

La botanica studia gli organismi vegetali in tutti i loro aspetti

- Botanica sistematica
- Morfologia vegetale
- Anatomia
- Istologia
- **Citologia**
- Fisiologia
- Ecologia

La cellula vegetale

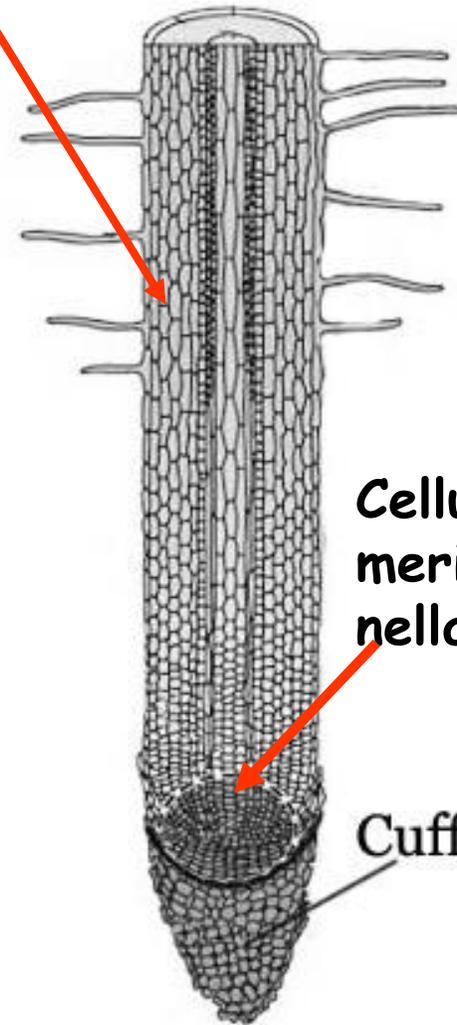
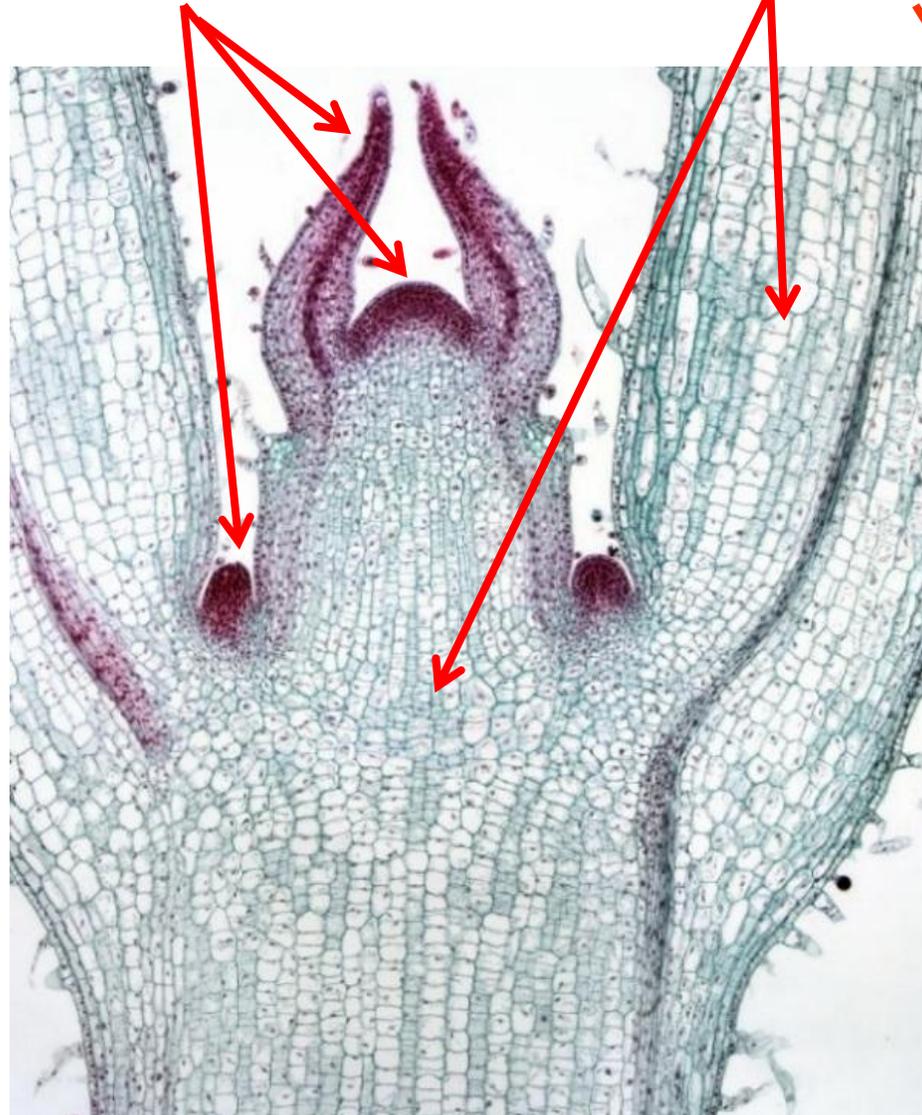
Le cellule degli organismi vegetali sono cellule **eucariote.**

Le cellule vegetali si suddividono in:

- **CELLULE MERISTEMATICHE**
- **CELLULE DIFFERENZIATE**

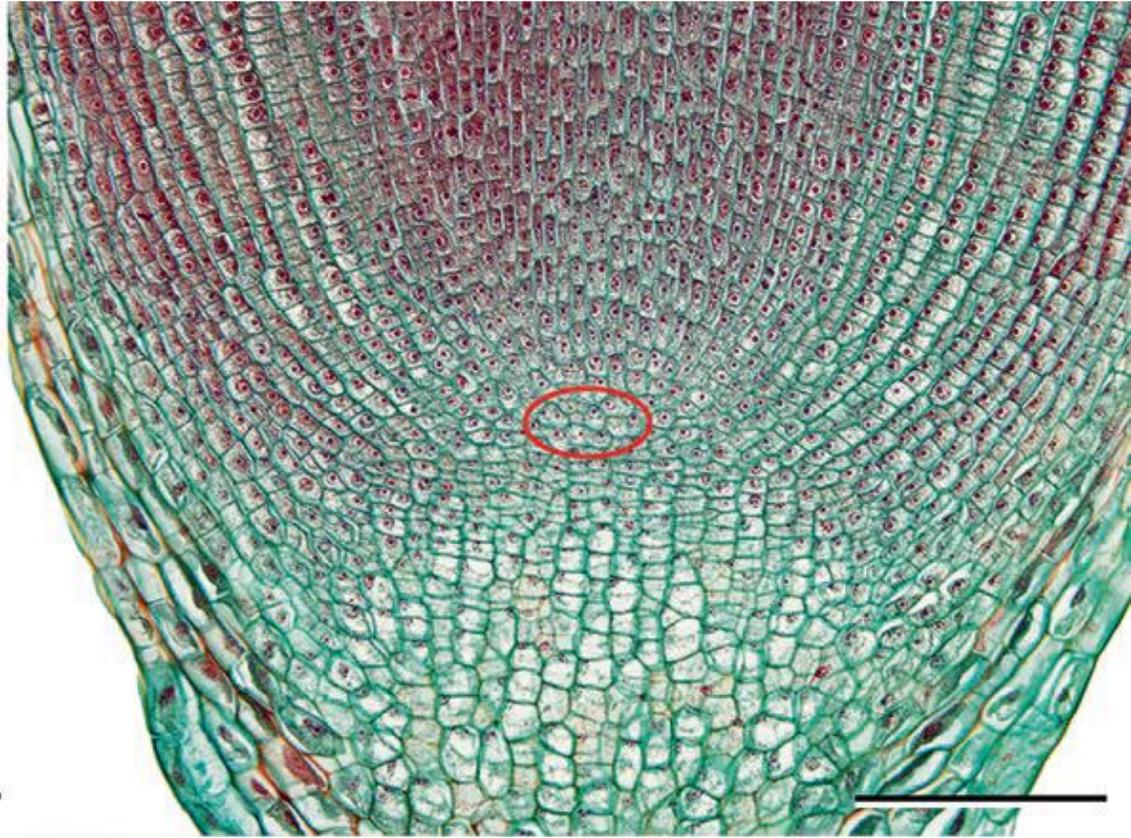
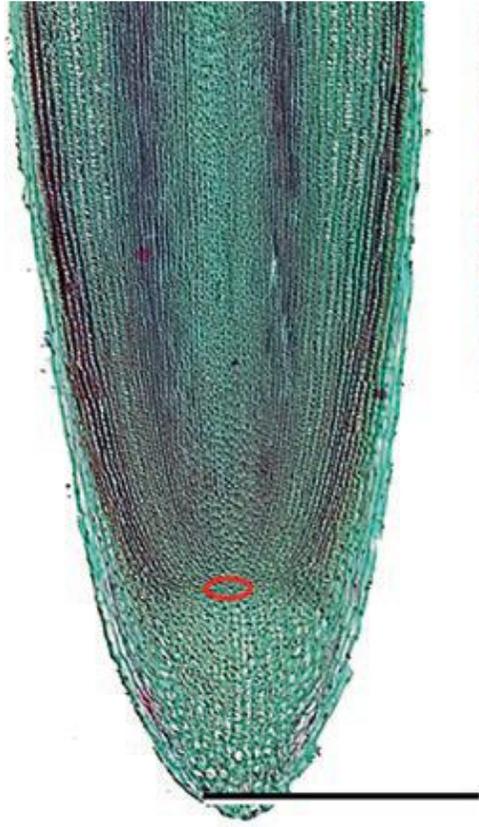
**Cellule
meristematiche**

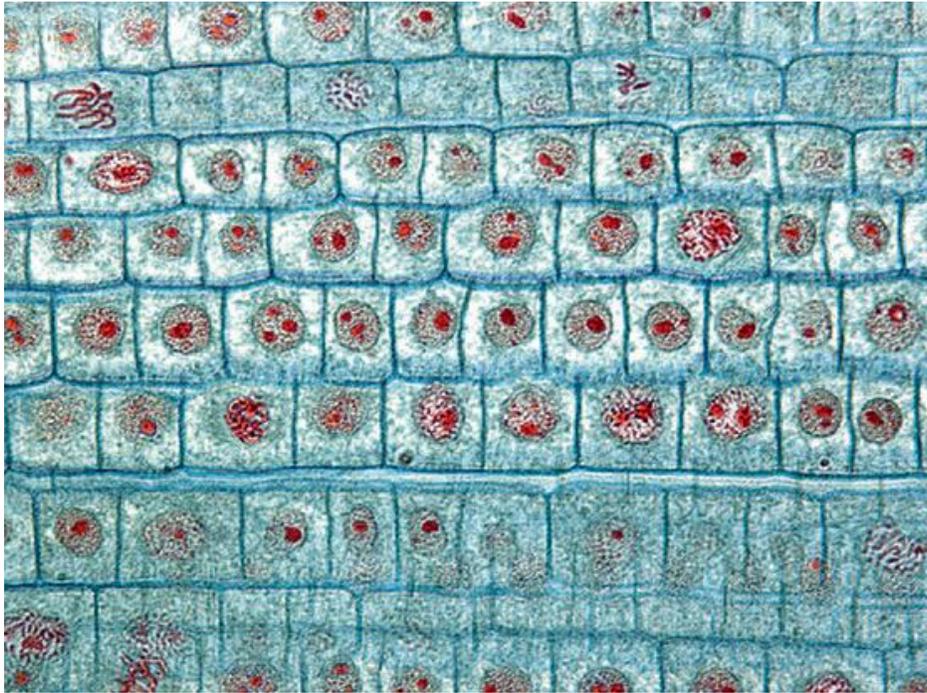
Cellule differenziate



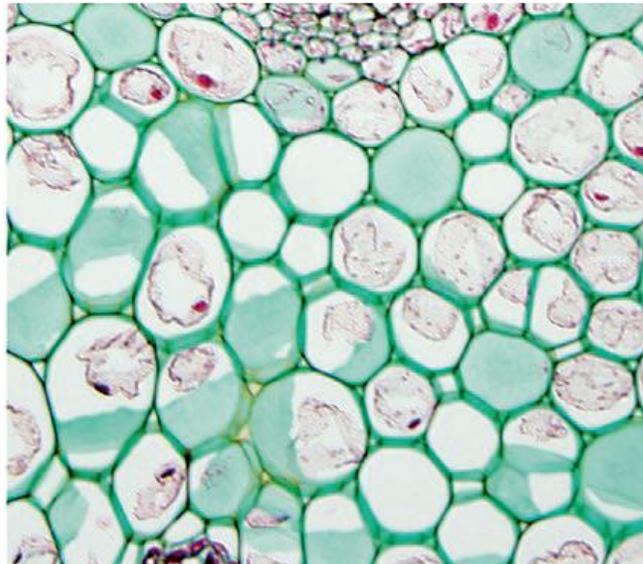
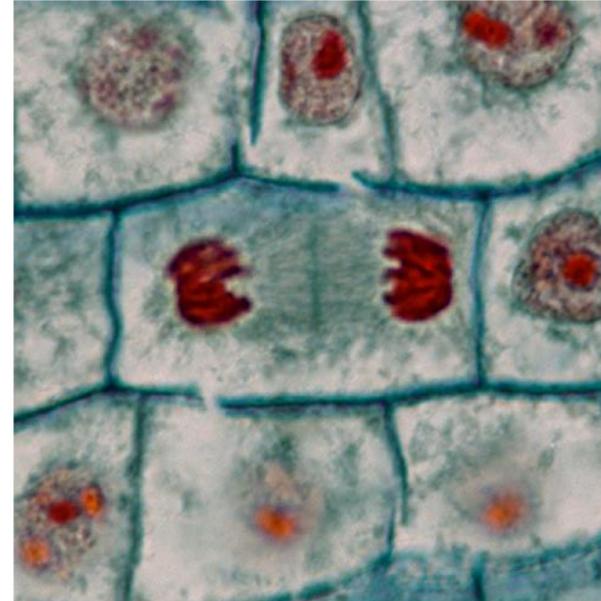
**Cellule
meristematiche
nella radice**

Cuffia





Esempio di cellule meristematiche



Esempio di cellule mature differenziate

Tutte le cellule che compongono il corpo di una pianta non sono vive.

Le cellule vive si trovano in ogni parte del corpo della pianta, ma alcune per funzionare bene e permettere alla pianta di crescere devono morire.

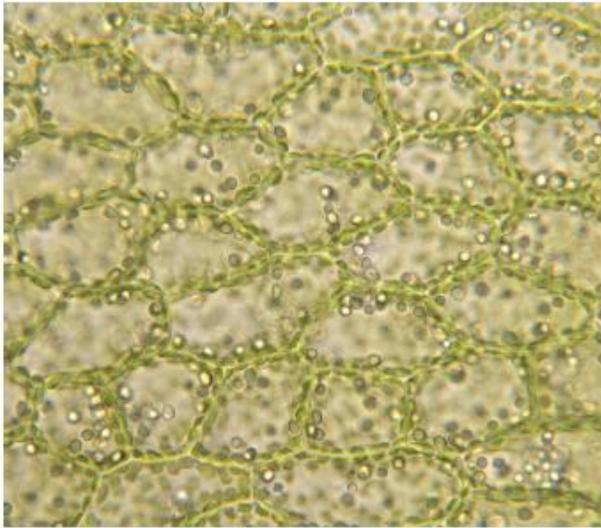


Figura 3.1 Immagine al microscopio ottico che mostra alcune proprietà delle cellule vegetali. Le pareti ed i cloroplasti sono facilmente visibili. Altri organelli sono difficili o impossibili da osservare al microscopio ottico ($\times 100$).

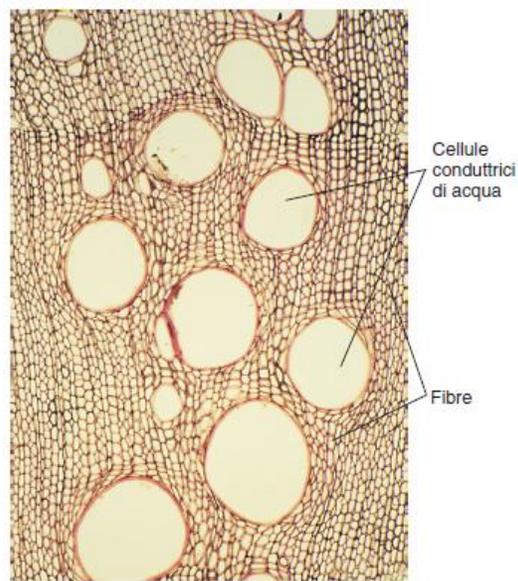
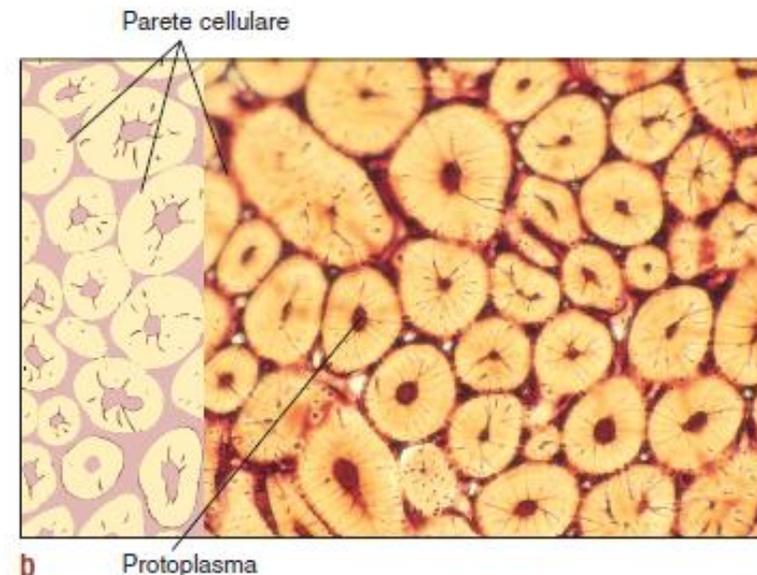
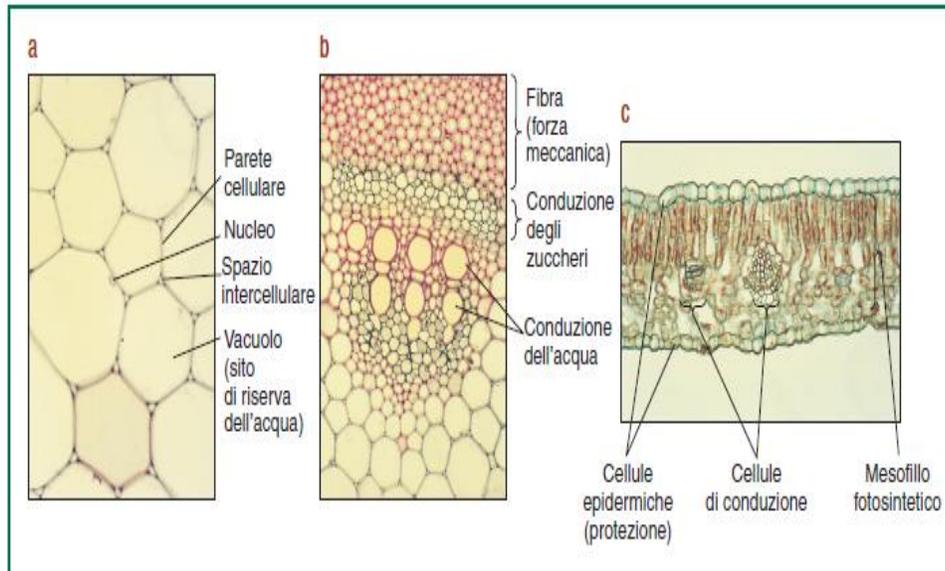


Figura 3.4 Sezione trasversale del legno che mostra diversi tipi cellulari. Le fibre con una robusta parete conferiscono supporto meccanico, le cellule con il lume ampio trasportano acqua (vasi). Queste cellule rappresentano i mattoni da costruzione del legno e per aumentarne la quantità bisogna aggiungere nuove cellule. Il legno più forte viene prodotto aggiungendo più fibre; il legno più efficiente per il trasporto risulta dall'aggiunta di più vasi ($\times 100$).

Esempi di cellule vegetali differenziate



Quanto sono grandi le cellule vegetali?



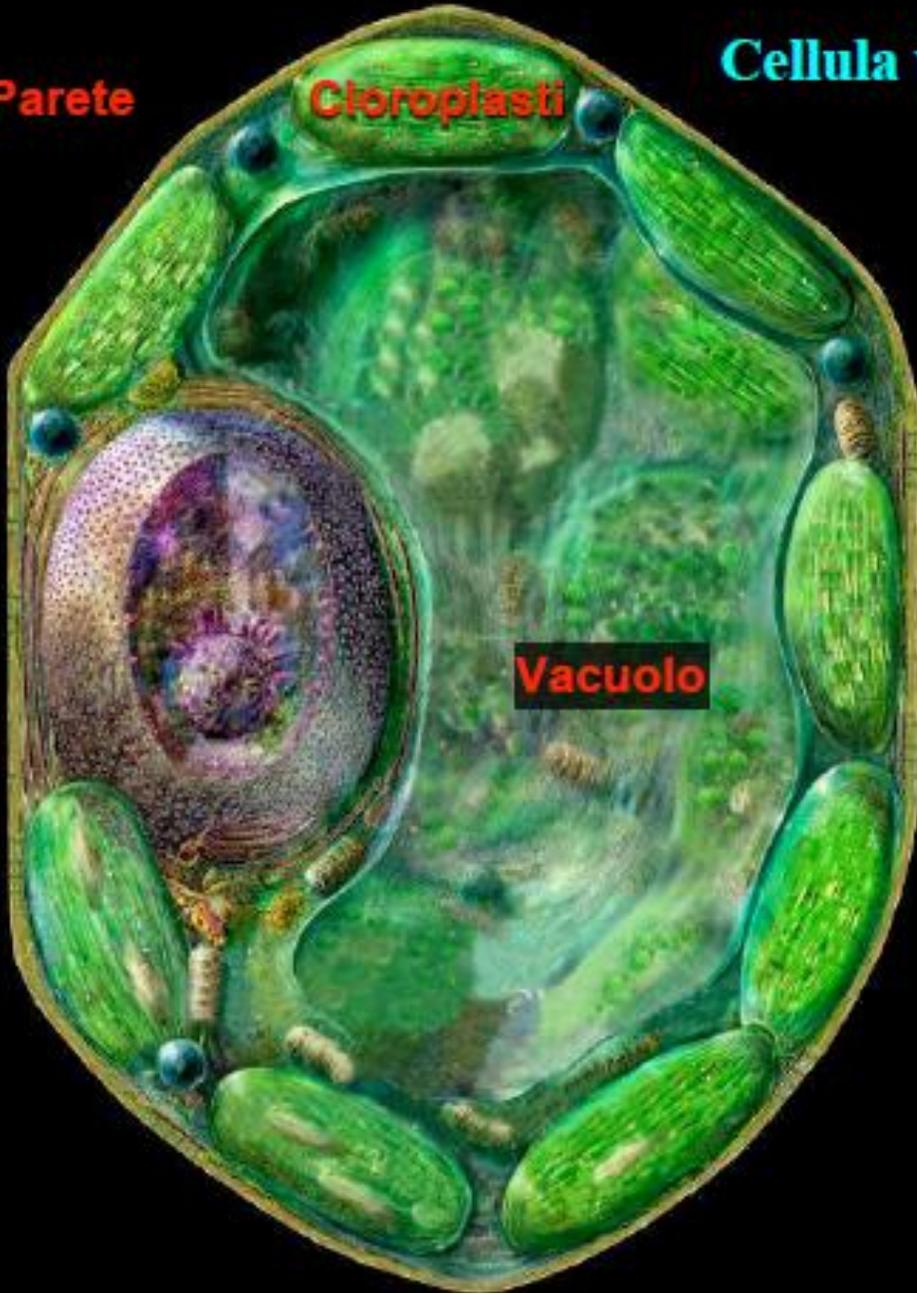
Cellula
meristemica

Cellula
epidermica

Cellula
parenchimatica

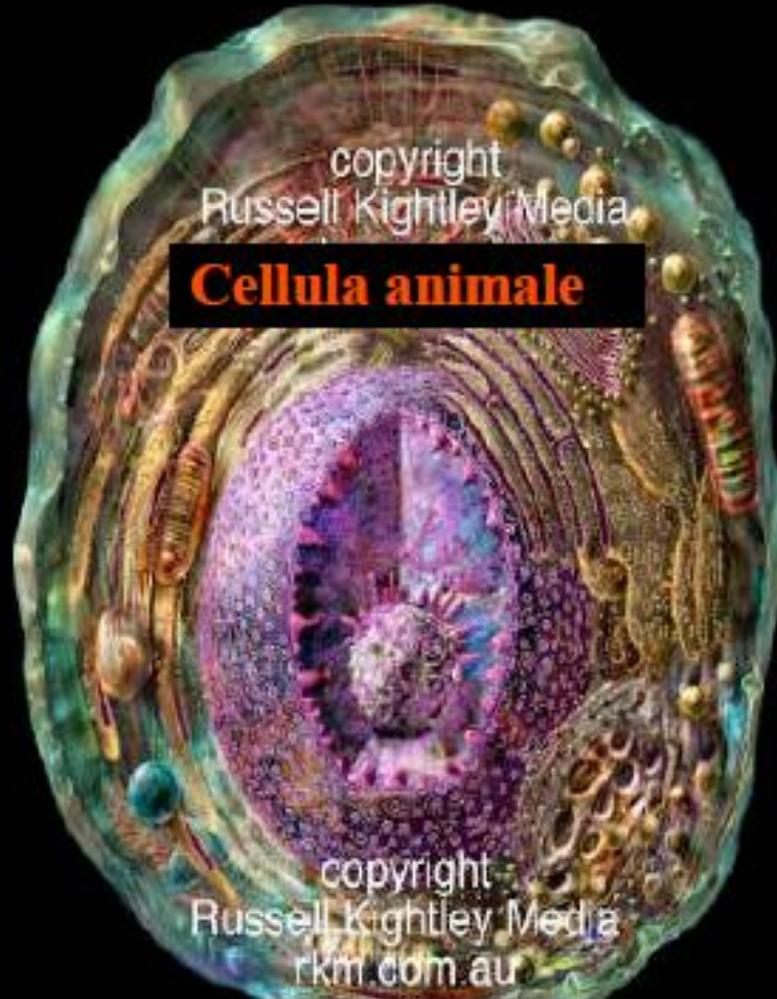
Cellula
xilematica

Parete **Cloroplasti** **Cellula vegetale**

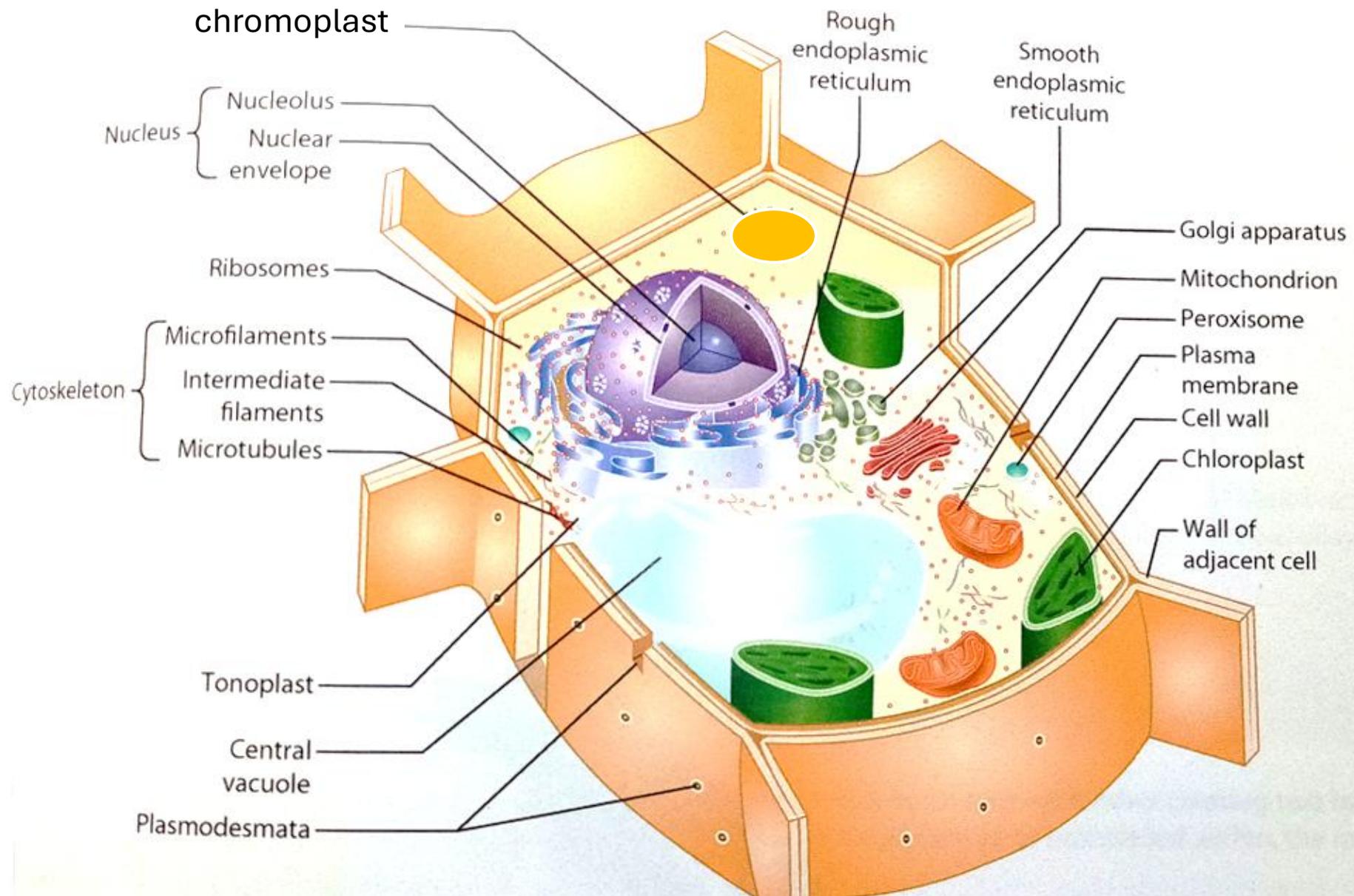


copyright
Russell Kightley Media

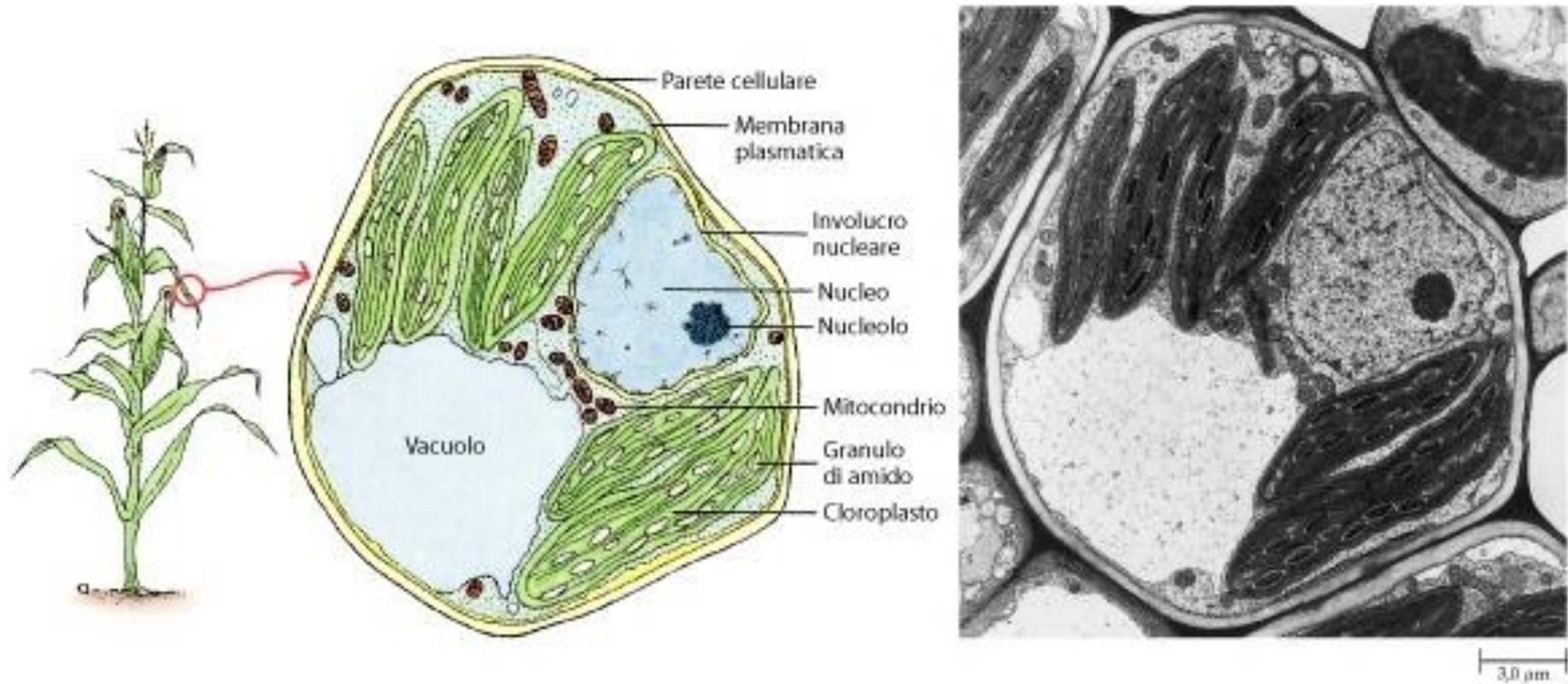
Cellula animale



copyright
Russell Kightley Media
rkm.com.au



Una tipica cellula vegetale

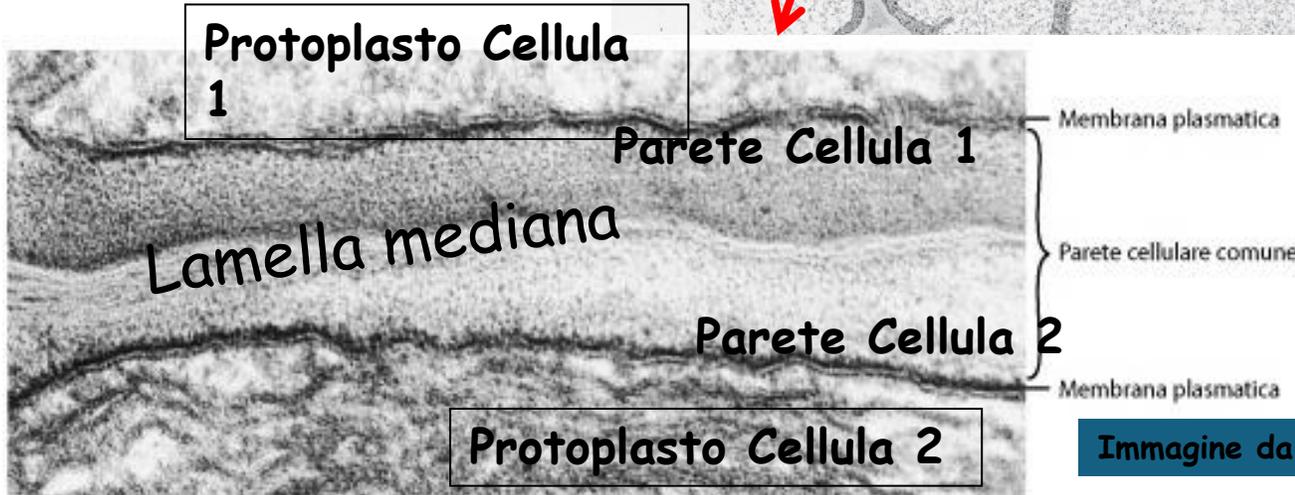
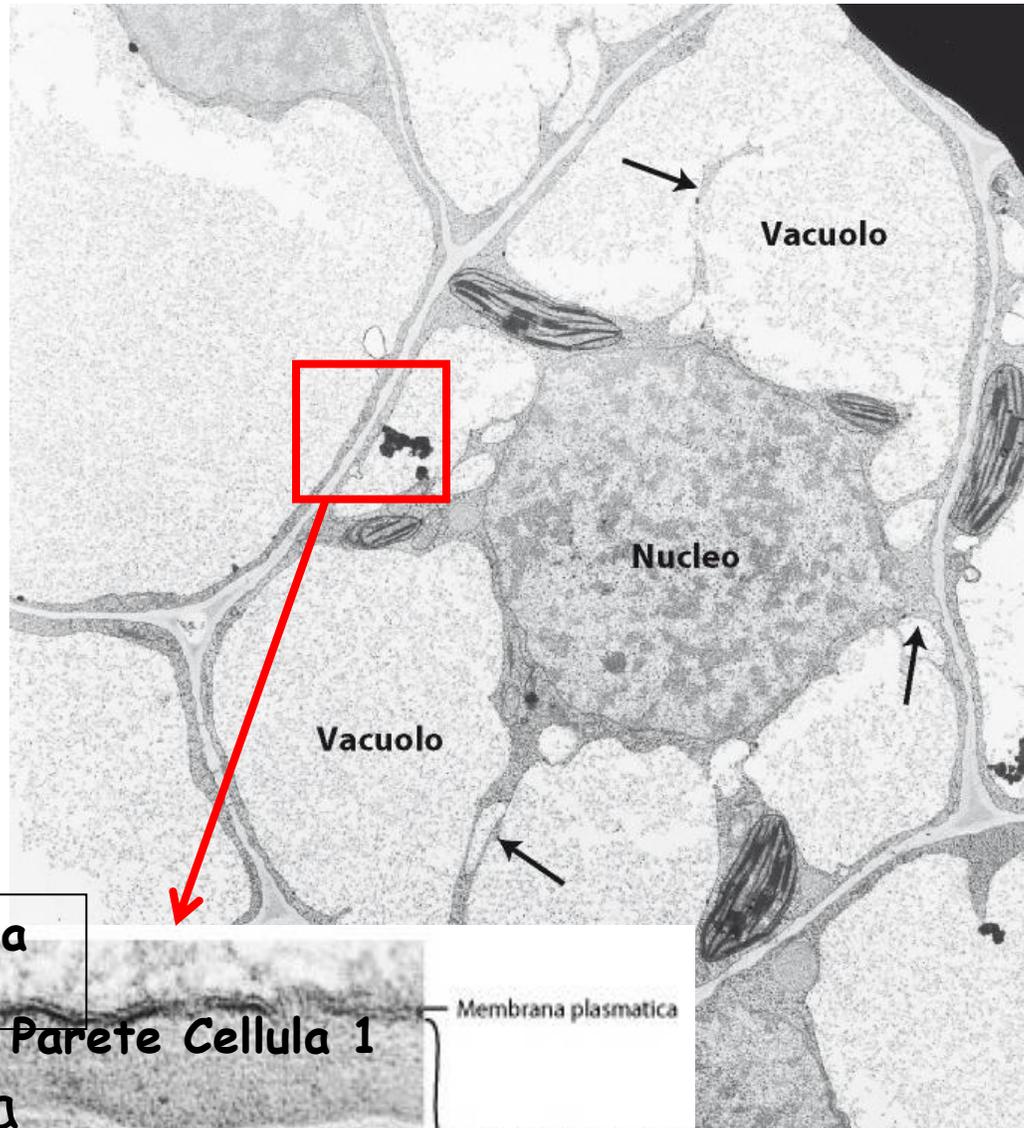


Le cellule vegetali sono costituite da una parete cellulare e da un protoplasto delimitato da una membrana plasmatica.

Il protoplasto è formato da citoplasma o citosol, nucleo ed organelli.

La membrana plasmatica è contigua alla parete.

Il citosol e tutto il suo contenuto è in continuo movimento.



Protoplasto Cellula 1

Parete Cellula 1

Lamella mediana

Parete Cellula 2

Protoplasto Cellula 2

Membrana plasmatica
 Parete cellulare comune
 Membrana plasmatica

Membrana Plasmatica

Una sottile membrana, detta **membrana plasmatica**, circonda ogni protoplasto.

Avvolge la cellula, ne definisce l'identità, separa il contenuto cellulare dall'ambiente esterno.

Non è una barriera passiva.

Le membrane sono costituite per circa la metà da fosfolipidi e per l'altra metà da proteine, con una piccola percentuale di steroli.

Gli steroli sono lipidi anfipatici (con struttura idrofoba ma con una estremità idrofila costituita dal gruppo -OH).

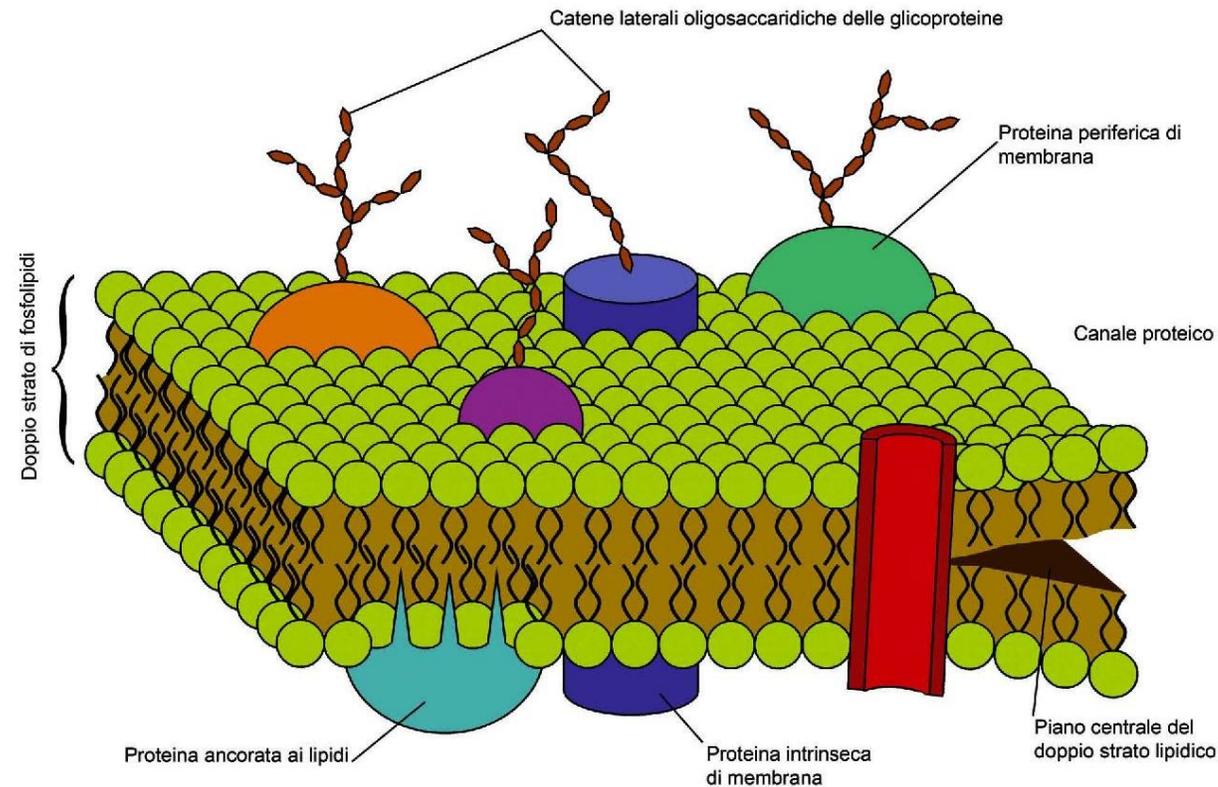
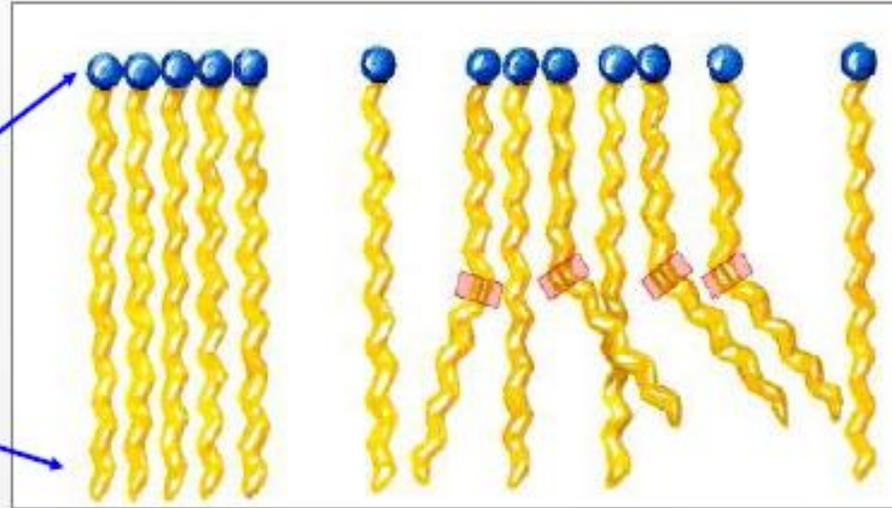


Figura 1.4
Membrana biologica (disegno di R. Braglia).

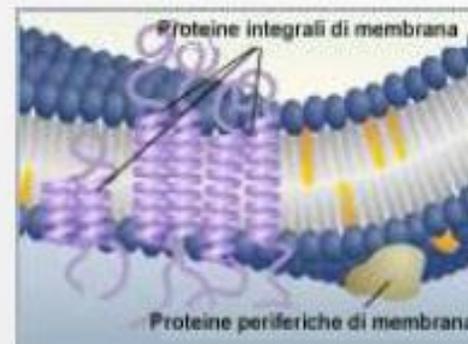
Fosfolipidi

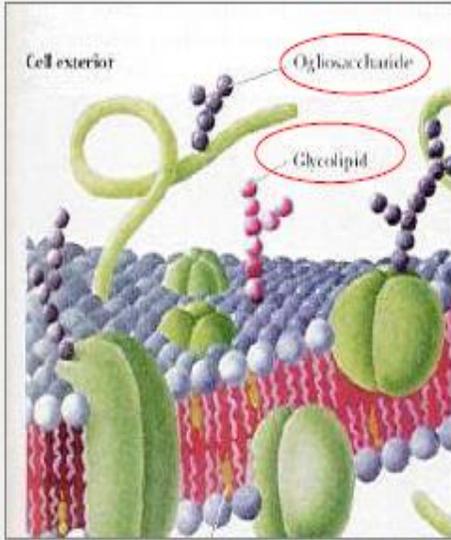
formati da due parti:

- *dalla testa idrofila cioè che attira l'acqua*
- *dalla coda idrofoba, cioè che respinge dell'acqua.*



I fosfolipidi sono disposti in doppio strato, con la parte idrofila rivolta verso l'esterno e verso l'interno della cellula.



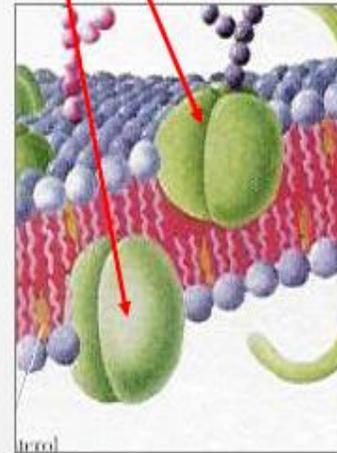


Oligosaccaridi di membrana:

sono degli zuccheri, i quali servono a **riconoscere i differenti tipi di cellule** e sono uniti alle proteine o ai lipidi a formare le glicoproteine o i glicolipidi

Proteine periferiche :

sono altri tipi di proteine, le quali si trovano o all'interno o all'esterno della membrana e danno la caratteristica di **struttura a mosaico fluido** tipica e diversa per ogni tipo cellulare.



Come è organizzata la membrana cellulare?

I fosfolipi e gli steroli formano una lamina flessibile, continua ed idrofobica (idrorepellente) dello spessore di due molecole, detta **doppio strato lipidico**.

Il doppio strato quindi separa la soluzione acquosa interna dall'ambiente esterno.

Le proteine, più o meno immerse nel doppio strato lipidico sono dette **proteine intrinseche**. Quelle periferiche, localizzate sul lato esterno della membrana, sono le **proteine estrinseche**.

Le proteine intrinseche contribuiscono a determinare la consistenza delle membrane, cioè un **fluido**.

Il doppio strato lipidico è un fluido molto sottile.

La presenza di diverse molecole rende il fluido eterogeneo, per questo motivo le membrane biologiche sono definite a **mosaico fluido**.

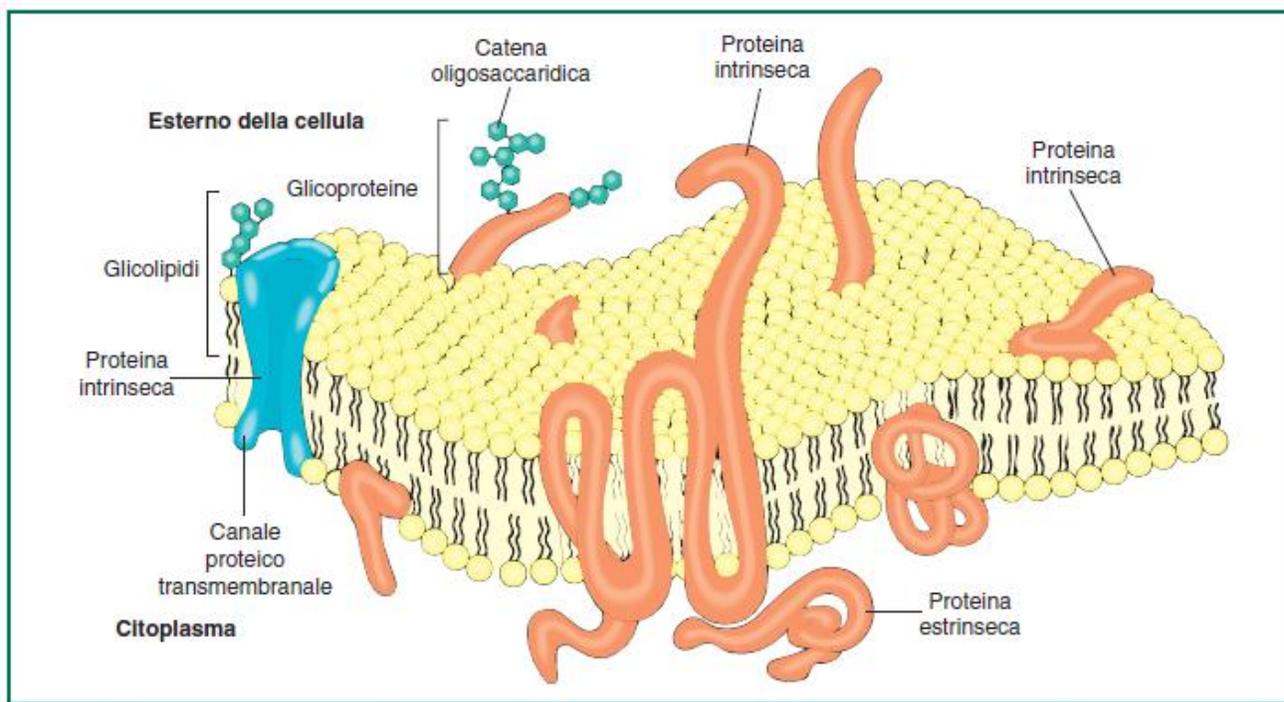
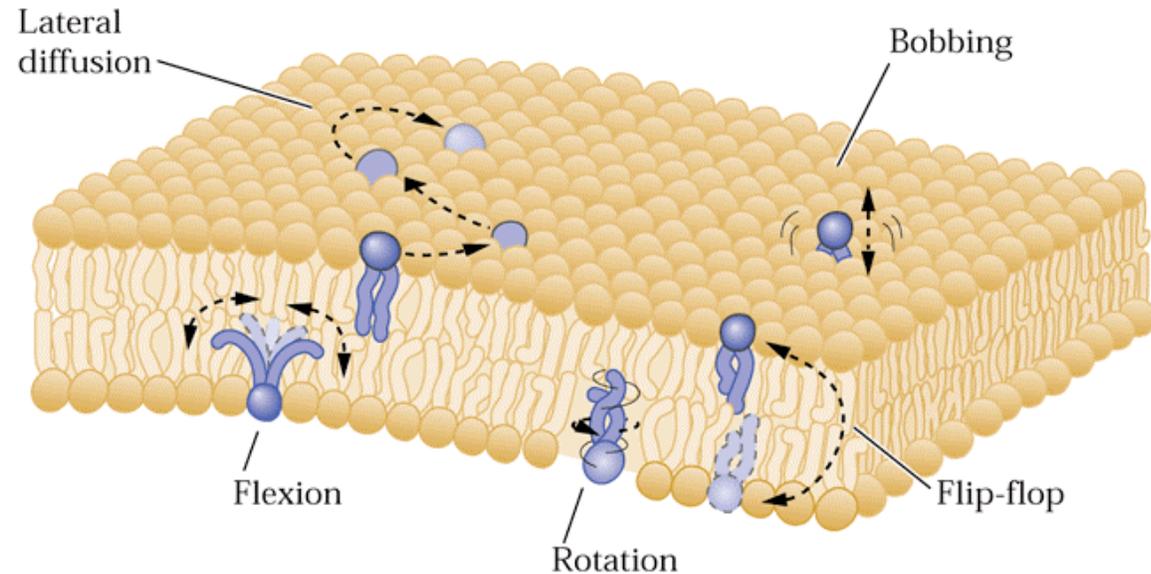
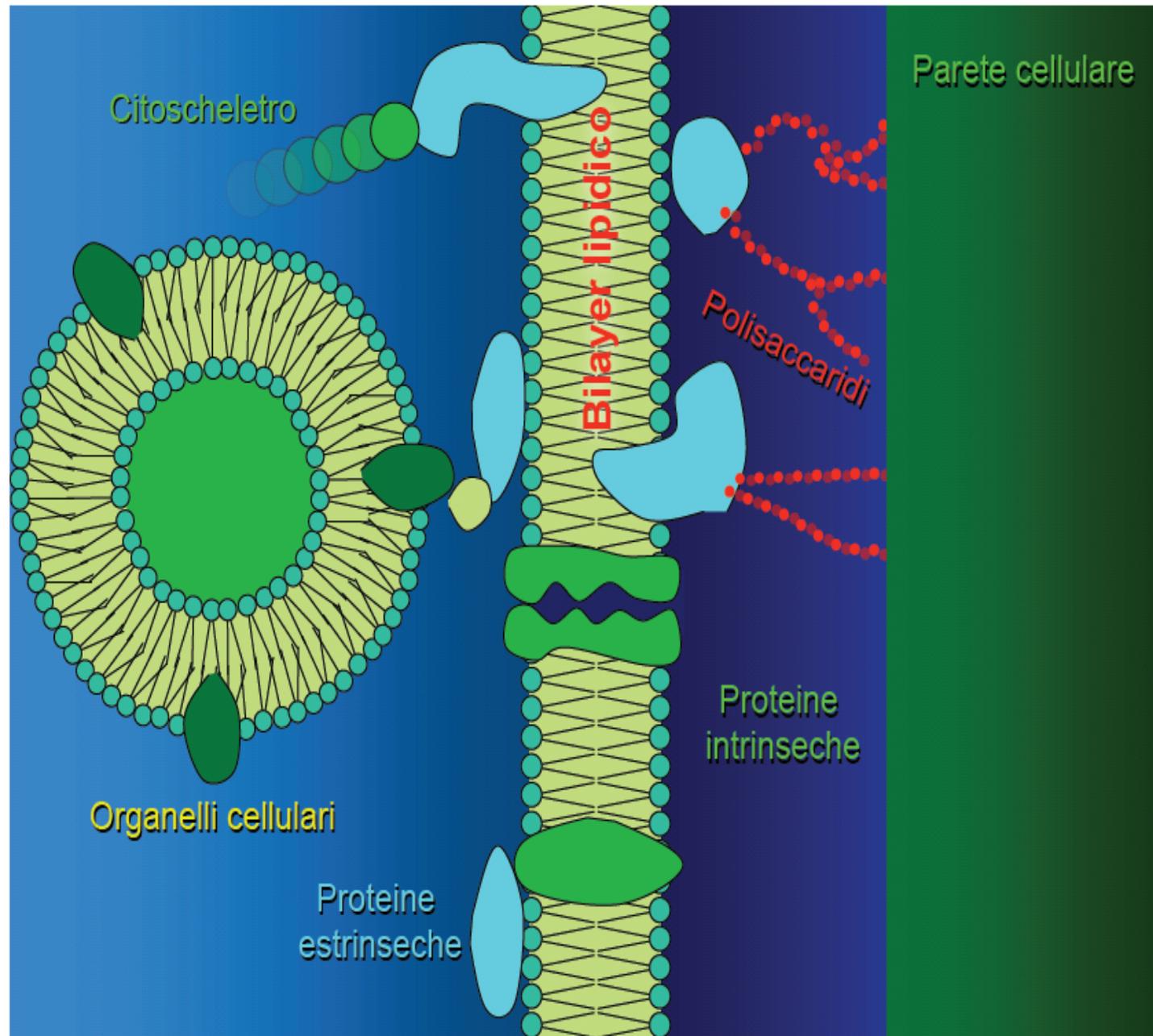


Figura 3.8 Le proteine intrinseche di membrana differiscono nella dimensione, forma e localizzazione delle loro regioni idrofobiche liposolubili; di conseguenza alcune s'insinuano nelle membrane, altre l'attraversano ed alcune penetrano un solo strato lipidico.

Mosaico fluido





Quale è la funzione del doppio strato lipidico?

- Impedire che ioni, aa, proteine, carboidrati, ac. nucleici ed altri composti idrosolubili contenuti nel citosol si disperdano all'esterno.
- Impedire che quelli presenti nell'ambiente esterno diffondano liberamente all'interno.

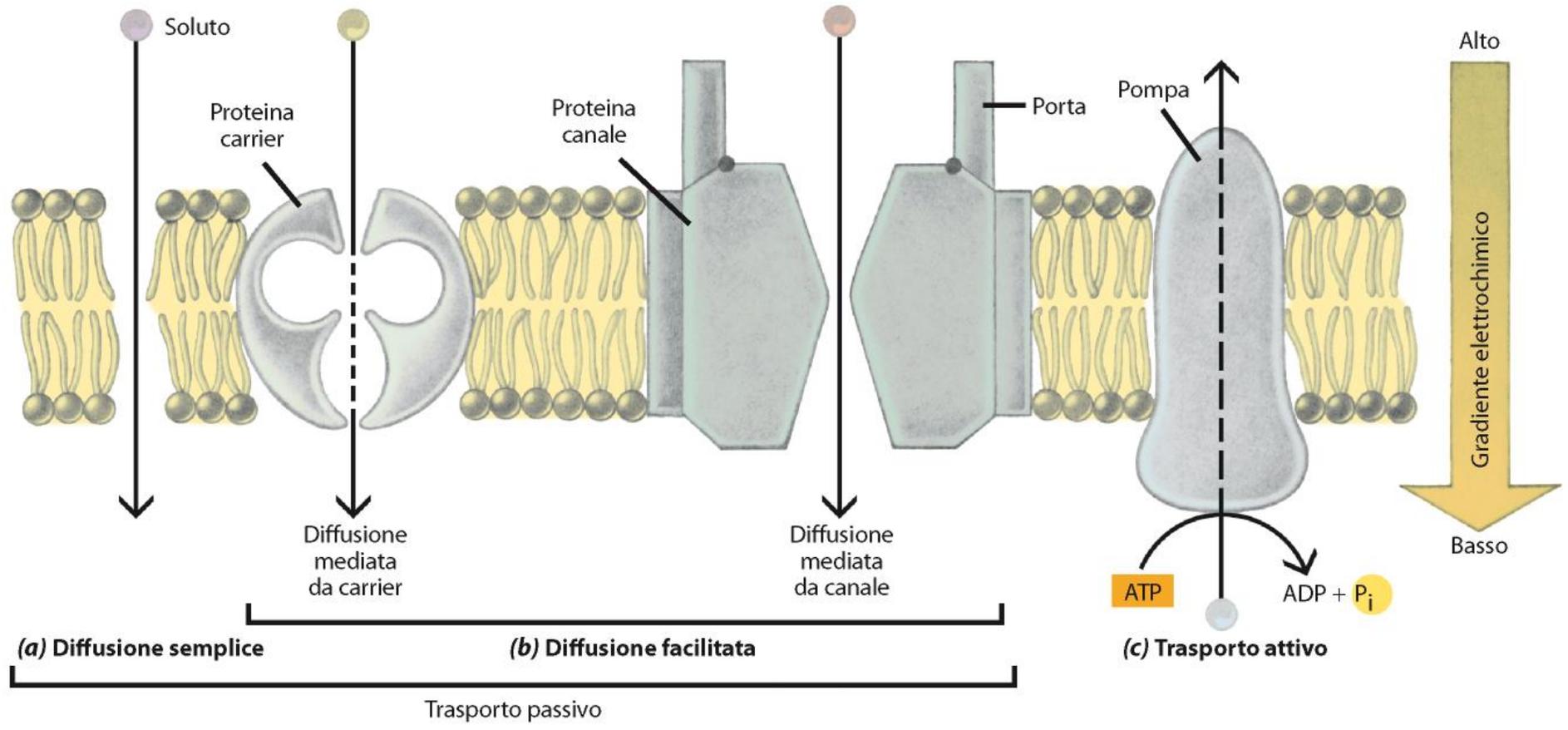
Questo significa che il citoplasma è isolato dall'ambiente esterno?

No.

Questi composti, continuamente attraversano la membrana plasmatica e lo fanno mediante specifiche proteine trasportatrici, dette **carrier**, che sono immerse nel doppio strato lipidico.

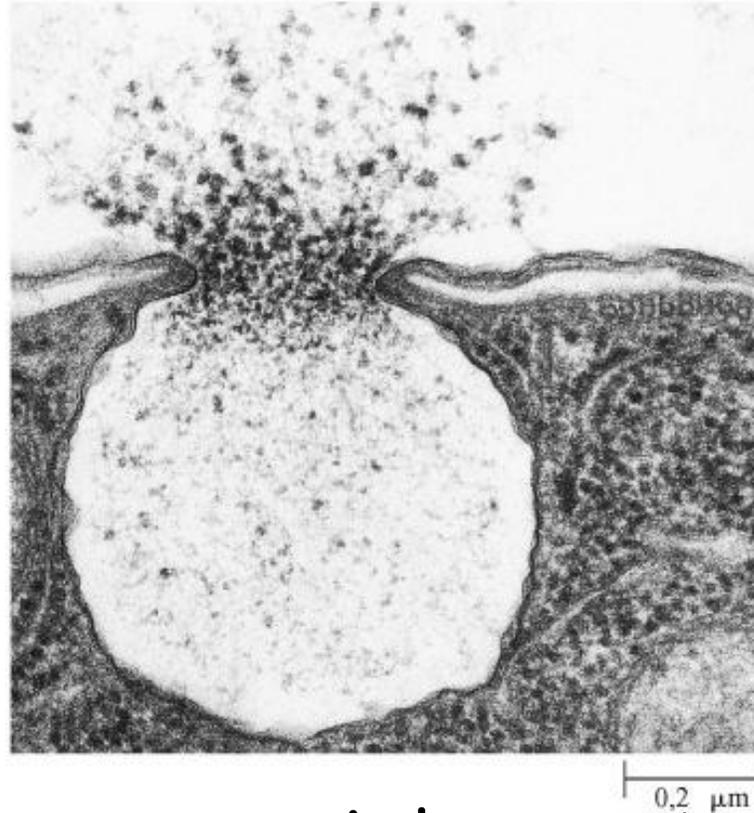
Altre proteine di membrana svolgono funzioni differenti:

- alcune permettono il passaggio di piccoli ioni (pompe ioniche);
- altre formano canali che permettono a composti come saccarosio, acqua e H^+ di diffondere secondo gradiente di concentrazione
- altre ancora regolano lo scambio di informazioni con le cellule circostanti.



I componenti delle membrane vengono sintetizzati in regioni specifiche della cellula. Successivamente intere porzioni di membrane vengono trasportate sotto forma di vescicole nei diversi siti della cellula. Quando una vescicola raggiunge una membrana in crescita si fonde con questa.

Lo spazio interno alle vescicole, detto lume, si può riempire di diverse sostanze. Quando la vescicola, con tutto il suo contenuto raggiunge la membrana esterna e si fonde ad essa il contenuto viene riversato all'esterno. Questo processo è detto esocitosi.



Esocitosi: una vescicola secretoria, formata dal complesso del Golgi, libera sostanze sulla superficie cellulare. La membrana che delimita la vescicola si fonde con la membrana citoplasmatica.

Esocitosi: processo mediante il quale le vescicole di secrezione si fondono con il plasmalemma o rilasciano il contenuto nello spazio extracellulare (crescita/rinnovo del plasmalemma e crescita della parete cellulare per componenti non cellulosici)

L'esocitosi può anche estrudere materiale all'esterno della cellula (**mucigel** delle cellule della cuffia radicale)



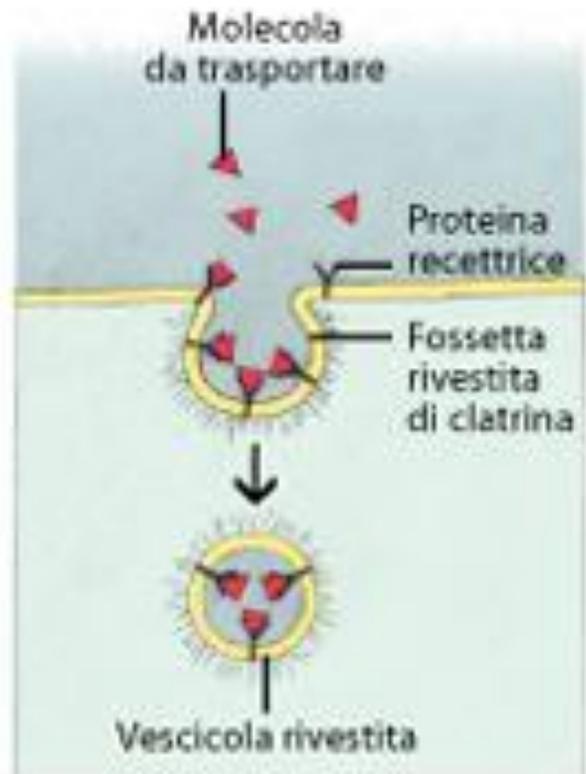
(a)



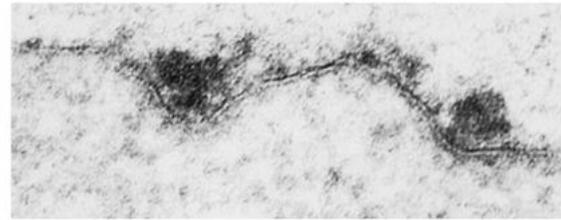
(b)

Nel processo inverso, **endocitosi**, si forma un'invaginazione del plasmalemma che poi si chiude e dà origine ad una vescicola interna.

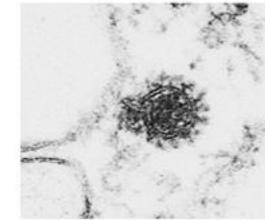
In questo modo materiale extracellulare può essere inglobato nella cellula.



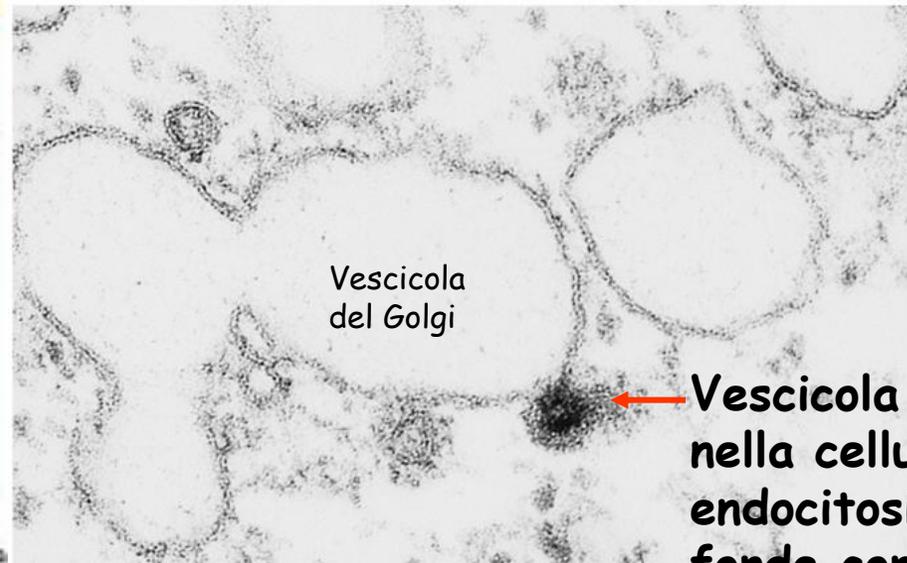
(c) Endocitosi mediata da recettore



(a)



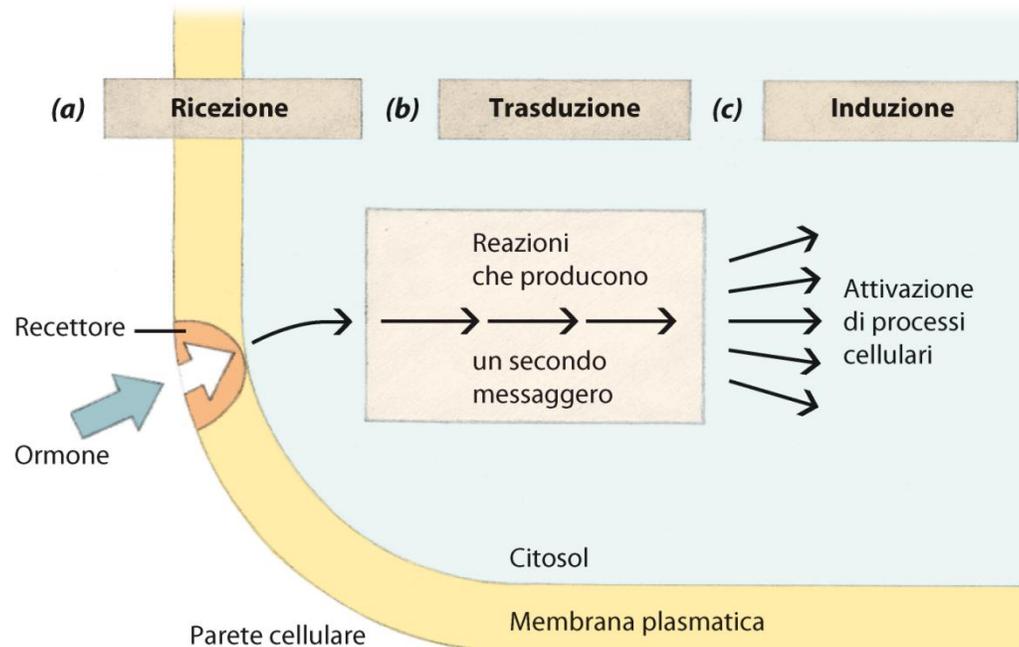
(b)

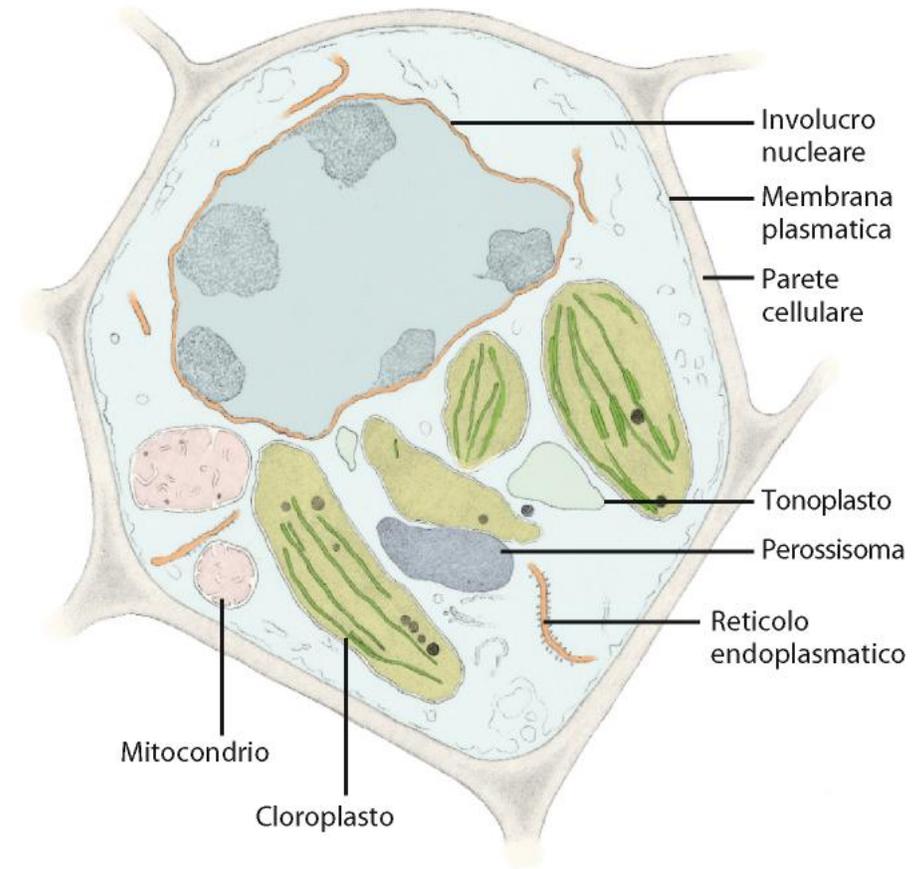
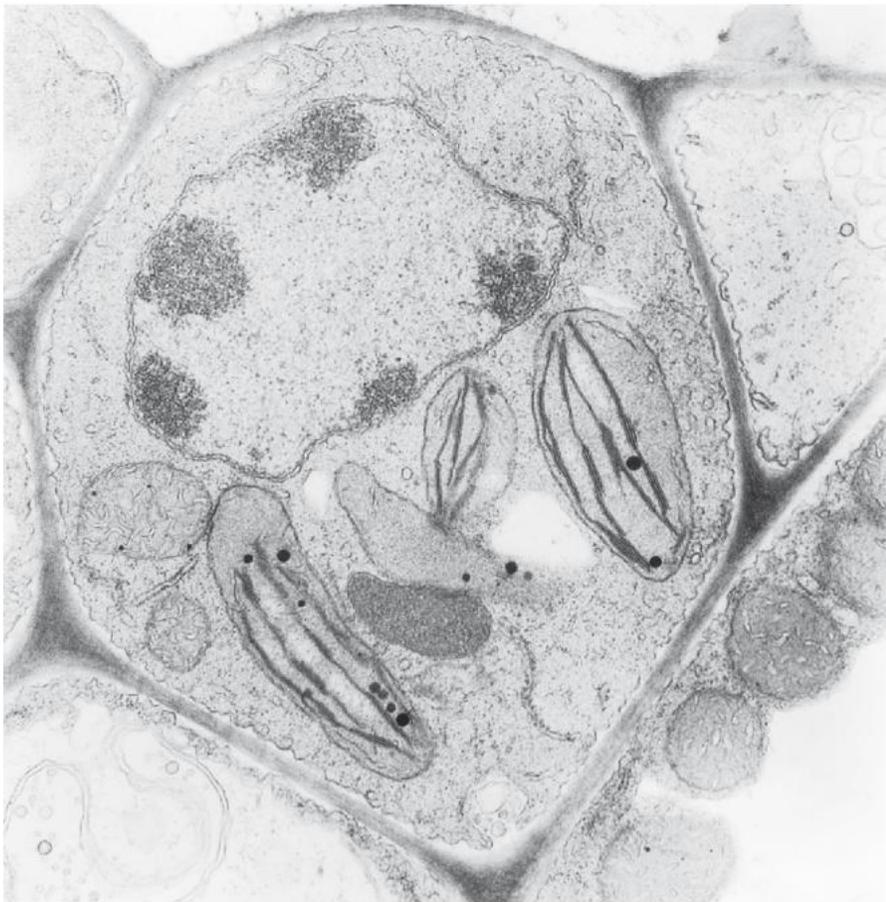


(c)

Funzioni delle membrane plasmatiche:

- 1) Mediare il trasporto di sostanze all'interno e all'esterno del protoplasto
- 2) **Coordinare la sintesi e l'assemblaggio delle microfibrille di cellulosa**
- 3) Ricevere e trasmettere segnali deputati al controllo e al differenziamento della cellula





Oltre alla membrana plasmatica che controlla il passaggio di molecole dall'interno all'esterno della cellula, numerose **membrane interne** controllano il movimento di sostanze entro la cellula

La cellula eucariote possiede numerosi tipi diversi di compartimenti cellulari delimitati da altrettanti tipi diversi di membrane. Ogni tipo di membrana con la propria caratteristica composizione lipidica e proteica è destinata ad uno specifico ruolo, questo è essenziale per mantenere l'identità strutturale e metabolica di tutti i compartimenti cellulari.

E' quindi necessario un processo di smistamento e direzionamento continuo di proteine che devono raggiungere le membrane specifiche. **La direzione di ogni singola proteina al compartimento cellulare finale è data da specifiche, brevi, sequenze aminoacidiche.**

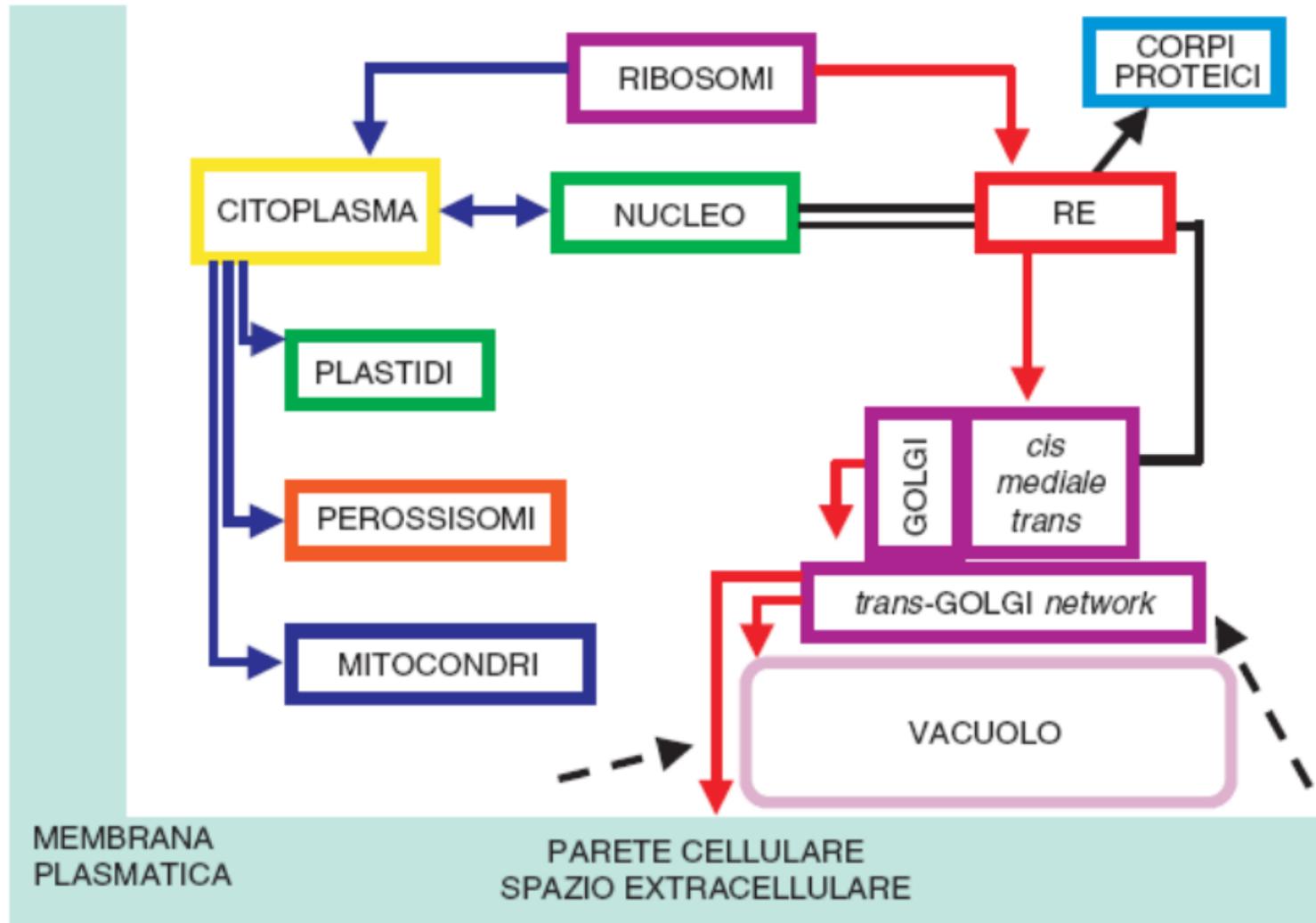


Figura 4.1

Rappresentazione schematica dei compartimenti coinvolti nello smistamento intracellulare di proteine nella cellula vegetale. Freccie rosse: via di secrezione; freccie blu: smistamento al citoplasma, nucleo, plastidi, mitocondri, perossisomi; freccie tratteggiate: endocitosi; RE: reticolo endoplasmatico.

Quasi tutte le proteine vengono sintetizzate nei ribosomi citoplasmatici, qui avviene il primo smistamento. Una parte delle proteine rimane nel citosol o viene indirizzato ai plastidi, ai mitocondri, ai perossisomi e al nucleo, il resto viene indirizzato al **reticolo endoplasmatico** che fa parte di un esteso sistema detto **sistema di endomembrane**.

Il sistema di endomembrane è costituito da cisterne, vescicole, tubuli e compartimenti delimitati da membrane.

Il sistema di endomembrane costituisce un'importante compartimentazione intracellulare specializzata nella biosintesi o nell'assemblaggio di composti quali lipidi, proteine e carboidrati, che saranno distribuiti ai compartimenti di destinazione, es. vacuolo, membrana plasmatica, parete,.....

La compartimentazione cellulare consente di separare le diverse vie metaboliche (anaboliche e cataboliche) in modo tale da ottimizzare il funzionamento di tutte le strutture ed evitare la perdita di energia.

Il sistema di endomembrane

Sistema di endomembrane: una serie di compartimenti cellulari interconnessi tra loro da un movimento di vescicole

Reticolo Endoplasmatico

Complesso di Golgi

Trans Golgi Network

Vacuoli

Membrana nucleare

Membrane degli organuli

Il reticolo endoplasmatico (RE) è il compartimento più esteso e plastico delle cellule eucariotiche, è formato da una rete tridimensionale di tubuli continui, sacculi appiattiti che decorrono sotto la membrana plasmatica (**RE corticale**), attraversano il citoplasma e si collegano alla membrana nucleare tramite il **RE tubulare interno**.

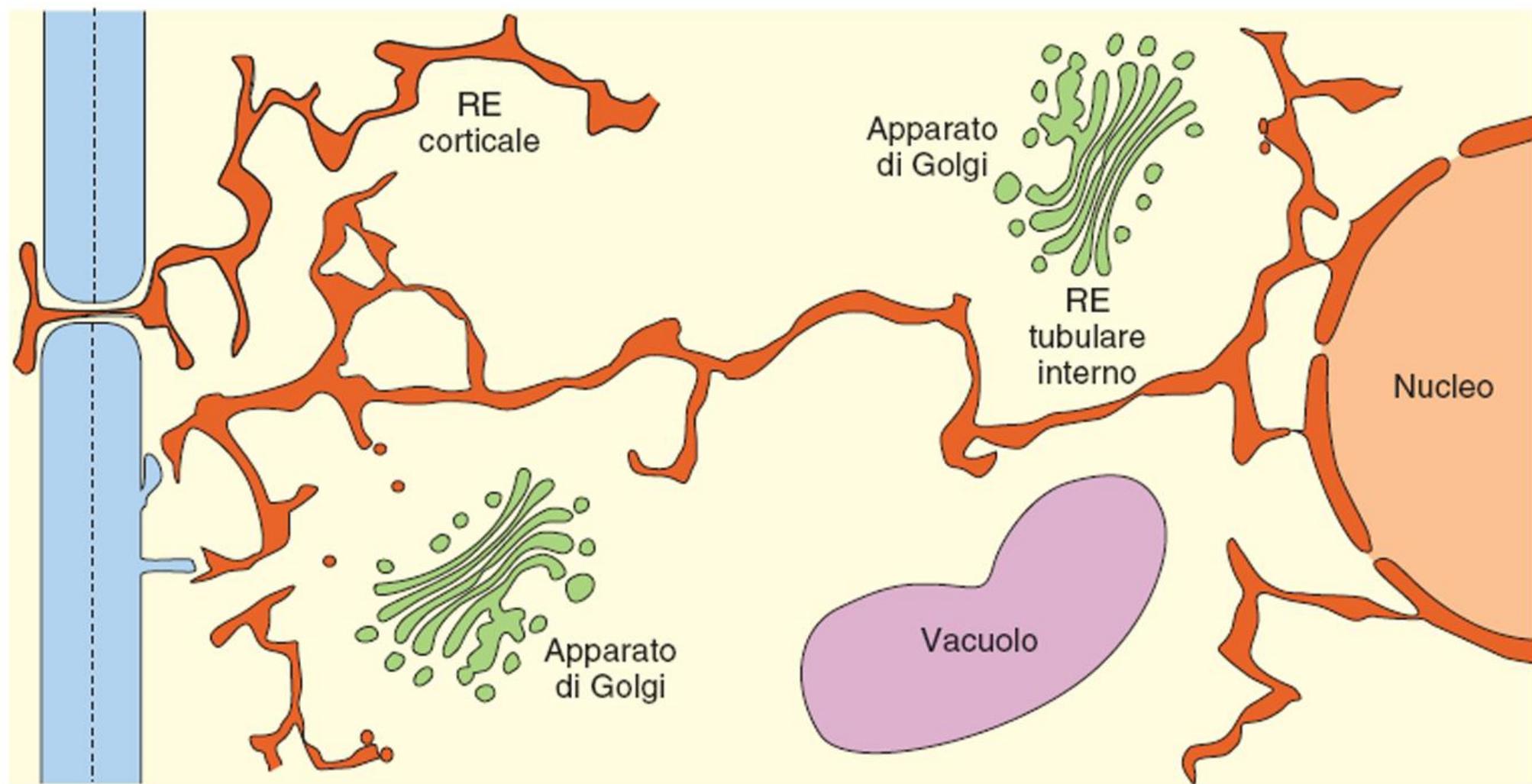
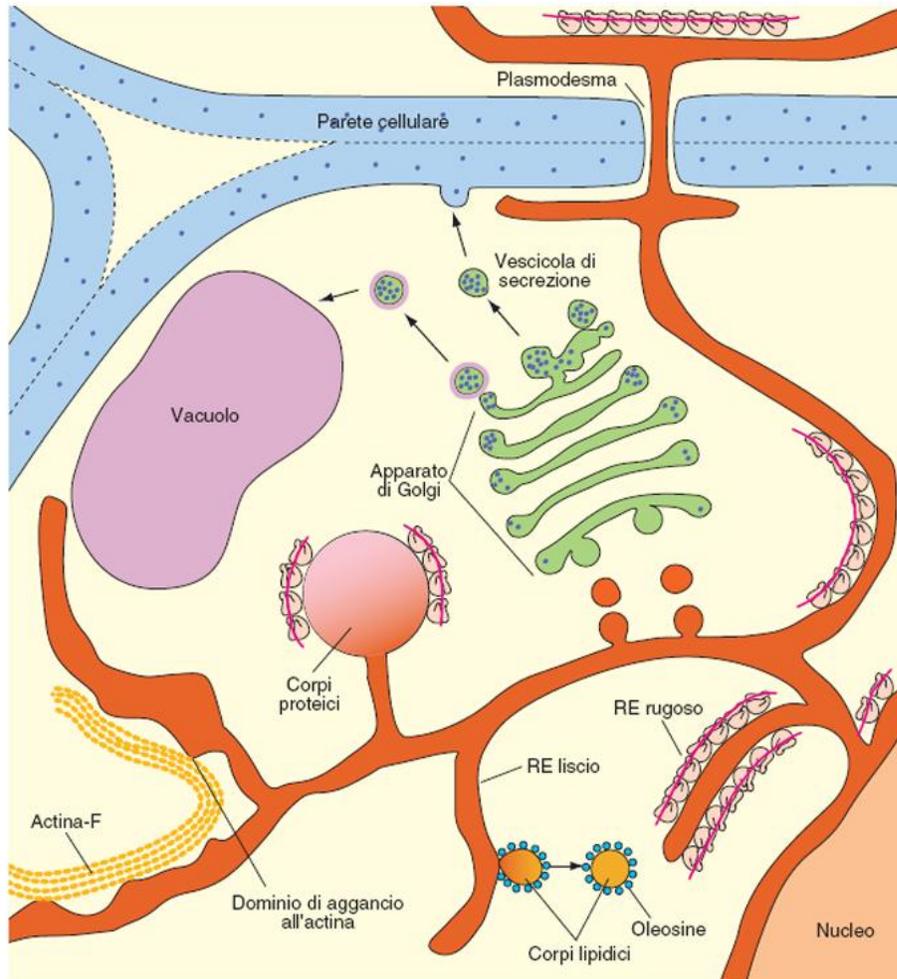


Figura 4.2

Distribuzione del reticolo endoplasmatico (RE) nella cellula vegetale: nella zona periferica è presente una rete poligonale di RE corticale, mentre nel citoplasma più interno si localizzano tubuli di RE (RE tubulare interno).

Il RE è suddiviso in **RE ruvido** e **RE liscio**. Quello ruvido presenta ribosomi associati alle membrane, quello liscio no.



Il RE ruvido è sede della sintesi e assemblaggio delle proteine, glicoproteine, il RE liscio è coinvolto nella sintesi dei lipidi.

Figura 4.4
Alcuni dei domini funzionali attribuiti al reticolo endoplasmatico della cellula vegetale.

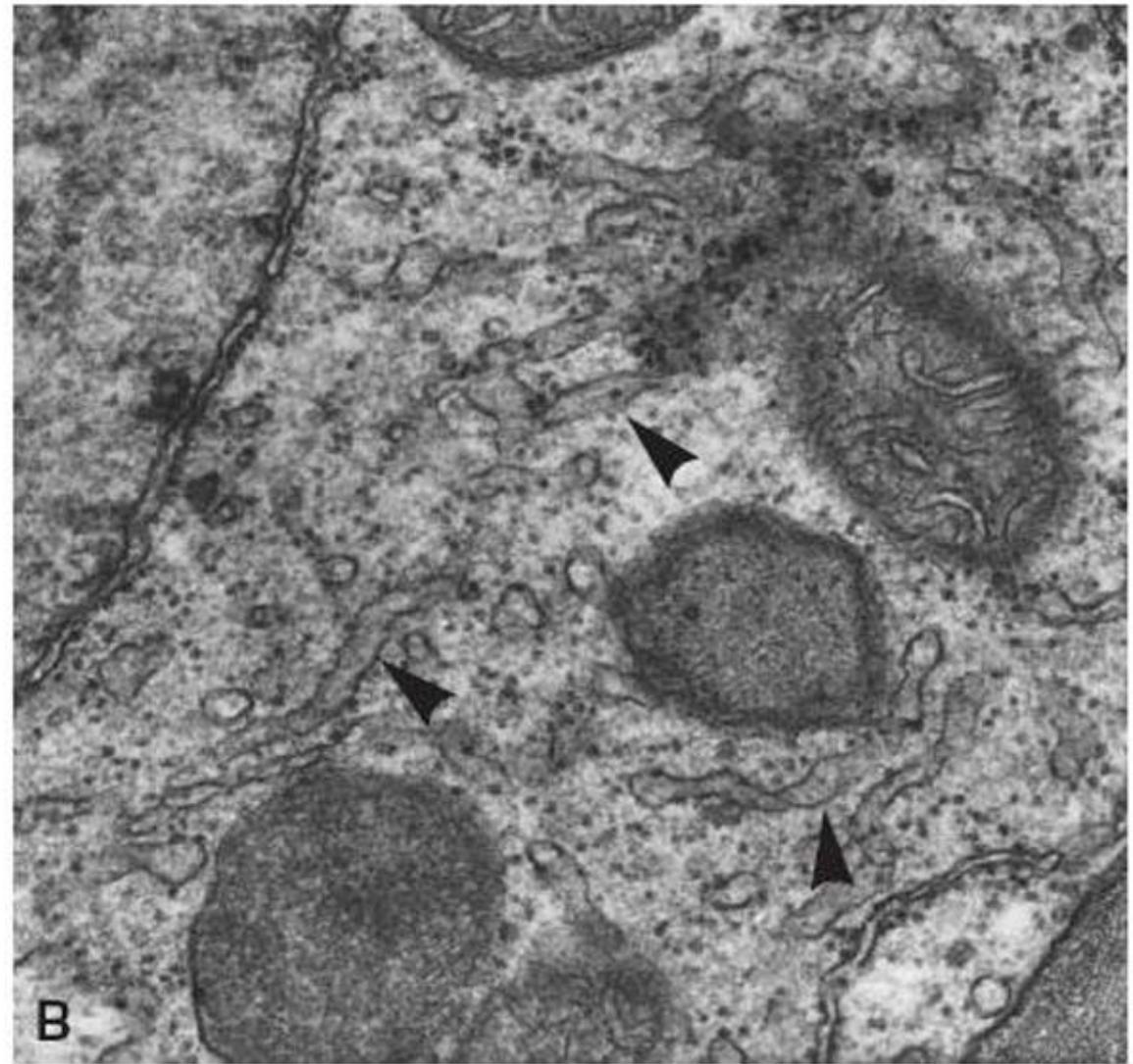
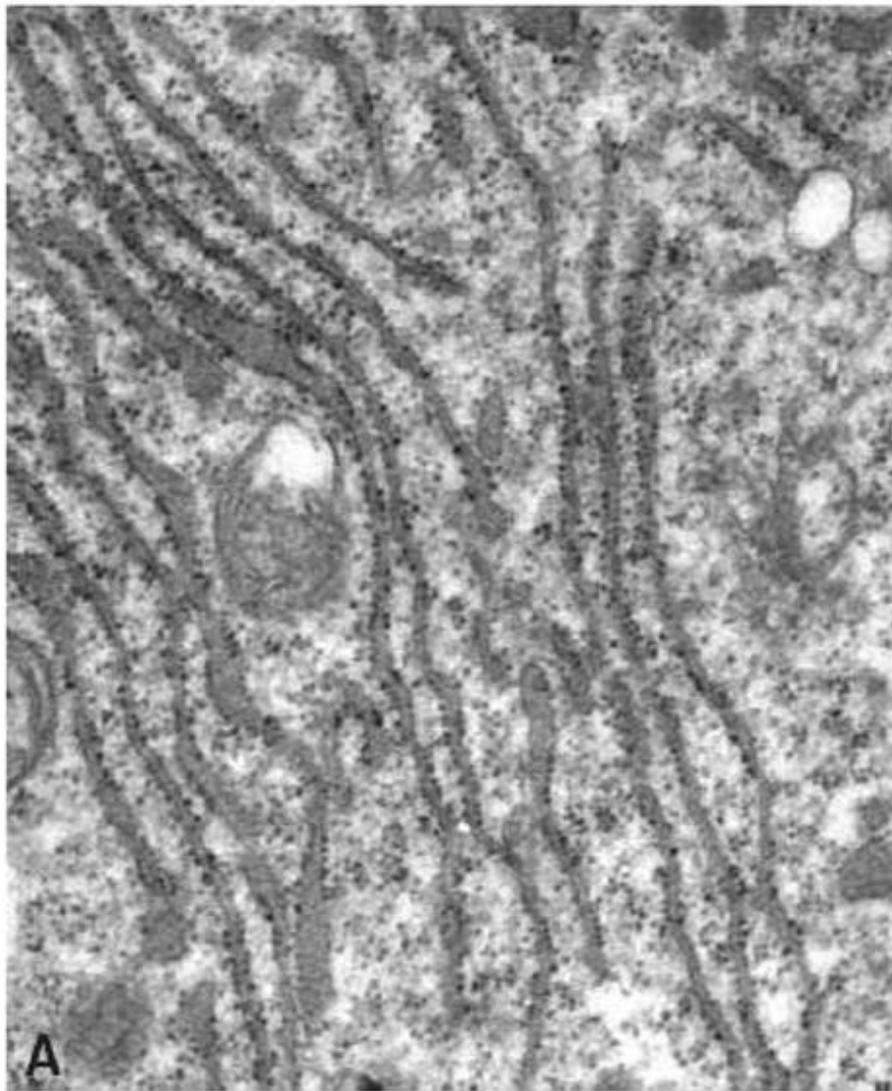


Figura 4.3

A) Profili di reticolo endoplasmatico ruvido in cellule del tappeto di antere di soia (osservazione di P. Mariani). B) Profili di reticolo endoplasmatico liscio (teste di freccia) in cellule in coltura di ippocastano (osservazione di N. Rascio).

Nelle cellule vegetali **l'apparato di Golgi** è formato da numerose pile di 5-10 cisterne sovrapposte distribuite in tutto il citoplasma, con associate vescicole.

L'apparato del Golgi è interconnesso con il RE tramite vescicole.

L'apparato del Golgi è una struttura dinamica che svolge un ruolo determinante per la maturazione delle proteine neosintetizzate nel RE.

Inoltre, è coinvolto nella sintesi dei glicolipidi della membrana plasmatica e vacuolare e nella sintesi ed assemblaggio dei polisaccaridi della matrice della parete cellulare.



Figura 4.5

Micrografia al microscopio elettronico dell'apparato di Golgi, costituito da più pile di cisterne disperse nel citoplasma, in cellule in coltura di *Arabidopsis thaliana* (osservazione di B. Baldan).

Le membrane biologiche sono membrane semipermeabili o selettivamente permeabili.

Cosa succede ad una cellula quando viene immersa in acqua pura?

La cellula si rigonfia fino a scoppiare.

Perché?

Il citosol contiene una concentrazione relativamente alta di soluti che vengono trattenuti dalla membrana plasmatica. La presenza di soluti diminuisce la concentrazione di acqua all'interno della cellula. La semipermeabilità della membrana fa sì che l'acqua dall'esterno entri nel citoplasma, cioè che si muova da un ambiente ad alta concentrazione verso uno a concentrazione minore.

L'acqua si muove attraverso una membrana selettivamente permeabile

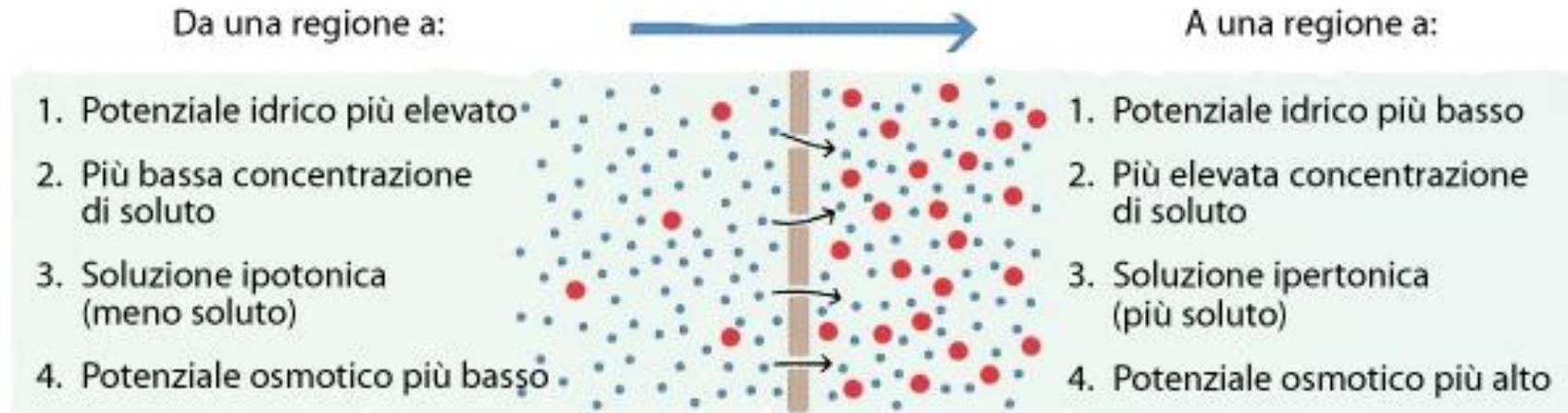


Immagine da PH Raven "Biologia delle piante"

Questo processo è chiamato **OSMOSI**.

Il potenziale osmotico o potenziale di soluto è determinato dalla tensione osmotica ossia è la **forza con cui un soluto lega l'acqua**.

Inoltre, una importante scoperta ha evidenziato, nel tonoplasto e nella membrana plasmatica di alcune piante, la presenza di particolari proteine le **acquaporine**, che facilitano il movimento dell'acqua attraverso la membrana escludendo ioni e metaboliti.

Le acquaporine erano da tempo note nelle membrane plasmatiche delle cellule animali.

L'acqua che entra diluisce la soluzione all'interno della cellula, ma questa soluzione non sarà mai come l'acqua pura conseguenza:

L'acqua continua ad entrare finché la membrana plasmatica, che ha limitate possibilità di espansione, si rompe.

Ma questo non succede nelle cellule vegetali.

Perché?

Perché le cellule vegetali hanno una parete spessa e rigida all'esterno della membrana plasmatica

