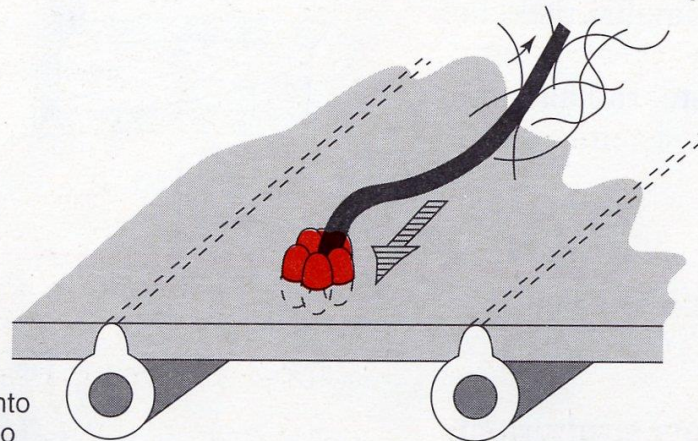


Rosetta di cellulosa sintetasi inserita nel plasmalemma. Da una parte entrano i monomeri (glucosio legato al nucleotide UDP), dall'altra esce la microfibrilla di cellulosa che man mano si allunga.

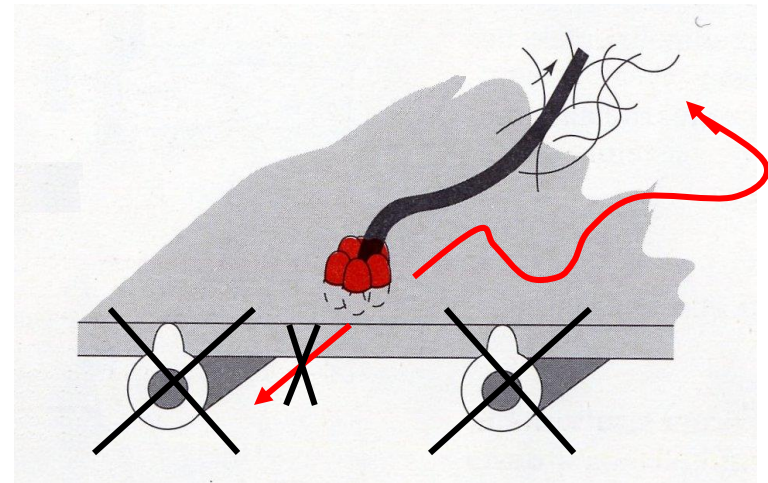
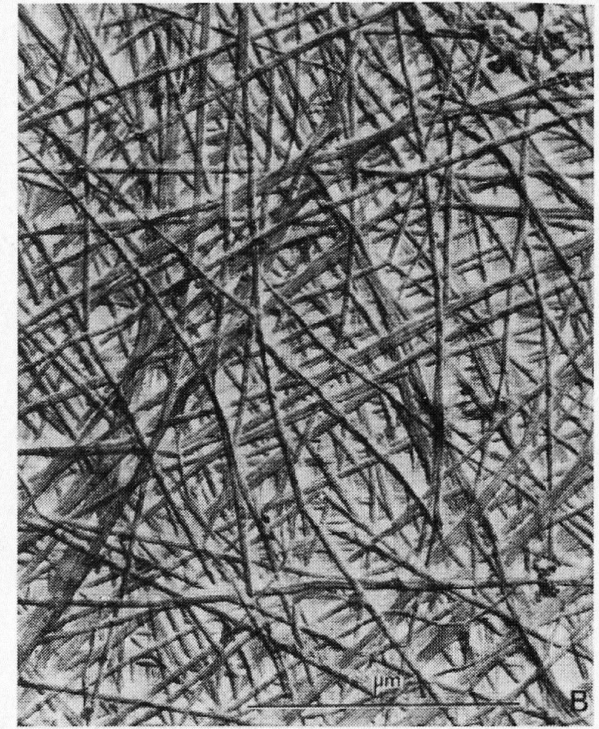
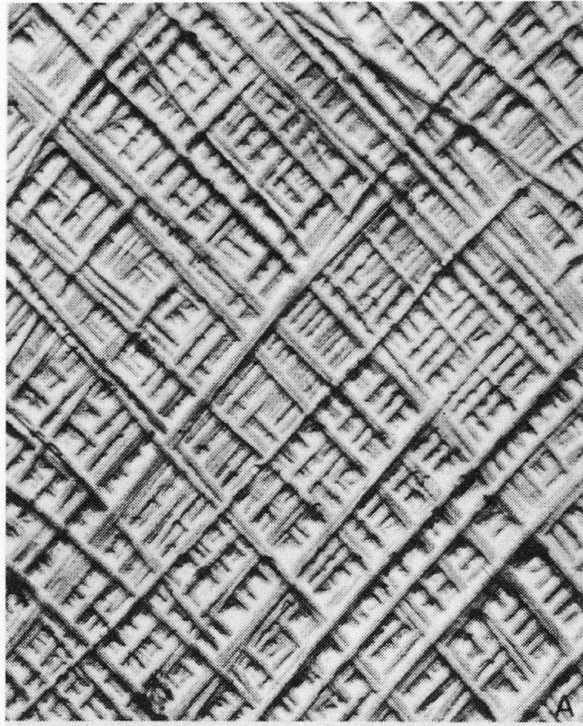
1. Rosetta di cellulosa sintetasi inserita in una zona del plasmalemma delimitata da due microtubuli. Dalla rosetta esce una microfibrilla di cellulosa in via di crescita.



2. Stessa situazione in un istante successivo. La microfibrilla si è allungata e la sua estremità libera si è integrata nel reticolo di molecole della parete rimanendo bloccata. Di conseguenza l'ulteriore allungamento della microfibrilla provoca lo spostamento della rosetta in direzione opposta. Ma lo spostamento di questa può avvenire solo nella zona di plasmalemma delimitata dai microtubuli. A sua volta lo spostamento della rosetta determina l'orientamento della microfibrilla in crescita.



Tessitura parallela e tessitura diffusa di microfibrille di cellulosa. La parete dell'alga *Oocystis solitaria* consiste di molte lamelle poste l'una sull'altra. **A**, in condizioni normali le fibrille di armatura decorrono in senso parallelo in una data lamella, di lamella in lamella avviene un cambiamento di direzione di 90° (tessitura incrociata). **B**, la colchicina, sotto la cui azione si dissolvono i microtubuli corticali posti all'interno della membrana cellulare, determina una tessitura diffusa. (A e B stesso ingrandimento; foto al ME: D.G. Robinson).



Fibre:

microfibrille di
cellulosa unite in
modo compatto,
resistenti allo
strappo, flessibili



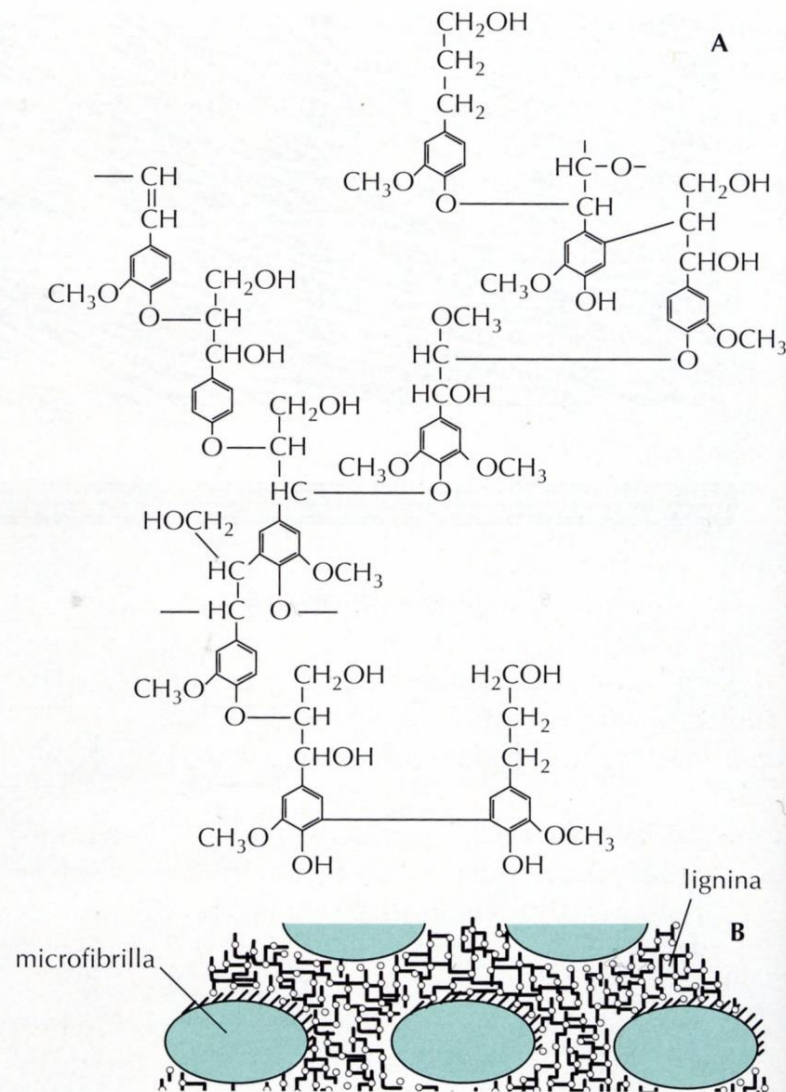
→ **fibre tessili
vegetali**
economicamente
importanti!!!

La **lignina**: composti organici più abbondanti del mondo vivente.

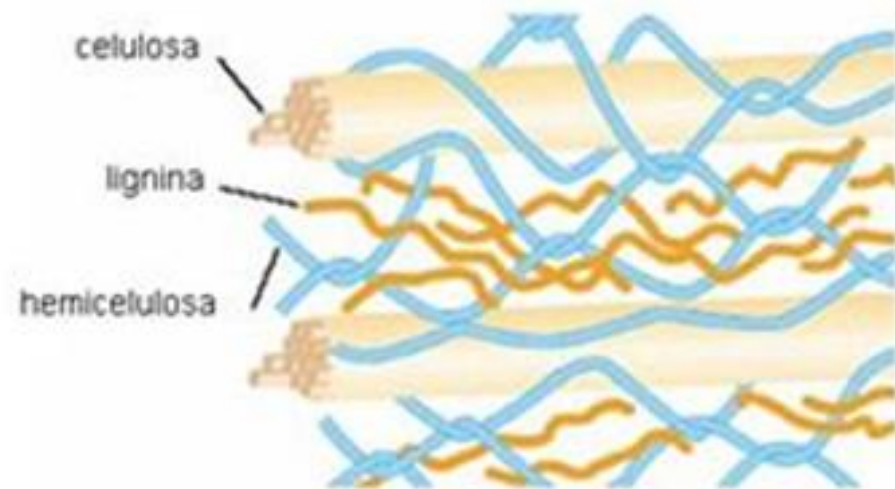
macromolecola che impregna tutta la materia legnosa.

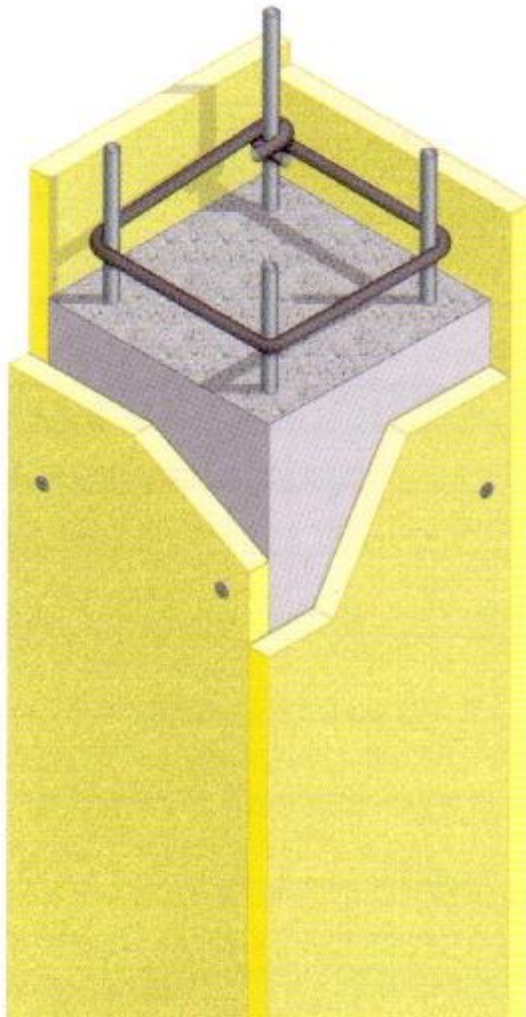
composizione complessa, specie-specifica, di difficile caratterizzazione.

I polimeri di lignina sono strutture complesse con un peso molecolare di almeno 10.000 uma.

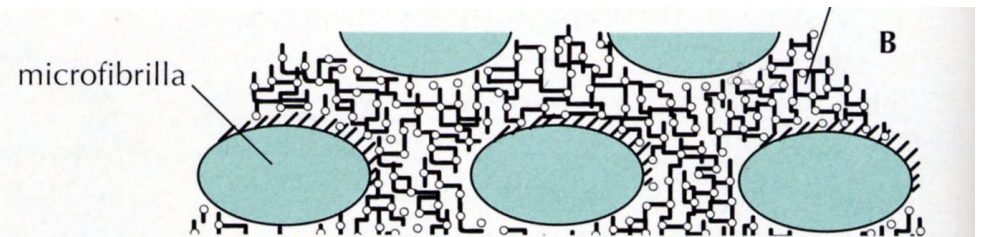


(A) Una struttura parziale di lignina. Le unità fenilpropanoidi sono legate con diversi tipi di legame a formare un reticolo complesso impermeabile all'acqua. (B) Schema delle subunità di lignina che si infiltrano a formare un reticolo nello spazio interposto fra le microfibrille di cellulosa.





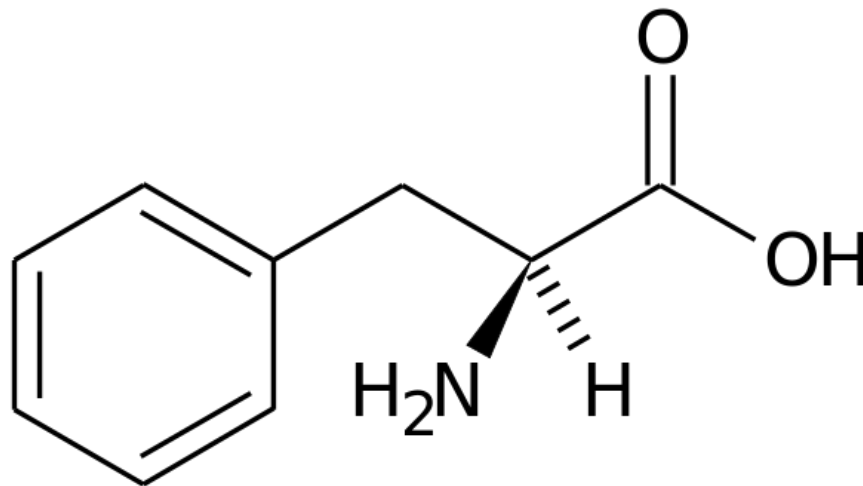
Incrostando le fibrille di cellulosa, l'eteropolimero che ne risulta conferisce rigidità e durezza alla parete, svolgendo una $f(x)$ analoga al cemento nella struttura del cemento armato, mentre le fibrille di cellulosa assumono la funzione dei tondini di acciaio.



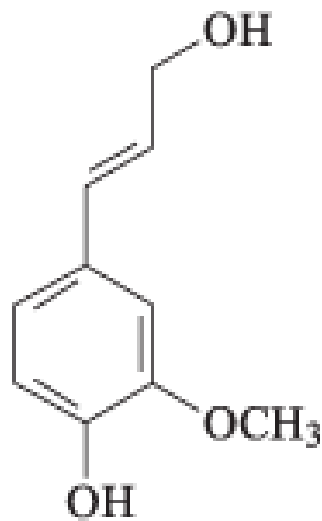
(A) Una struttura parziale di lignina. Le unità fenilpropanoidi sono legate con diversi tipi di legame a formare un reticolo complesso impermeabile all'acqua. (B) Schema delle subunità di lignina che si infiltrano a formare un reticolo nello spazio interposto fra le microfibrille di cellulosa.

La **LIGNINA** appartiene alla classe dei cosiddetti composti **FENILPROPANOIDI**: non è un carboidrato, bensì rientra nella classe dei composti aromatici.

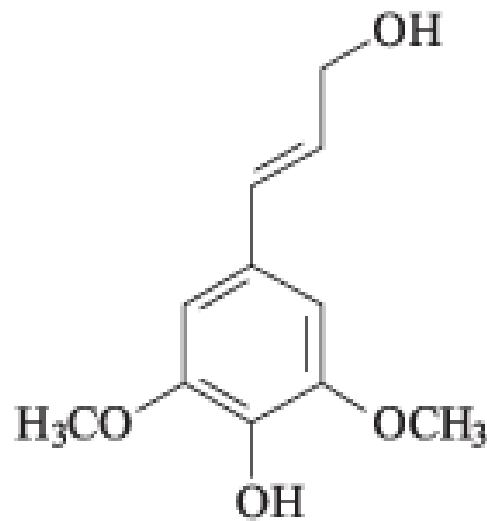
Biosintesi: **aminoacido fenilalanina** → enzima fenilalanina-ammoniaca liasi → **ACIDO CINNAMICO**.



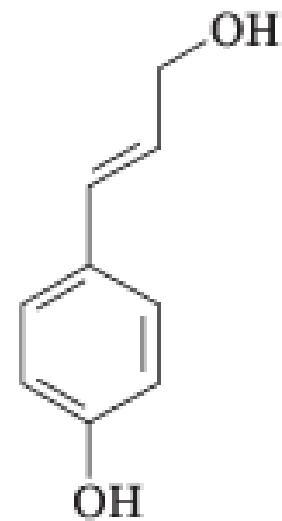
Idrossilazioni + metilazioni + riduzioni (enzimaticamente catalizzate) → tre monomeri precursori: **alcol cumarilico**, **alcol coniferilico** e **alcol sinapilico**.



Álcool
coniferílico

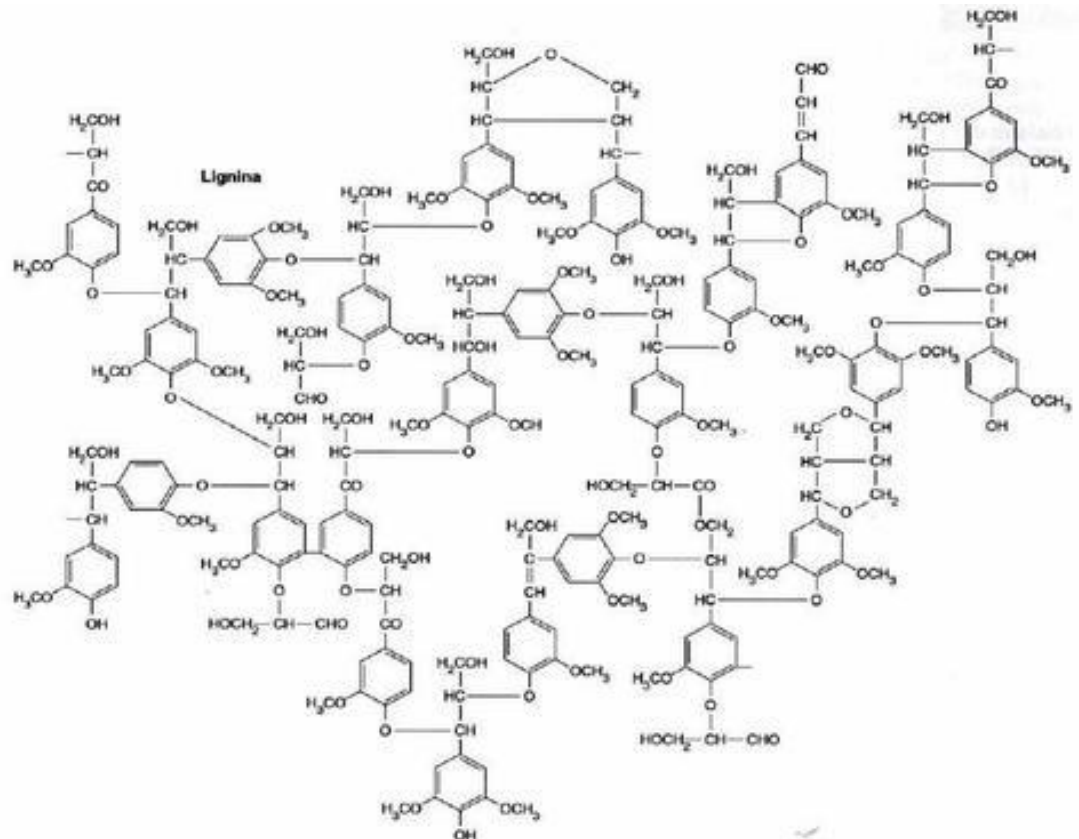


Álcool
sinapílico



Álcool
p-cumarílico

La copolimerizzazione radicalica casuale dei tre precursori, catalizzata *in loco* dall'enzima **perossidasi**, porta alla formazione di una **macromolecola a struttura disordinata, tridimensionale, ramificata, insolubile in acqua e nei solventi più comuni.**



Esistono tantissimi tipi di lignina, in dipendenza dalla specie di pianta in cui si forma.

Nelle **Monocotiledoni** (e.g. graminacee: bambù, *Triticum* spp., *Zea mais*), prevalenza di **alcool cumarilico**.

Nelle **Conifere** (e.g. *Pinus*, *Abies*) prevalenza di **alcool coniferilico**.

Nelle **Angiosperme** legnose (e.g. *Quercus*, *Acer*, *Tilia*) prevalenza di **alcool sinapilico**.

Lignina f(x):

I tessuti lignificati → resistenza agli attacchi dei microorganismi, non permettendo la penetrazione di enzimi distruttivi nella parete cellulare.

Impermeabilizzazione delle cellule: è idrofoba, destinando così a morte progressiva la cellula, che soltanto allora svolgerà il compito previsto (e.g. sostegno, trasporto della linfa grezza).

L'acquisizione dei processi di lignificazione è stato un processo fondamentale nell'evoluzione delle piante terrestri. Questa molecola, di fatto, permette ai vegetali di accrescersi in altezza.

Se la cellulosa può essere degradata solo da alcuni organismi, un numero ancora più ridotto è in grado di degradare le lignine, che sono composti molto stabili.

Ceppo marcescente → parte residua = lignine variamente trasformate e degradate, parte delle quali entrano nella costituzione degli acidi umici del terreno.

Funghi del
**marciume
bianco**
(ligninasi;
processo
aerobio)





Nel processo della produzione della carta (che consiste in primo luogo di cellulosa) la lignina deve essere rimossa. Questo processo, che comporta anche la sbiancatura della polpa di carta, è molto costoso e a forte impatto ambientale, perché richiede l'uso di acidi forti (es. H_2SO_4).

In molti legni la funzione di rinforzo delle lignine viene parzialmente sostituita dalla silice o dai carbonati, che incrostanto la parete rendendola particolarmente dura e resistente. I legni acquistano così particolari caratteristiche molto apprezzate in «ebanisteria»: possono ad esempio essere lucidati.

Cassa con intarsi in legno pregiato, avorio, tartaruga e madreperla del Piffetti (1701-1777), considerato «tra i più originali protagonisti del supremo arredamento dell'intero mondo occidentale».





Carex rostrata

... altre incrostazioni della parete,
e.g. **sostanze minerali**:

silicati (*Carex*, *Equisetum*)

carbonato di calcio (alghe
calcaree, tricomi)

Lythophyllum stictaeforme



La parete cellulare in alcuni tessuti.....

Le pareti secondarie di certi tessuti sono caratterizzate da altre molecole rispetto a cellulosa e lignina → specifica funzione che il tessuto svolge.

EPIDERMIDE e SUGHERO: tessuti di protezione esterni del corpo di una pianta, riducono la perdita di acqua (impermeabilizzazione) ed impediscono l'ingresso di agenti patogeni.

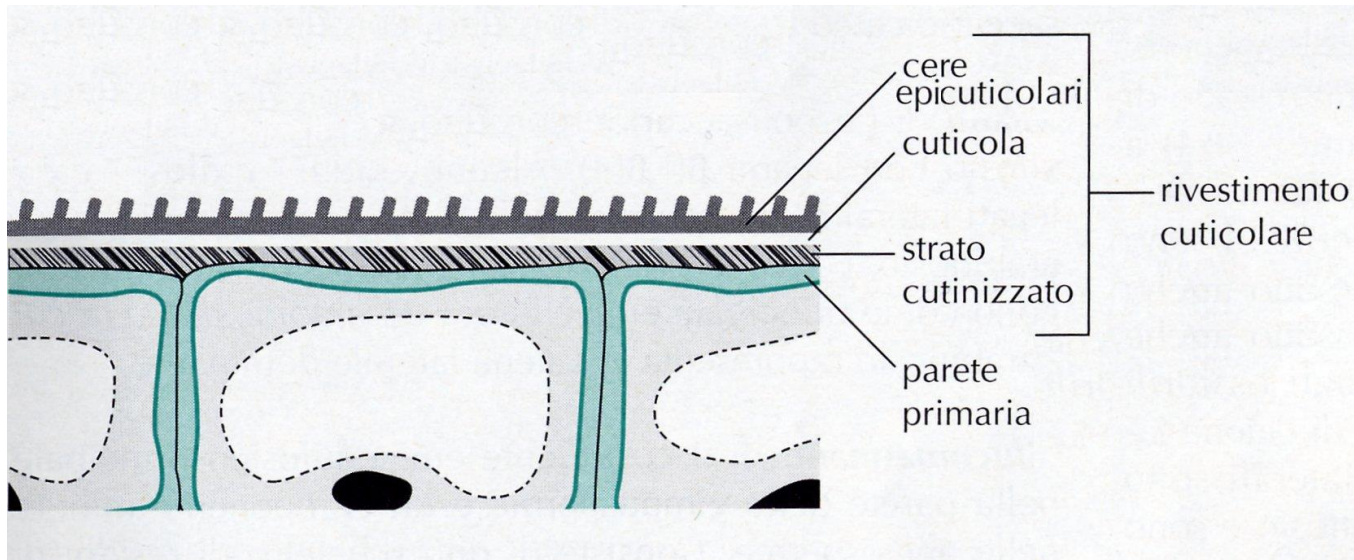
conquista delle terre
emerse



Epidermide: copre tutte le strutture subaeree in struttura primaria (derivanti dai meristemi primari = foglie, giovani fusti)

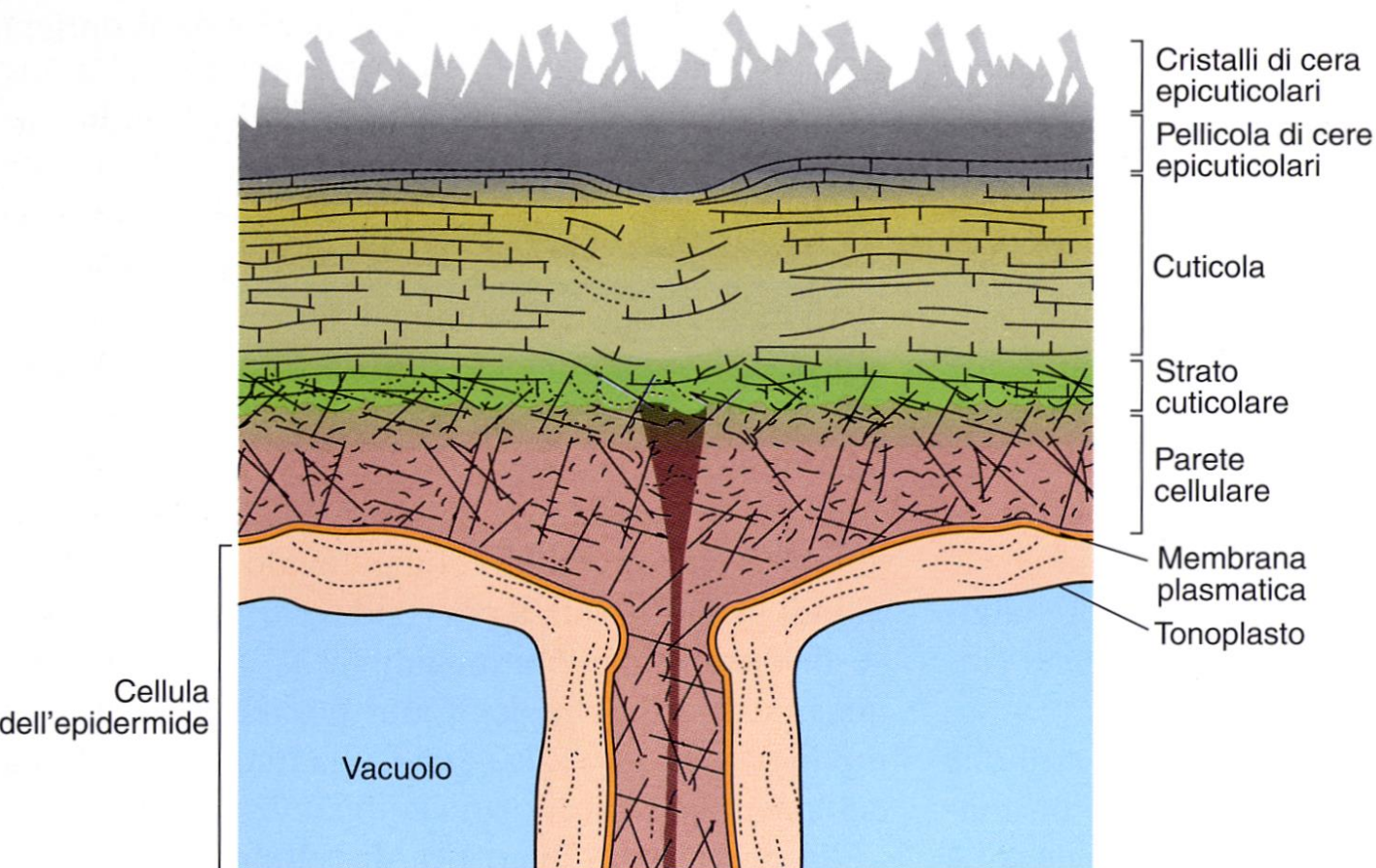
Sughero: sostituisce l'epidermide quando questa si lacera durante l'accrescimento in spessore del fusto.

Epidermide: generalmente monostratificata, la parete secondaria rivolta verso l'esterno è costruita in modo del tutto particolare, mediante un processo di **ACCROSTAZIONE** di strati di sostanze impermeabilizzanti.



Cuticola: strato fortemente lipofilo costituito da una maglia tridimensionale di **cutina** in cui sono “bloccate” le **cere**.

Cutina: è un estere tra acidi grassi C16 e C18, il gruppo carbossilico di un acido grasso è legato al gruppo ossidrilico di un altro acido grasso, a formare una maglia tridimensionale inestensibile.



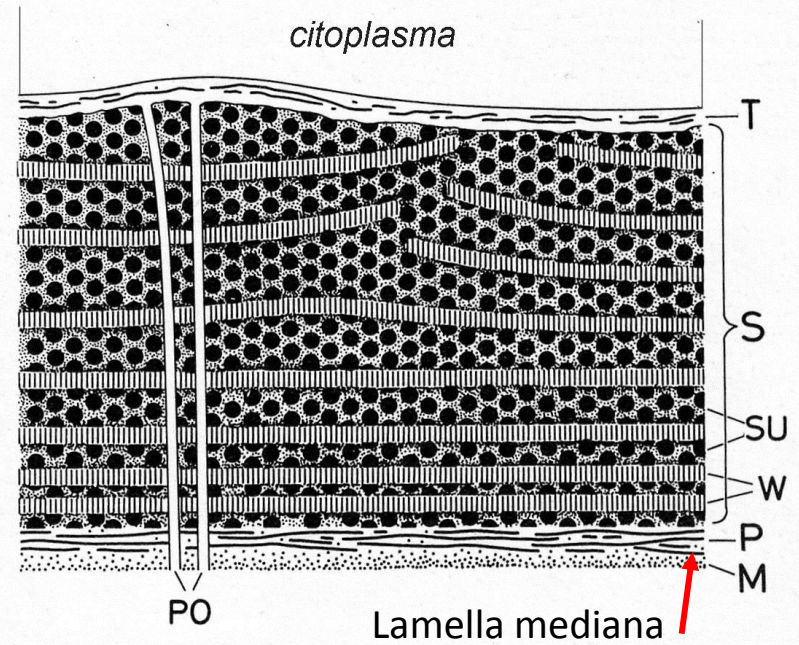
Rappresentazione schematica di una cuticola, lo strato protettivo che ricopre le cellule dell'epidermide di foglie e giovani fusti. Esternamente alla parete primaria, un primo strato cuticolare comprende, oltre alla cutina, pectine, cellulosa e altri carboidrati. La cuticola vera e propria è costituita da cutina e cere, che sono anche il costituente unico dello strato esterno.



Superficie fogliare di
un loto, fortemente
repellente per lo strato
di cere epicuticolari.



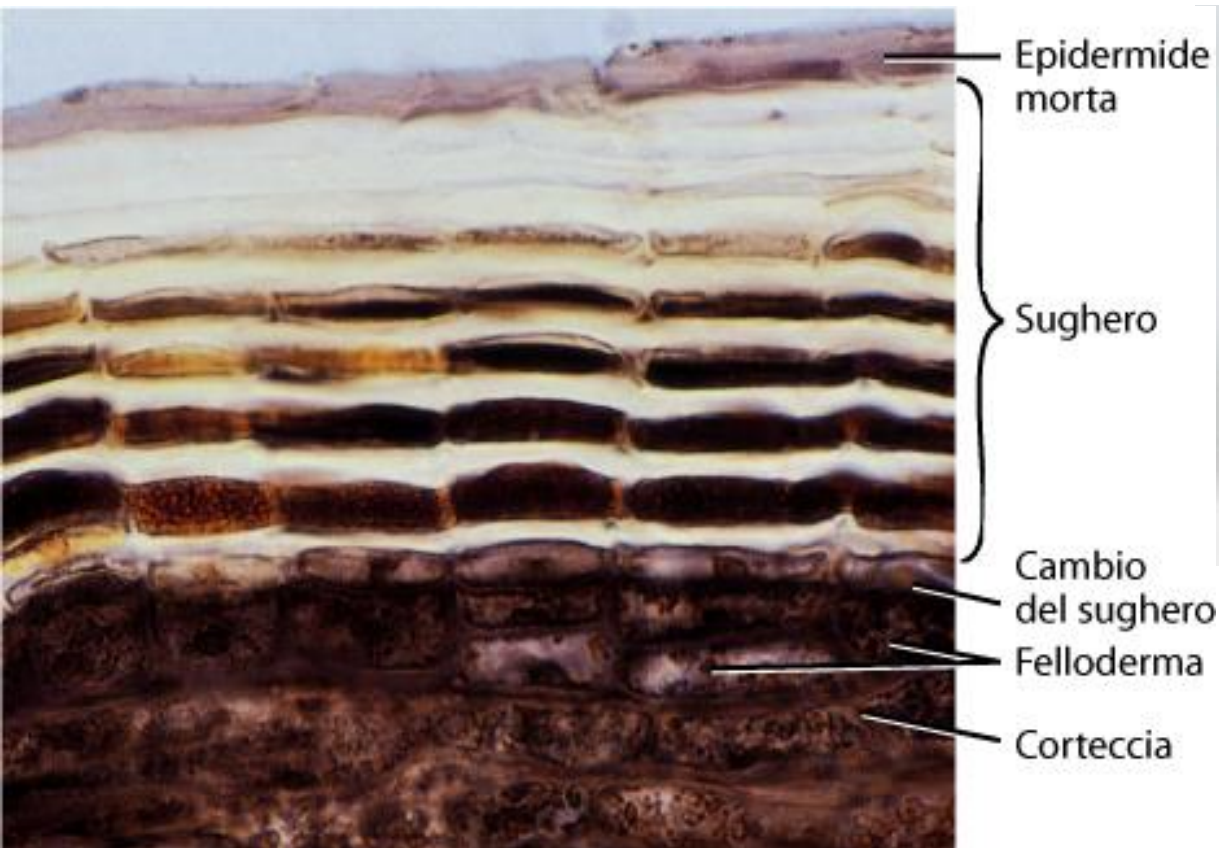
Sughero: in genere pluristratificato, tutte le pareti vengono costruite mediante **accrostazione**, grazie alla deposizione di spessi strati isolanti di **suberina** e **cere**.



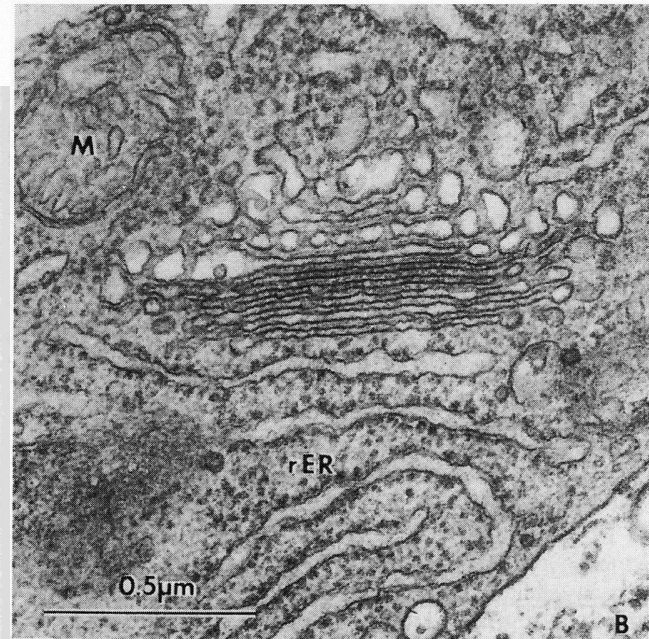
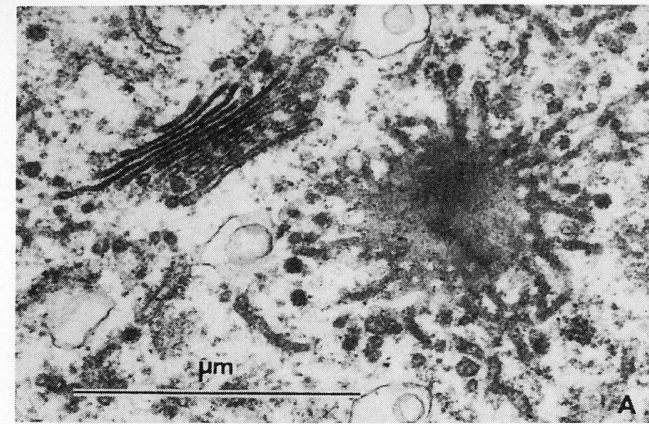
Modello ultrastrutturale della parete cellulare suberificata. M, lamella centrale; P, saccoderma con fibrille di cellulosa; S parete secondaria = strato di suberina con pellicole di cera W tra lamelle di suberina SU. Lo strato di suberina lipofila non contiene cellulosa. T, parete terziaria, nella quale compaiono di nuovo fibrille di armatura. PO, vecchi plasmodesmi (originale).

Suberina: lunghezza maggiore degli acidi grassi della cutina, e per la presenza di legami con fenoli (alcoli aromatici) → aumento di impermeabilità.

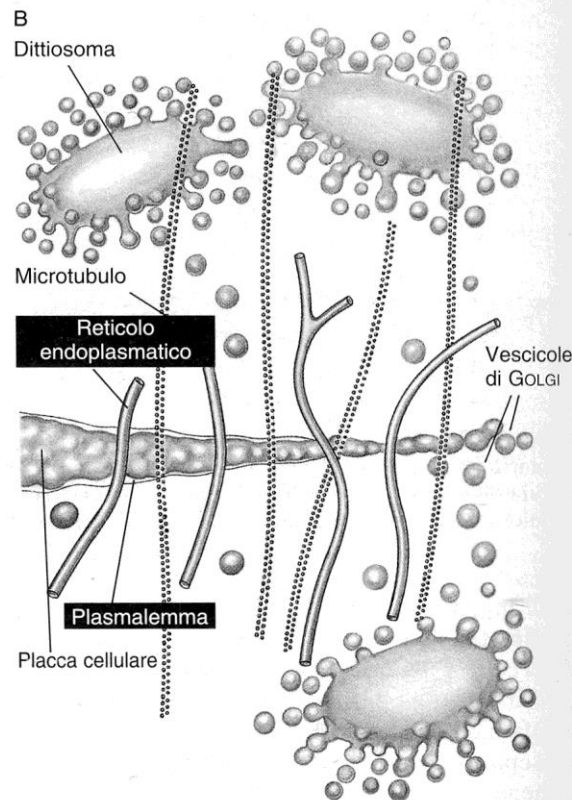
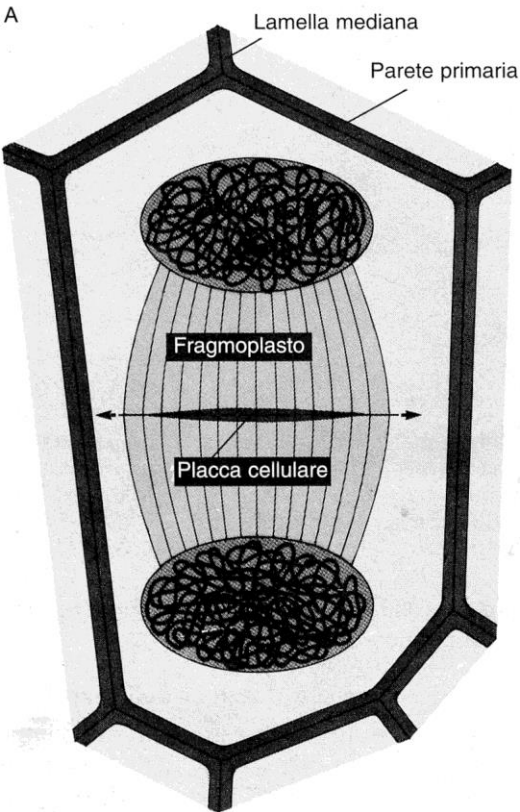
- Le cellule epidermiche, svolgono la loro funzione da vive.
- Le cellule del sughero ben presto muoiono, lasciando delle piccole cavità vuote, che aumentano l'effetto isolante.



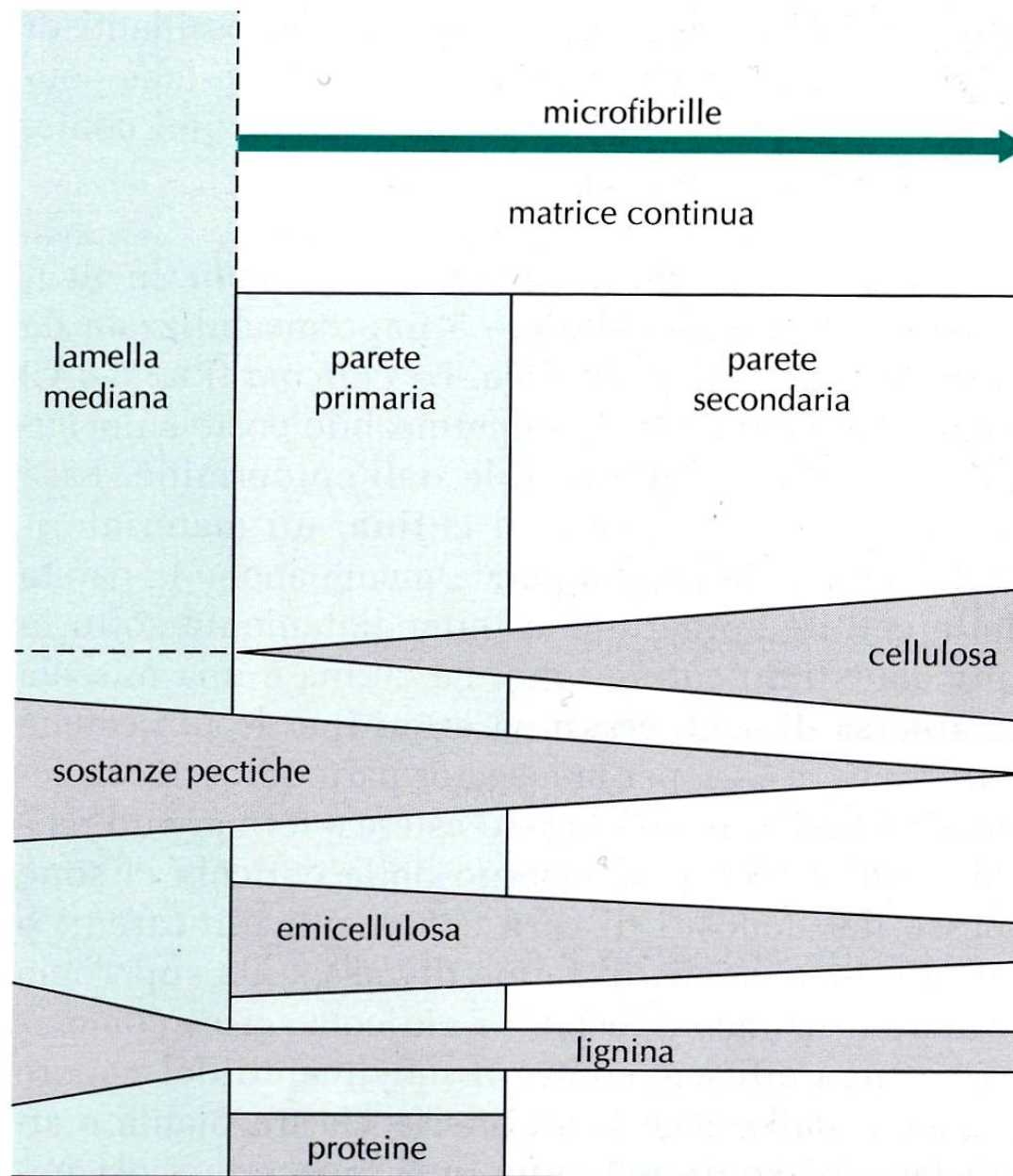
In epidermide e sughero le molecole chiave che caratterizzano la parete secondaria vengono rilasciate da vescicolette prodotte dal Golgi, i cui contenuti sono stati opportunamente trasformati da enzimi specifici.



Dittiosomi al ME. **A**, un dittiosoma sezionato trasversalmente e uno sezionato tangenzialmente in una cellula della ligula dell'isoete *Isoetes lacustris*; periferia delle cisterne a rete tubulare e con molte piccole vescicole. **B**, dittiosoma in sezione trasversale in una cellula ghiandolare di *Veronica beccabunga*; lato *cis* di sotto, rivolto verso l'rER; sul lato *trans* filamenti sottili del Golgi riconoscibili tra le cisterne; le cisterne più esterne della faccia *trans* sono fenestrate e dilatate («reticolo *trans* del Golgi»); M mitocondrio. (A, foto al ME di U. Kristen; B, foto al ME di J. Lockhausen e di U. Kristen).



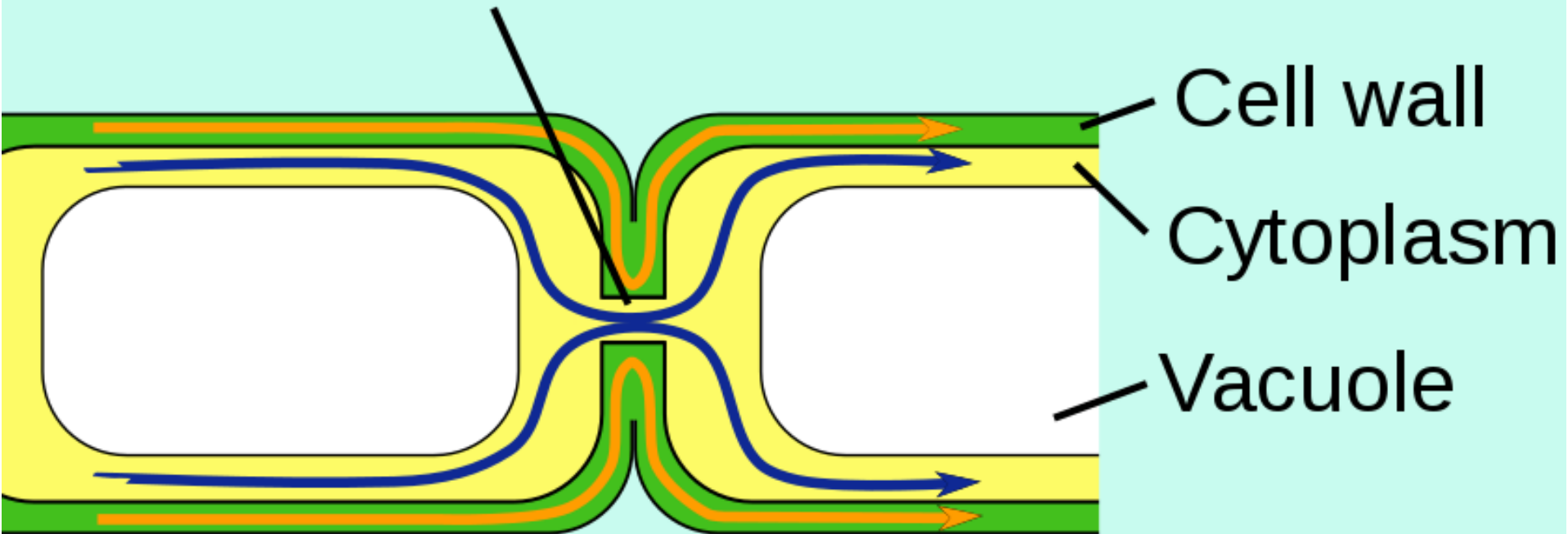
Formazione della nuova parete dopo una divisione cellulare. (A) Visione d'insieme, (B) dettaglio della placca



Componenti delle pareti cellulari e loro abbondanza nei vari strati (schematico).

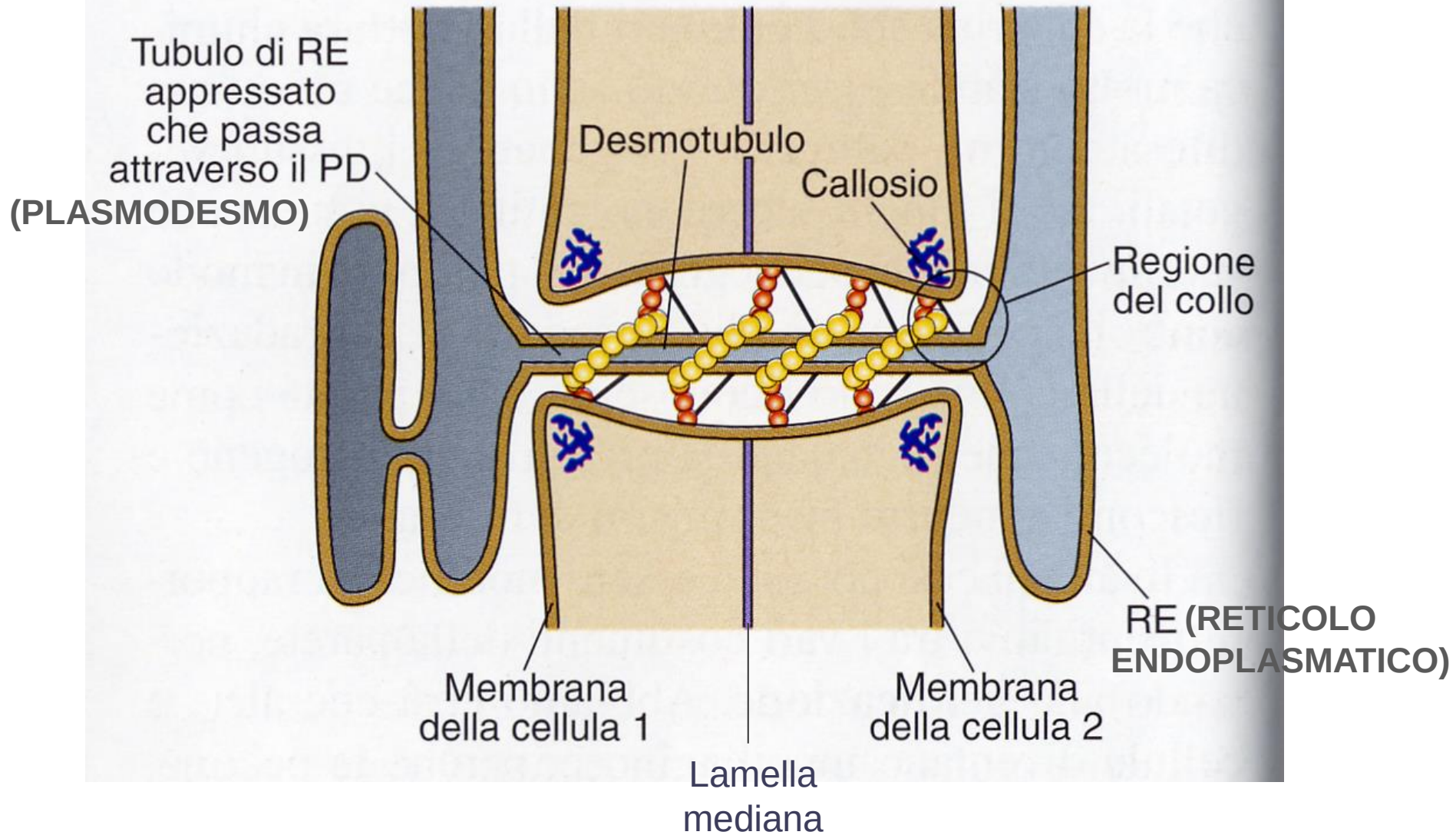
Simplasto vs Apoplasto

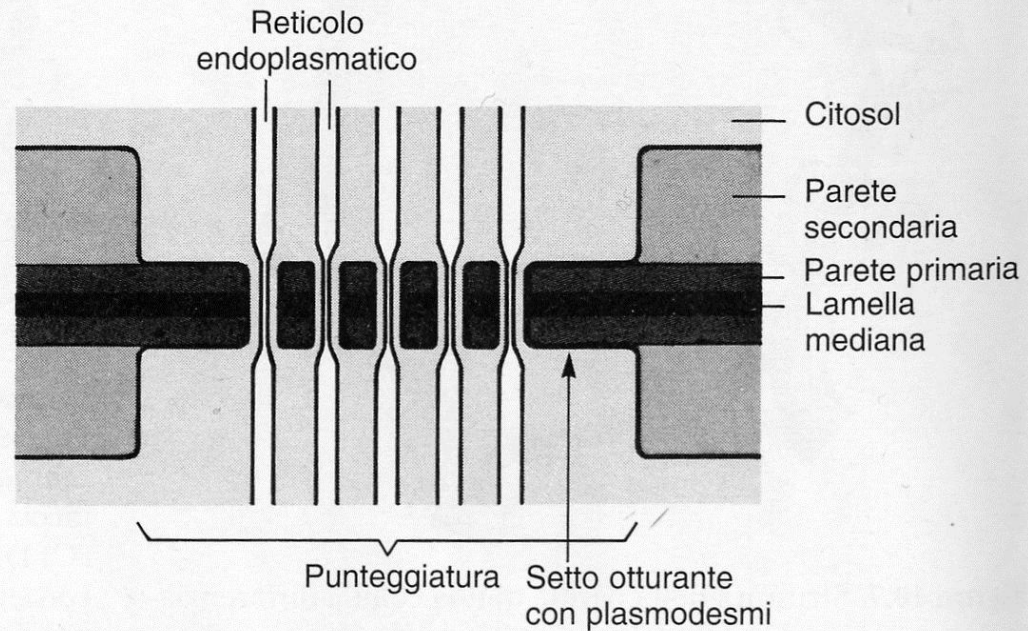
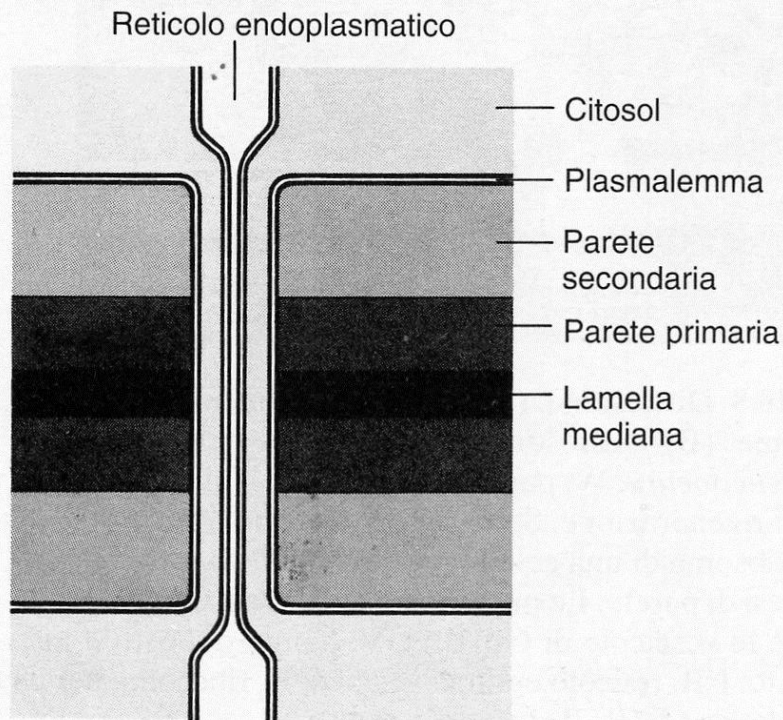
Plasmodesma



— Apoplastic pathway (through cell wall)

— Symplastic pathway (through cytoplasm)

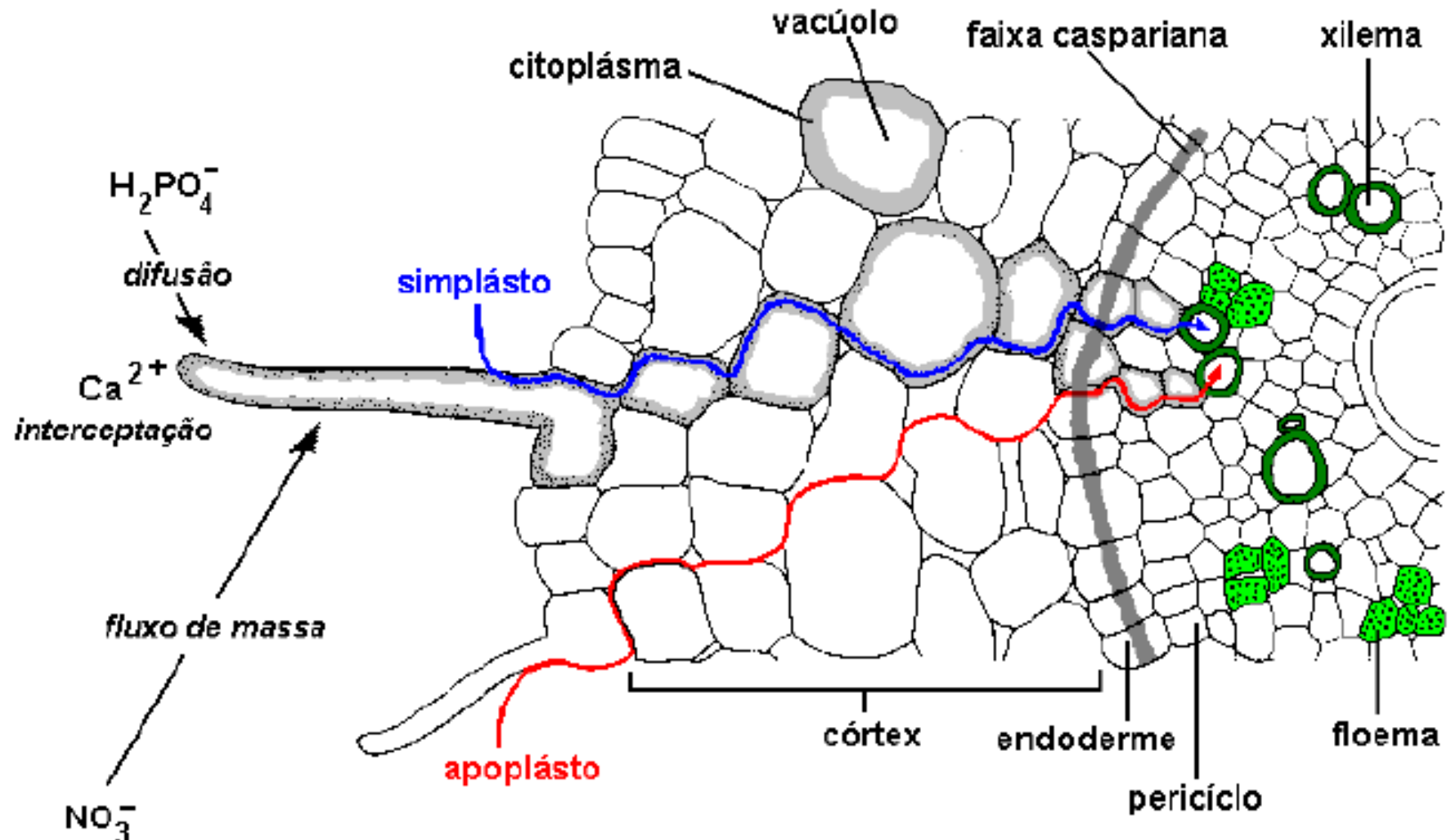


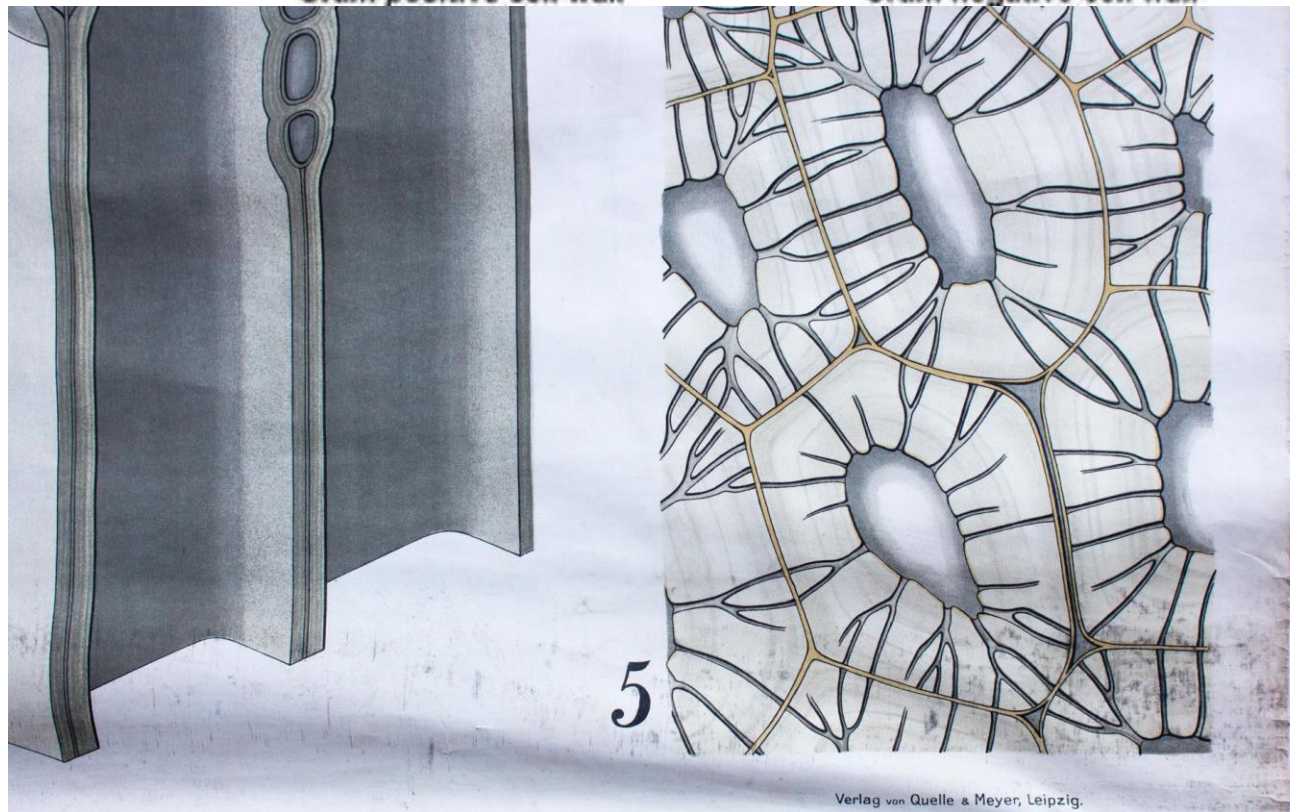
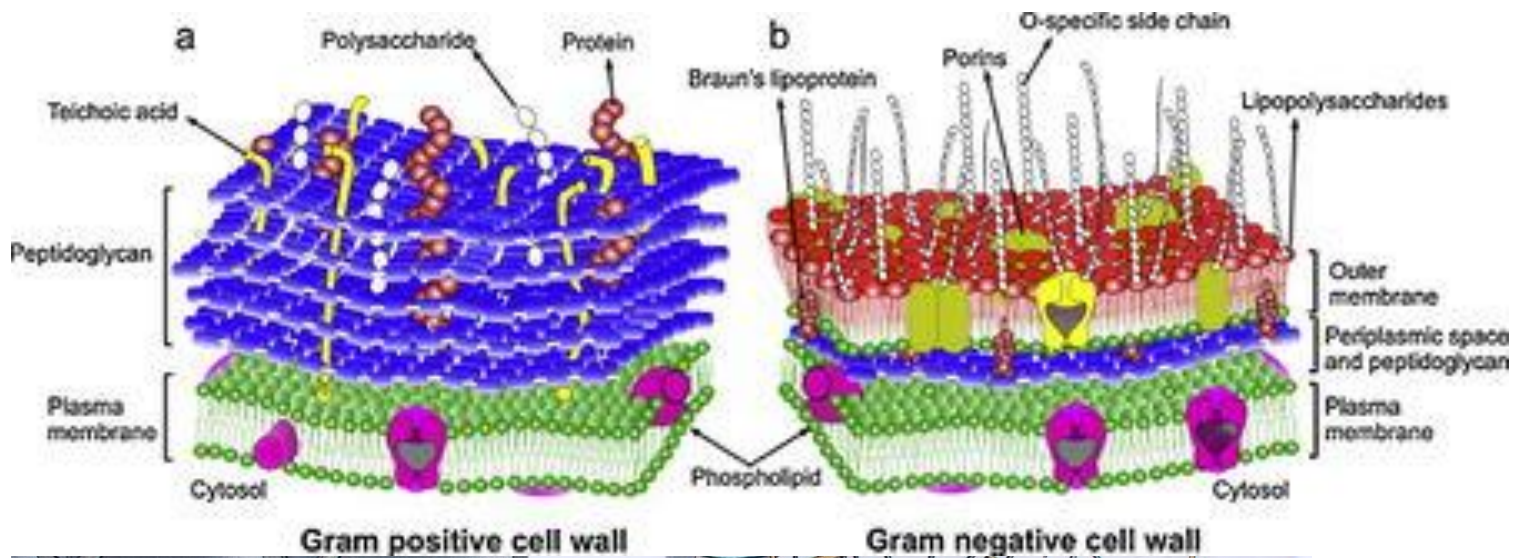


Schema della struttura di un plasmodesma (a sinistra) e di una punteggiatura (a destra).

Nei tessuti vegetali, grazie ai plasmodesmi, si crea un **continuum di cellule viventi** che viene definito **SIMPLASTO**. Ad esso si contrappone l'**APOPLASTO**, lo spazio non plasmatico all'esterno delle membrane cellulari, che forma un secondo continuum, contrapposto al primo.

Simplasto vs Apoplasto





Amido = amiloso + amilopectina

