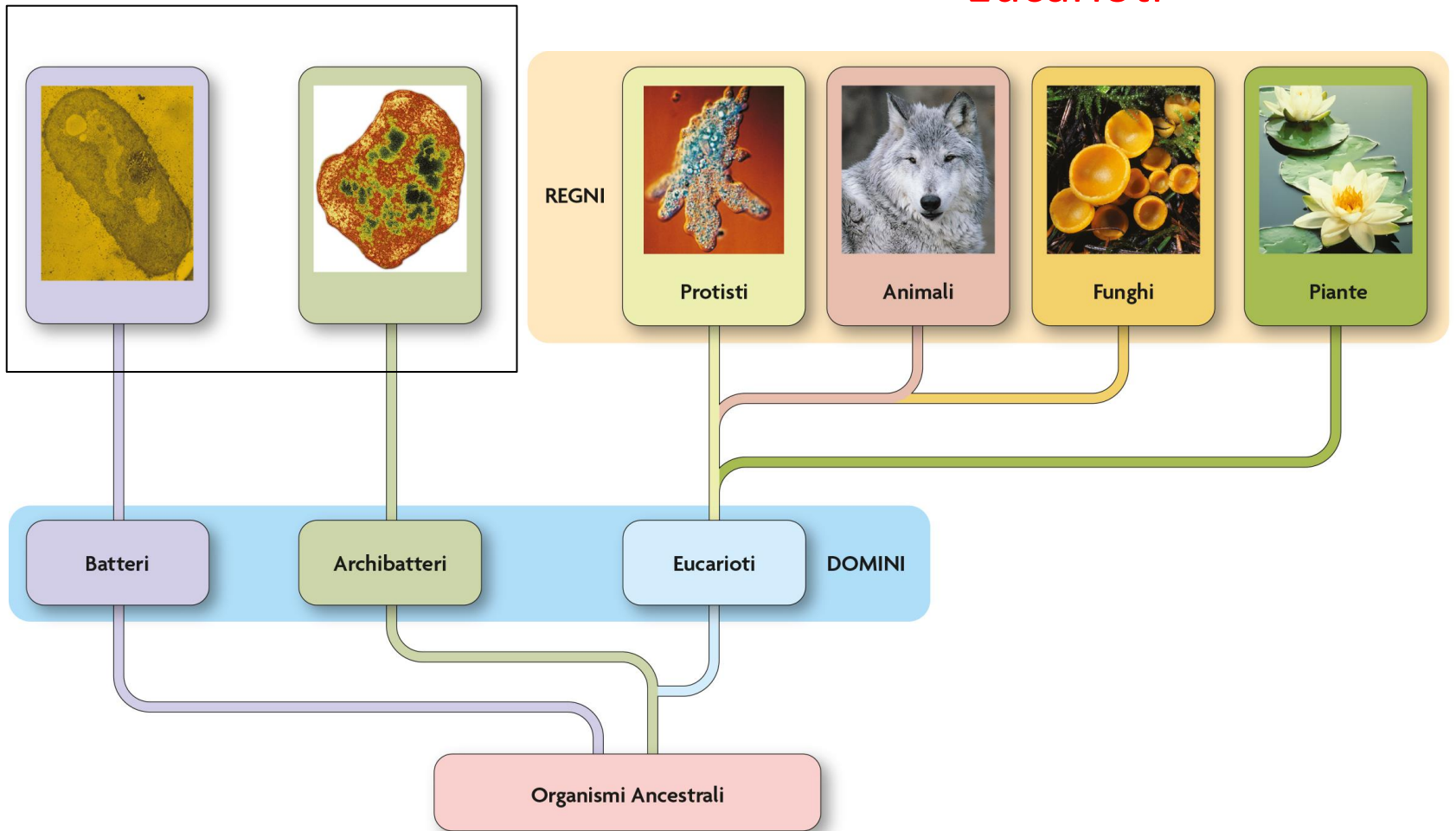


La cellula

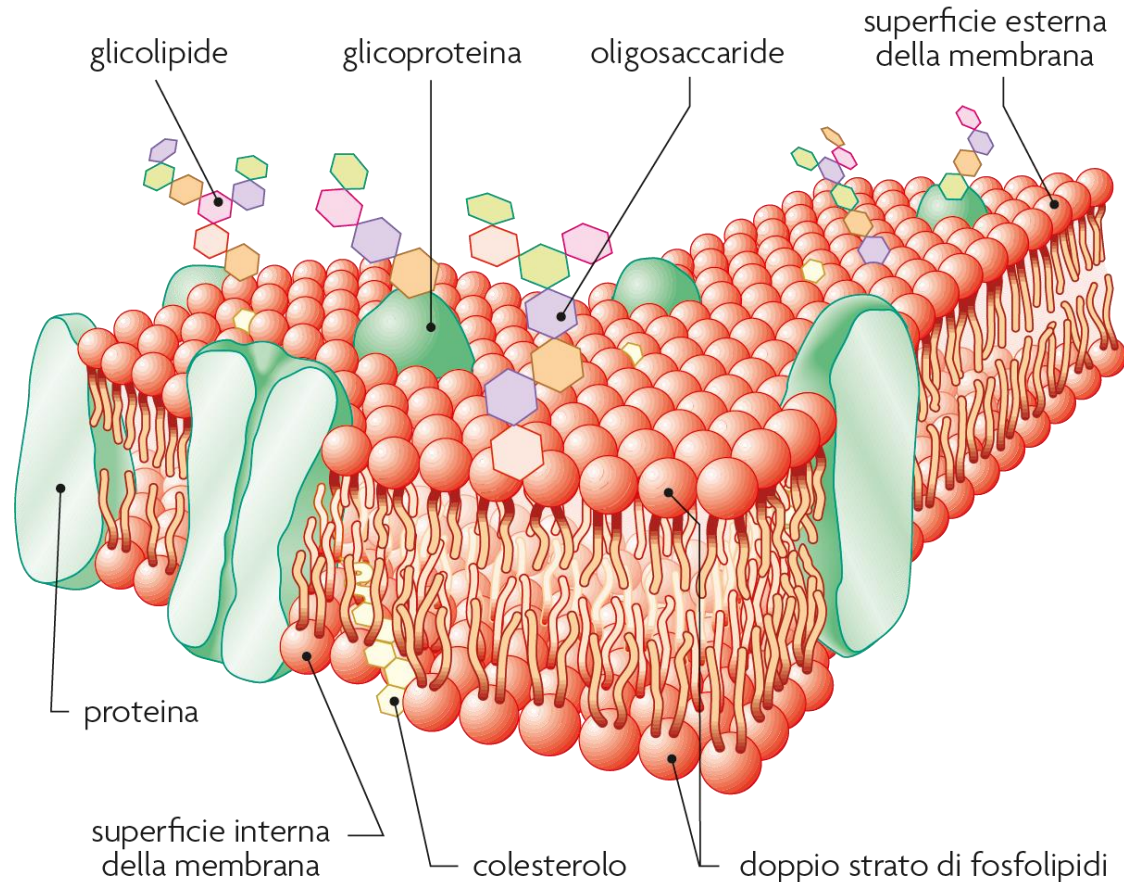
Procarioti

Eucarioti



La membrana plasmatica

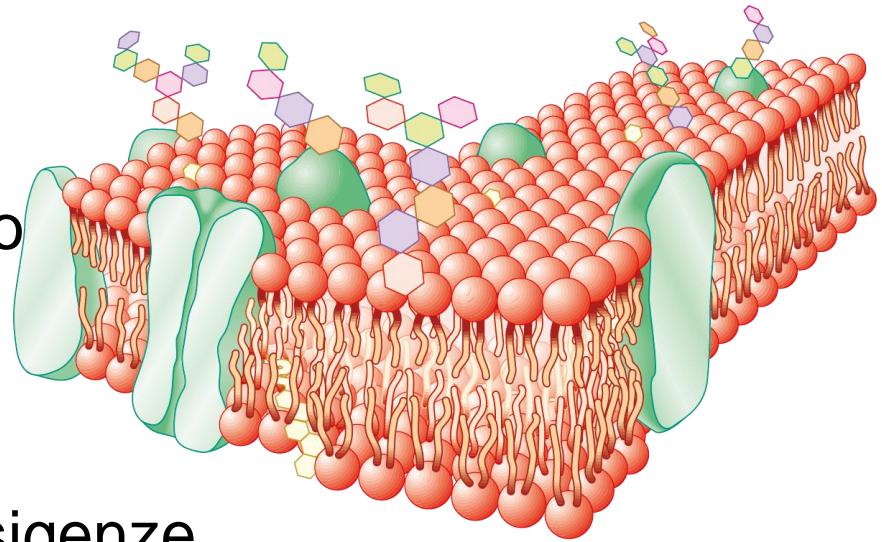
La **membrana plasmatica** è la struttura che separa la cellula dall'ambiente esterno. E' in grado di regolare il flusso dei materiali, mantenendo l'ambiente interno inalterato, e di trasmettere e ricevere segnali.



La membrana plasmatica

La membrana plasmatica è costituita da due strati di **fosfolipidi**, fra le cui molecole sono inserite diverse **proteine**. Altri componenti della membrana sono il **colesterolo** e piccole molecole di glicidi legate a proteine (**glicoproteine**) o alla testa di fosfolipidi (**glicolipidi**).

Questo modello è detto a **mosaico fluido** (mosaico perché sono presenti proteine di diverso tipo, fluido perché fosfolipidi e proteine si adattano alle esigenze della cellula)

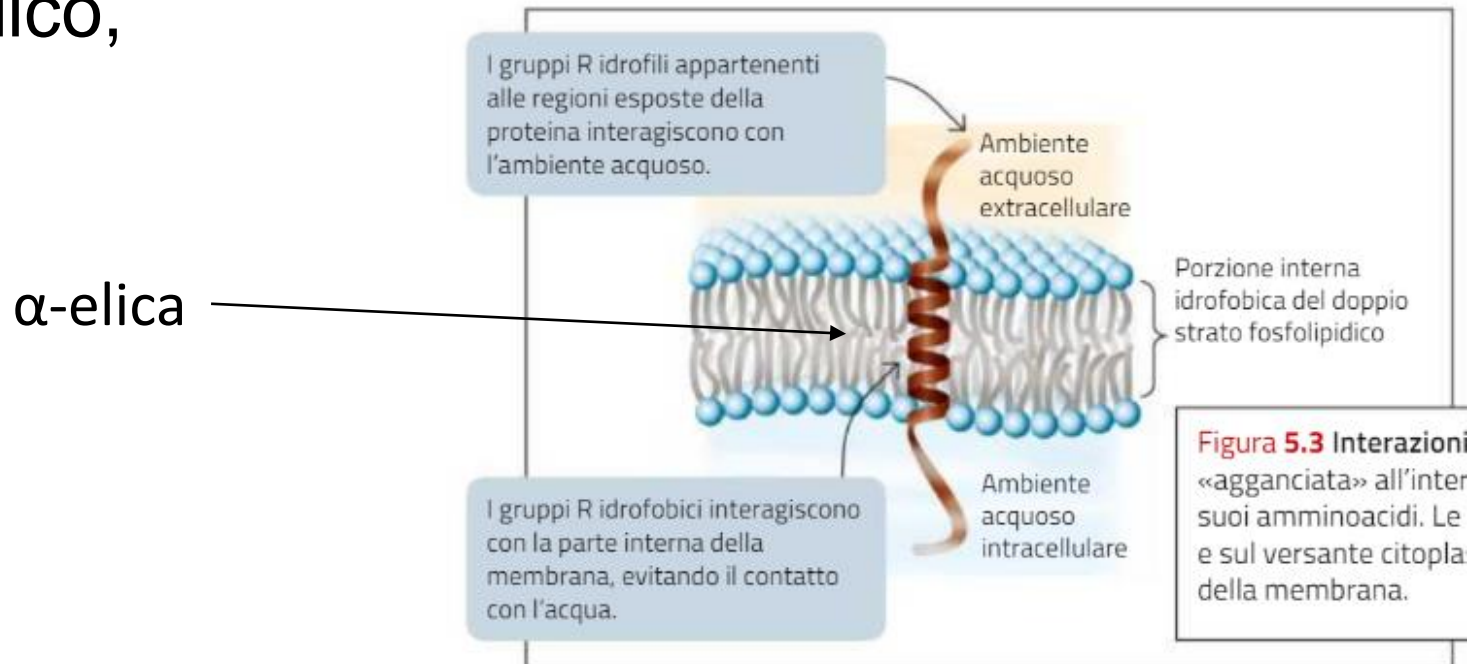


Le componenti della membrana

I **lipidi** costituiscono la parte idrofobica della membrana e le conferiscono stabilità e fluidità.

Le **proteine** di membrana possono essere:

1. **integrali**, se sono immerse nel doppio strato fosfolipidico,

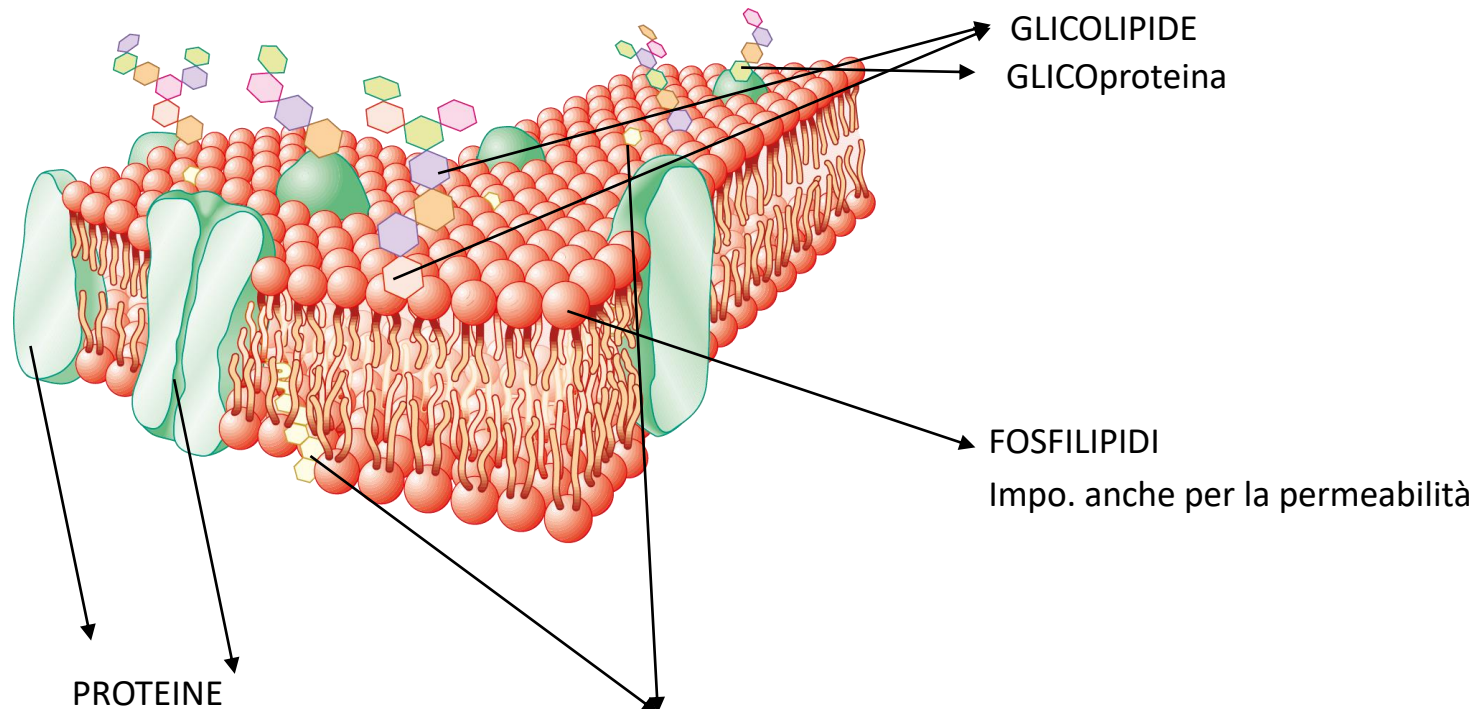


Le componenti della membrana

2. **periferiche**, se si trovano solo su uno dei due lati della membrana.

Sulla membrana sono presenti **carboidrati**, associati a lipidi o a proteine, che permettono il riconoscimento e l'adesione tra cellule (Es. cellule tumorali).

Quali sono i componenti della membrana cellulare?



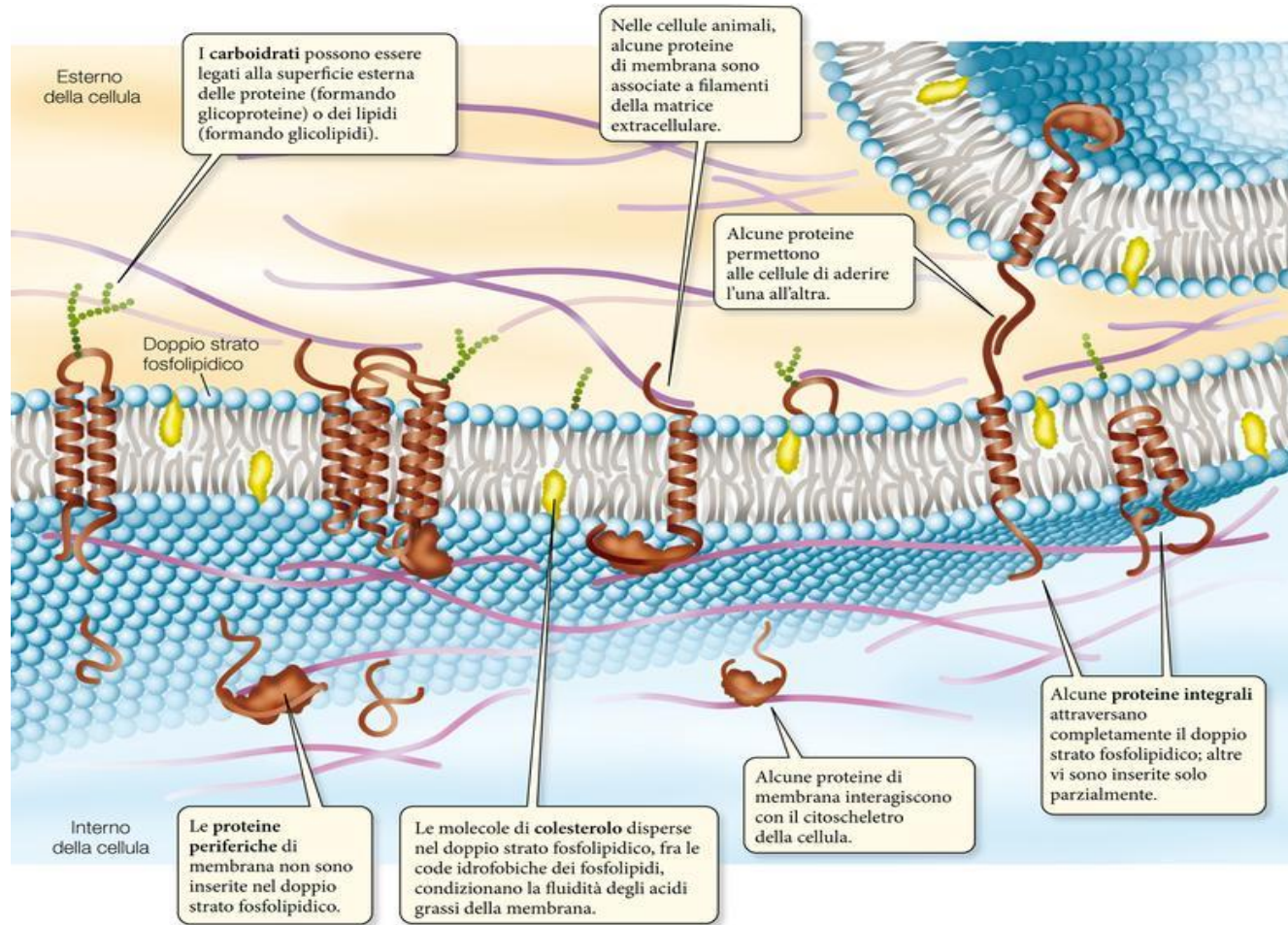
FUNZIONE:

- Canali
- Enzimi
- Recettori

FUNZIONE:

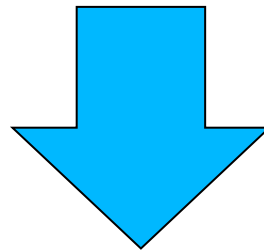
Stabilizza la membrana in relazione alle temperature ed evita che sia o troppo fluida o troppo rigida

La struttura della membrana



Le membrane biologiche hanno una struttura a **mosaico fluido**.

1. Da dove provengono i fosfolipidi della membrana plasmatica?
2. Da dove provengono le proteine della membrana plasmatica?



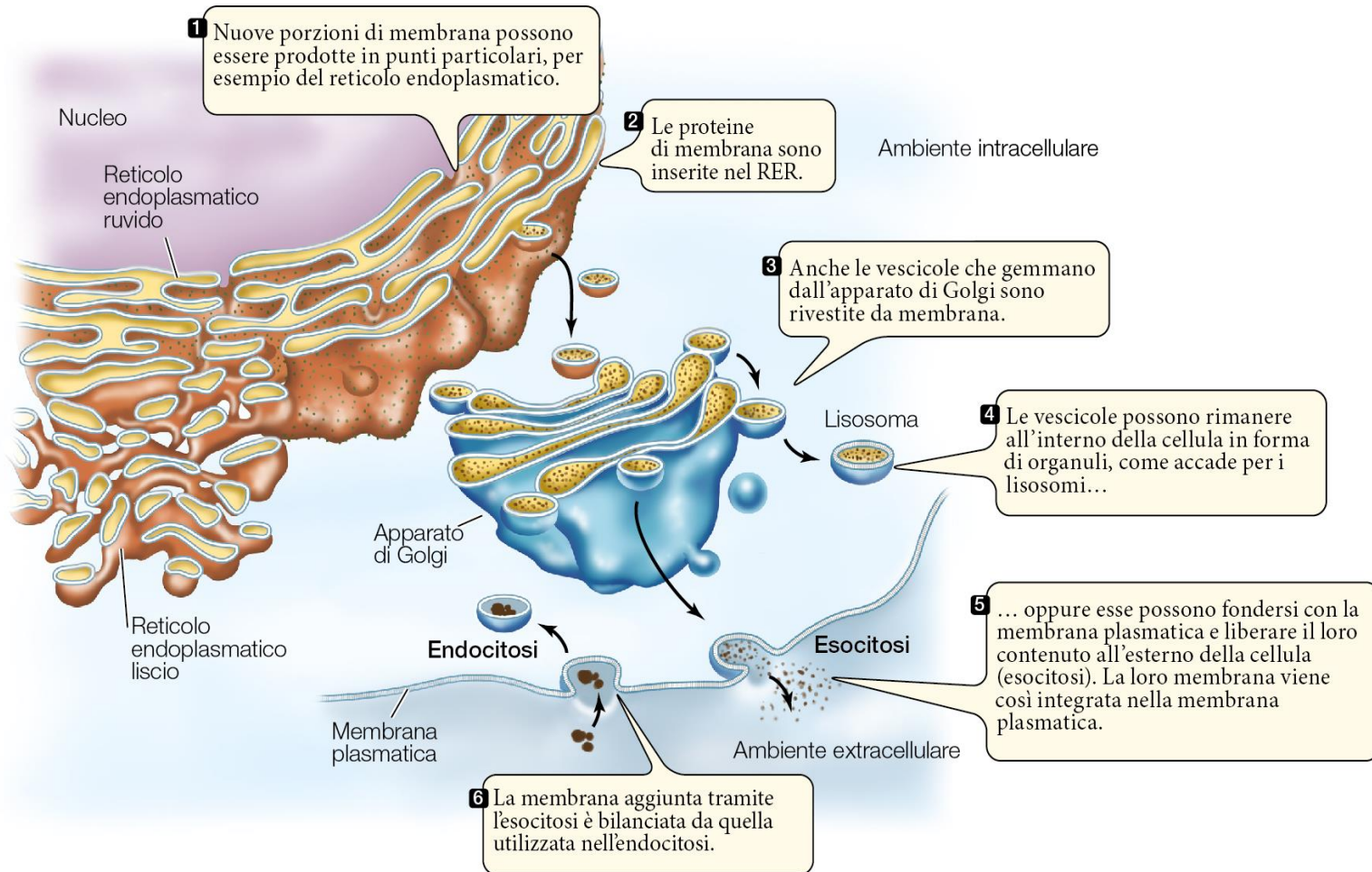
Negli eucarioti, la membrana plasmatica viene continuamente rinnovata:

- i fosfolipidi sono sintetizzati sulla superficie del reticolo endoplasmatico liscio e poi si distribuiscono rapidamente alle membrane di tutta la cellula;
- le proteine di membrana, invece, sono prodotte da reticolo endoplasmatico ruvido e da qui convogliate all'apparato di Golgi, il quale produce vescicole che vanno a fondersi con la membrana plasmatica.

Esiste una stretta relazione tra tutte le membrane presenti: si formano, passano da un organo all'altro, si interrompono e si fondono tra loro. All'interno delle cellule eucariotiche, inoltre, intere porzioni di membrane con caratteristiche strutturali diverse si spostano seguendo la propria funzione.

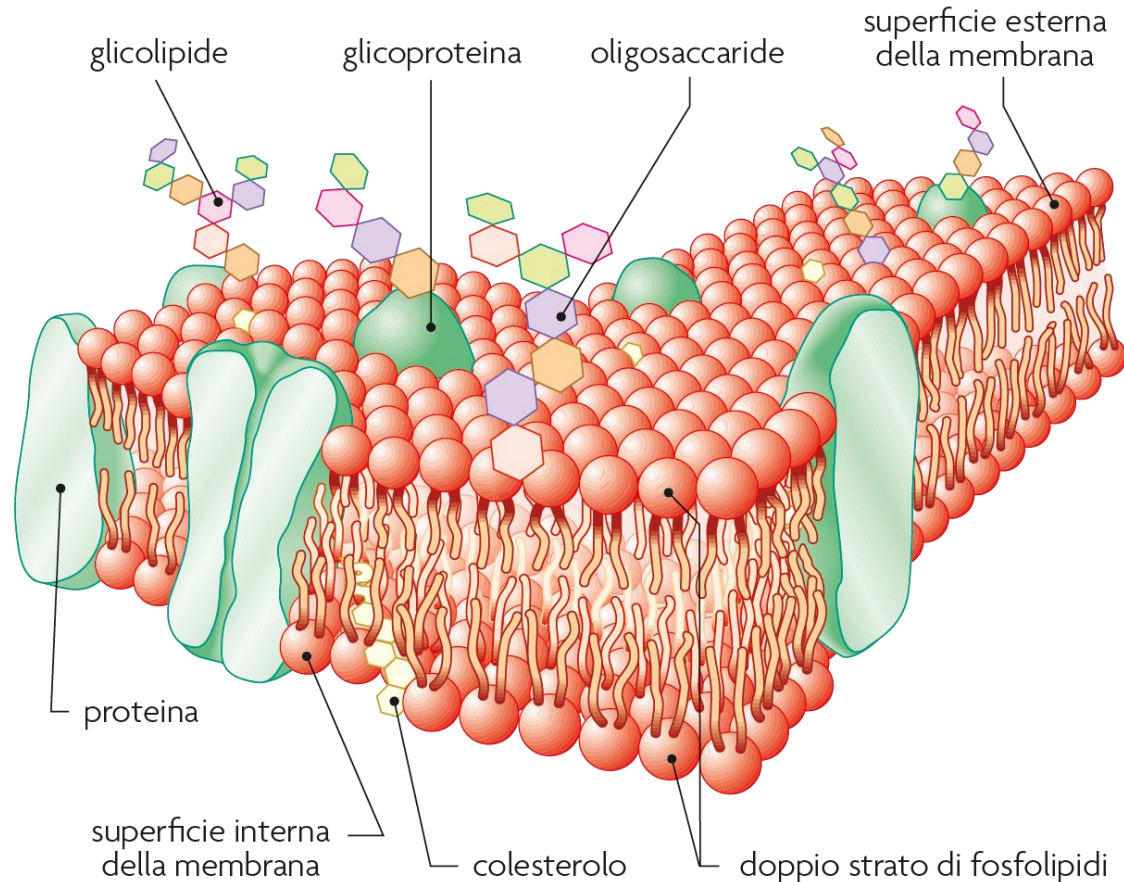
La dinamicità della membrana

Le membrane cellulari si formano, si spostano, si fondono e si spezzano costantemente.



La membrana plasmatica

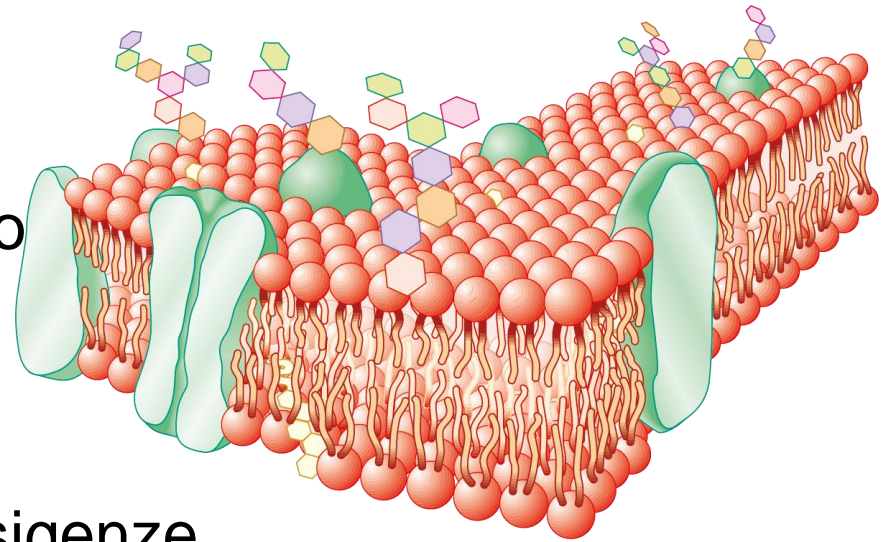
La **membrana plasmatica** è la struttura che separa la cellula dall'ambiente esterno. E' in grado di regolare il flusso dei materiali, mantenendo l'ambiente interno inalterato, e di trasmettere e ricevere segnali.



La membrana plasmatica

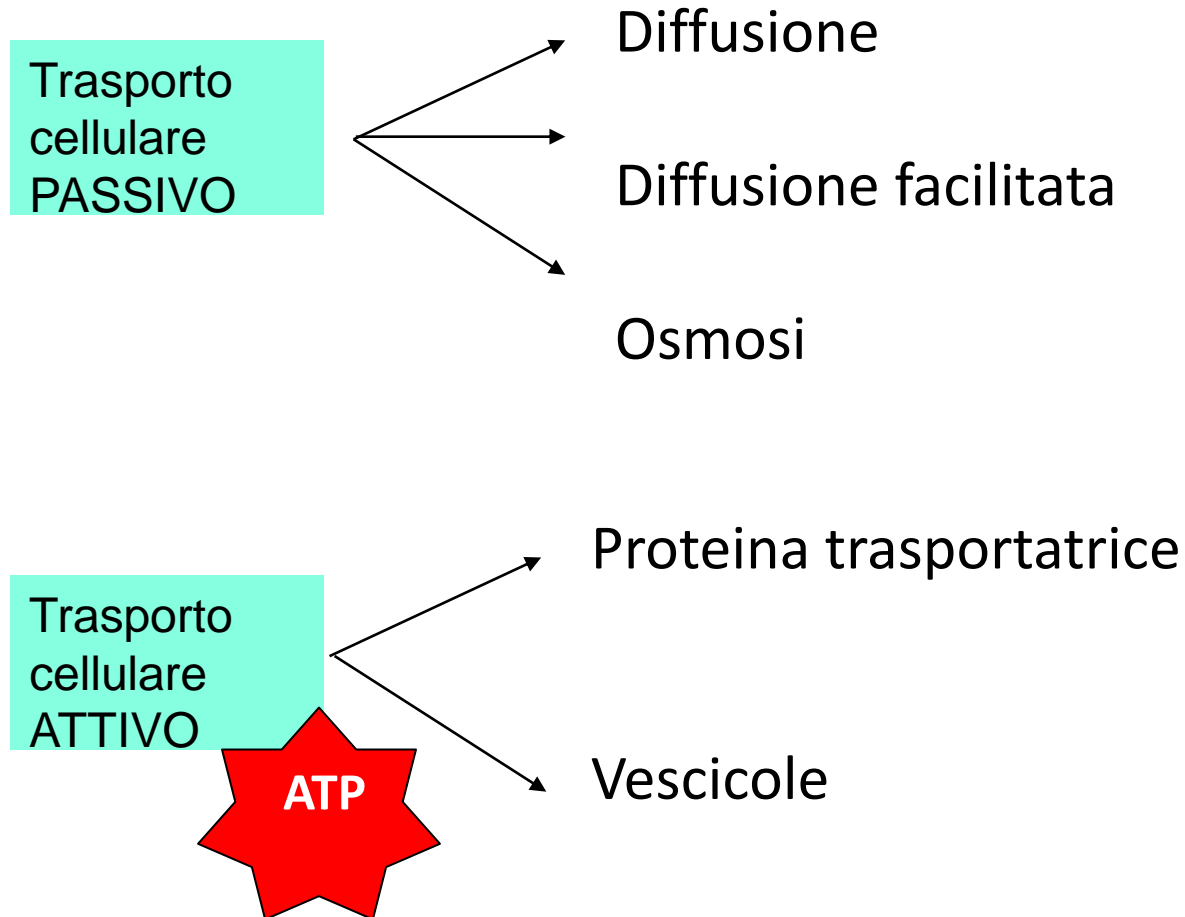
La membrana plasmatica è costituita da due strati di **fosfolipidi**, fra le cui molecole sono inserite diverse **proteine**. Altri componenti della membrana sono il **colesterolo** e piccole molecole di glicidi legate a proteine (**glicoproteine**) o alla testa di fosfolipidi (**glicolipidi**).

Questo modello è detto a **mosaico fluido** (mosaico perché sono presenti proteine di diverso tipo, fluido perché fosfolipidi e proteine si adattano alle esigenze della cellula)



Le membrane regolano gli scambi di sostanze in entrata e in uscita dalla cellula

Le membrane biologiche si lasciano attraversare da alcune sostanze, ma non da altre: per questo motivo si parla di permeabilità **selettiva** o **semipermeabilità** delle membrane.





La **diffusione** è il movimento casuale e spontaneo delle molecole **verso uno stato di equilibrio**, cioè verso una distribuzione mediamente uniforme.

La velocità di **diffusione** dipende da:

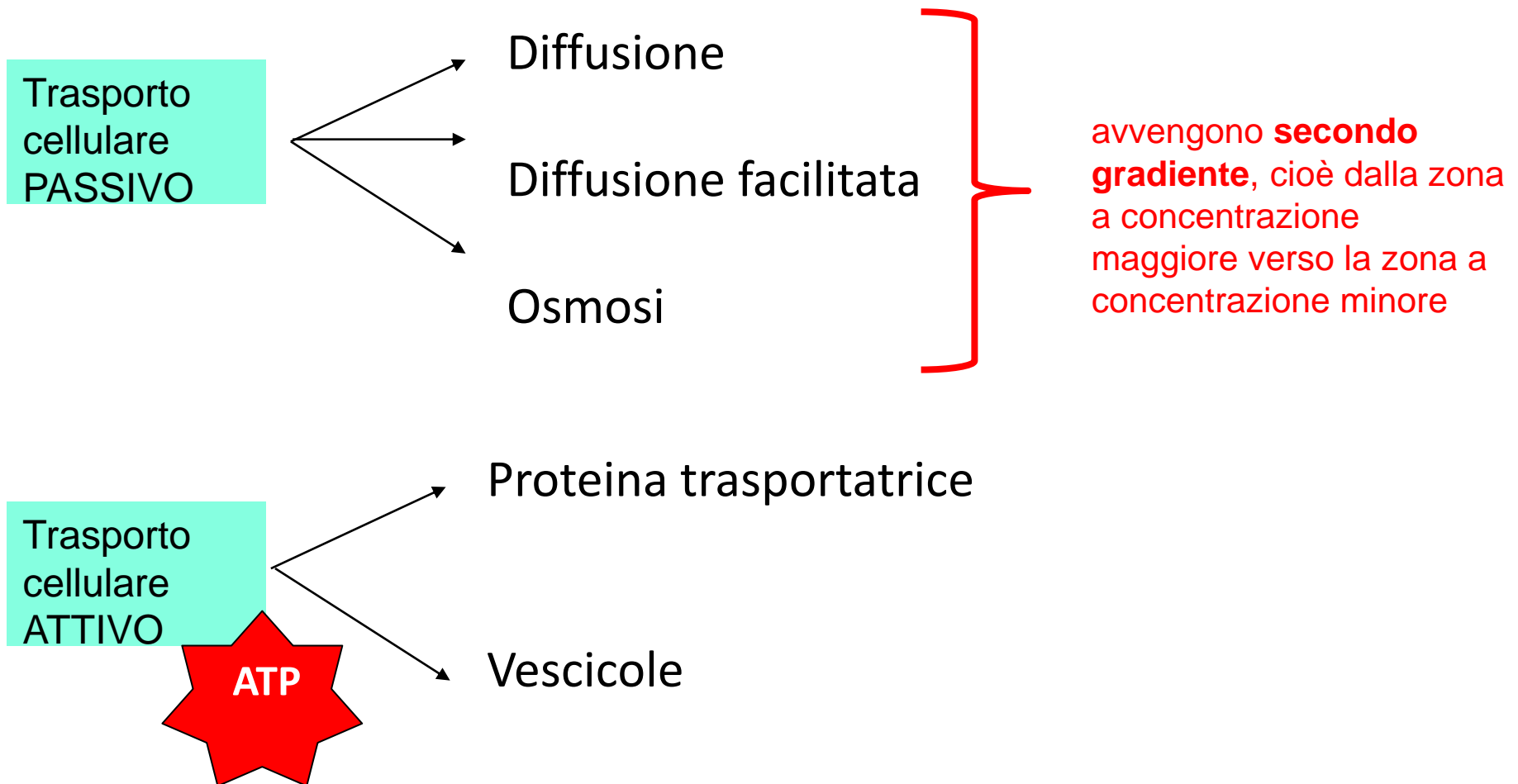
- 1- **diametro** delle molecole
- 2- **temperatura** della soluzione
- 3- **gradiente di concentrazione**

In una cellula, dove le distanze sono molto limitate, la diffusione è assai rapida.

La diffusione diminuisce rapidamente al crescere della distanza e quindi non sarebbe sufficiente per distribuire materiali da una parte all'altra del nostro corpo, *ma è un trasporto abbastanza efficiente per piccole molecole e ioni all'interno della cellula o attraverso uno strato di poche cellule.*

Le membrane regolano gli scambi di sostanze in entrata e in uscita dalla cellula

Le membrane biologiche si lasciano attraversare da alcune sostanze, ma non da altre: per questo motivo si parla di permeabilità **selettiva** o **semipermeabilità** delle membrane.

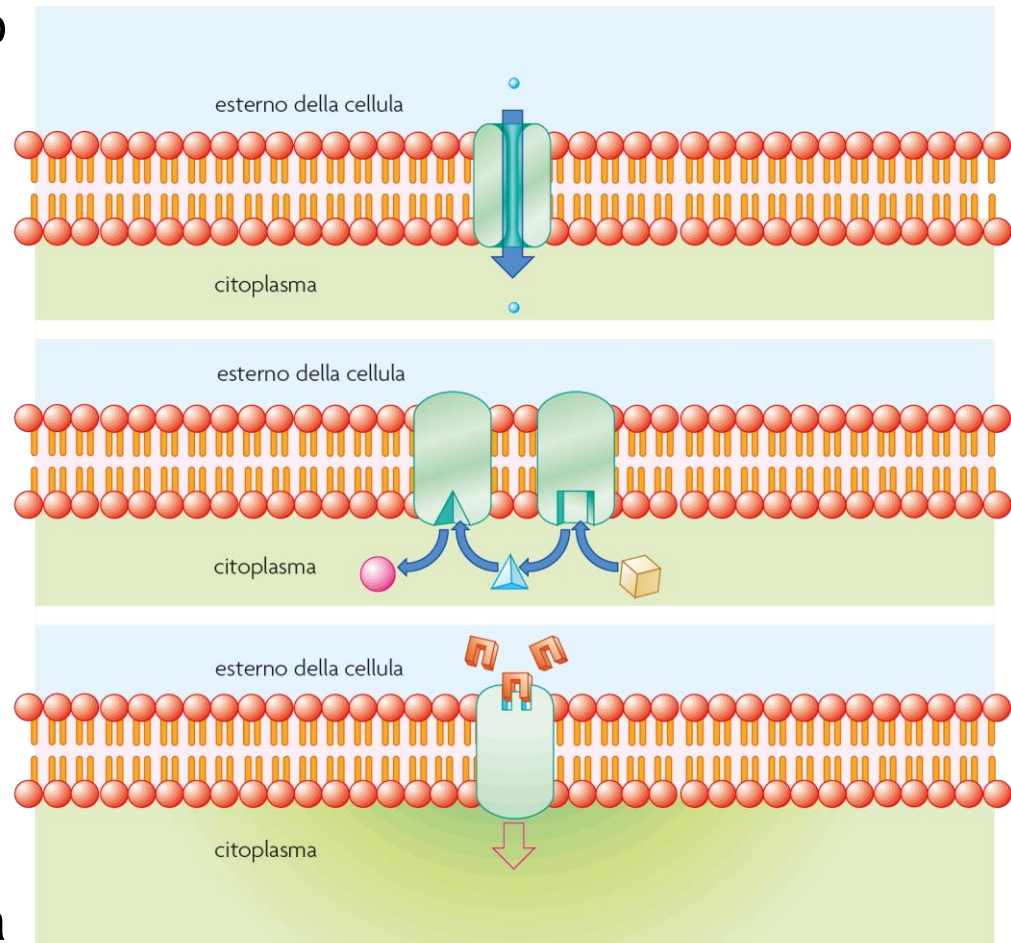


La membrana plasmatica

Le molecole apolari (es. ossigeno e diossido di carbonio) attraversano direttamente il doppio strato di fosfolipidi. Molecole liposolubili diffondono rapidamente attraverso la membrana.

Le molecole più grandi o con carica elettrica usano i canali per entrare nella cellula.

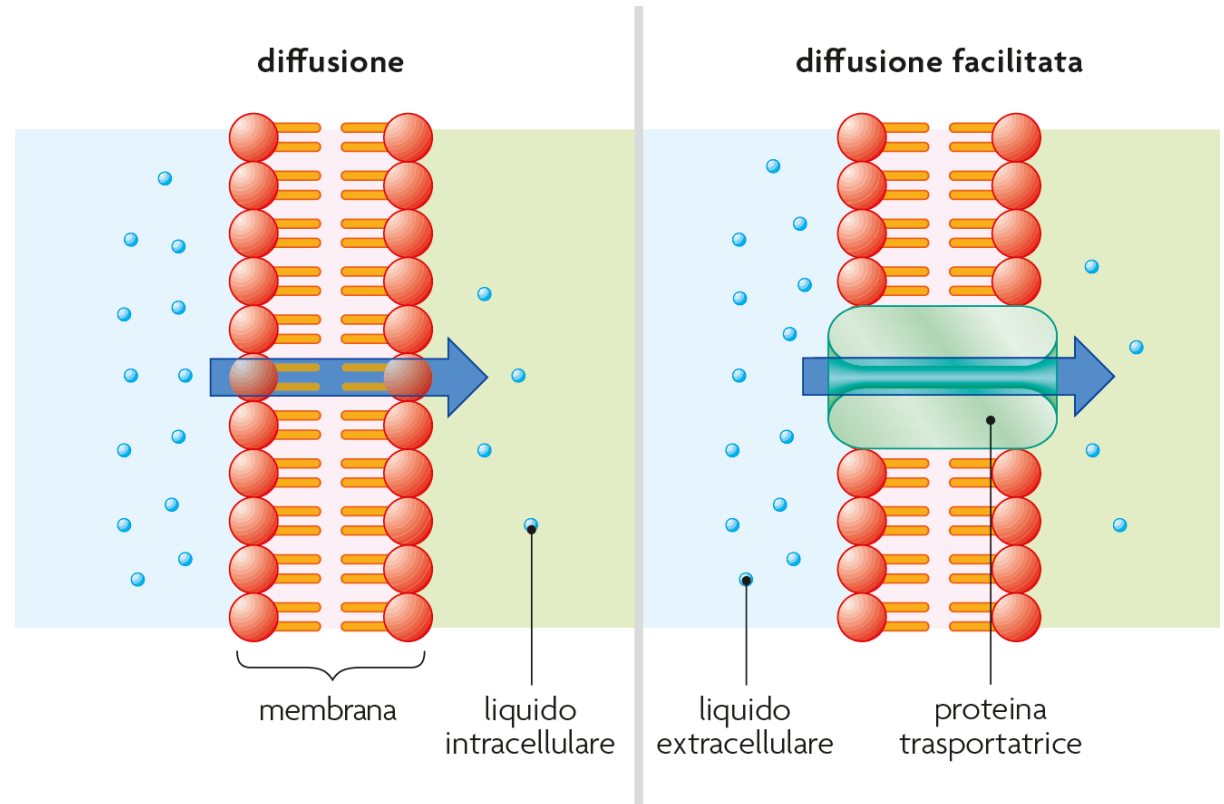
Nel suo insieme, dunque, la membrana plasmatica si comporta come una membrana semipermeabile ma dotata di **permeabilità selettiva**.



Il trasporto cellulare

La membrana plasmatica consente il passaggio solo a determinate sostanze. Questo passaggio avviene per **diffusione semplice** o **diffusione facilitata** (proteina trasportatrice).

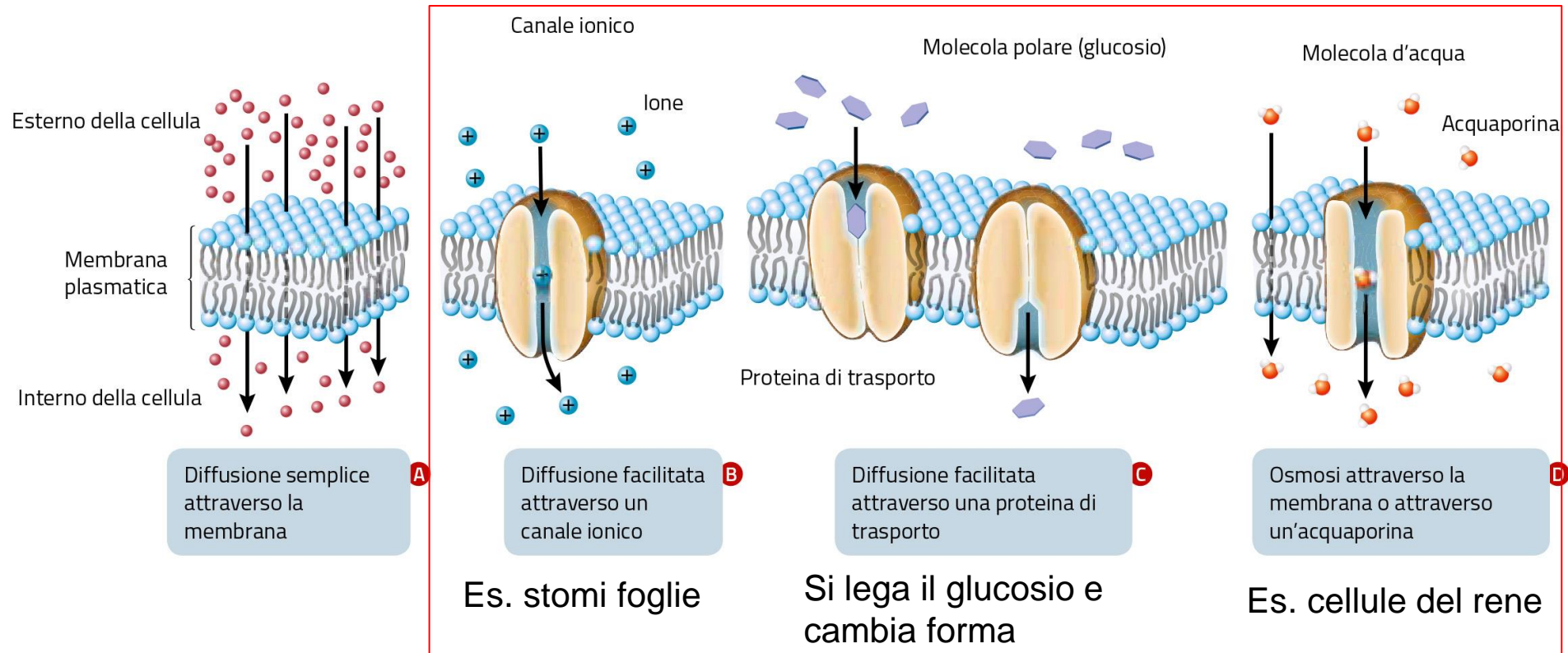
Questi processi avvengono sempre **secondo il gradiente di concentrazione**.



La diffusione facilitata

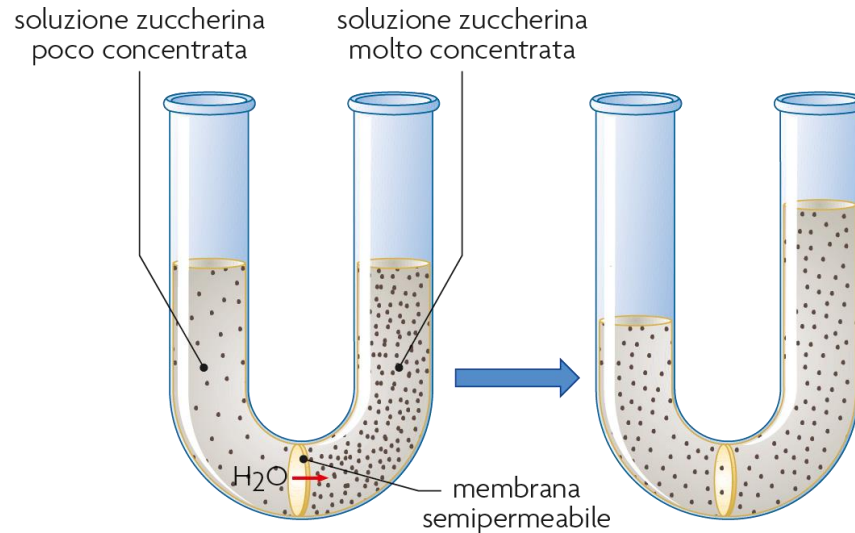
Le grandi molecole polari come gli amminoacidi o gli zuccheri e le sostanze dotate di carica attraversano la membrana in due modi:

1. gli ioni utilizzano canali formati da **proteine integrali di membrana**;
2. le molecole polari si legano a una **proteina di trasporto** che ne accelera la diffusione.



Il trasporto cellulare

Il passaggio di acqua attraverso una membrana semipermeabile che separa due soluzioni a diversa concentrazione si chiama **osmosi**; in essa l'acqua si sposta verso la soluzione più concentrata.



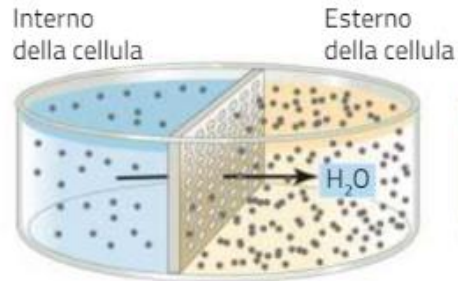
La membrana plasmatica si comporta come il filtro e separa due soluzioni a diversa concentrazione.

Se nella cellula ci sono Più soluti rispetto all'ambiente esterno (**soluzione ipotonica**), entrerà acqua nella cellula.

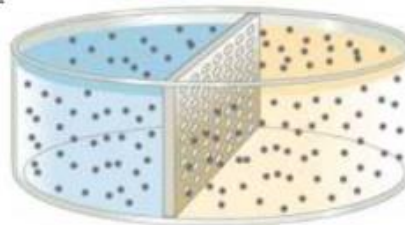
Se nella cellula ci sono MENO soluti rispetto all'ambiente esterno (**soluzione ipertonica**), l'acqua tenderà ad uscire dalla cellula.

Se nella cellula ci sono UGUALE concentrazione di soluti rispetto all'ambiente esterno (**soluzione isotonica**), il flusso di acqua in entrata è uguale al flusso in uscita.

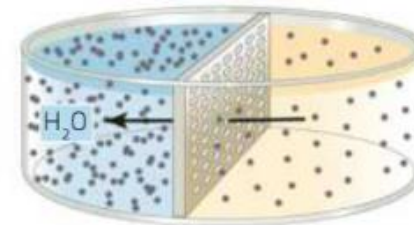
A La soluzione esterna è ipertonica



B Le due soluzioni sono isotoniche



C La soluzione esterna è ipotonica



Cellula animale (globulo rosso)



Le cellule perdono acqua e si raggrinziscono.

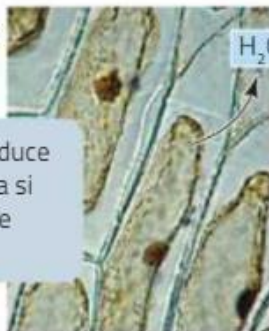
La velocità di ingresso e di uscita dell'acqua è la stessa; la cellula mantiene la sua forma.



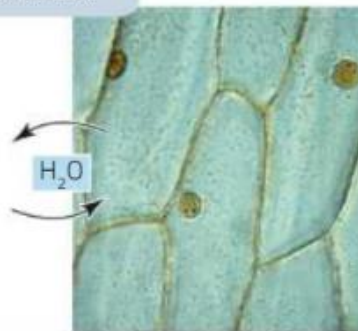
Le cellule assorbono acqua e si gonfiano fino a scoppiare.



Cellula vegetale (cellula di epitelio fogliare)



Il volume delle cellule si riduce e la membrana plasmatica si ritrae dalla parete cellulare (appassimento).



La cellula si gonfia, ma mantiene la sua forma grazie alla presenza della parete cellulare.

Figura 5.9 L'osmosi modifica la forma delle cellule. In soluzione isotonica (a sinistra), le cellule animali conservano la loro forma. In una soluzione ipotonica (a destra), la cellula si gonfia fino a scoppiare. Al contrario, in una soluzione ipertonica (a sinistra), la cellula si raggrinzisce e si contrae.

Il trasporto cellulare

Sia la *diffusione* sia l'*osmosi* si definiscono meccanismi di **trasporto passivo**, poiché non implicano alcuna spesa energetica da parte della cellula.

Il **trasporto attivo**, invece, avviene **contro gradiente di concentrazione**. E' un vero lavoro che come tale richiede consumo di energia.

Le molecole di grandi dimensioni entrano nella cellula per trasporto attivo mediato da **proteine trasportatrici**.

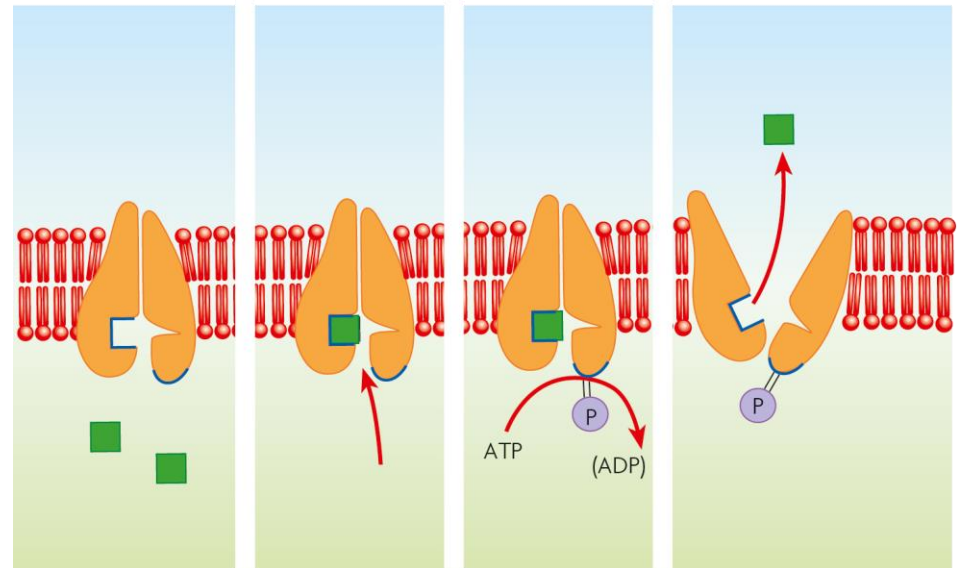
Ogni proteina trasportatrice presenta **due siti attivi**: uno riconosce la **sostanza da trasportare** e si lega essa, l'altro si lega alla molecola di **ATP** dal quale ottiene energia. Grazie a questo, la proteina è in grado di modificare la propria conformazione spaziale per traghettare la molecola dall'altra parte della membrana.

Il trasporto cellulare

La proteina di trasporto attraversa tutto lo spessore della membrana e presenta **due siti attivi**:

- uno riconosce la molecola da trasportare e la lega a sé,
- l'altro si lega a una molecola di ATP che si scinde in ADP + P, liberando energia.

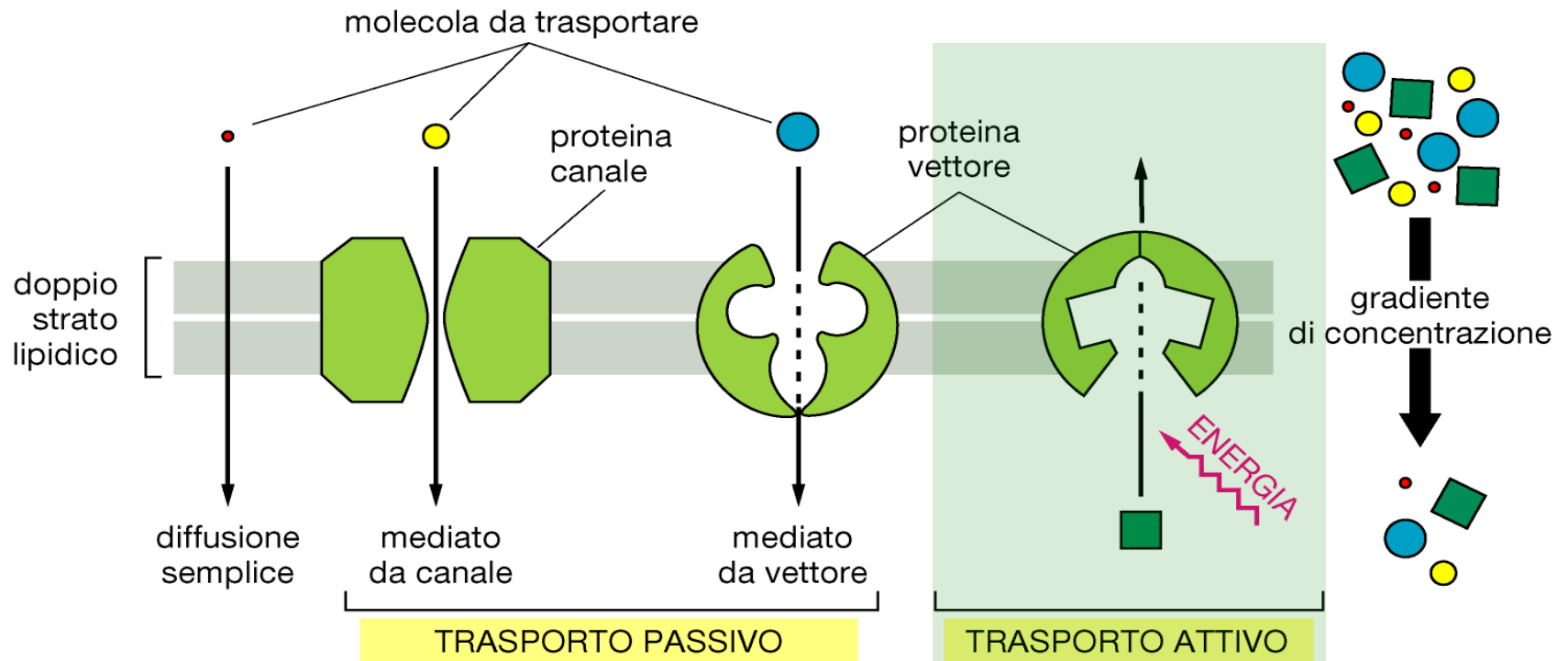
La proteina utilizza questa energia per modificare la propria conformazione spaziale in modo che la molecola venga trasferita sul lato opposto della membrana.



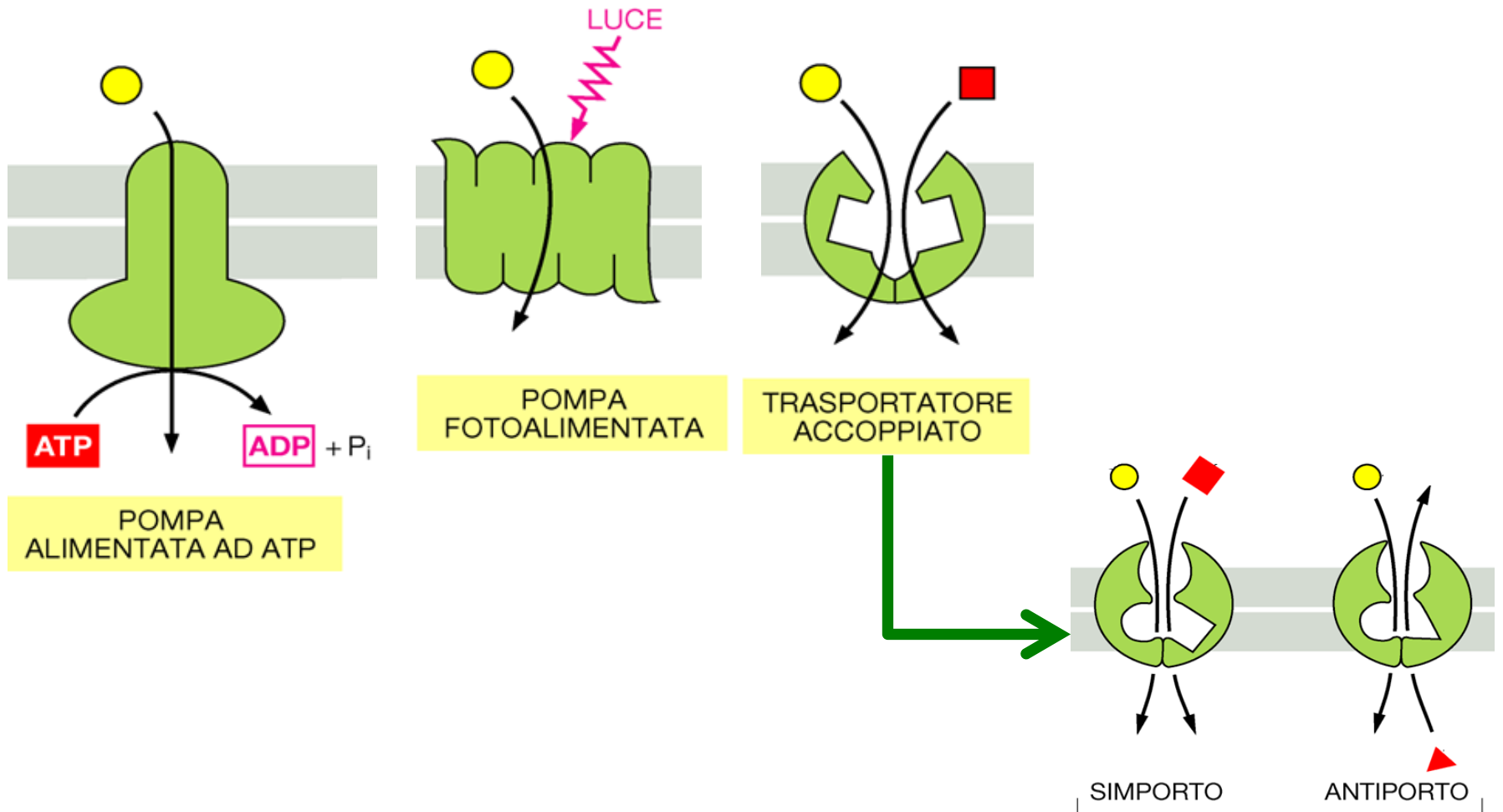
TRASPORTO ATTIVO

È mediato da **proteine** ma **NON è spontaneo** (contro gradiente di concentrazione).

1. **Assorbimento** di sostanze nutritive (anche a basse concentrazioni esterne)
2. **Rilascio** di sostanze di scarto o tossiche (anche ad alte concentrazioni esterne)
3. **Mantenimento di specifiche concentrazioni ioniche** (tra cui K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e H^+)



TRASPORTO ATTIVO: MODALITA'



TRASPORTO ATTIVO PRIMARIO

L'idrolisi dell' ATP è la fonte diretta dell'energia necessaria per il trasporto.

SODIO-POTASSIO ATPasi

Esterno della cellula

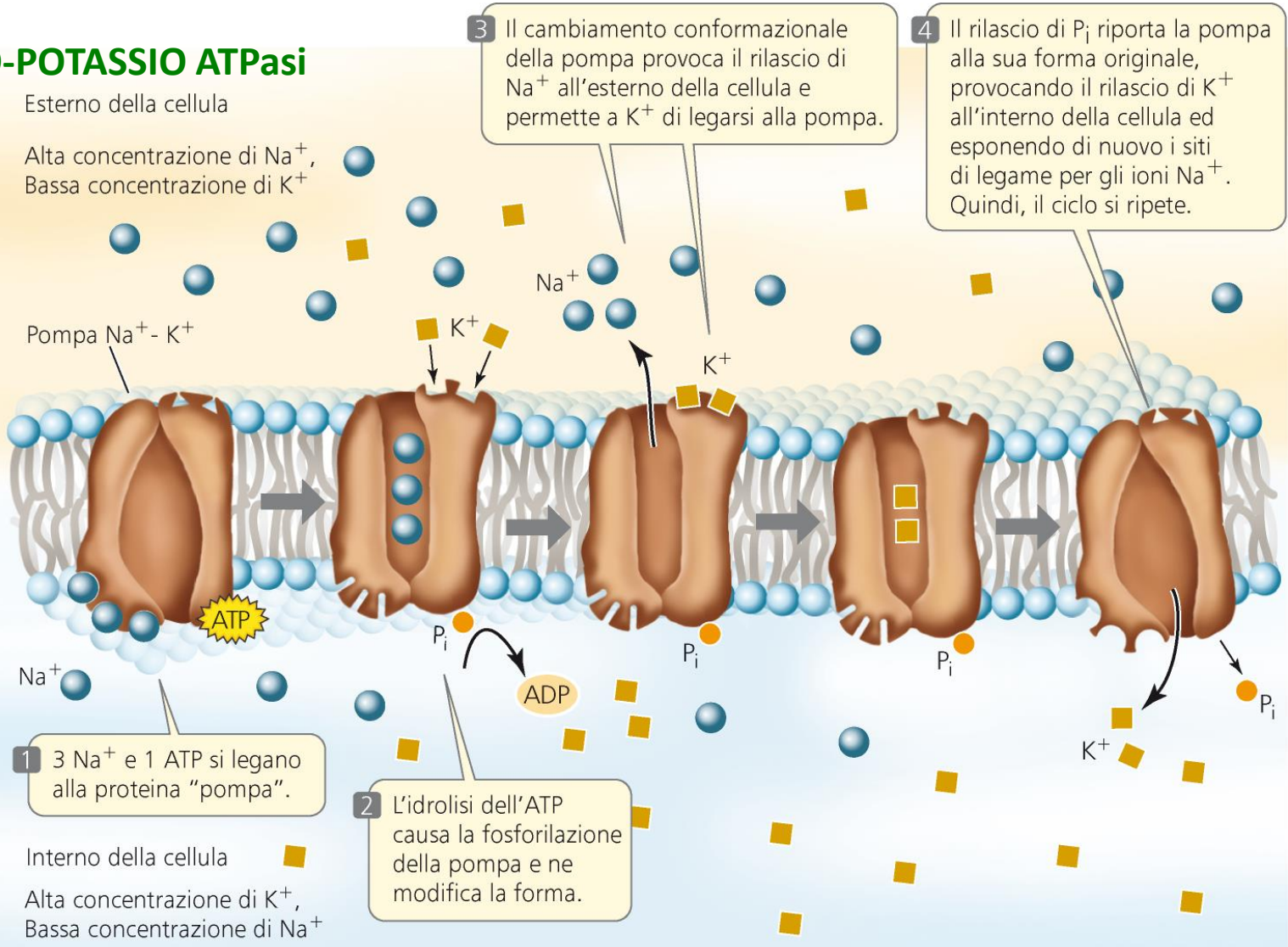
Alta concentrazione di Na^+ ,
Bassa concentrazione di K^+

esterno

$> \text{Na}^+$

$< \text{K}^+$

Pompa $\text{Na}^+ - \text{K}^+$



3 Il cambiamento conformazionale della pompa provoca il rilascio di Na^+ all'esterno della cellula e permette a K^+ di legarsi alla pompa.

4 Il rilascio di P_i riporta la pompa alla sua forma originale, provocando il rilascio di K^+ all'interno della cellula ed esponendo di nuovo i siti di legame per gli ioni Na^+ . Quindi, il ciclo si ripete.

1 3 Na^+ e 1 ATP si legano alla proteina "pompa".

2 L'idrolisi dell'ATP causa la fosforilazione della pompa e ne modifica la forma.

Interno della cellula

Alta concentrazione di K^+ ,
Bassa concentrazione di Na^+

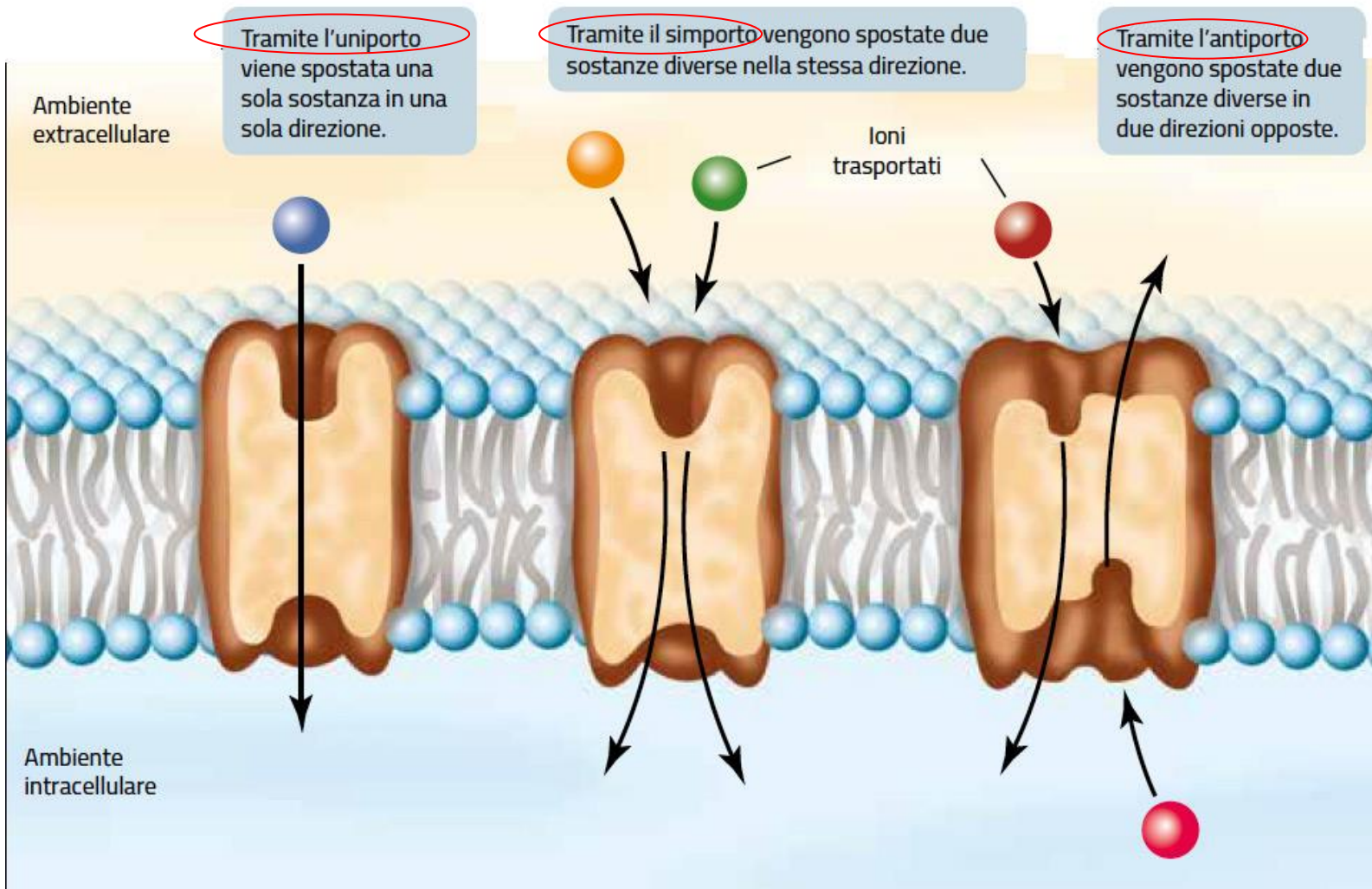
interno

$> \text{K}^+$

$< \text{Na}^+$

+

-



A seconda di come viene utilizzato l'ATP, il trasporto attivo può essere suddiviso in:

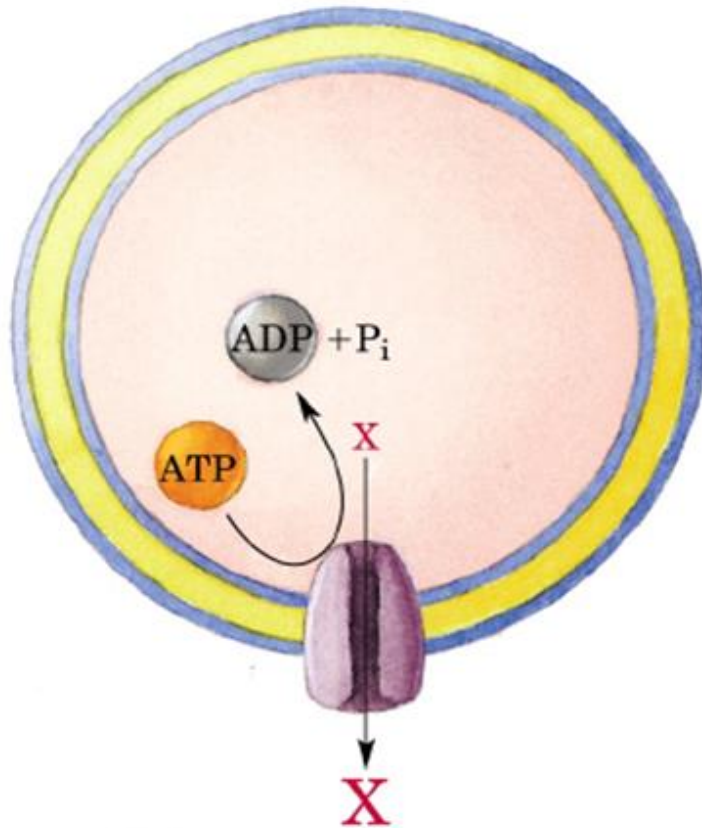
1. **trasporto attivo primario** che utilizza direttamente l'energia che deriva dal legame fosfato dell'ATP
2. **trasporto attivo secondario** che utilizza invece l'energia di un gradiente di concentrazione che è stato precedentemente creato da un trasporto attivo primario.

È ovvio quindi che tutti i trasporti attivi secondari dipendono strettamente dai trasporti attivi primari che utilizzano ATP per mantenere i gradienti di concentrazioni necessari per il trasporto attivo secondario.

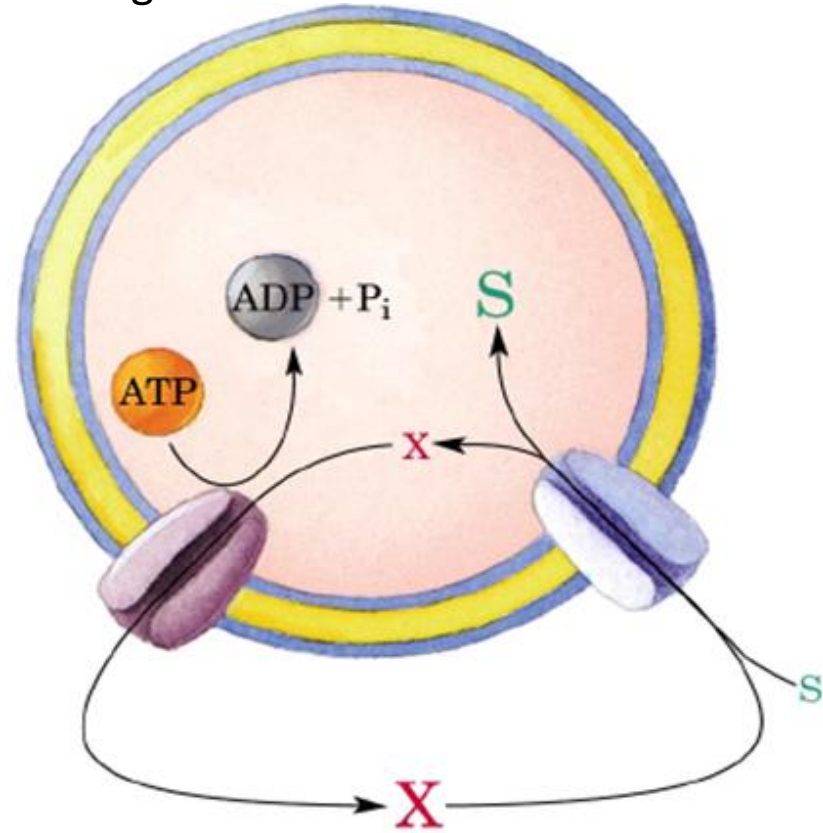
TRASPORTO ATTIVO SECONDARIO

L'idrolisi di **ATP** è la **fonte indiretta** dell'energia necessaria per il trasporto.

L'idrolisi di ATP genera un gradiente di concentrazione -> il gradiente fornisce energia per il trasporto contro gradiente

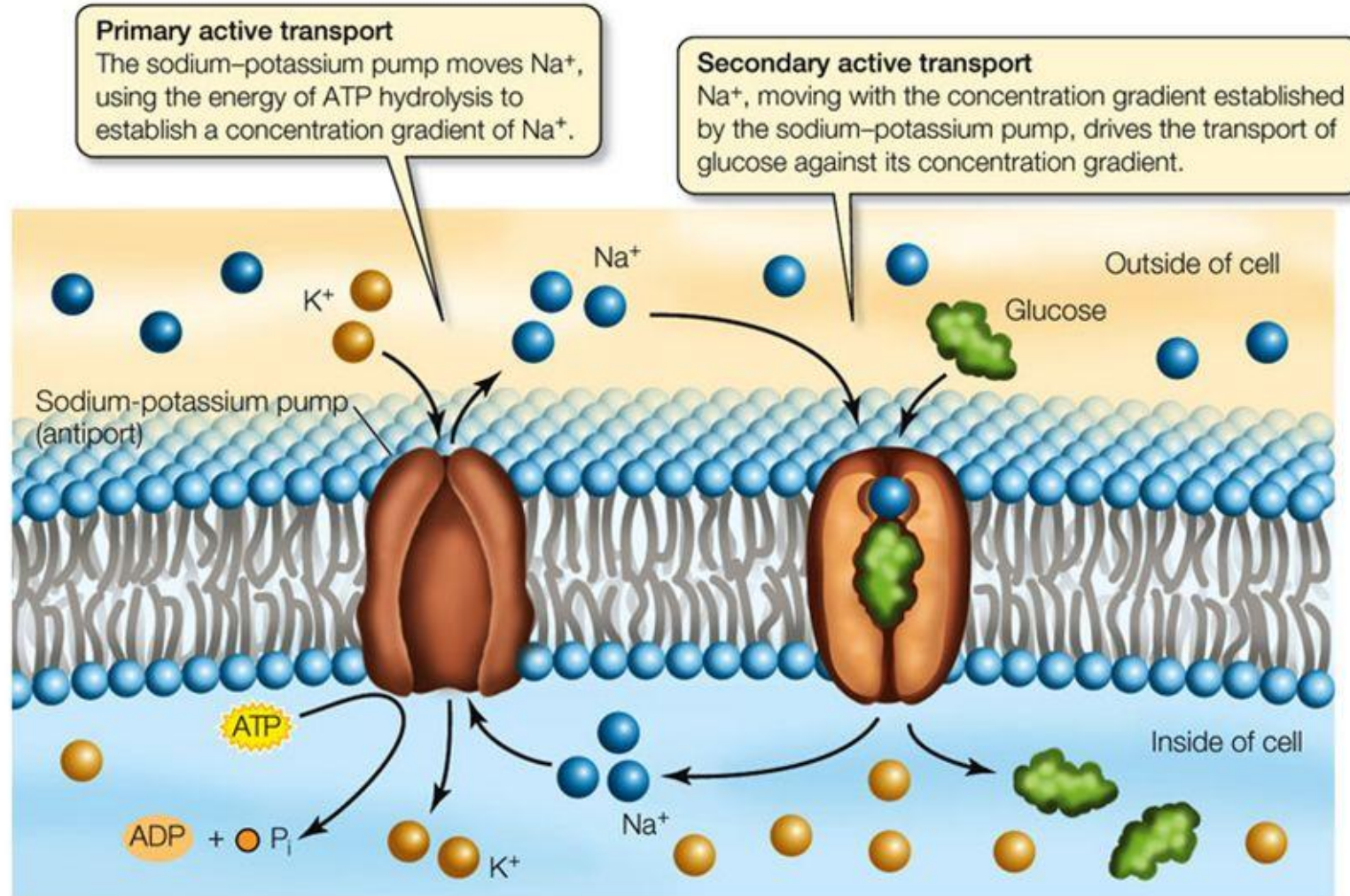


Primary active transport



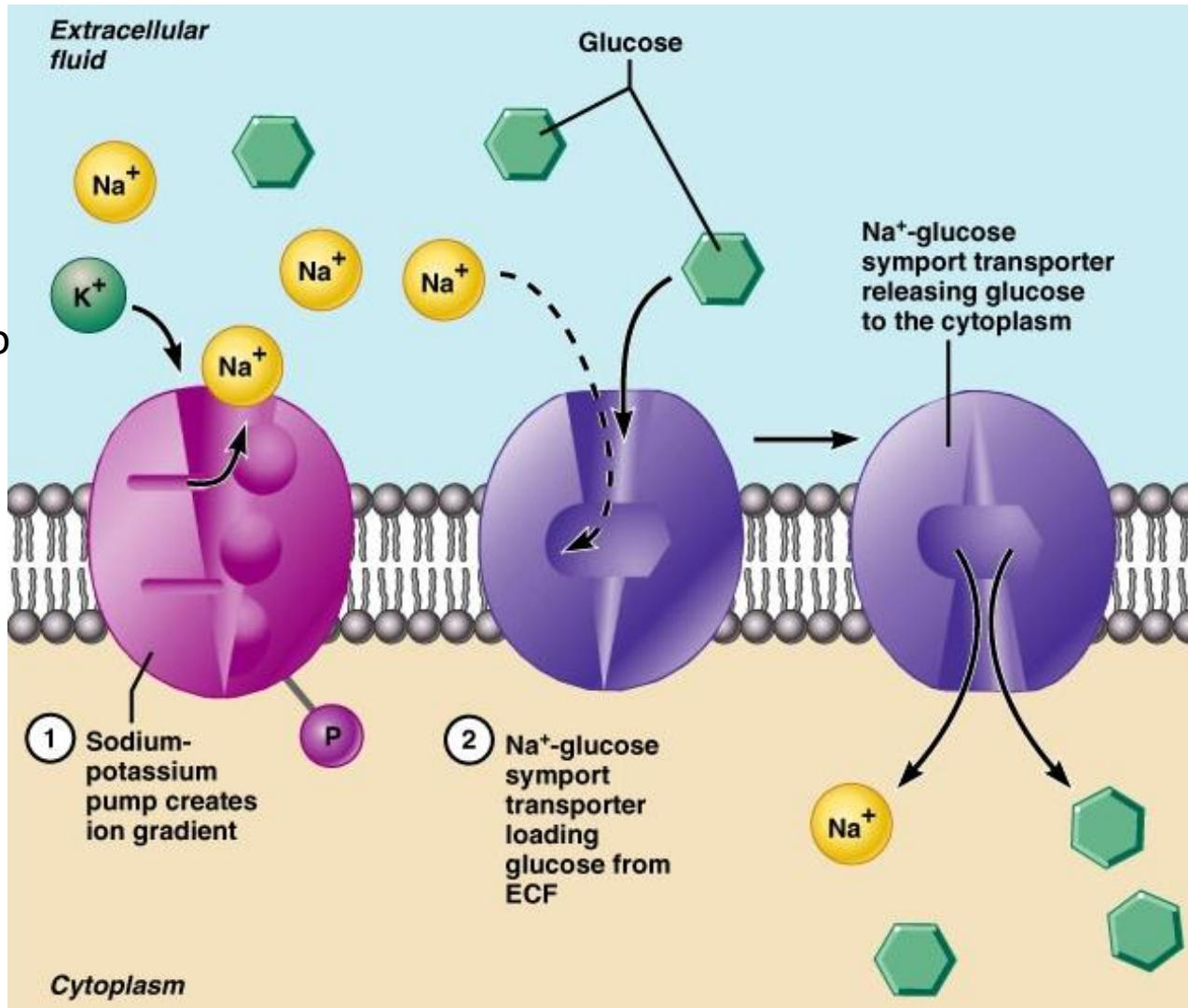
Secondary active transport

Proteine di simporto legate ad Na^+ portano aminoacidi e glucosio dentro le cellule contro gradiente sfruttando proprio il passaggio del Na^+



ESEMPIO di TRASPORTO ATTIVO I e II

Ingresso di glucosio a basse concentrazioni esterne

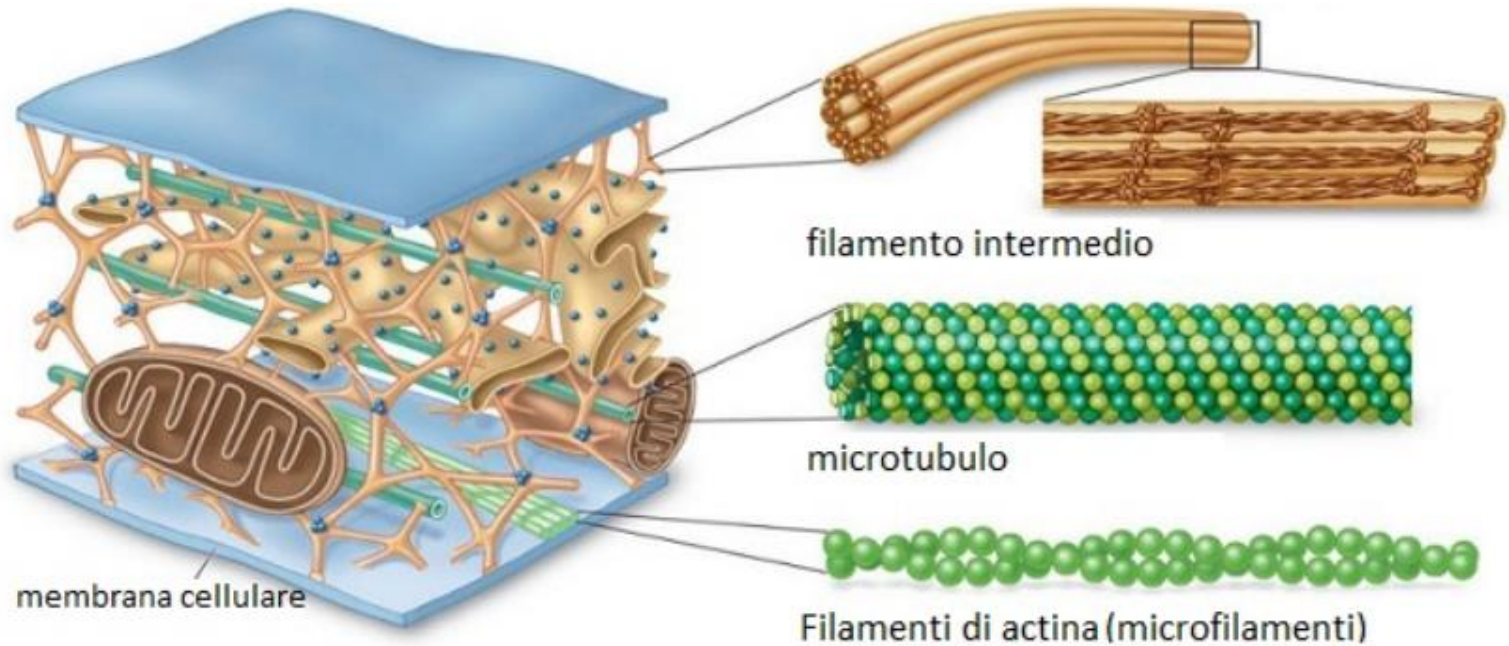


Trasporto
attivo primario

Trasporto
attivo
secondario

Citoscheletro

La membrana plasmatica racchiude il citoscheletro. Quest'ultimo è un sistema di filamenti e tubuli interconnessi che mantengono la forma della cellula e ne dirigono gli spostamenti interni e aiutano il movimento attraverso il meccanismo della contrazione



- **microtubuli:** le strutture più grandi (diametro 20-25 nm), formati da due proteine: tubulina α e β . Queste strutture sono rigide e resistenti a compressioni, permettendo la motilità cellulare in ciglia e flagelli, garantendo la forma cellulare e il movimento intracellulare di cromosomi, organelli e vescicole.

- **microfilamenti (o filamenti di actina):** le strutture più piccole (diametro 7 nm), formati da una proteina chiamata actina. Essi sono contrattili e flessibili, perciò, oltre a garantire la forma cellulare, consentono la divisione cellulare.

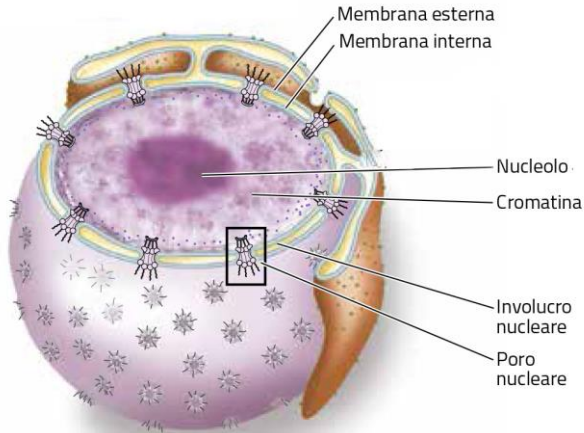
- **filamenti intermedi:** strutture fibrose (diametro 8-12 nm), formati da diverse proteine in base al tessuto in cui sono presenti. Essi sono sia rigidi che elastici ma forniscono anche resistenza a tensioni e stiramento, per questo si estendono su tutta la membrana plasmatica garantendo sostegno e forma alla cellula.

Organuli per sintesi e assemblaggio

Nucleo

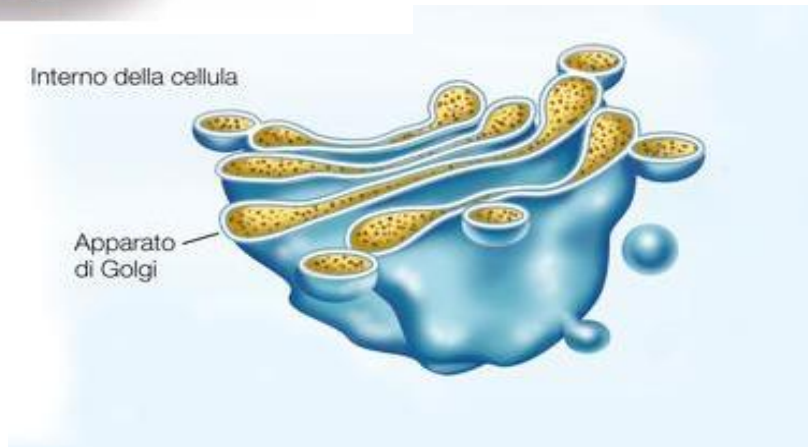
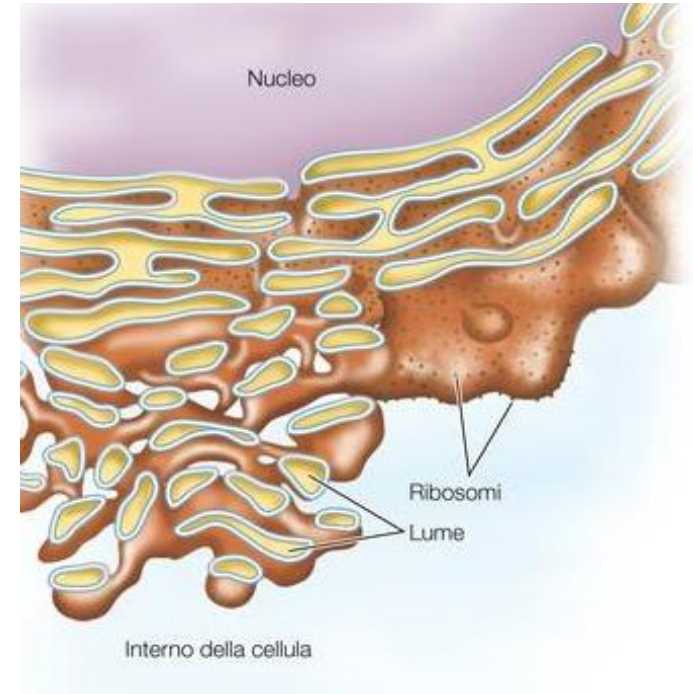
Sintesi: acidi nucleici

Assemblaggio: ribosomi



Reticolo endoplasmatico ruvido e liscio

Sintesi: proteine; lipidi



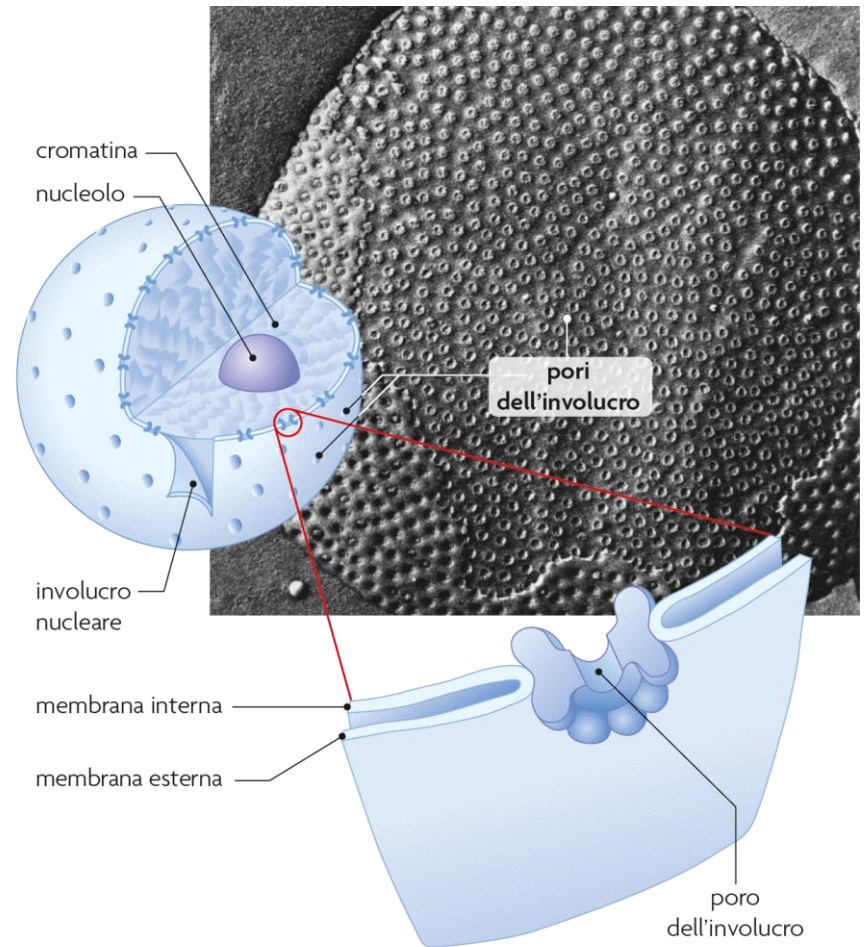
Apparato di Golgi - Modifica delle proteine

Il nucleo: la centrale operativa

Il **nucleo** generalmente rappresenta l'organulo più voluminoso della cellula eucariote. È circondato da un **inviluppo nucleare** costituito da due membrane che si fondono in corrispondenza dei **pori nucleari** (ca 3500), aperture attraverso cui avvengono gli scambi con il citoplasma.

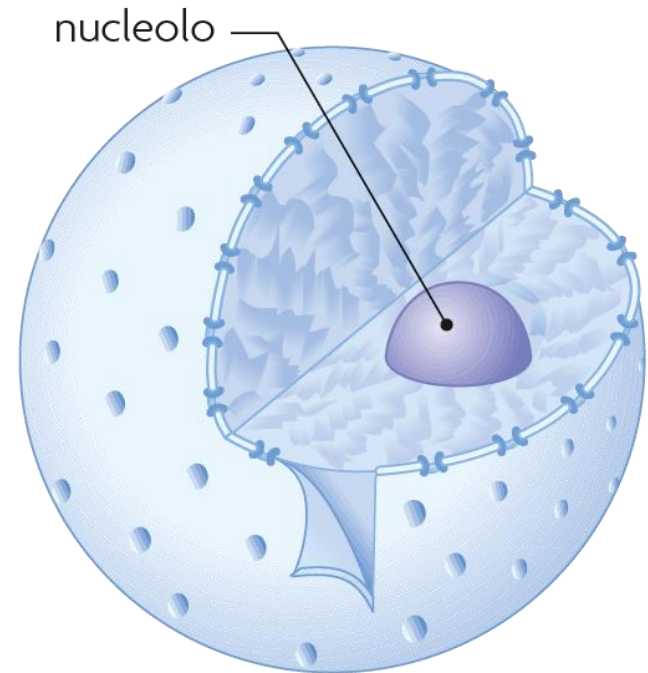
Cosa troviamo nel nucleo?

- Cromosomi (DNA)
- Proteine
- Nucleolo



Il nucleo: la centrale operativa

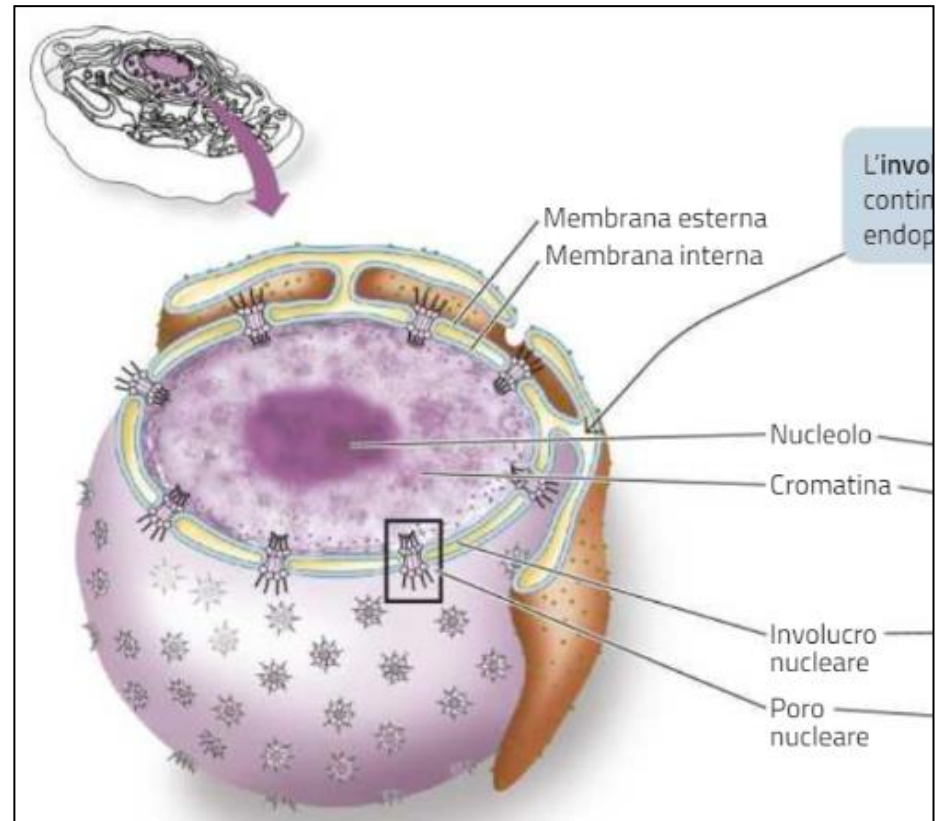
Nel nucleo è presente una formazione rotondeggiante detta **nucleolo** dove vengono prodotti i ribosomi a partire da RNA e specifiche proteine.



Gli ioni e le molecole più piccole possono transitare liberamente attraverso i pori nucleari.

Tra le molecole più grandi, invece, solo alcune proteine sono in grado di passare dal citoplasma (dove vengono sintetizzate) al nucleo. Queste proteine presentano brevi «sequenze segnale» fatte di amminoacidi che funzionano come un'etichetta di riconoscimento per il poro nucleare, che si dilata e le lascia passare.

In certi punti, la membrana esterna dell'involucro nucleare forma delle anse che si protendono con la membrana del reticolo endoplasmatico.

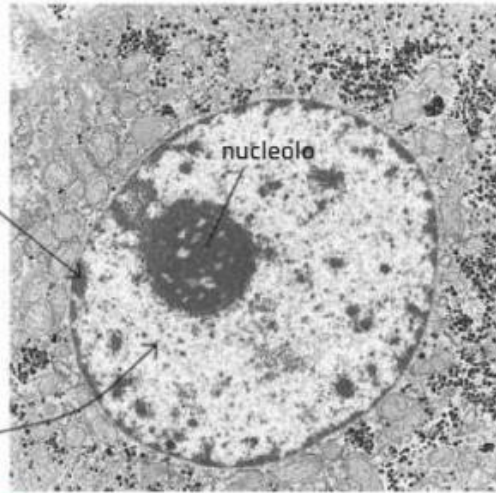


All'interno del nucleo sono presenti:

- diverse molecole di **DNA**
- **proteine** associate al DNA con cui formano un complesso fibroso (detto **cromatina**). Poco prima della divisione cellulare la cromatina si addensa in strutture compatte e facilmente visibili dette **cromosomi** (il numero cambia a seconda della specie)

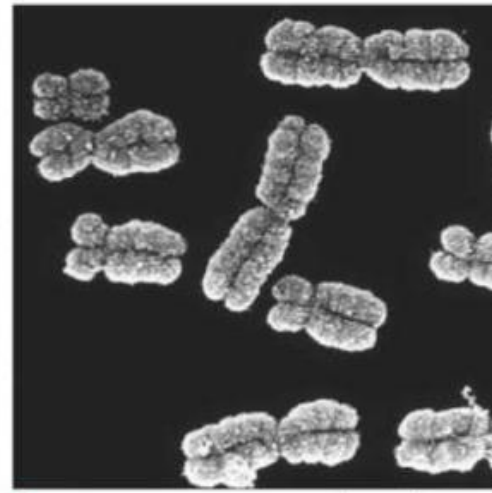
La cromatina densa (scura) vicina all'involucro nucleare è attaccata alla lamina nucleare.

La cromatina diffusa (chiara) è dispersa nel nucleo.



A

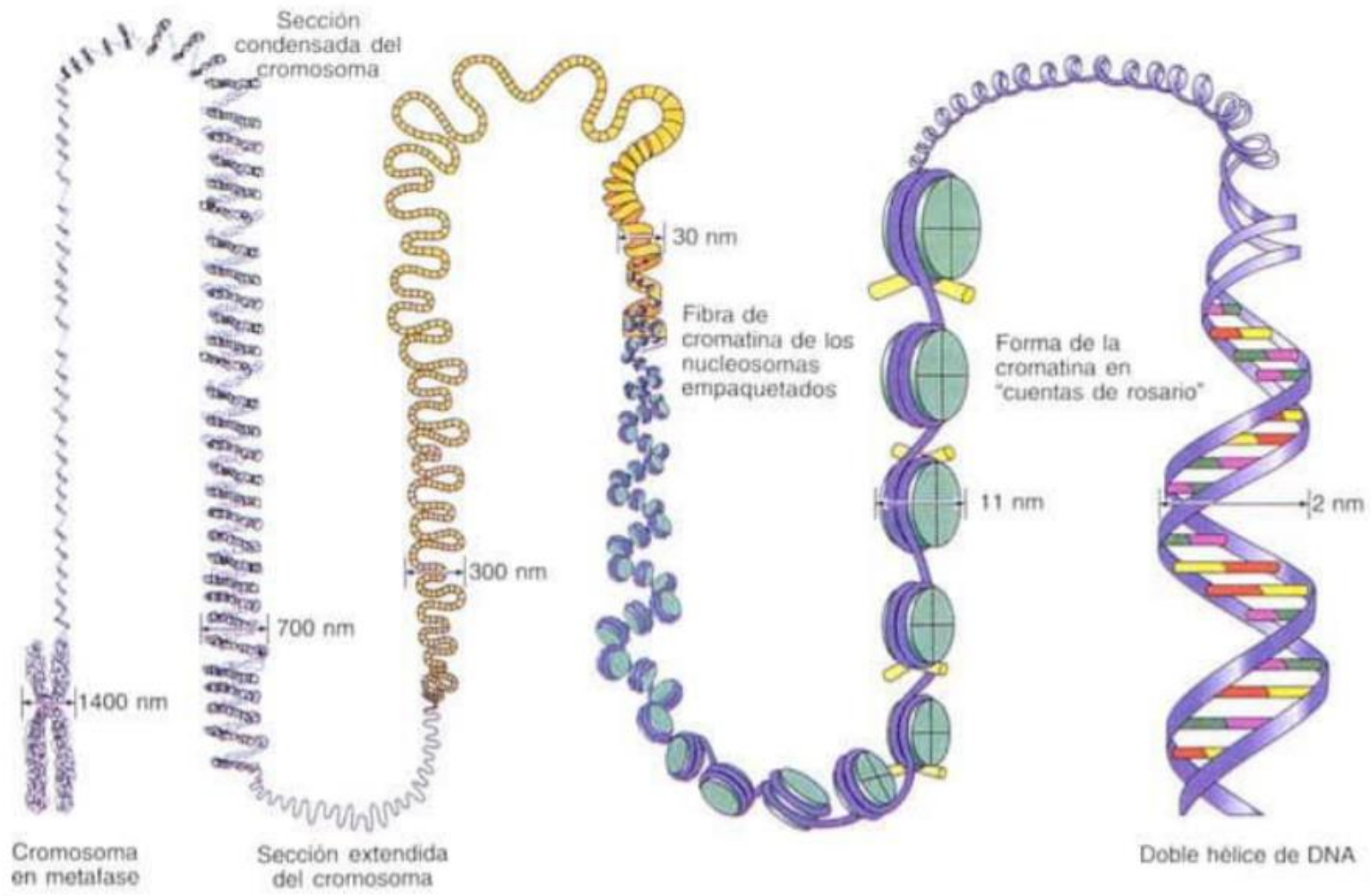
1 µm



B

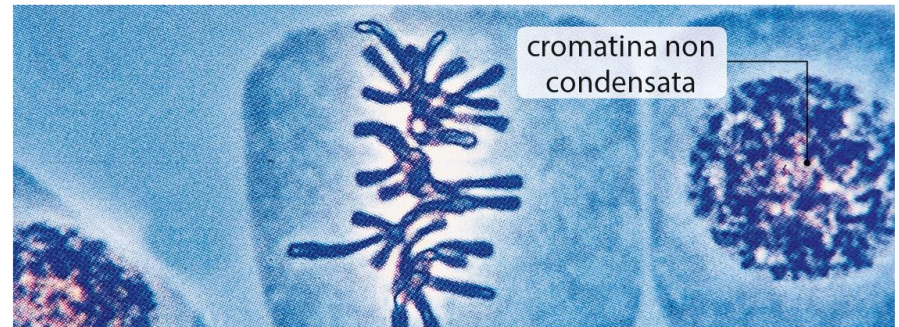
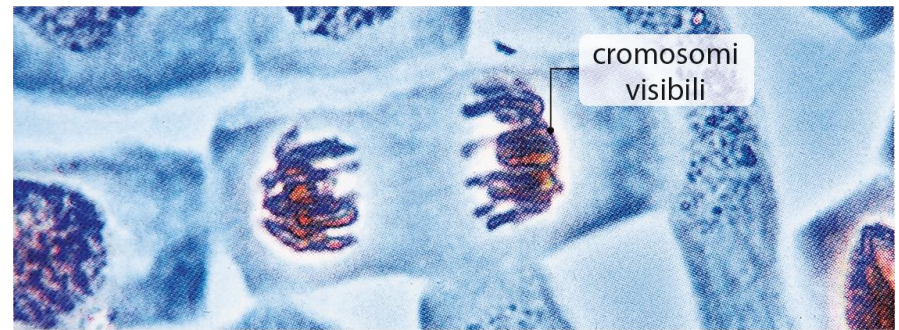
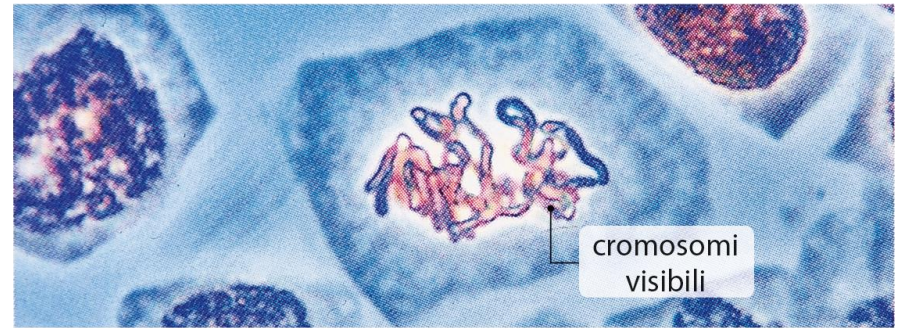
0,5 µm

Figura 4.10 La cromatina e i cromosomi (A) Quando una cellula non è in fase di divisione, il DNA nucleare si trova associato a proteine per formare la cromatina, che è dispersa in tutto il nucleo. (B) In una cellula che si sta dividendo, la cromatina è impacchettata in corpi densi chiamati cromosomi. Entrambe le foto sono state ottenute con il microscopio elettronico a trasmissione.



All'interno del nucleo è presente una massa intricata a cui è stato dato il nome di **cromatina**.

La cromatina in alcune fasi della riproduzione cellulare si condensa formando delle strutture a forma di bastoncino: i **cromosomi**.



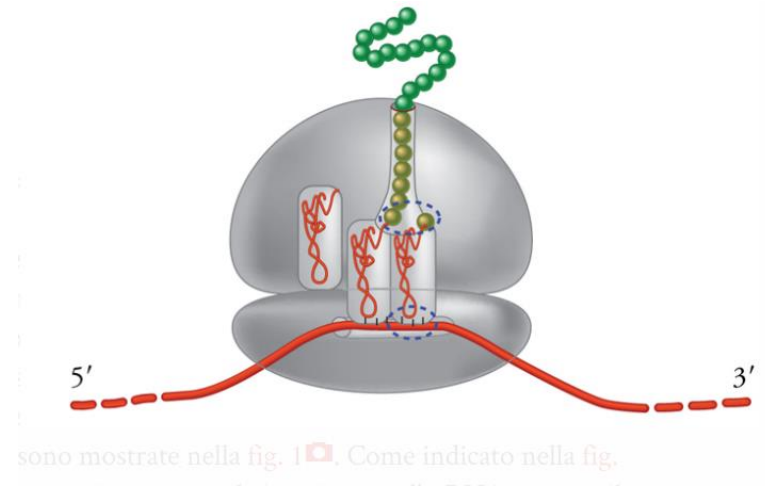
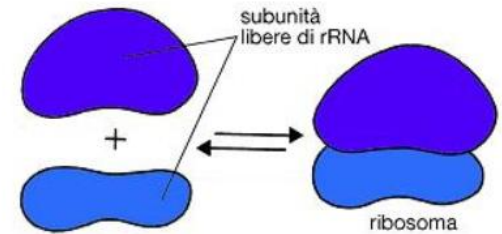
I ribosomi e la sintesi delle proteine

Nelle cellule eucariotiche possono trovarsi:

- liberi nel citoplasma,
- fissati alla superficie del reticolo endoplasmatico,
- nei mitocondri e cloroplasti.

I ribosomi sono composti da due subunità di dimensioni diverse; i ribosomi eucariotici però sono più grandi e più ricchi di RNA di quelli procariotici.

I ribosomi sono composti da un tipo speciale di RNA, detto RNA ribosomiale (rRNA), al quale sono legate oltre 50 molecole proteiche diverse; essi vengono assemblati nel nucleo e passano nel citoplasma attraverso i pori nucleari.

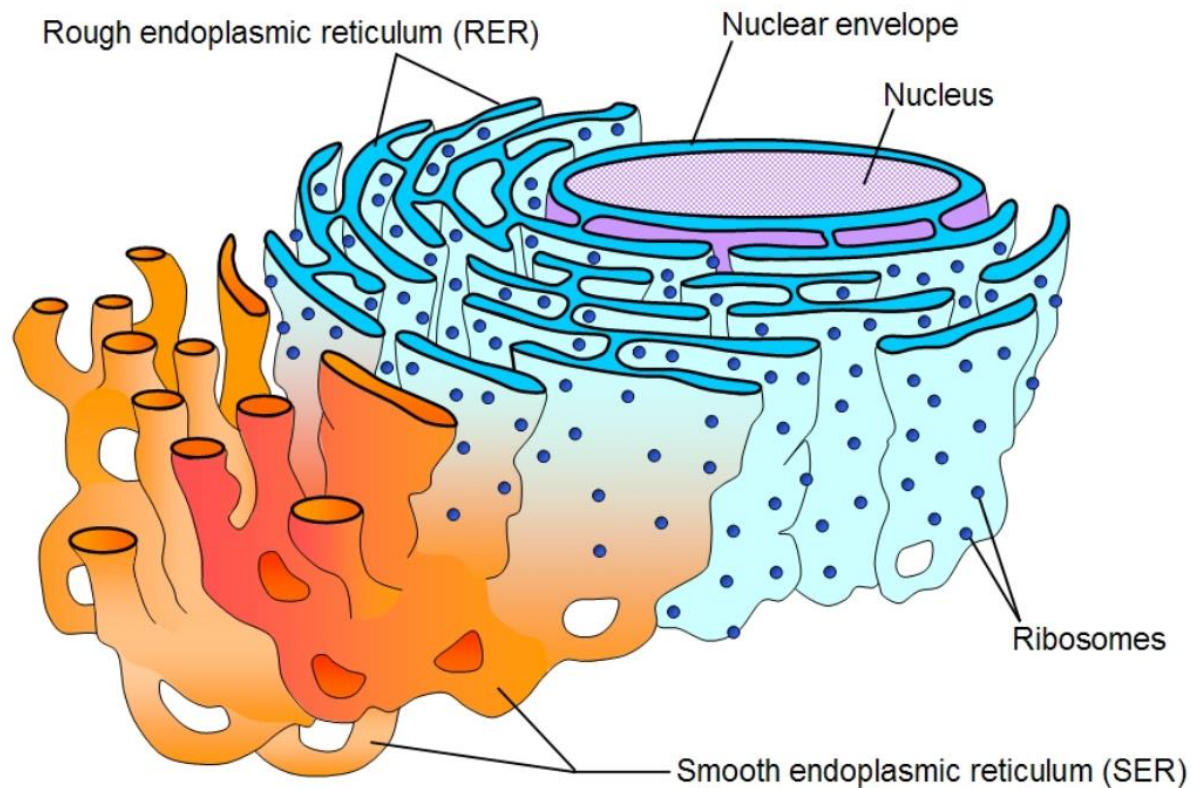


Il reticolo endoplasmatico ruvido

Il reticolo endoplasmatico (RE) è un organulo presente nel citoplasma costituito da tubuli e sacchetti appiattiti.

reticolo endoplasmatico liscio (REL)

reticolo endoplasmatico ruvido (RER)



Il reticolo endoplasmatico ruvido

1. sintetizza membrane e proteine;
2. tiene separate dal citoplasma le proteine appena sintetizzate e le modifica dal punto di vista chimico;
3. sintesi delle proteine di secrezione destinate a svolgere la loro funzione fuori dal citosol;
4. produce anche proteine destinate ad altri organuli, per esempio all'apparato di Golgi;
5. cambiamenti chimici che ne modificano la funzione e la destinazione finale (es. glicoproteine).

Man mano che vengono sintetizzate, queste proteine entrano nel lume del RER dove vanno incontro a una serie di modifiche, come il ripiegamento nella struttura terziaria.

Il reticolo endoplasmatico liscio

Il reticolo endoplasmatico liscio (REL) è privo di ribosomi e ha una struttura più tubolare del RER, con il quale comunica.

Le sue funzioni sono:

1. è la sede della sintesi dei lipidi;
2. è responsabile della trasformazione chimica di sostanze tossiche, farmaci e pesticidi;
3. nelle cellule animali, è la sede in cui avviene l'idrolisi del glicogeno per produrre glucosio;
4. ha il compito di immagazzinare ioni calcio.

L'apparato di Golgi

L'apparato di Golgi (Camillo Golgi, premio Nobel per la Medicina nel 1906) varia da specie a specie; appare come un insieme di sacchetti impilati NON COMUNICANTI gli uni sugli altri e di piccole vescicole circondate da una membrana.

L'apparato di Golgi svolge varie funzioni:

- riceve le proteine dal RER e le elabora ulteriormente;
- concentra, confeziona e smista le proteine destinate a funzioni dentro o fuori la cellula;
- sintetizza i polisaccaridi per la parete delle cellule vegetali.

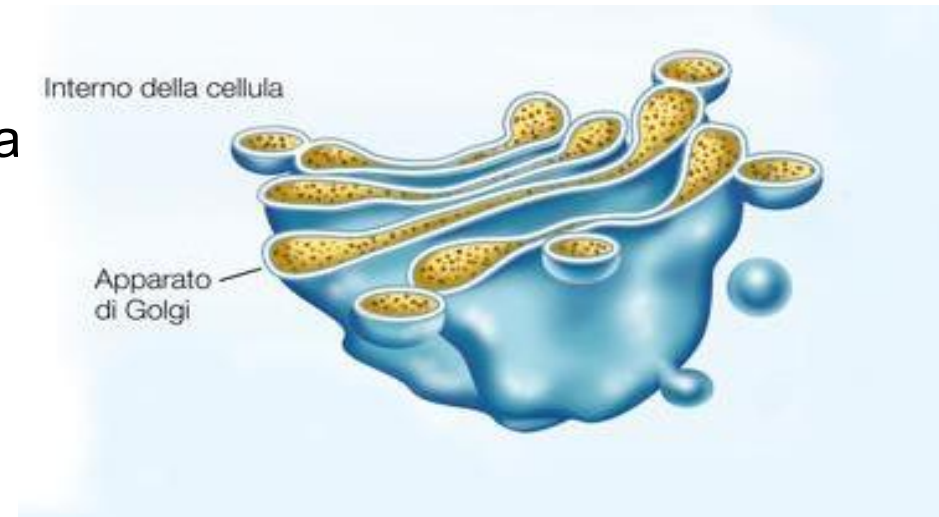
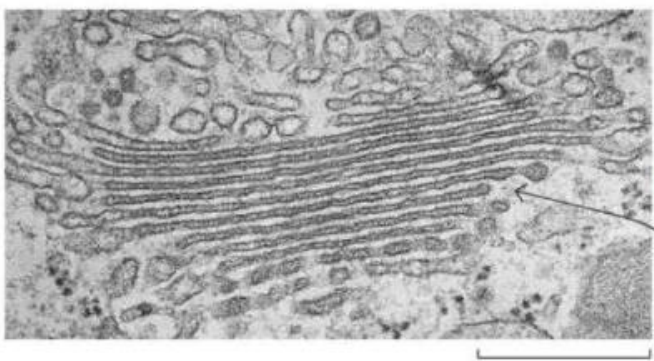
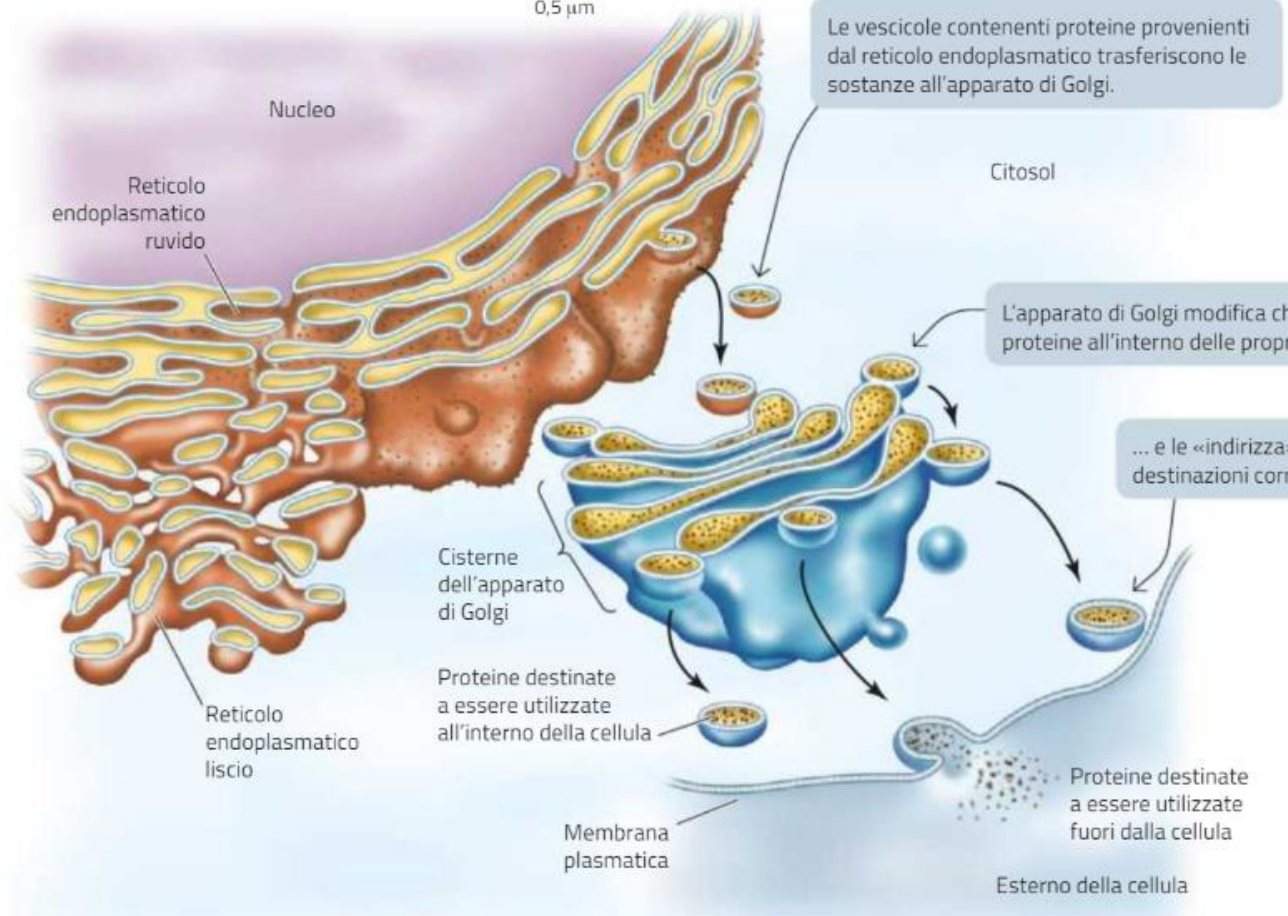


Figura 4.13 L'apparato di Golgi L'apparato di Golgi modifica le proteine provenienti dal RE e le «indirizza» verso la corretta destinazione all'interno o all'esterno della cellula.

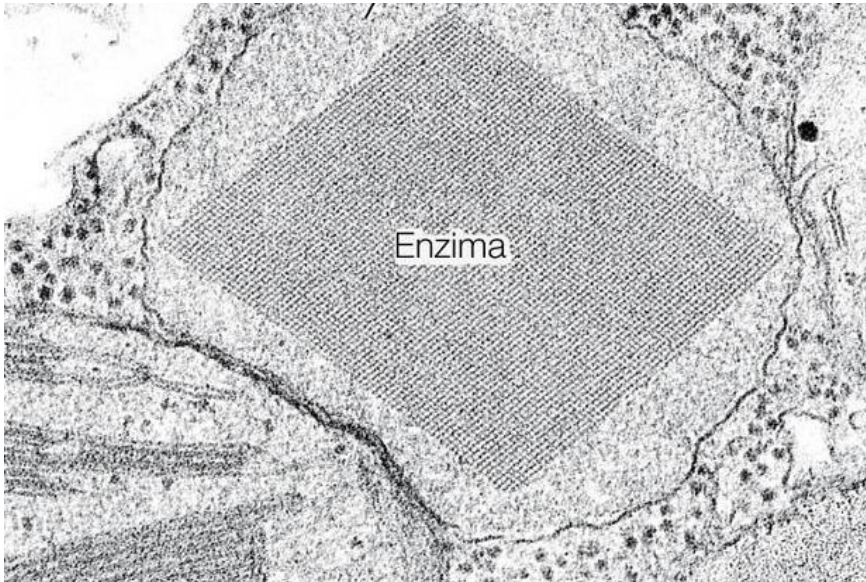


L'apparato di Golgi elabora e impacchetta le proteine.

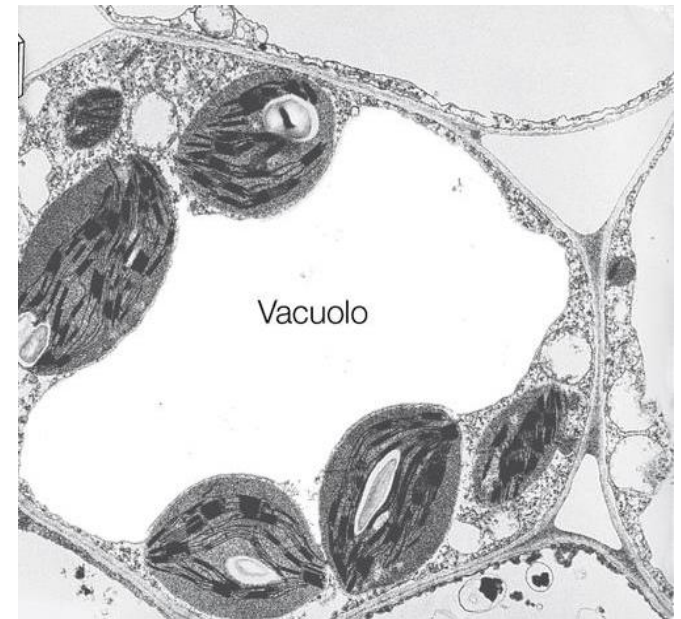


Organuli per la demolizione

Perossisoma



Vacuolo



I perossisomi

Piccoli organuli, con un interno granulare contenente speciali enzimi capaci di demolire i **perossidi tossici** (come l'acqua ossigenata o perossido di idrogeno, H_2O_2) che si formano come sottoprodotto di alcune reazioni chimiche cellulari.

I vacuoli

Molte cellule eucariotiche, soprattutto quelle di piante e protisti, contengono anche vacuoli circondati da una membrana e pieni di soluzioni acquose contenenti molte sostanze disciolte.

FUNZIONI VACUOLO:

- **Accumulo** di sottoprodotti tossici e di prodotti di scarto;
- **Sostegno** (90% del volume cellulare);
- **Riproduzione** (accumulano i pigmenti blu e rosa dei petali che favoriscono l'impollinazione);
- **Digestione** delle proteine del seme scindendole in monomeri utilizzabili come alimento dall'embrione in via di sviluppo.

Organuli che trasformano l'energia

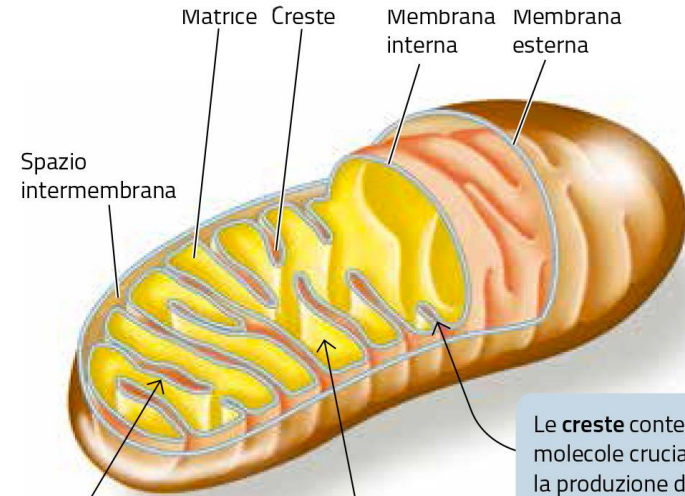
Cloroplasto



Membrana interna
Membrana esterna
Tilacoide
Stroma
Grano (pila di tilacoidi)

Le membrane dei **tilacoidi** sono interconnesse tra loro e costituiscono i siti dove l'energia luminosa viene captata dal pigmento verde clorofilla.

Mitocondrio



Matrice
Creste
Membrana interna
Membrana esterna
Spazio intermembrana

Le **creste** contengono molecole cruciali per la produzione di ATP a partire da altre molecole.

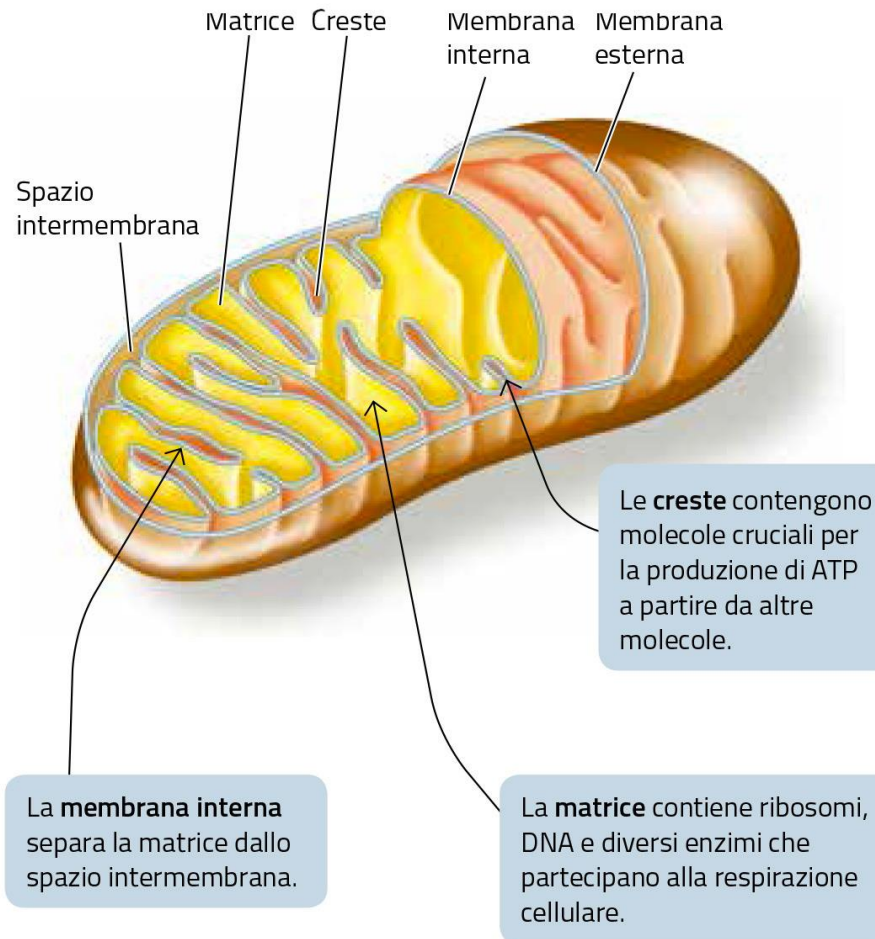
La **membrana interna** separa la matrice dallo spazio intermembrana.

La **matrice** contiene ribosomi, DNA e diversi enzimi che partecipano alla respirazione cellulare.

Mitocondri

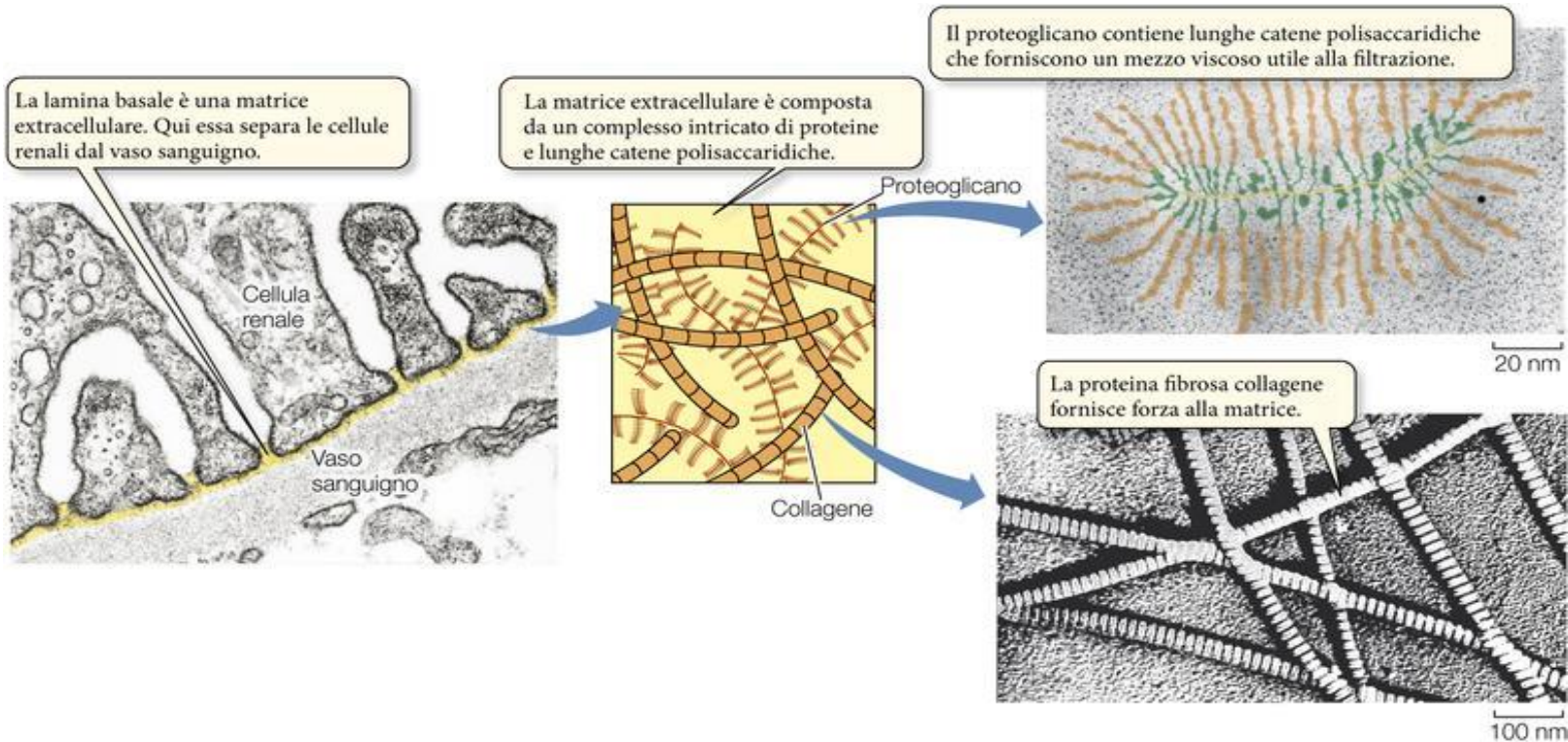
I mitocondri sono organuli in cui avviene la demolizione del glucosio (processo già iniziato nel citoplasma) e l'energia che ne deriva è utilizzata per produrre molecole di ATP (adenosintrifosfato).

La produzione di ATP nei mitocondri si chiama respirazione cellulare e richiede il consumo di ossigeno molecolare.



Le strutture extracellulari

Matrice extracellulare



Le strutture extracellulari sono responsabili della protezione contro le infezioni, del sostegno e del fissaggio delle cellule.