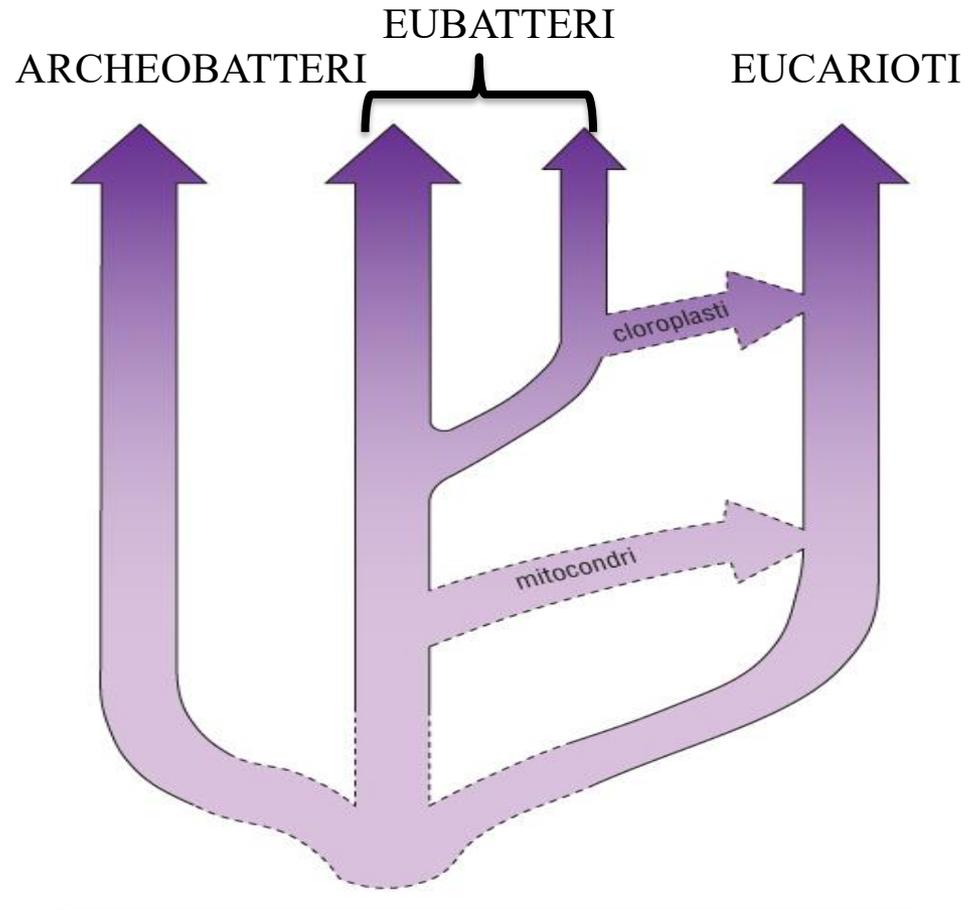


Esseri Viventi

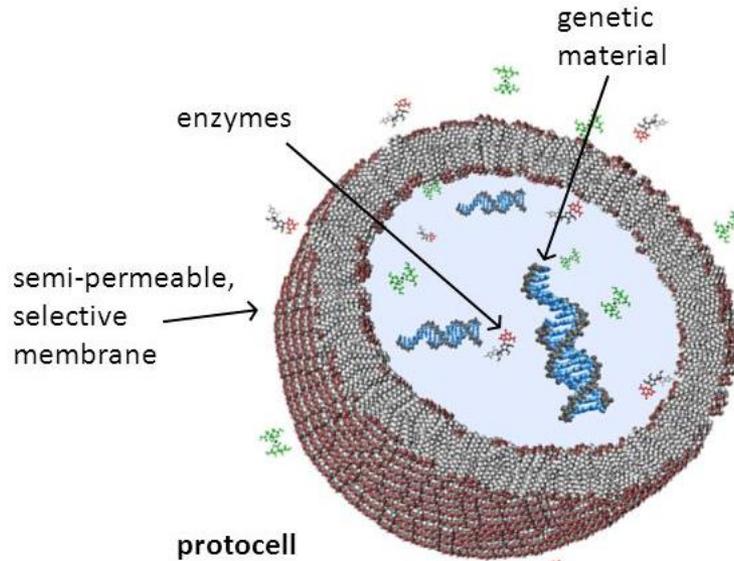
- Automantenimento
- Riproduzione
- Evoluzione

Esseri Viventi

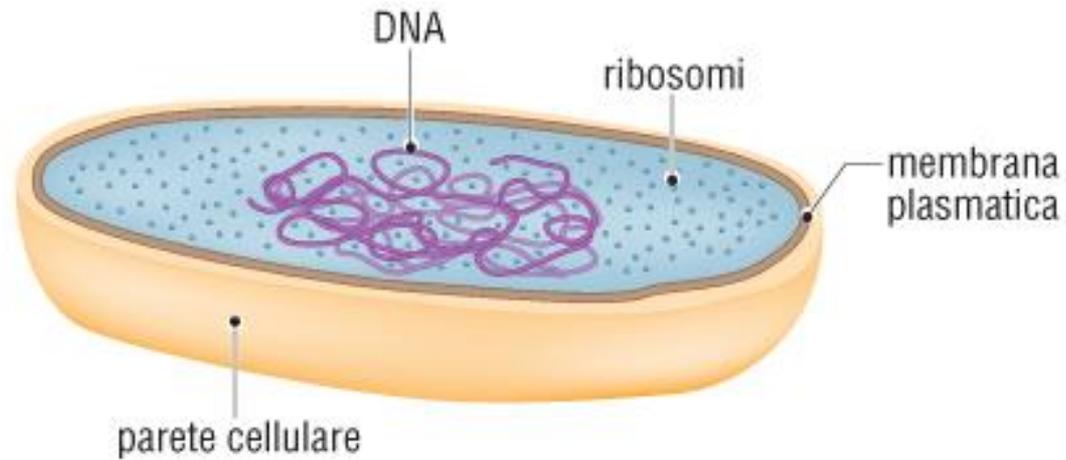


CELLULA

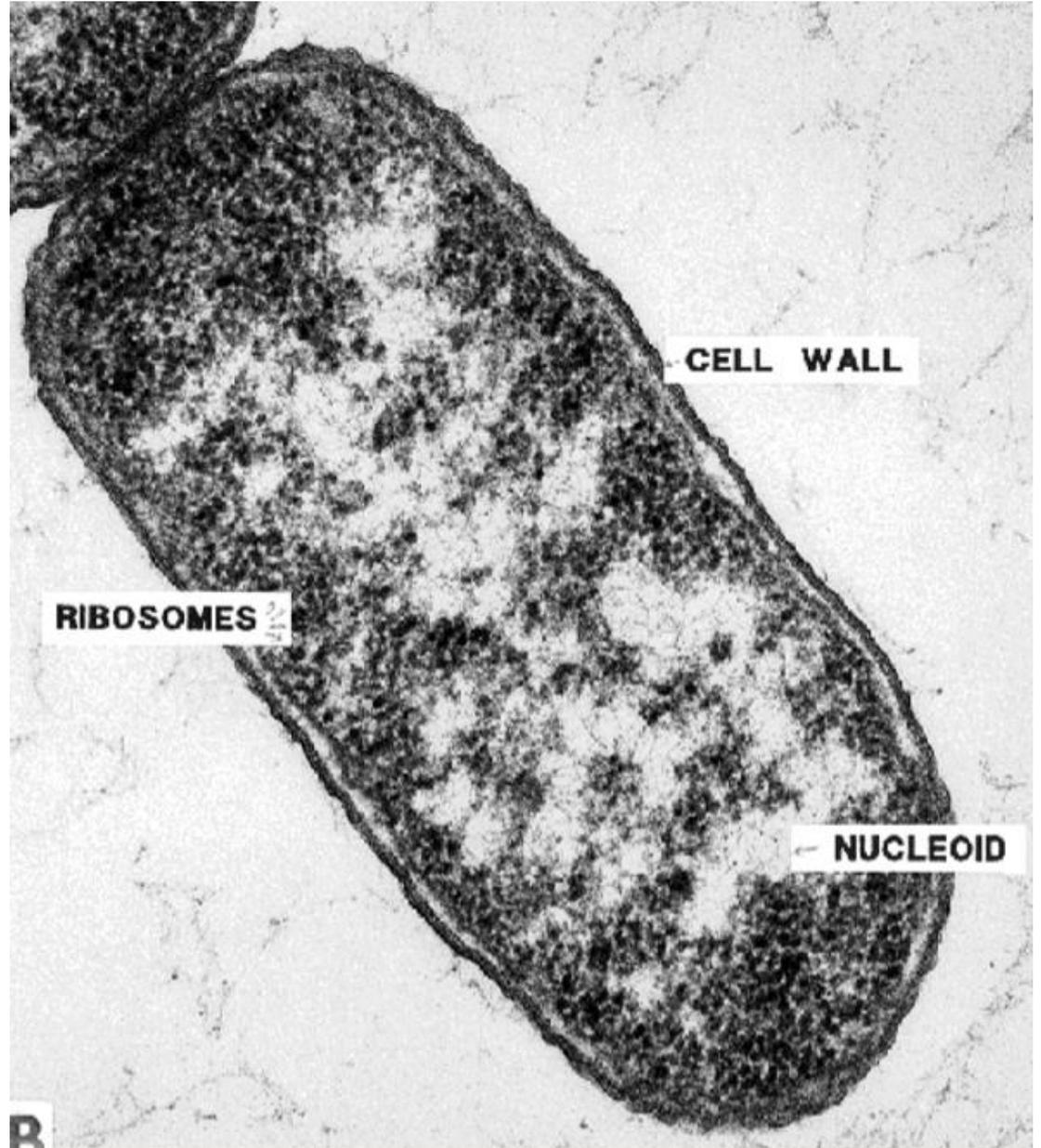
unità fondamentale di tutti i viventi



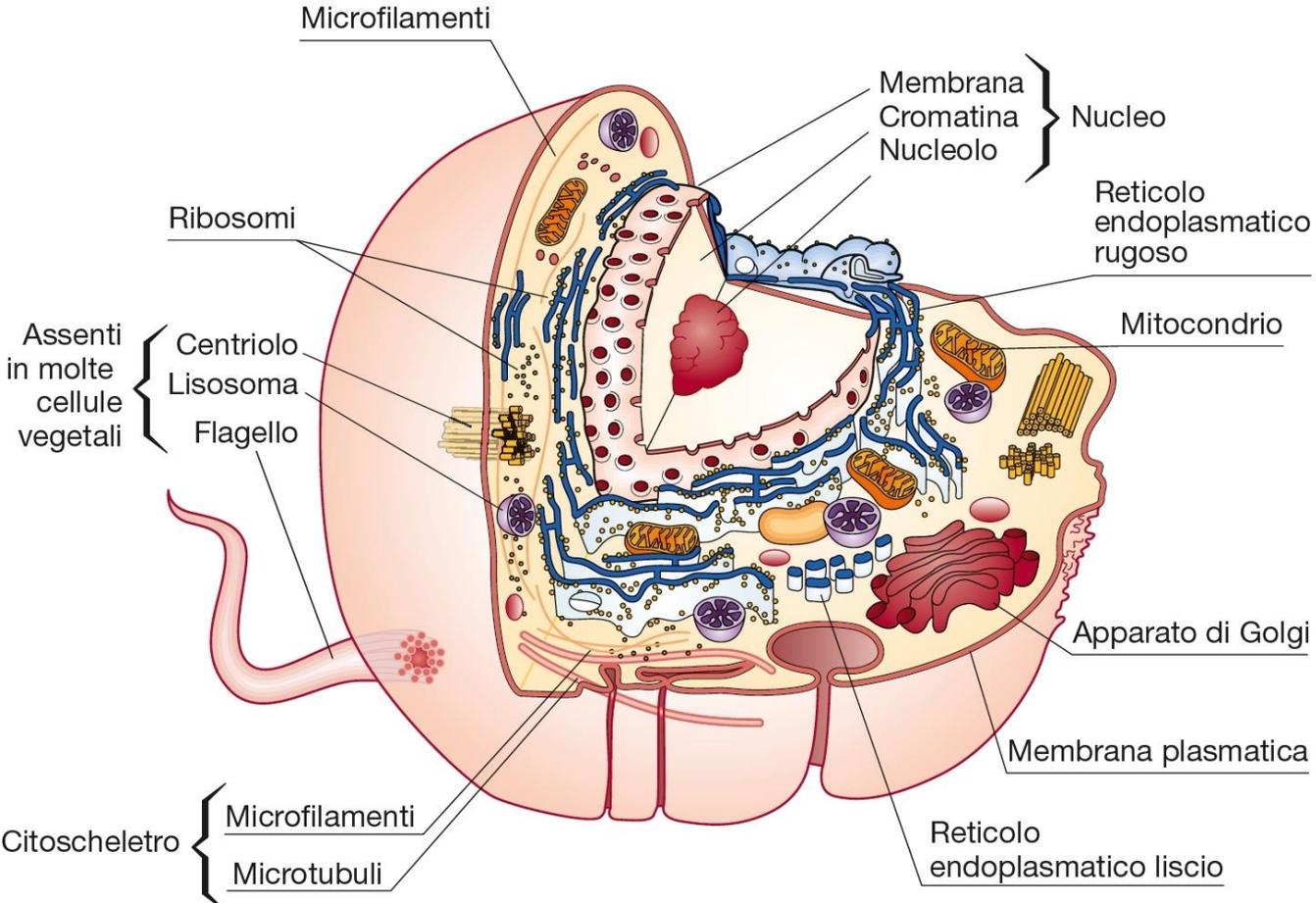
CELLULE PROCARIOTE vs. EUCARIOTE



CELLULE PROCARIOTE



CELLULE PROCARIOTE vs. EUCARIOTE



CELLULE EUCARIOTE

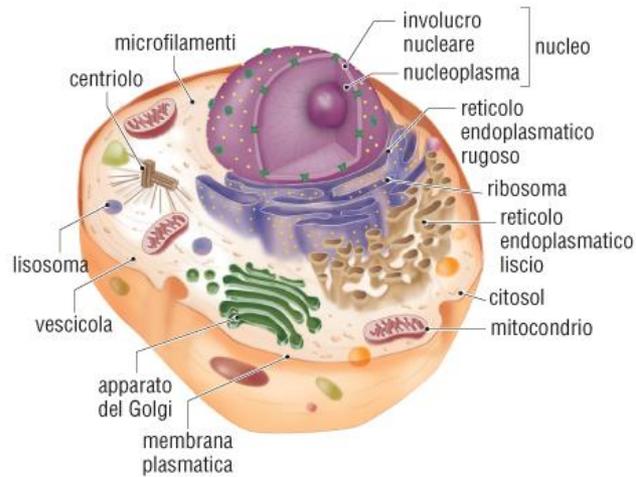


FIGURA 3.10 Struttura generale della cellula eucariotica animale e dei suoi compartimenti intracellulari delimitati da membrana.

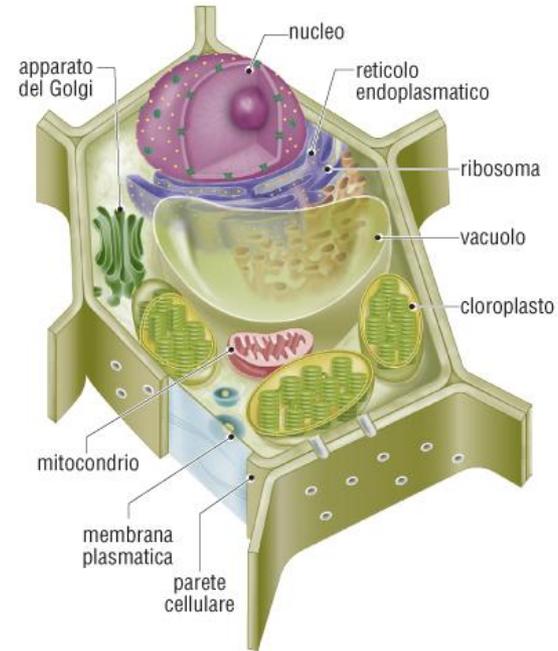
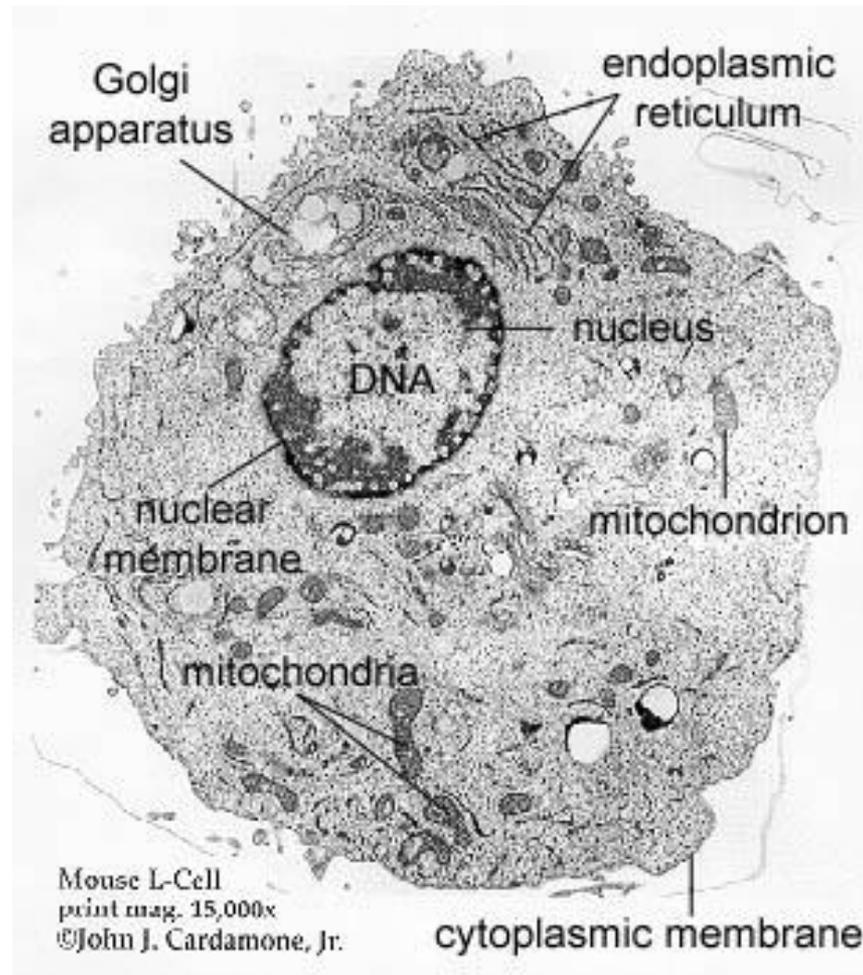
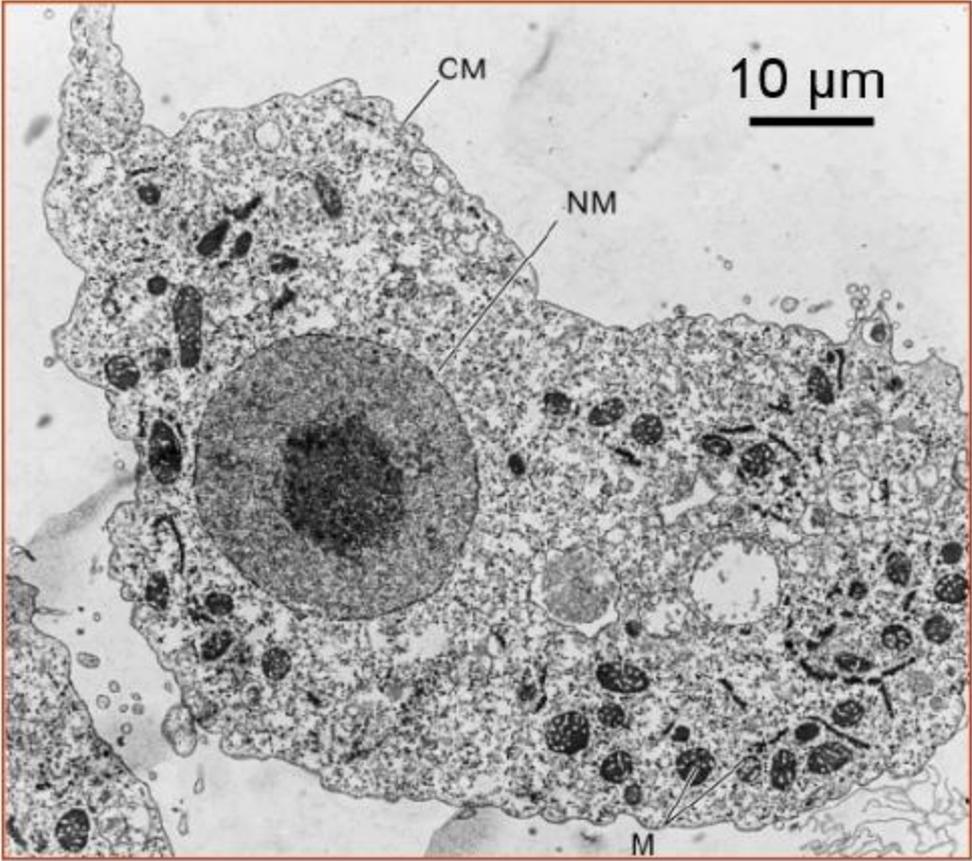
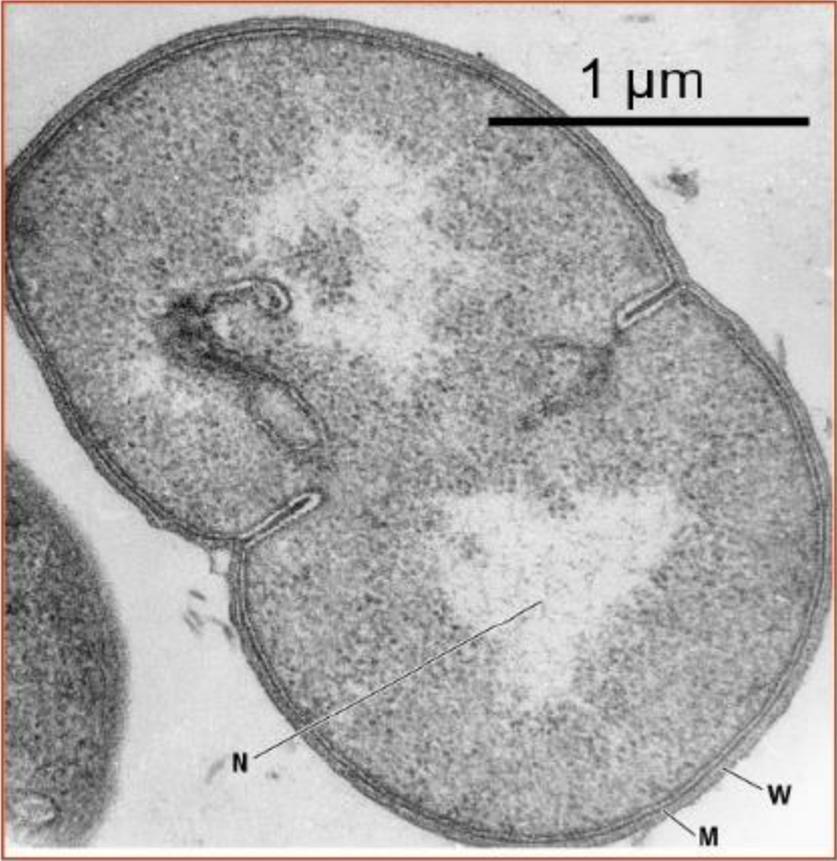


FIGURA 3.11 Struttura generale della cellula eucariotica vegetale.

CELLULE EUCARIOTE



CELLULE PROCARIOTE vs. EUCARIOTE

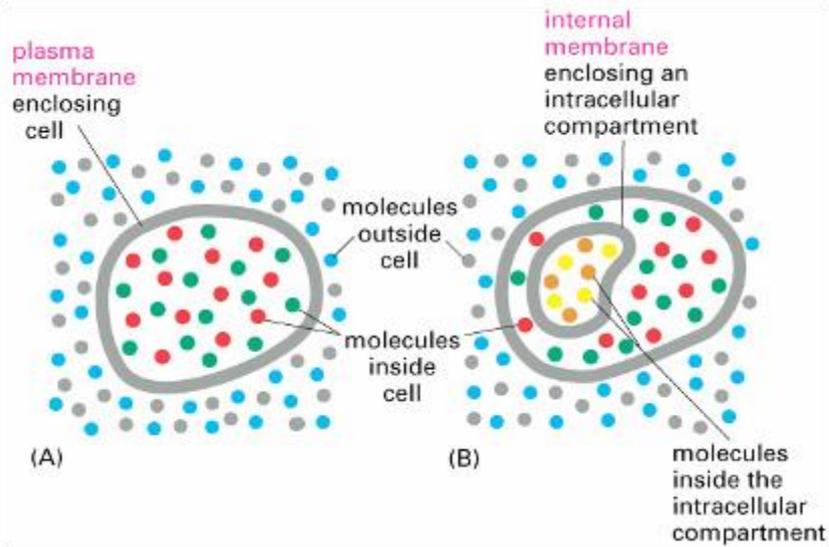


CELLULE PROCARIOTE *vs.* EUCARIOTE

Principali caratteri distintivi tra domini della vita

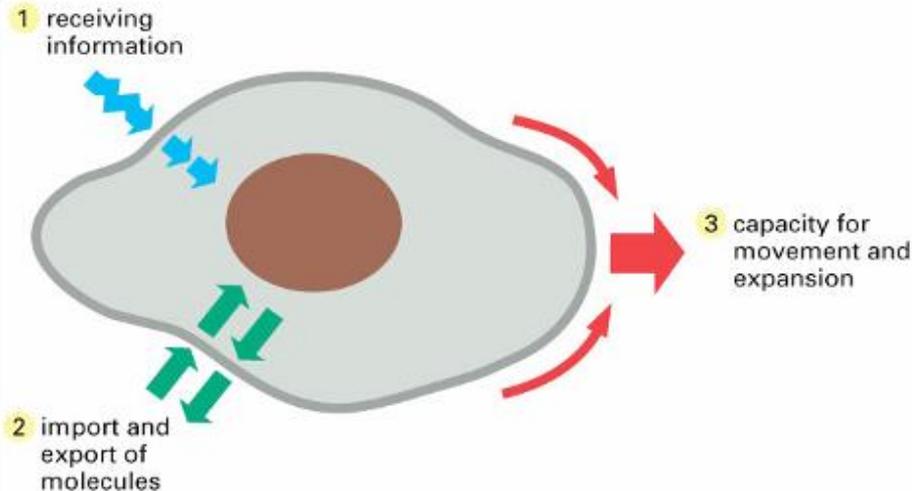
| | Bacteria | Archaea | Eucarya |
|------------------------------------|----------|---------|---------|
| Membrana nucleare | NO | NO | SI |
| Mitocondri | NO | NO | SI |
| Cloroplasti | NO | NO | SI* |
| Dimensione dei ribosomi | 70S | 70S | 80S |
| Riproduzione sessuata | NO | NO | SI |
| Parete cellulare di peptidoglicano | SI* | NO | NO |

La Membrana Cellulare



Membrana plasmatica circonda tutte le cellule.

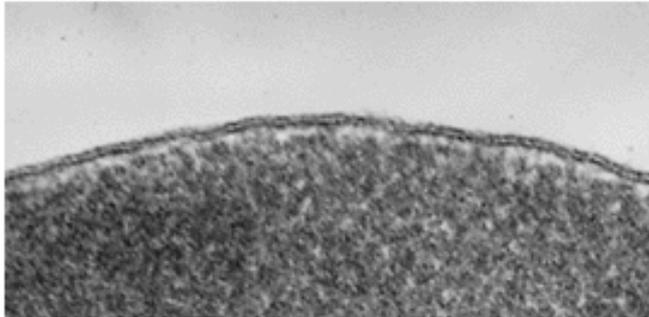
- Confine cellulare
- Selettivamente permeabile
- Controlla il flusso di nutrienti
- Composta da fosfolipidi e proteine
- Compartimenti interni
- Fusione



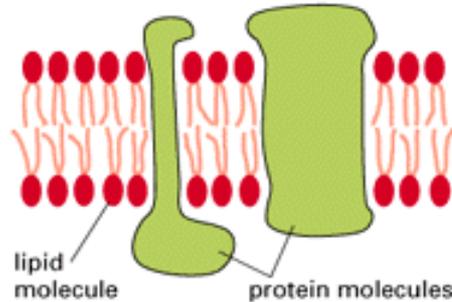
Coinvolta anche in:

- Comunicazione cell-cell
- Trasporto di macromolecole
- Crescita cellulare e movimento

Film sottile di **lipidi** e **proteine** tenute unite da interazioni non covalenti

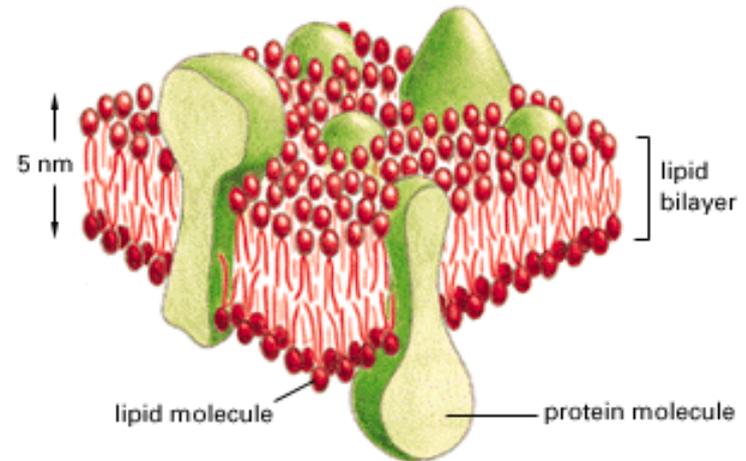


(A)



(B)

mosaico fluido bidimensionale



(C)

10 nm

In acqua le interazioni delle code idrofobiche e delle teste idrofiliche generano un doppio strato fosfolipidico.

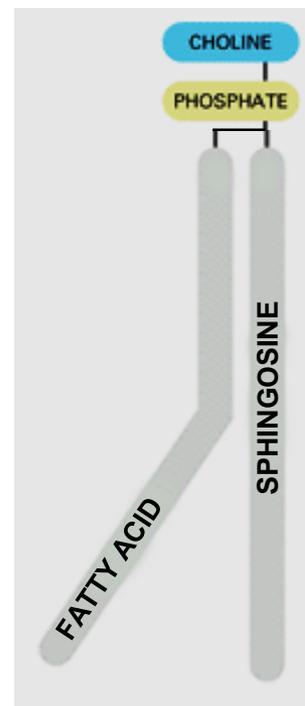
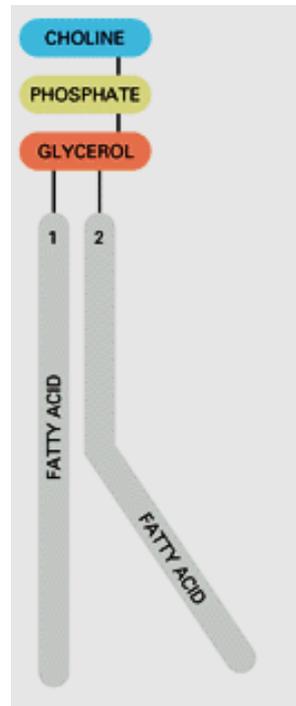
Le teste sono dirette verso l'esterno, dove interagiscono con l'acqua che le circonda. Le code sono rivolte verso l'interno.

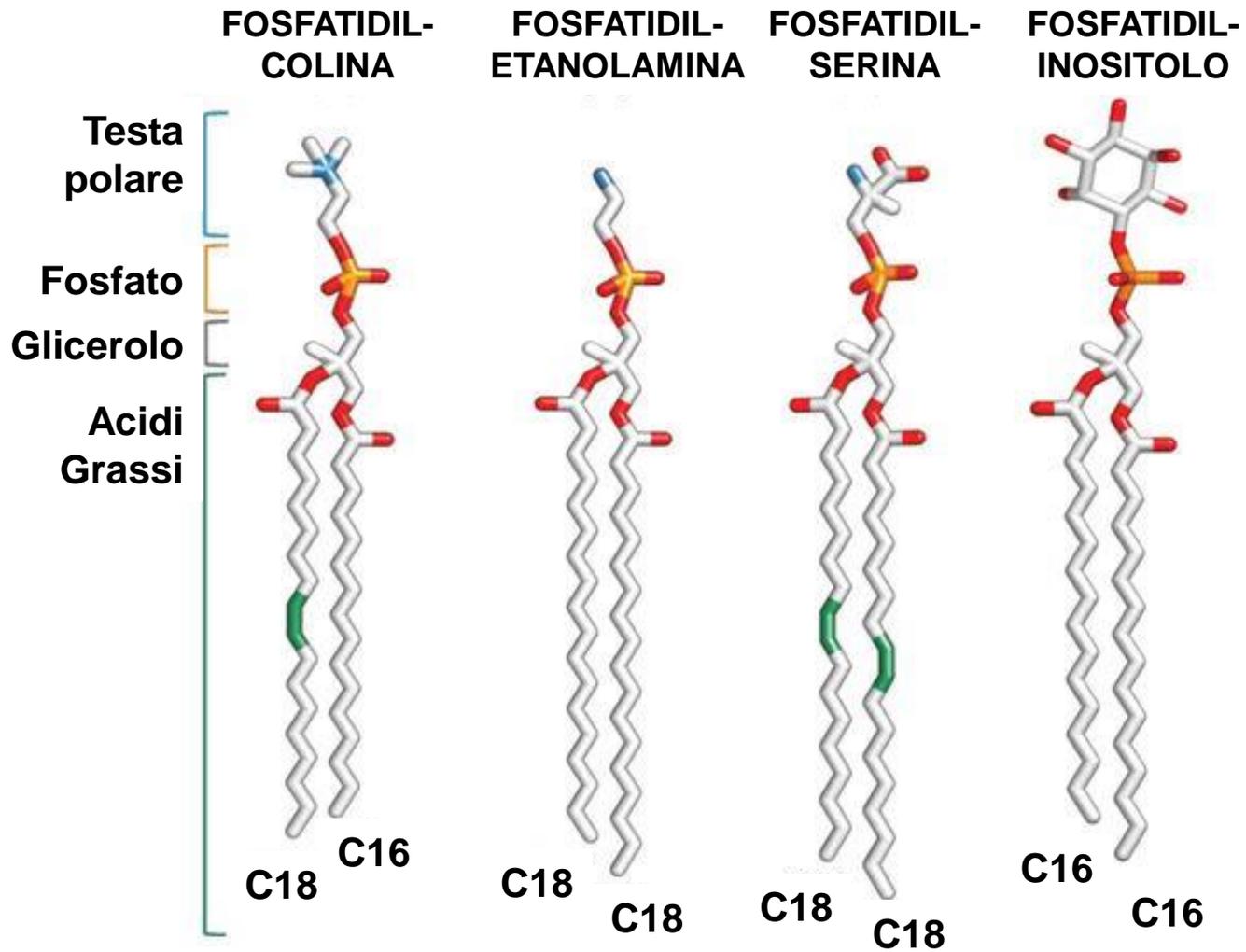
Lipidi: 50% della massa della membrana

DIVERSI TIPI DI LIPIDI DI MEMBRANA

a) **fosfogliceridi** derivati dal glicerolo

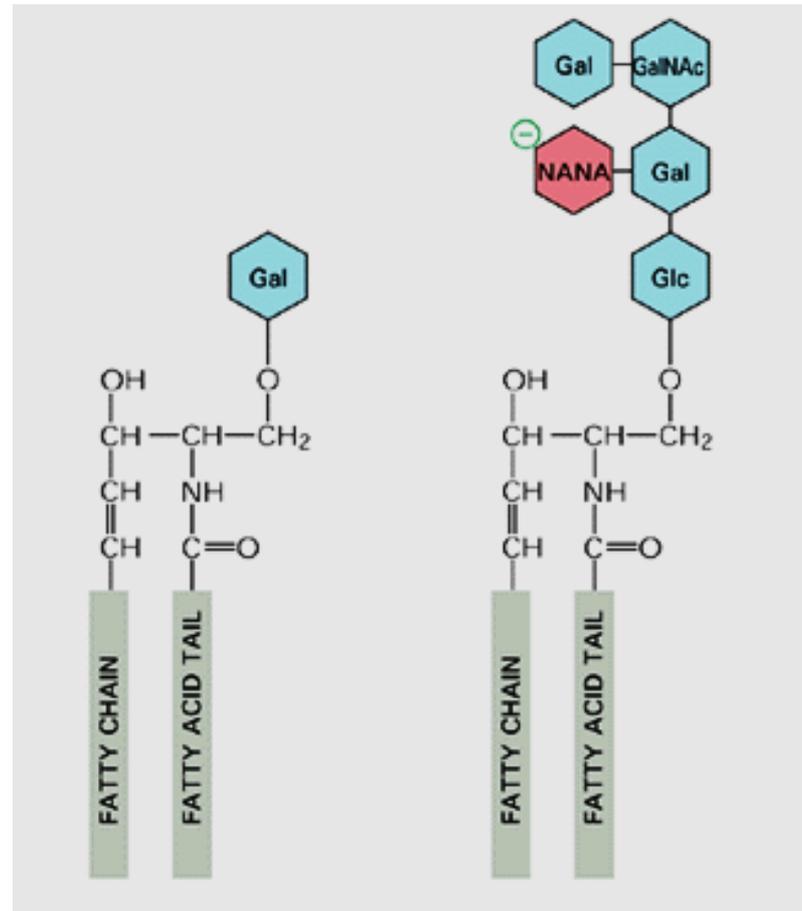
b) **sfingolipidi** derivati dalla sfingosina





Glicolipidi: i lipidi possono essere modificati dall'aggiunta di carboidrati. I più comuni sono i **cerebrosidi** ed i **gangliosidi**.

Abbondanti in membrane cellule nervose (40%)



La composizione del doppio strato lipidico differisce a seconda del tipo cellulare e del tipo di membrana

| Lipidi | Eritrocita umano | Mielina | Mitocondrio | Batteri |
|------------------------|------------------|---------|-------------|---------|
| Fosfatidil colina | 19 | 10 | 45 | 0 |
| Fosfatidil etanolamina | 18 | 20 | 24 | 65 |
| Fosfatidil inositolo | 1 | 1 | 6 | 0 |
| Fosfatidil serina | 8 | 8 | 1 | 0 |
| Sfingomieline | 17,5 | 8,5 | 3 | 0 |
| Glicolipidi | 10 | 26 | 0 | 0 |
| Colesterolo | 25 | 26 | 3 | 0 |

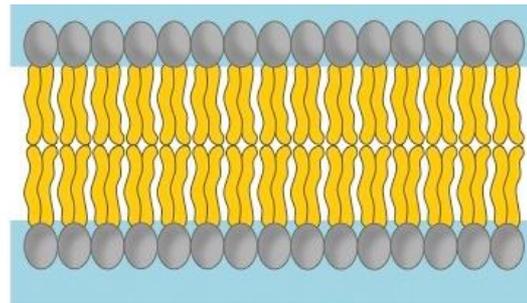
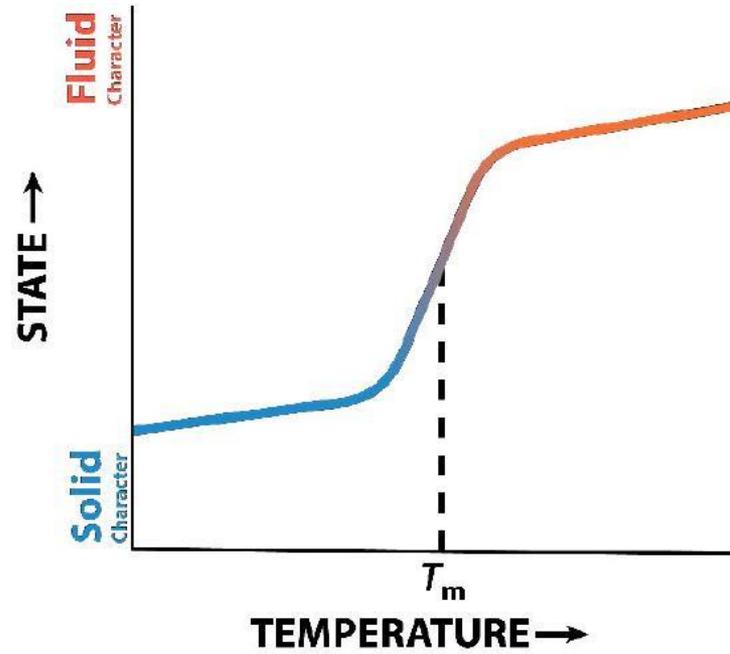
MOSAICO FLUIDO

La fluidità del doppio strato lipidico dipende da:

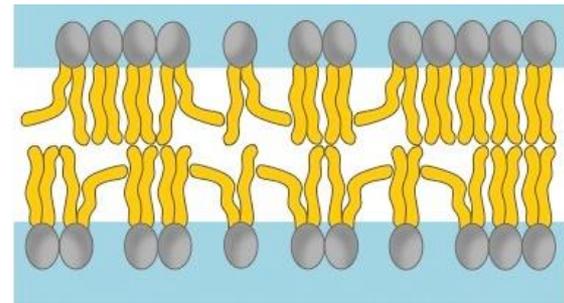
- temperatura
- composizione in lipidi
 - lunghezza delle catene di acidi grassi
 - presenza di doppi legami

Temperatura di fusione (T_m): temperatura a cui il doppio strato si gelifica (congela) se raffreddato o diventa fluido (fonde) se riscaldato.

Fluidità: Temperatura



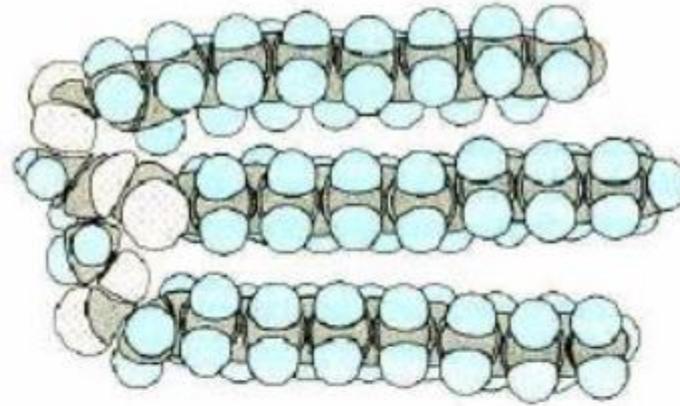
SOLID



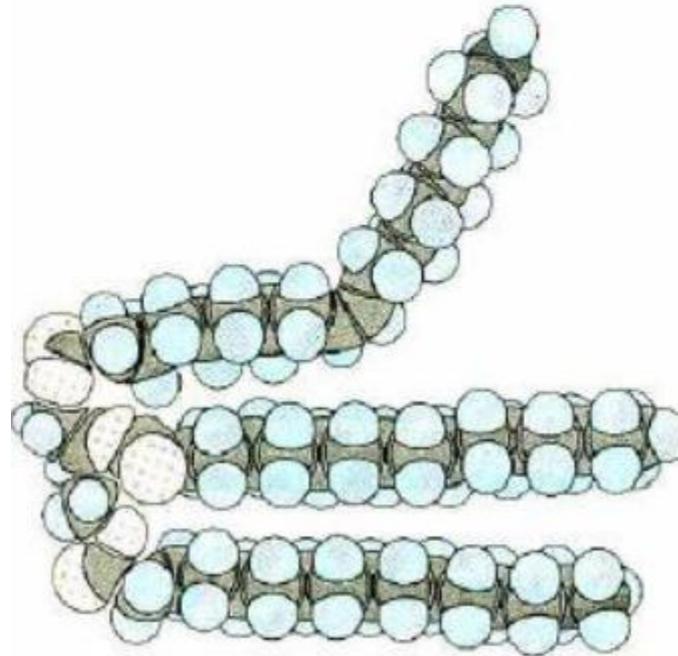
FLUID

Fluidità:

Composizione
della membrana

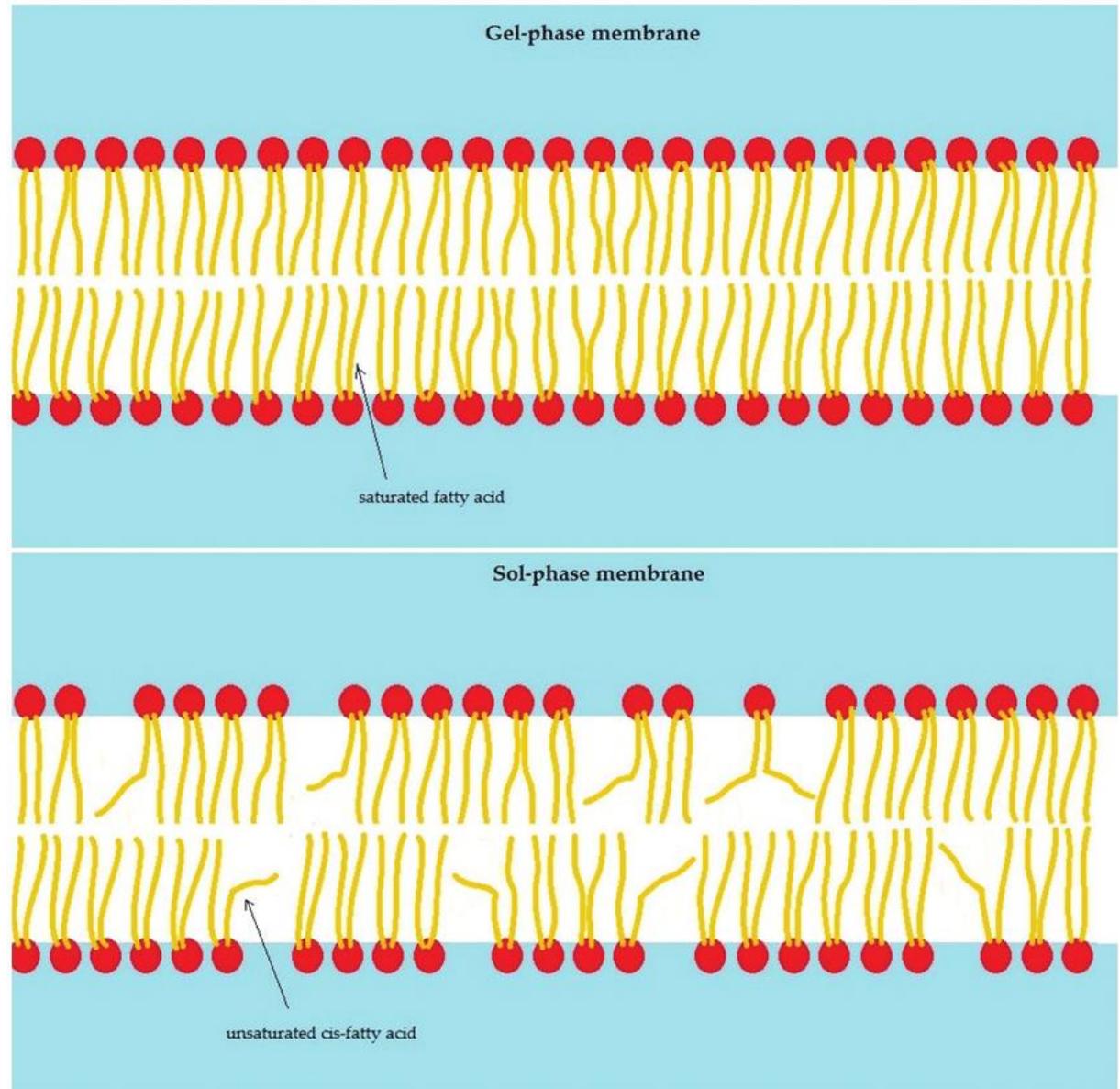


Ac. saturi



Ac. insaturi

Fluidità: Composizione della membrana



Fluidità:

Composizione della membrana

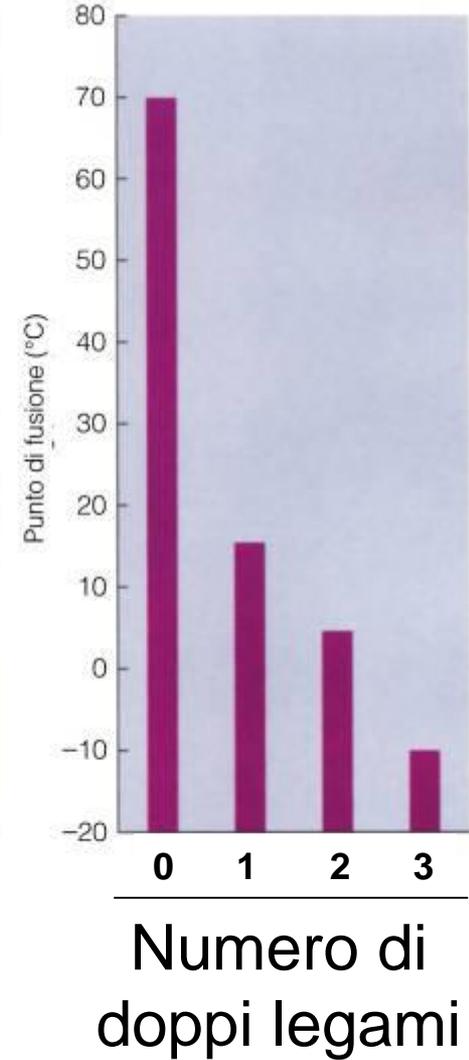
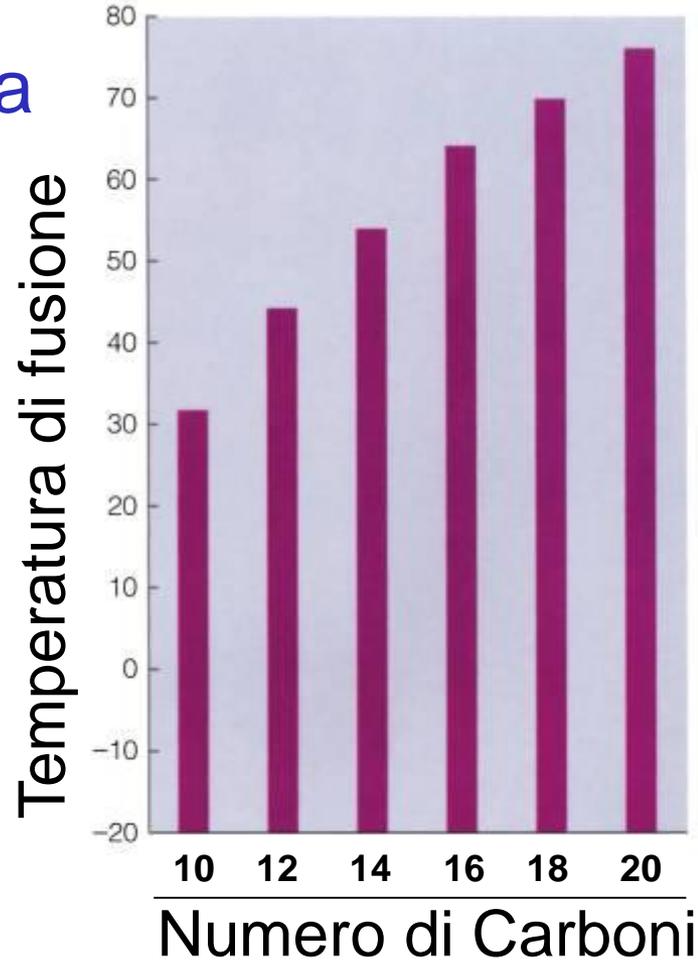
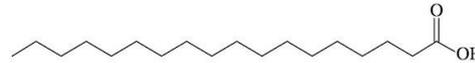


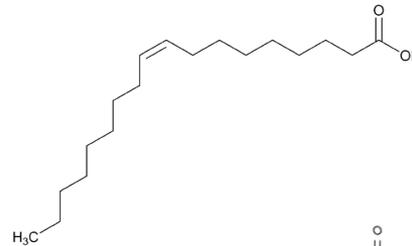
Figura 7-13

0) Ac. Stearico



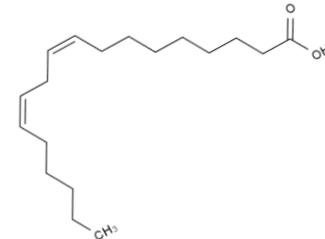
Tm = 70C

1) Ac. Oleico

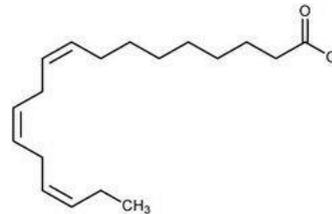


Tm = 16C

2) Ac. Linoleico



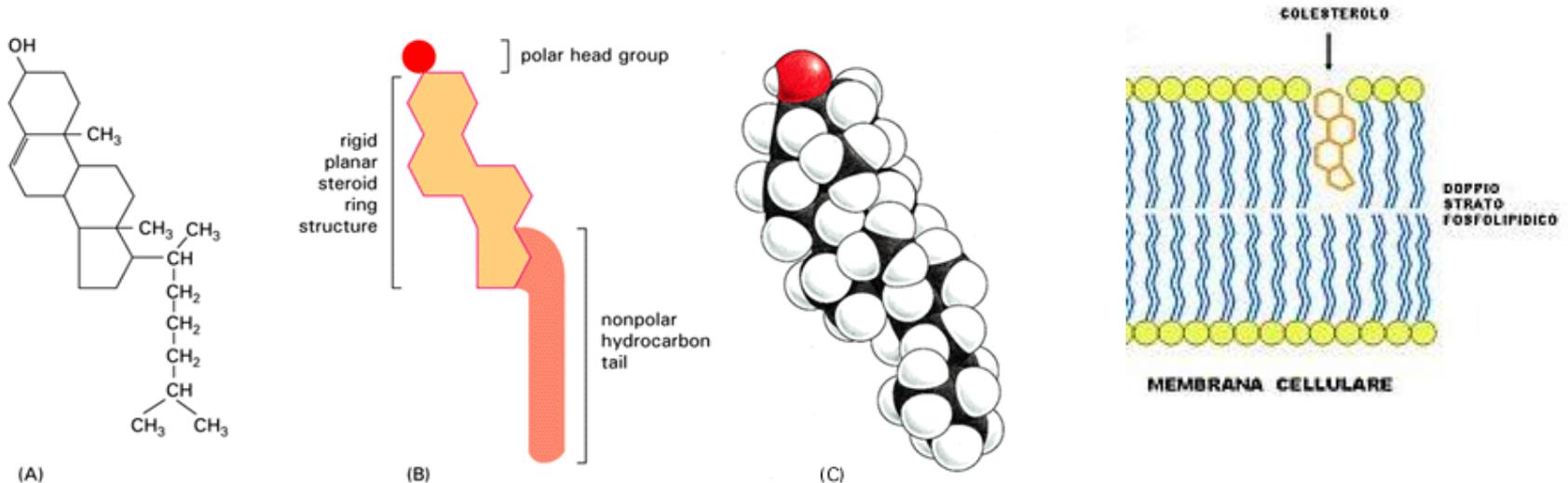
3) Ac. Linolenico



Steroli: **colesterolo**, tampone di fluidità

Interagisce con le catene degli acidi grassi, facendone **diminuire la fluidità**

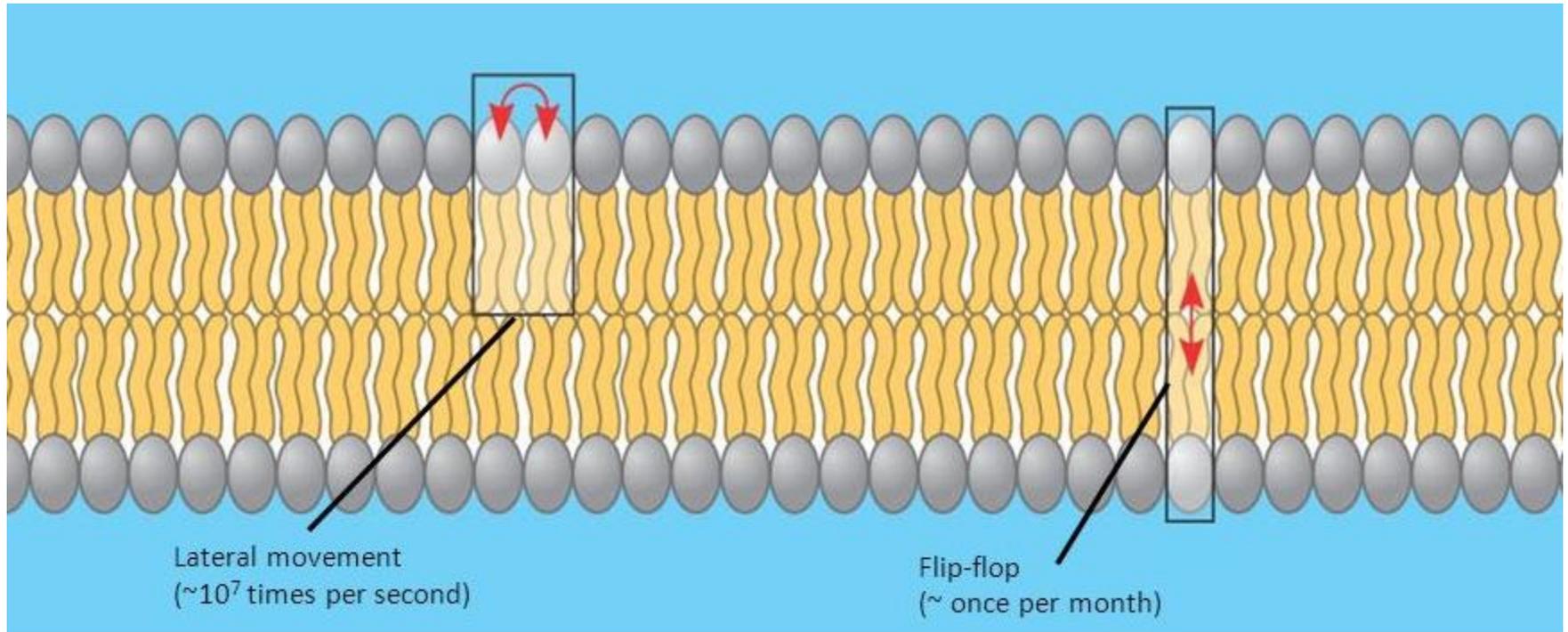
Impedisce anche alle catene di interagire troppo e di **crystallizzare**, quindi inibisce transizioni di fase.



Fluidità:

Movimento laterale

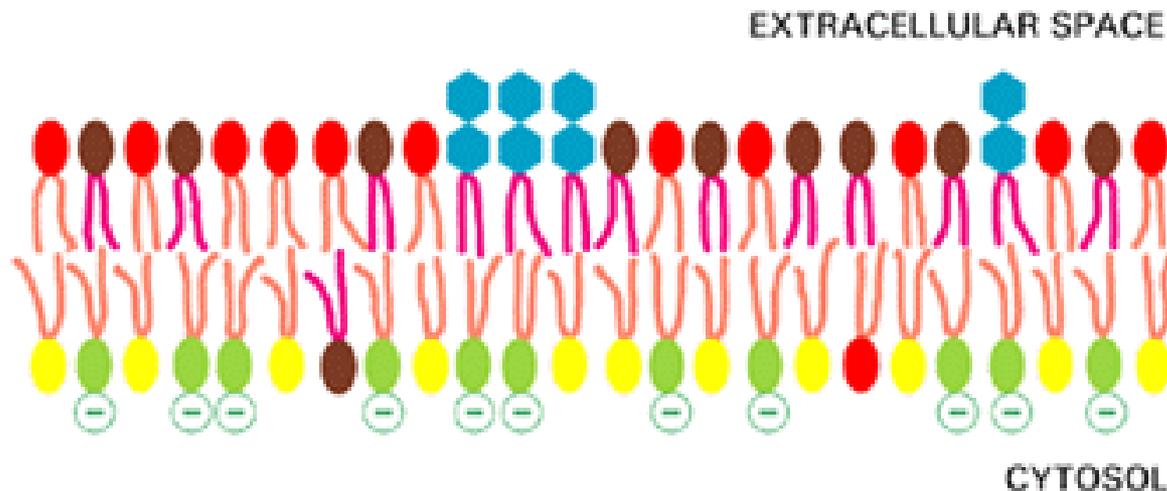
Flip Flop



Asimmetria della membrana: si stabilisce durante la biogenesi e viene mantenuta grazie alla presenza di traslocatori di membrana.

Il movimento spontaneo di un lipide da uno strato all'altro (**flip-flop**) è raro.

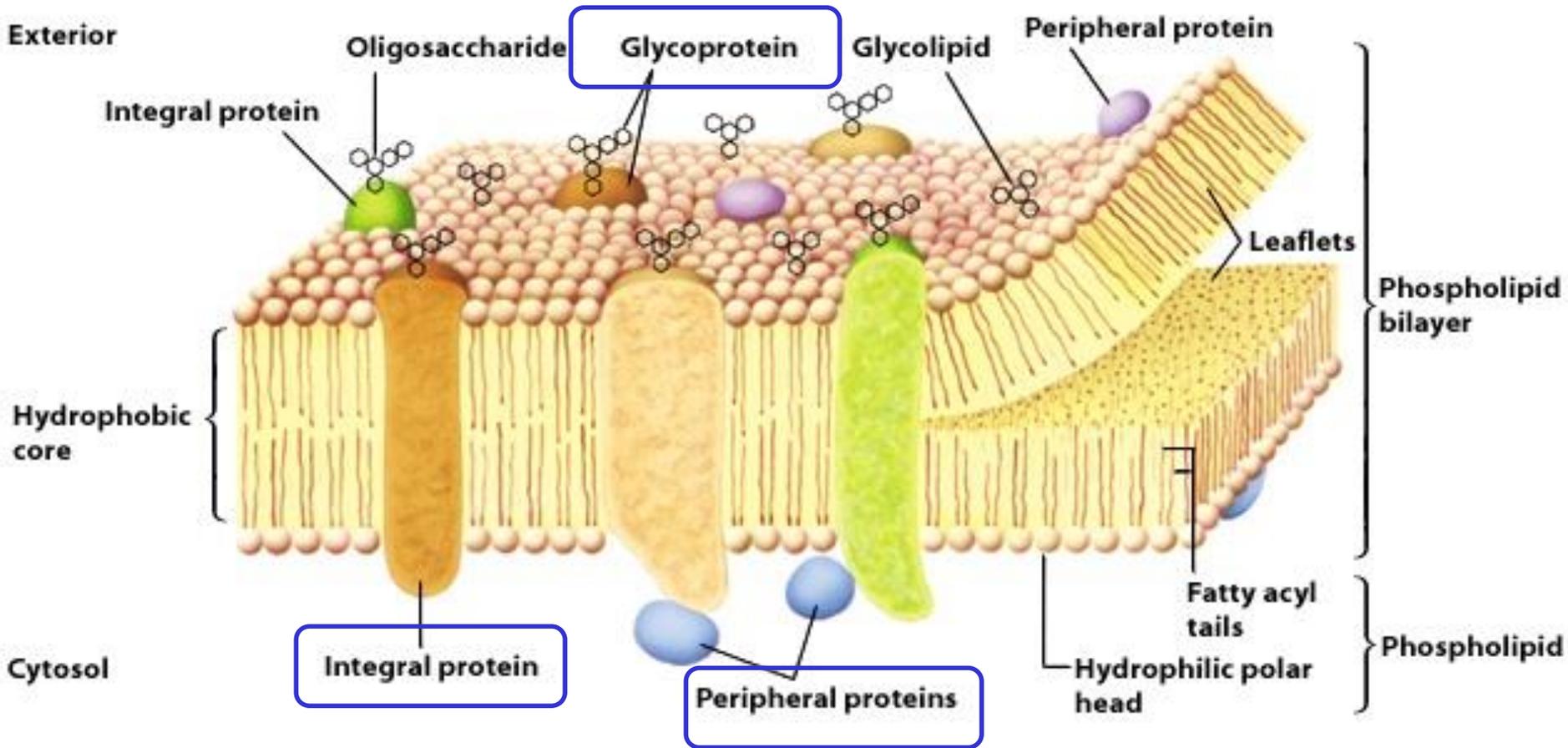
Fosfatidilcolina e Sfingomieline sono sul lato esterno, Fosfatidilserina e Fosfatidilinositolo sul lato interno.



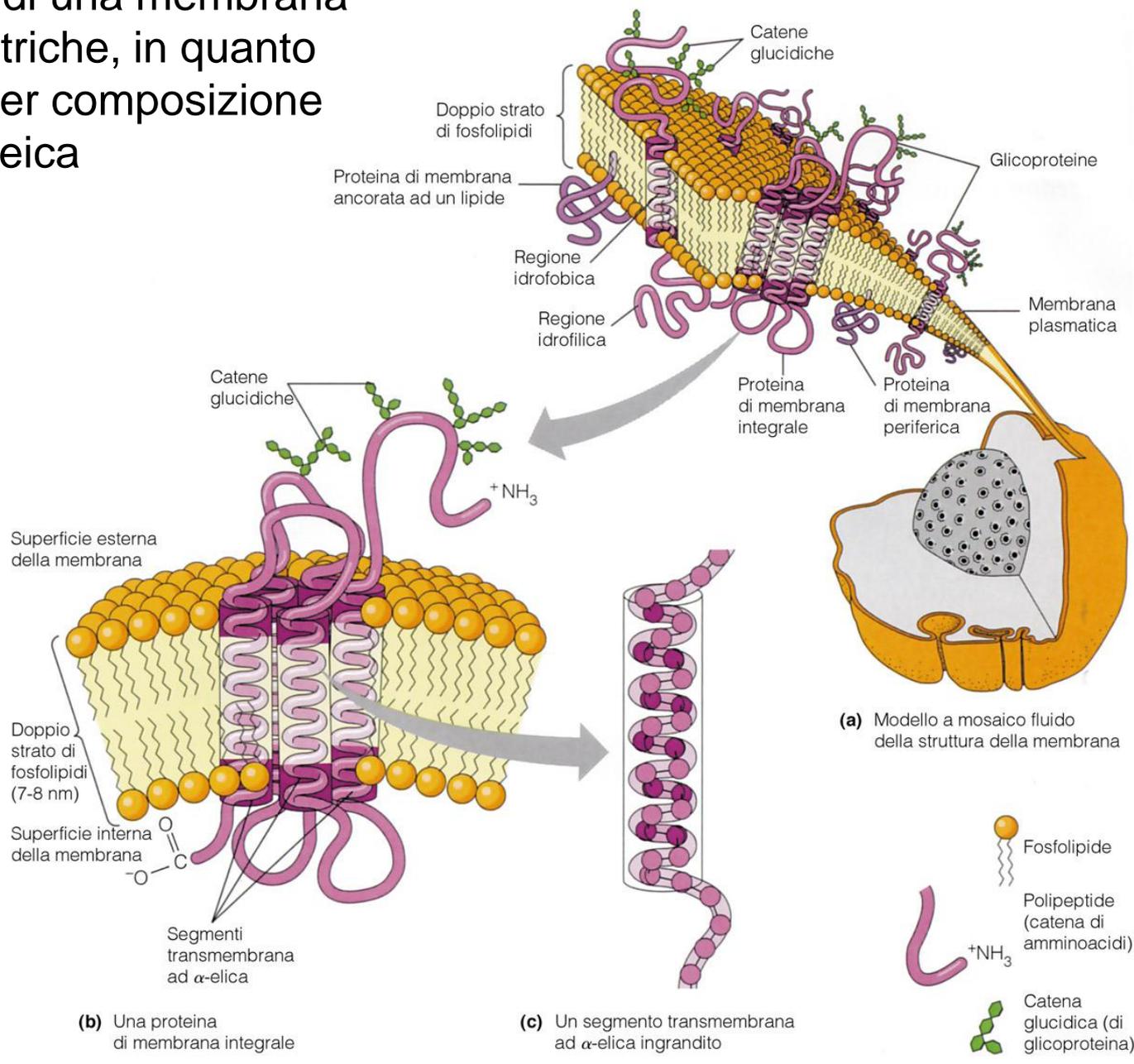
Proteine di Membrana

- Ciascuna membrana cellulare ha un set specifico di proteine che permettono alla membrana di svolgere le proprie specifiche attività
- Le proteine di membrana sono **integrali** o **periferiche**
- Le proteine integrali transmembrana contengono una o più α -eliche transmembrana
- Le proteine periferiche sono associate alle membrane attraverso interazioni con proteine integrali

Schema di proteine di membrana in un doppio strato lipidico



Le due facce di una membrana sono asimmetriche, in quanto differiscono per composizione lipidica e proteica



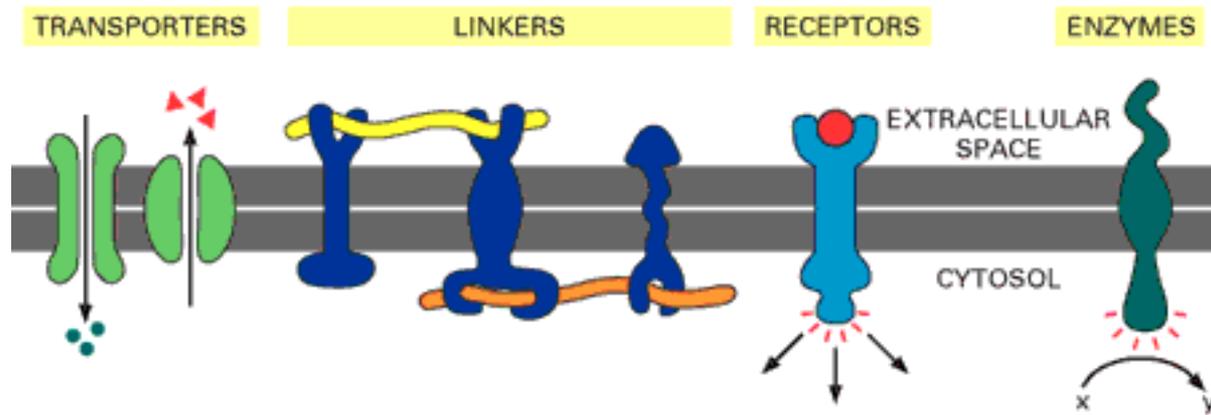
(b) Una proteina di membrana integrale

(c) Un segmento transmembrana ad α-elica ingrandito

(a) Modello a mosaico fluido della struttura della membrana

Figura 7-5

Proteine di membrana: funzioni

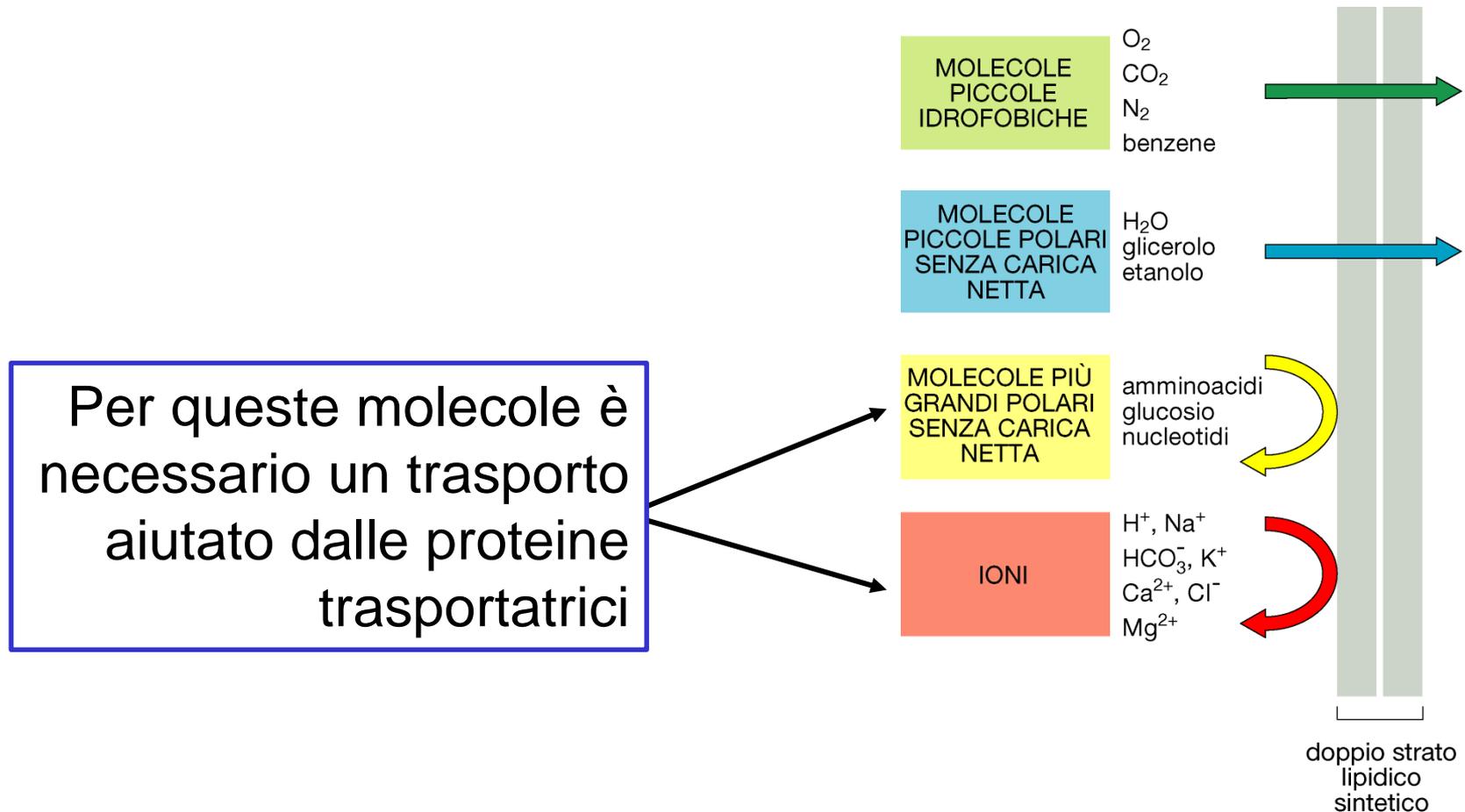


La membrana plasmatica è una barriera selettiva

Le cellule per sopravvivere devono scambiare materiale con l'ambiente

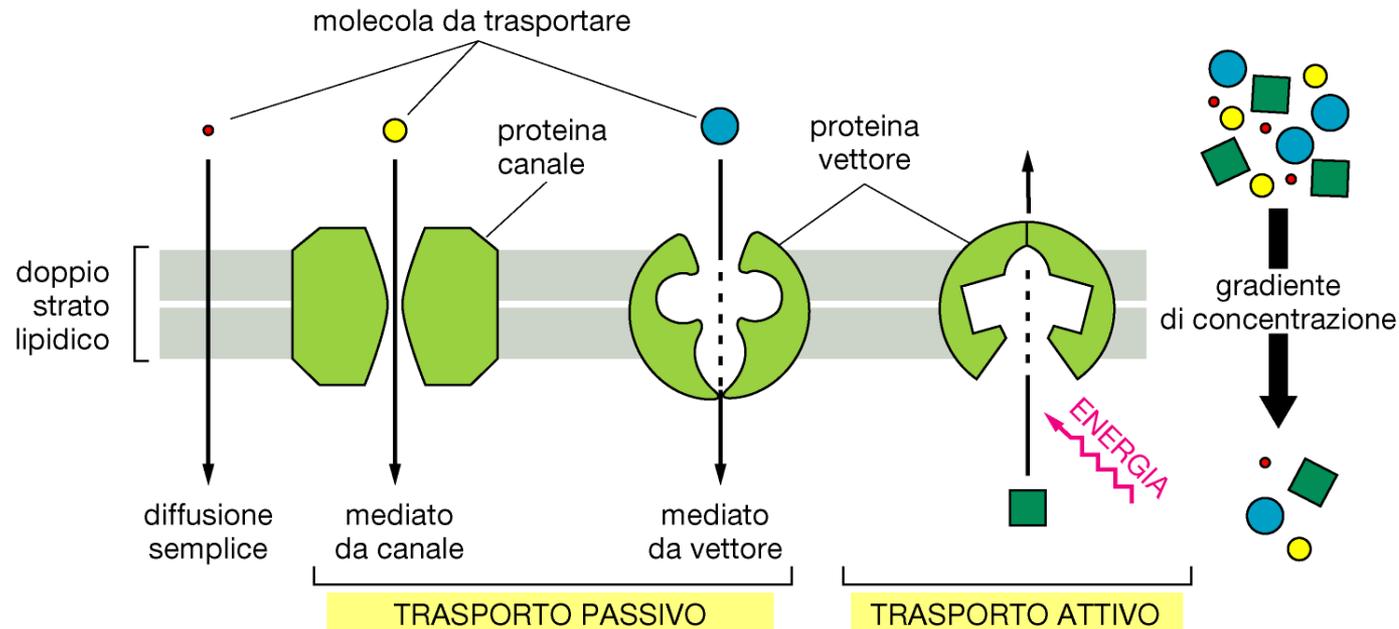
Alcune molecole possono facilmente attraversare la membrana

Alcune non possono



Le molecole possono attraversare le membrane mediante trasporto passivo o attivo

Da sole le molecole si sposterebbero da aree ad alta concentrazione ad aree a bassa concentrazione



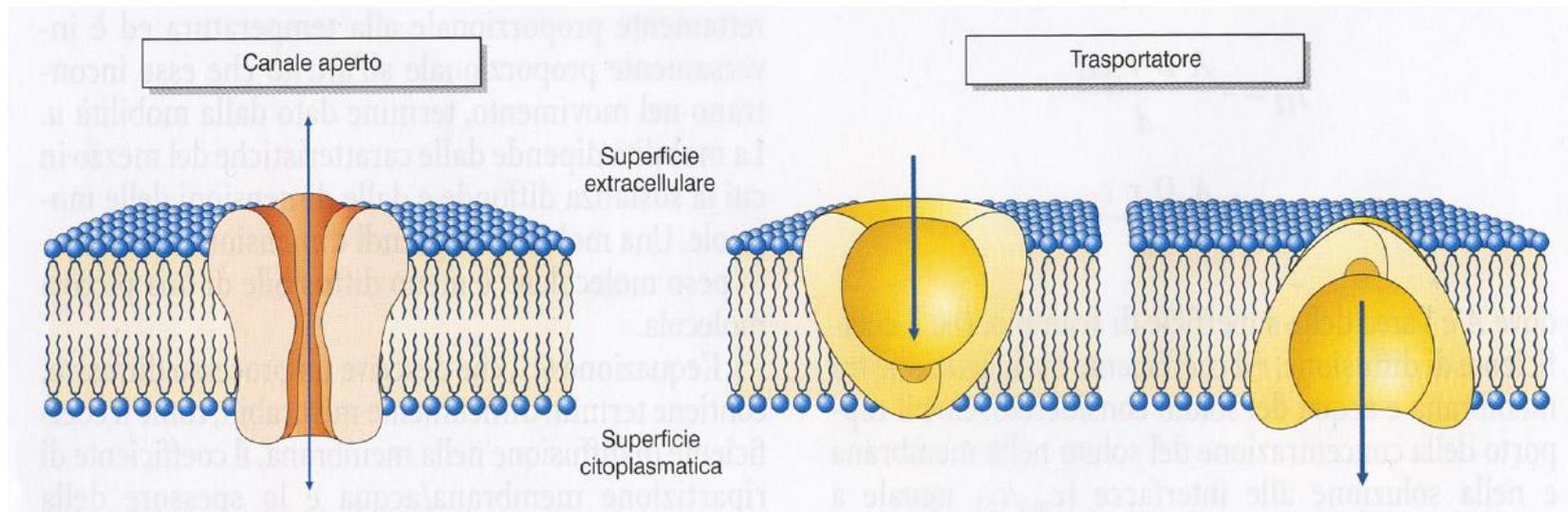
Da sole le molecole si sposterebbero da aree ad alta concentrazione ad aree a bassa concentrazione

trasporto passivo = non richiede energia
avviene secondo gradiente

trasporto attivo = consuma energia
avviene contro gradiente

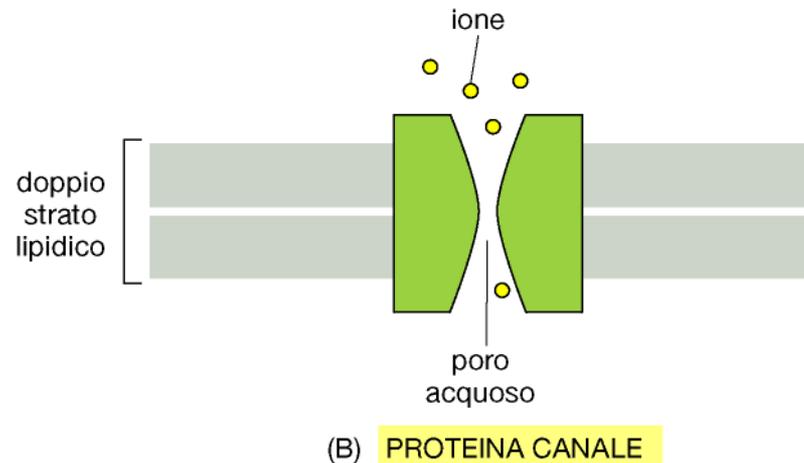
Trasporto Passivo

Differenze tra un canale e un trasportatore



Canali

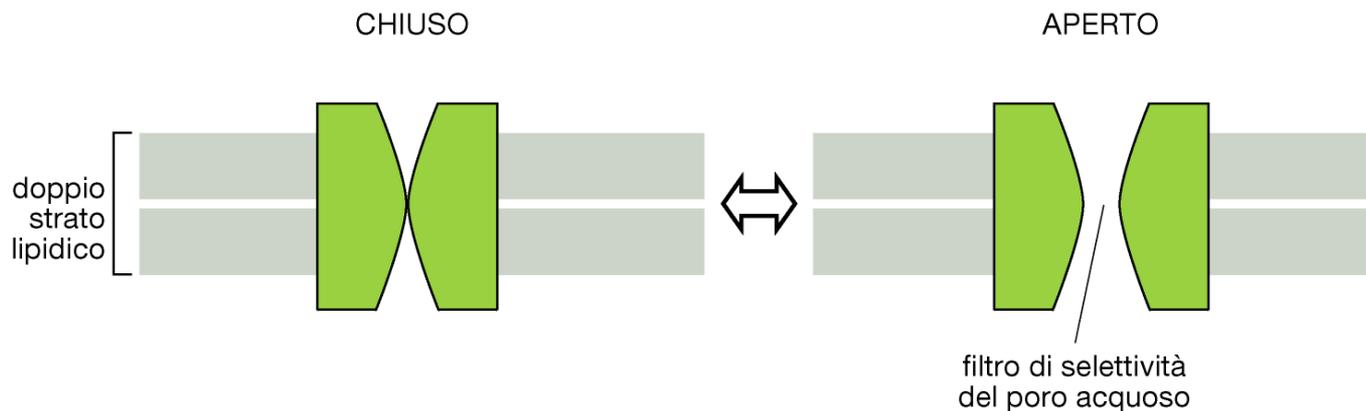
- Formano un poro idrofilo per il passaggio del soluto nel doppio strato lipidico.
- Lasciano passare molecole sulla base della carica e della dimensione.
- Il trasporto avviene secondo gradiente



Proteina canale forma un poro pieno d'acqua in cui diffonde lo ione

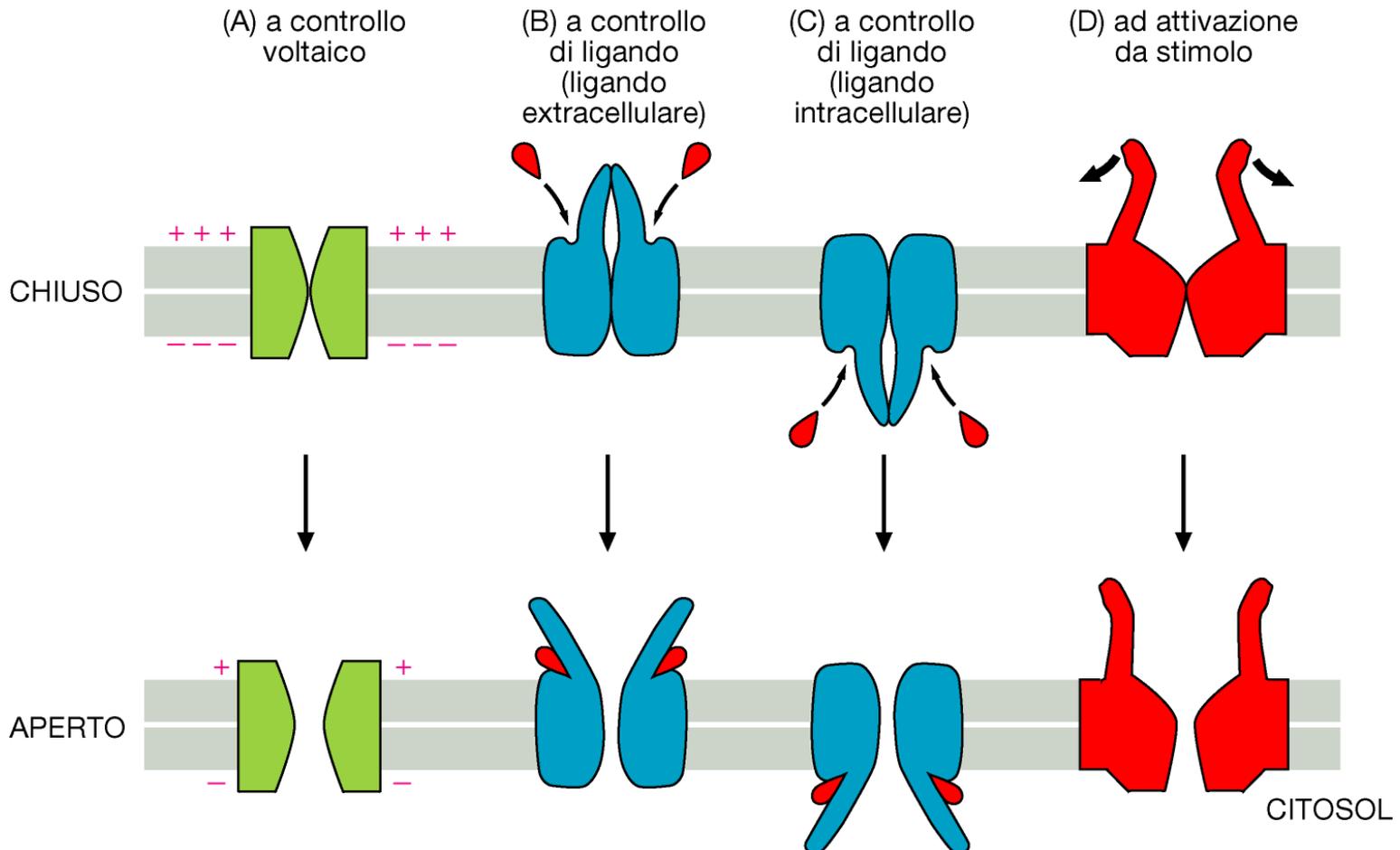
Canali ionici

- Trasportano ioni inorganici con un trasporto di tipo passivo secondo gradiente.
- Sono selettivi per un determinato ione, che deve avere carica e dimensione adatta al canale.
- Fluttuano tra uno stato aperto ed uno chiuso.
- Sono regolati da stimoli **chimici**, **elettrici** o **meccanici**



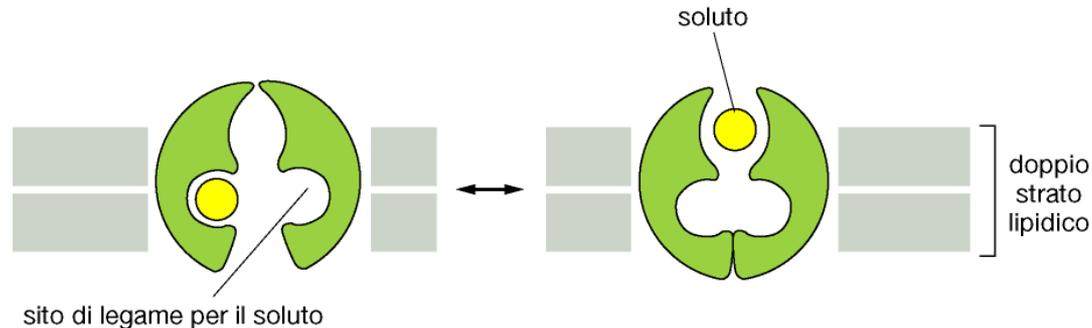
Meccanismi di attivazione dei canali ionici

- A) STIMOLO ELETTRICO: cambiamenti di voltaggio attraverso la membrana
- B/C) STIMOLO CHIMICO: attacco di un ligando
- D) STIMOLO MECCANICO



Trasportatori

- Si legano al soluto e subiscono cambiamenti di conformazione per trasferire il soluto attraverso la membrana.
- Trasportano solo molecole che si possono accomodare perfettamente nel sito di legame del trasportatore.
- Sono molto specifici.
- Il trasporto avviene secondo gradiente



(A) **PROTEINA VETTORE**

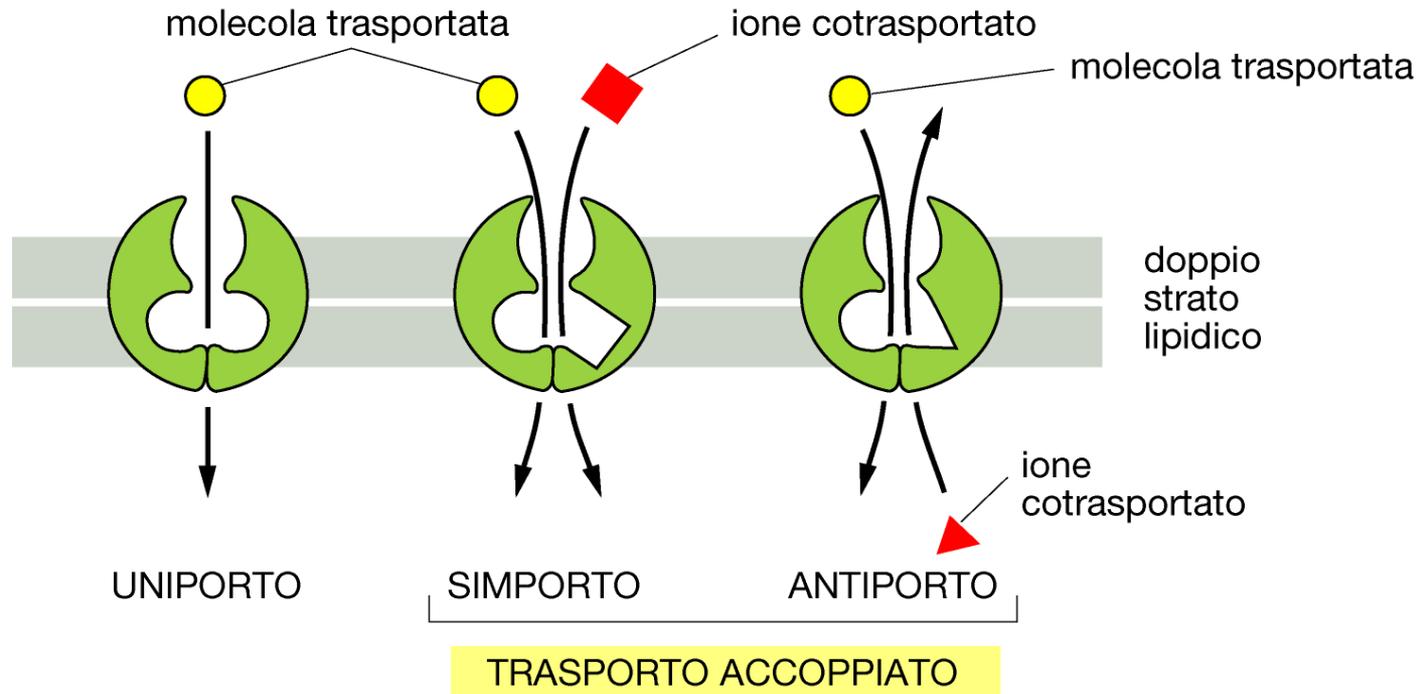
Proteina trasportatrice si alterna tra due conformazioni, in modo che il sito di legame del soluto sia esposto sui due lati della membrana

Tipi di trasportatori

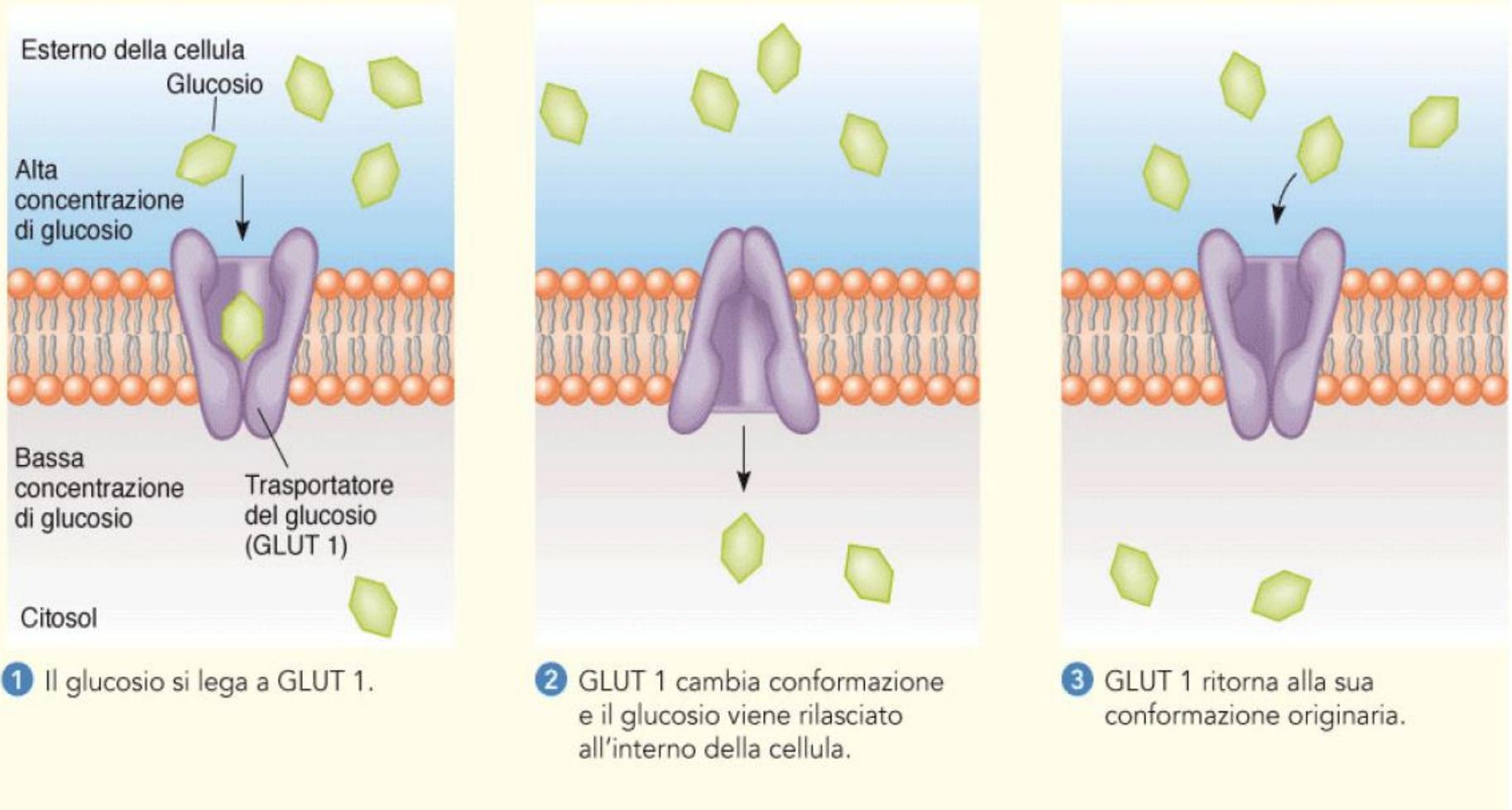
Uniporto: trasportano una molecola alla volta

Sinporto: trasportano due o più molecole nella stessa direzione

Antiporto: trasportano due o più molecole nella direzione opposta



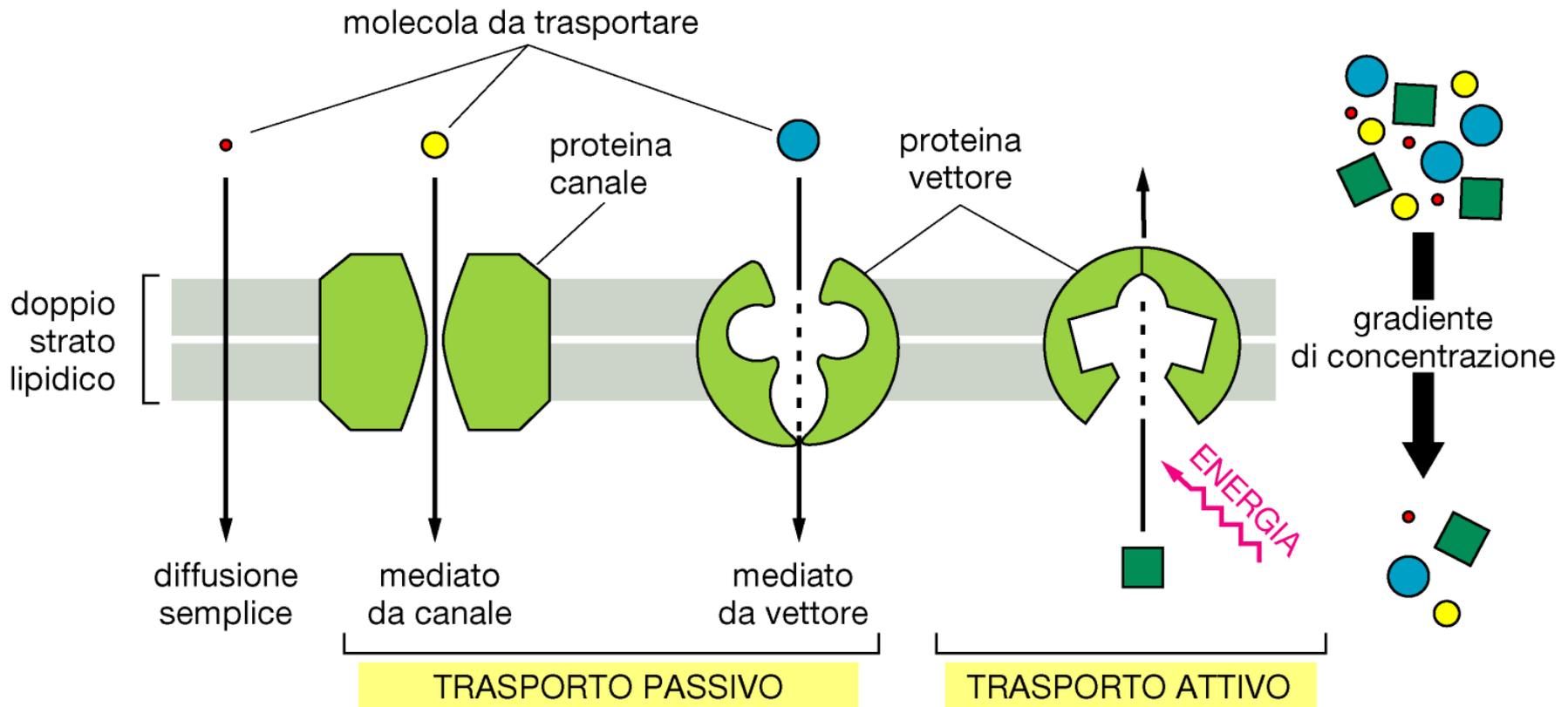
Trasportatore del Glucosio (uniporto)



DIFFUSIONE FACILITATA DELLE MOLECOLE DI GLUCOSIO

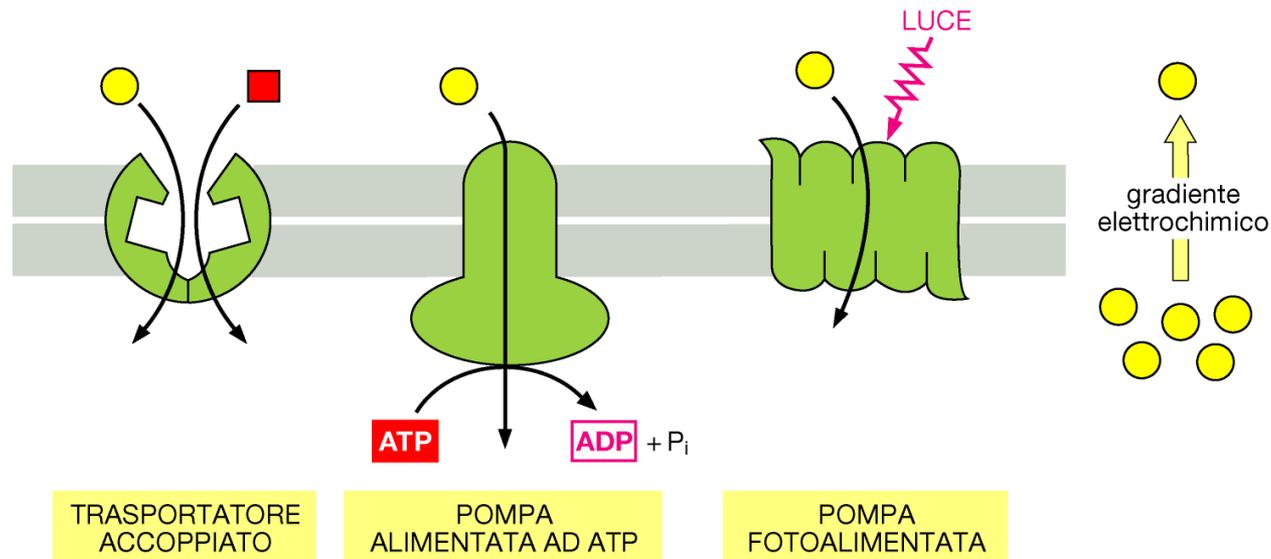
Quando lo spostamento di un soluto avviene contro gradiente di concentrazione si ha il **trasporto attivo**.

Il trasporto avviene attraverso **proteine trasportatrici** (e non canali) che sono accoppiate ad una fonte di energia metabolica, come l'idrolisi dell'ATP.



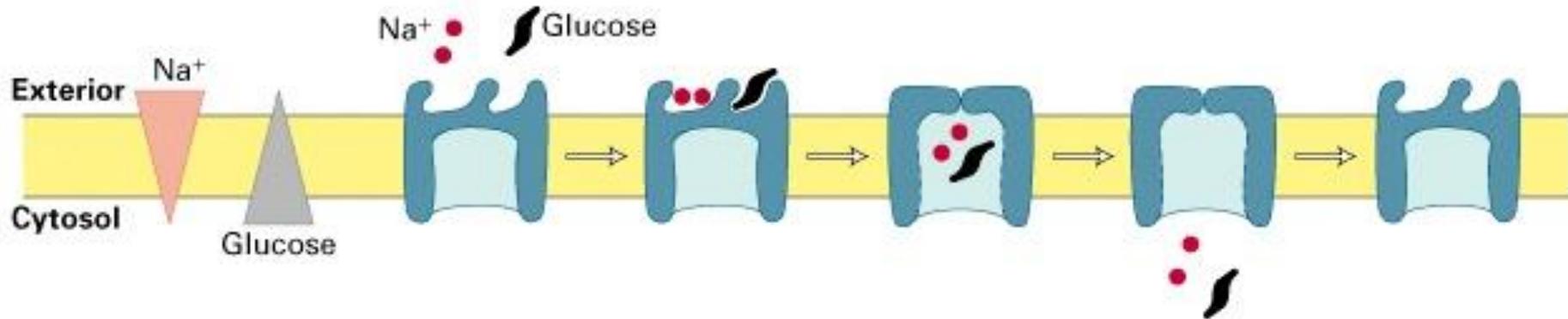
Trasporto attivo

- 1) Trasporto accoppiato: usa il gradiente favorevole di una molecola per trasportarne contro gradiente un'altra
- 2) Pompa ATP: usa l'energia immagazzinata nell'ATP per trasportare molecole contro gradiente
- 3) Pompa a energia luminosa: utilizza l'energia dei fotoni (di solito tipico dei batteri)



Trasporto Attivo Simporto “2xNa⁺/1xGlucosio”

Trasporto accoppiato

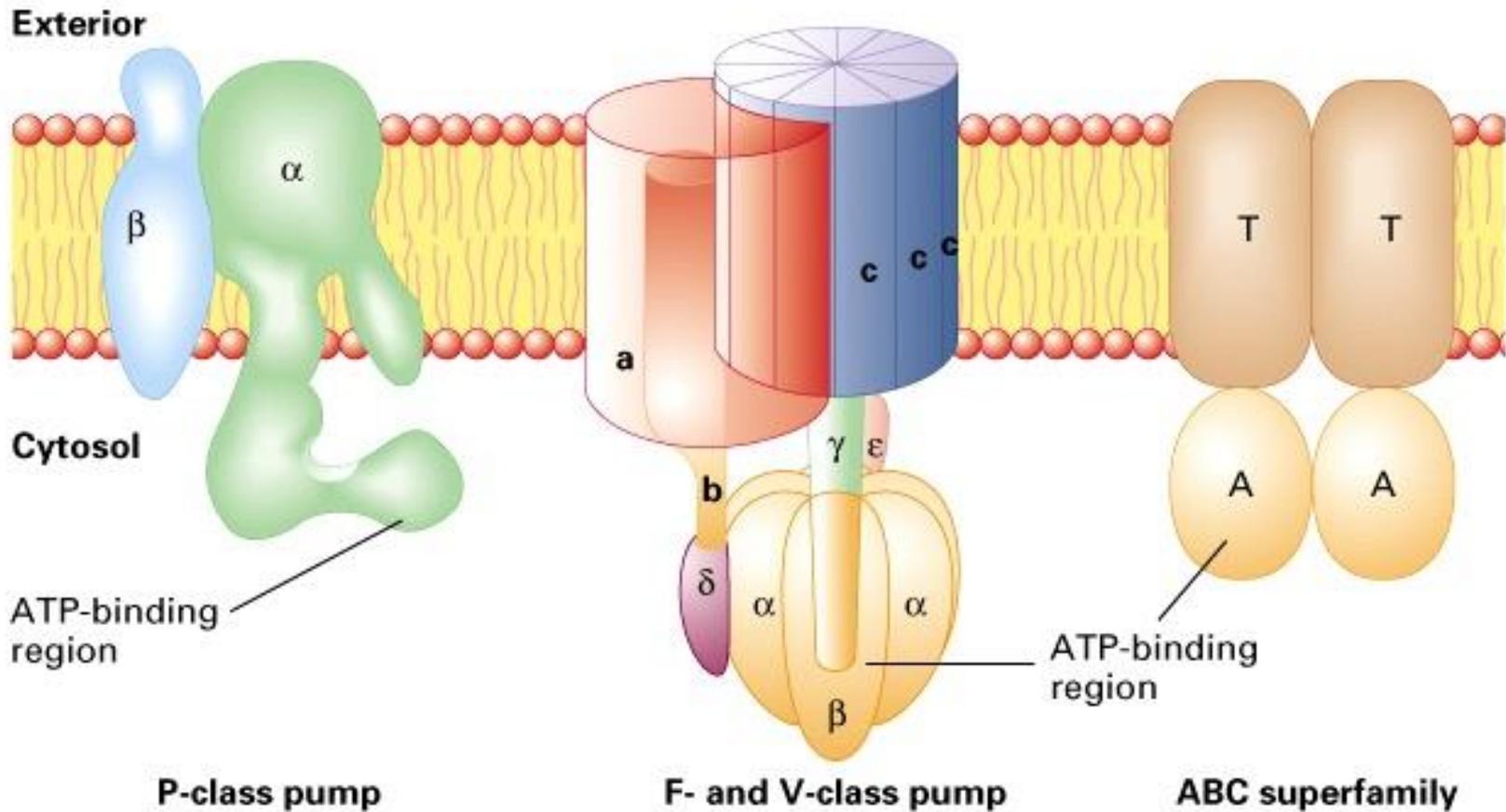


Sfrutta l'energia del gradiente di Na⁺ per il trasporto del glucosio contro gradiente

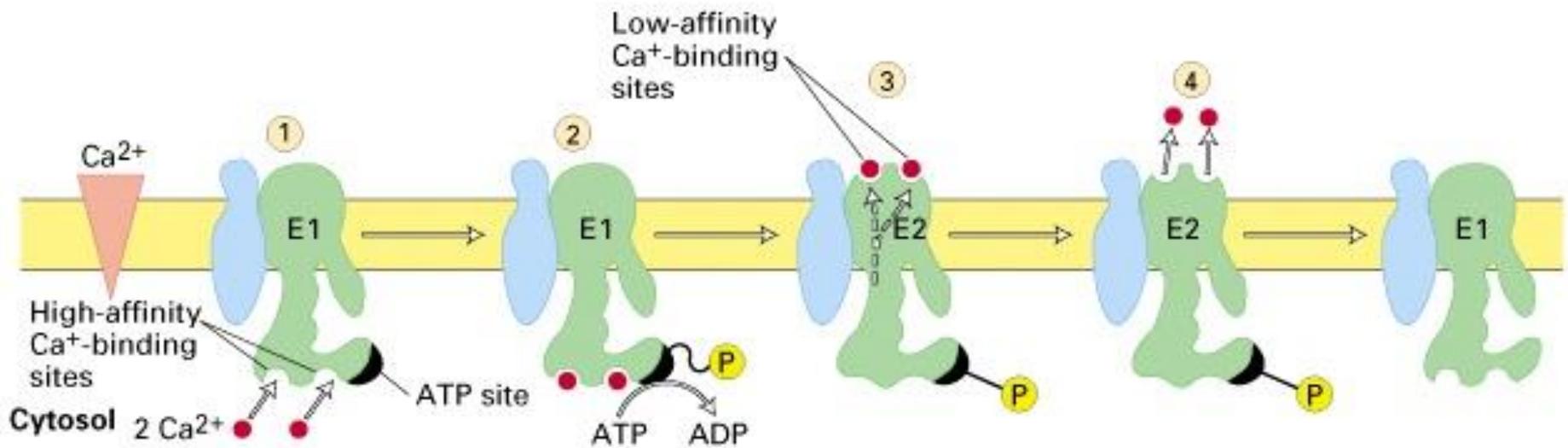
Il **trasporto attivo** ha tre principali funzioni nelle cellule e negli organi:

- Rende possibile l'**assorbimento** di sostanze nutritive dall'ambiente anche quando le loro concentrazioni sono basse rispetto a quelle dentro le cellule.
- Permette la **rimozione** di sostanze metaboliche di rifiuto quando la loro concentrazione all'esterno è più alta che nella cellula.
- Consente alla cellula di mantenere le concentrazioni intracellulari di ioni specifici (tra cui K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e H^+) in una situazione di non equilibrio: **potenziale di membrana**, cioè la differenza di voltaggio presente sulle membrane plasmatiche. Si forma quando c'è differenza di carica elettrica sui due lati di una membrana, dovuta ad un lieve eccesso di ioni positivi su un lato ed di ioni negativi sull'altro.

Trasporto Attivo Pompe ATPasiche

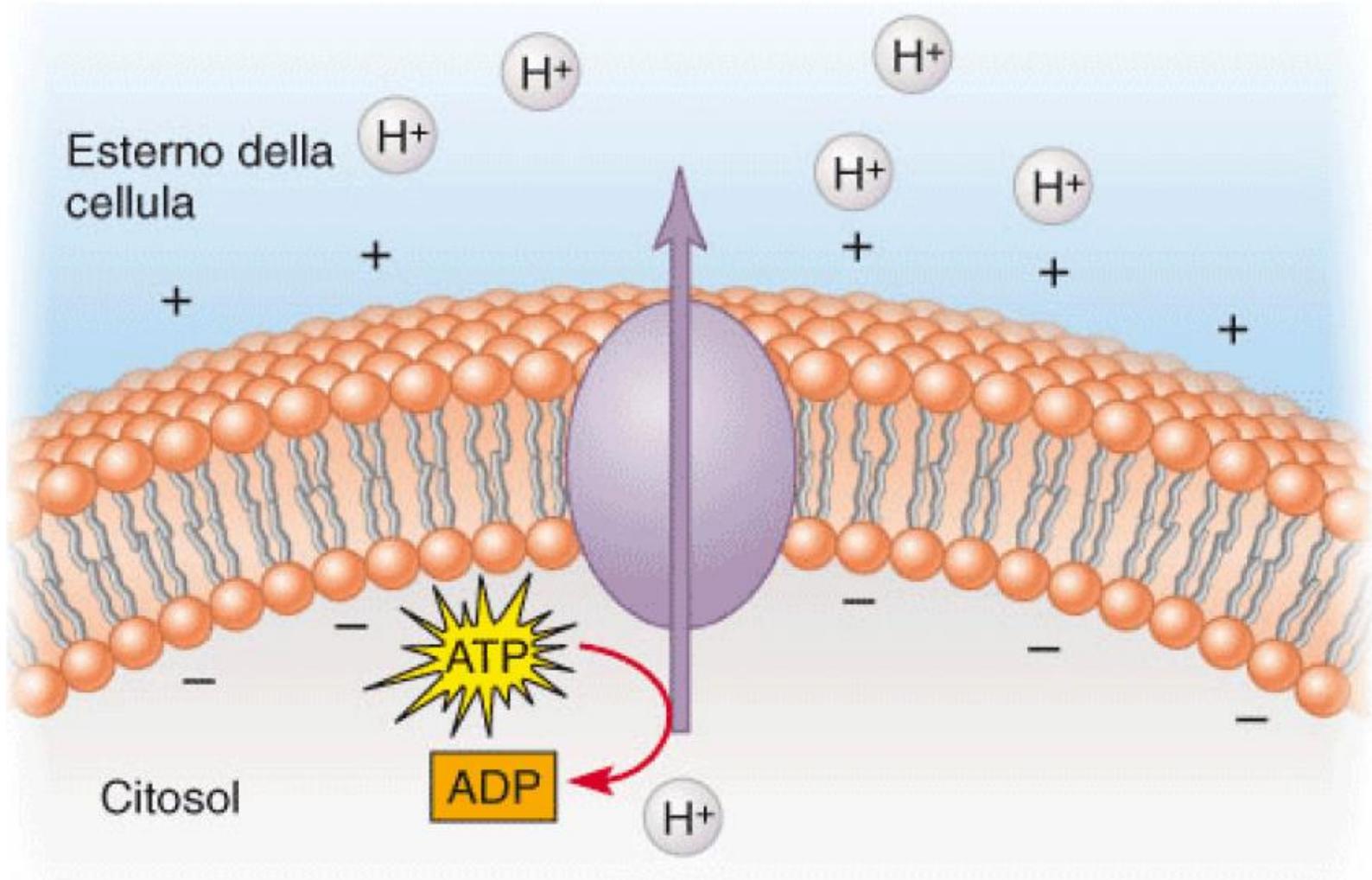


Pompa Ca^{2+} ATPasi



Usa l'energia dell'idrolisi dell'ATP per il trasporto del Ca^{++}
contro gradiente

Pompa Protonica (ATPasi)



Pompa Na/K

ATPasi $3\text{Na}^+/2\text{K}^+$

Antiporto

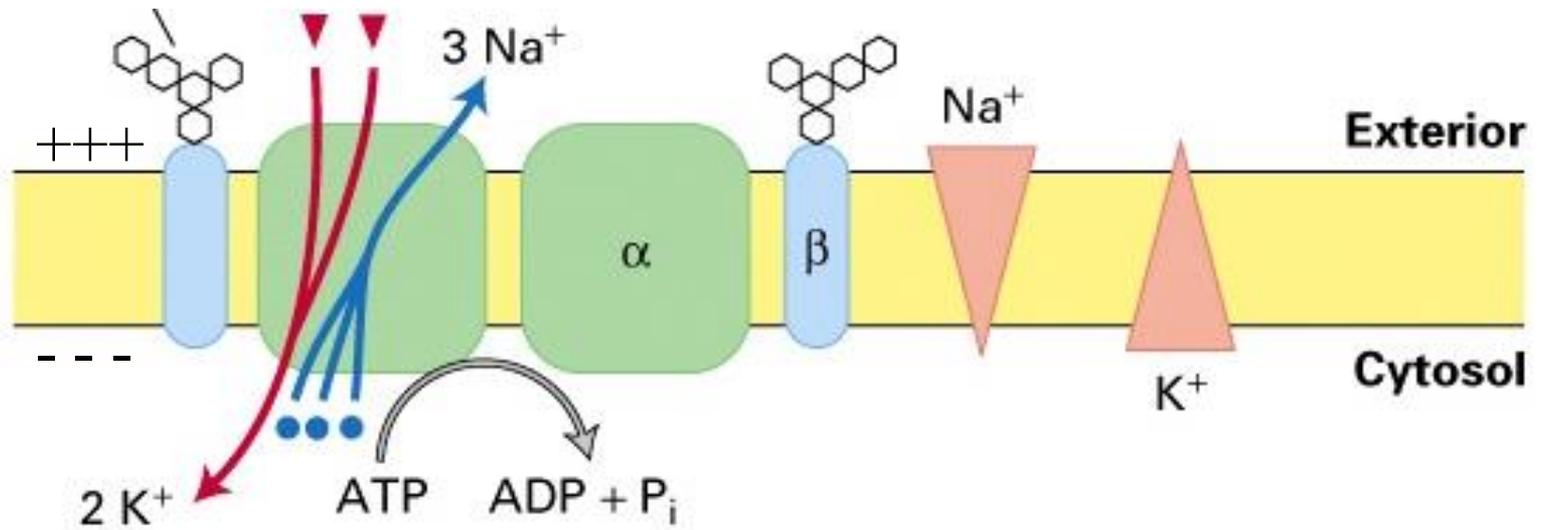
L'ATPasi Na^+/K^+ mantiene le concentrazioni intracellulari di Na^+ e K^+ nelle cellule animali

Na^+ è pompato attivamente fuori dal cellula mentre K^+ è pompato all'interno. Poiché gli ioni sono elettricamente carichi, il loro trasporto porta alla formazione di un gradiente elettrico attraverso la membrana plasmatica con l'interno della cellula negativo rispetto all'esterno.

Come risultato la composizione ionica del citoplasma è sostanzialmente diversa da quella dei fluidi extracellulari.

Pompa Na/K

Antiporto



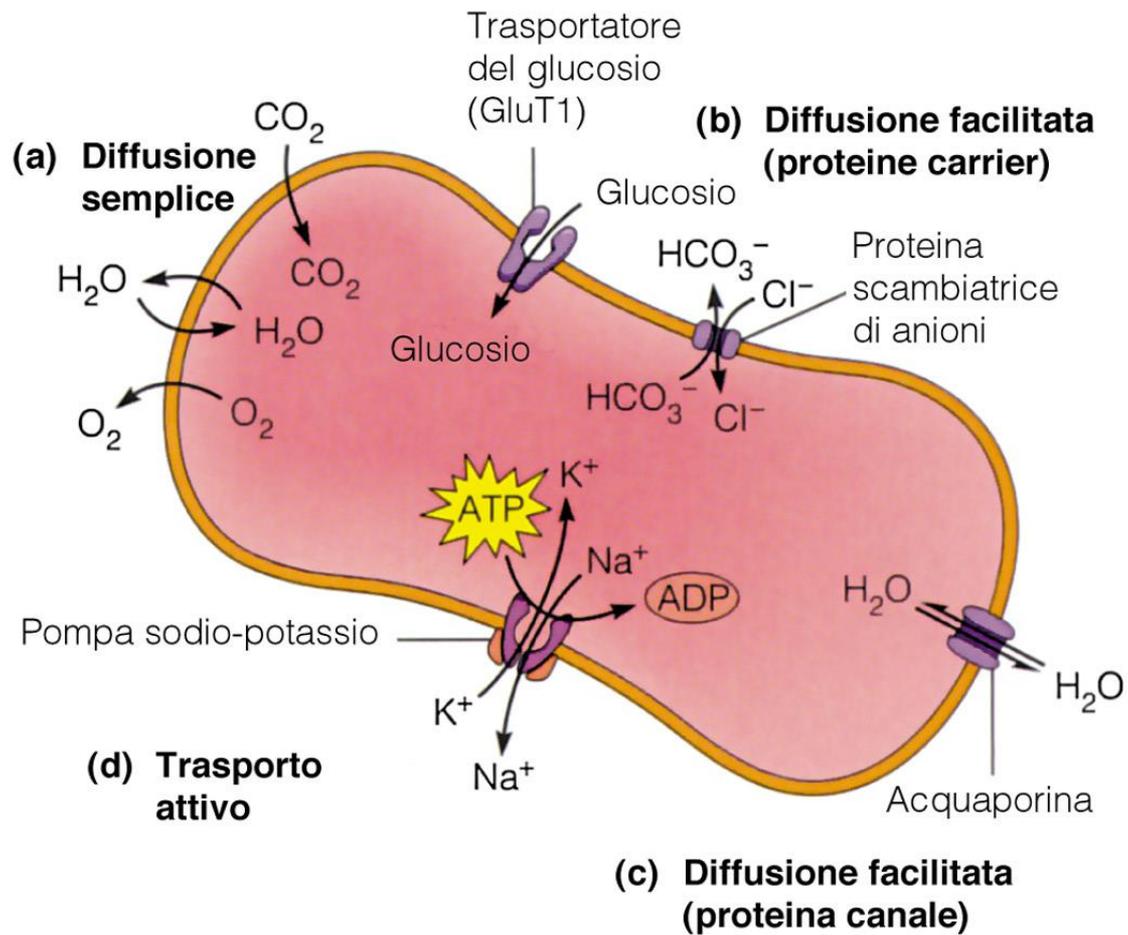
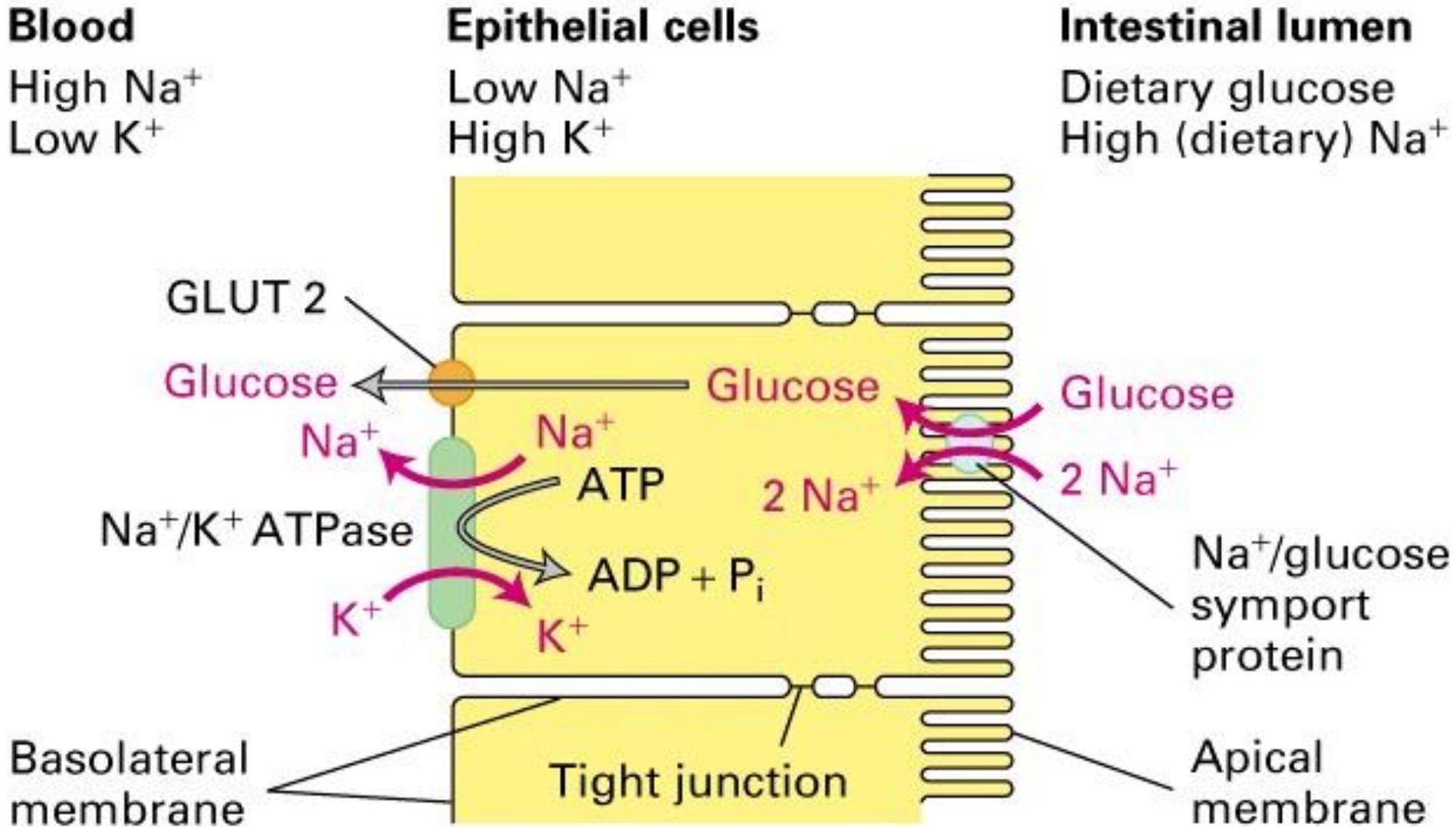


Figura 8-2

CELLULE ASSORBENTI INTESSTINALI



**Le membrane non sono
semplici barriere**

Funzioni delle membrane

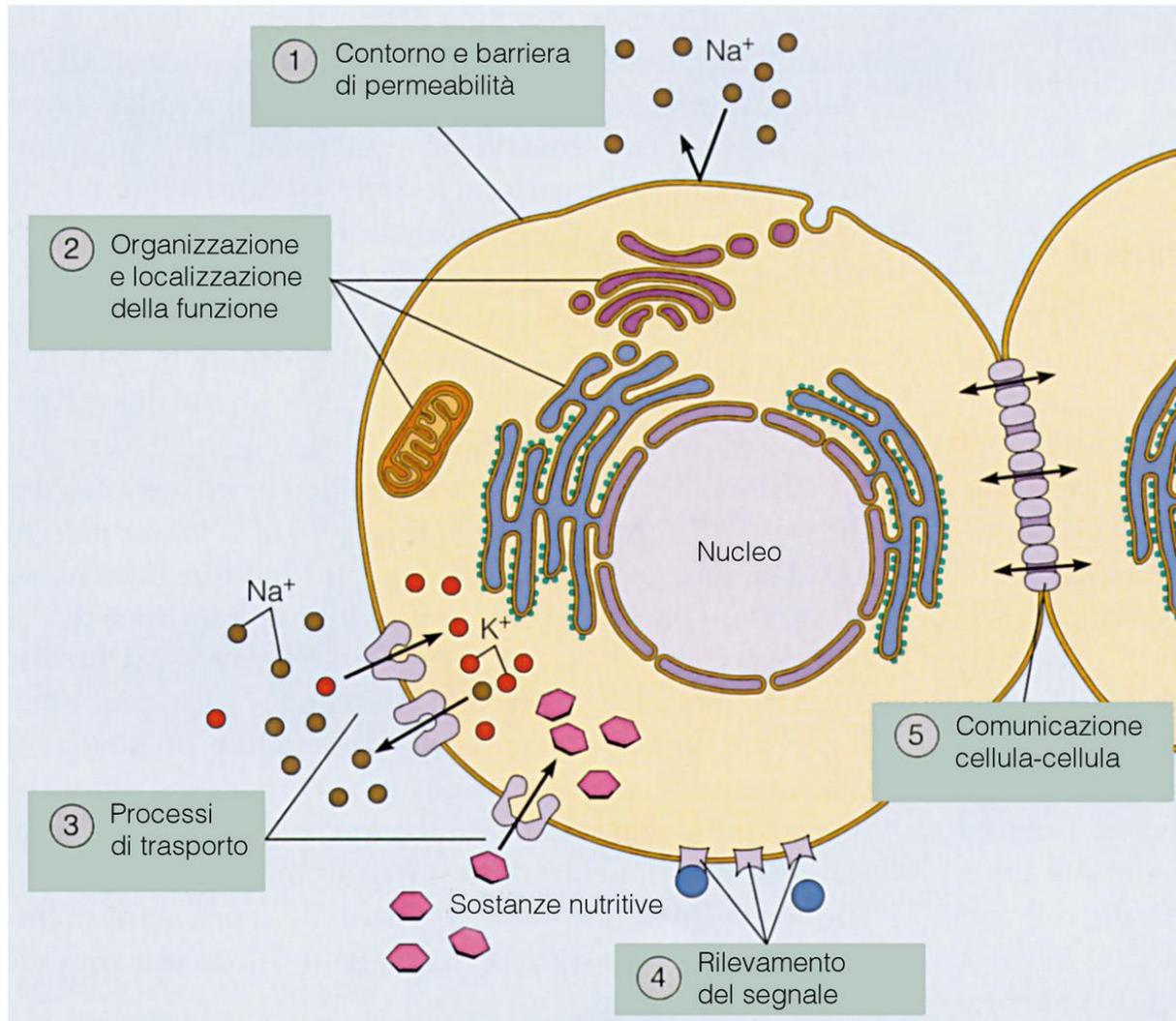


Figura 7-2

Organelli della cellula eucariotica delimitati da membrane

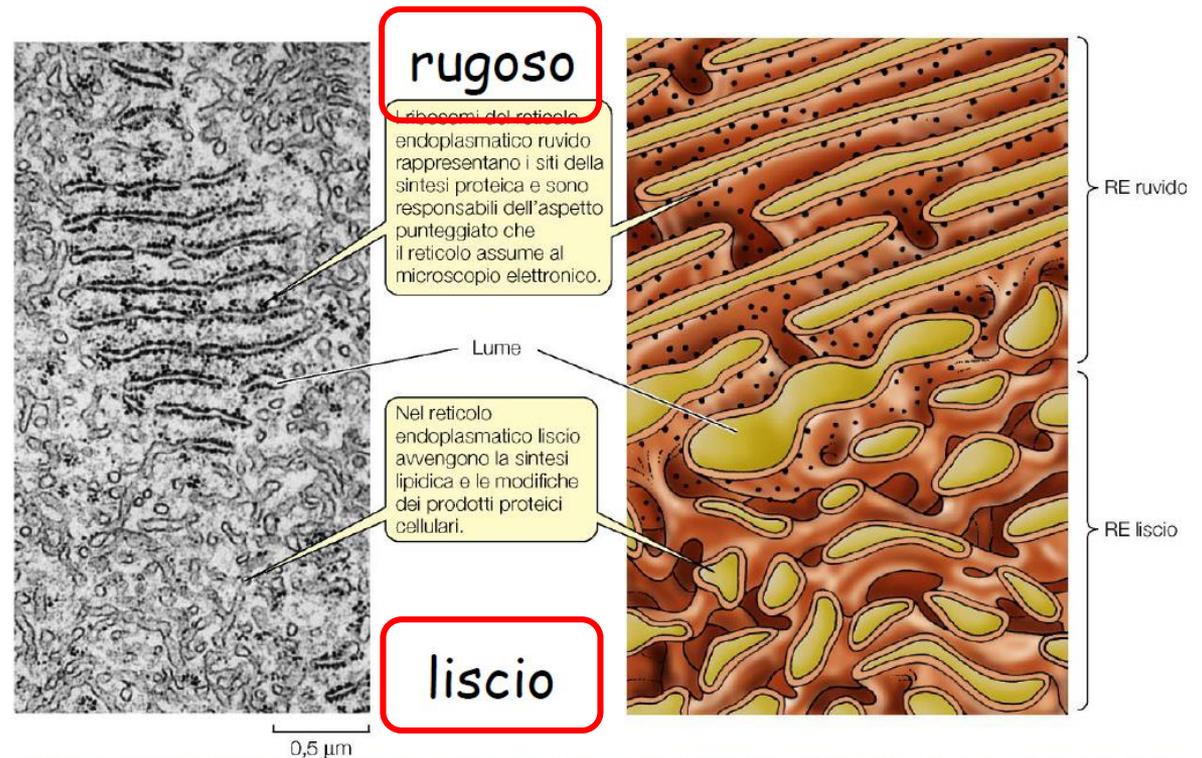
- Reticolo endoplasmatico (RER, SER)
- Complesso di Golgi
- Nucleo
- Mitochondri
- Cloroplasti
- Lisosomi
- Perossisomi

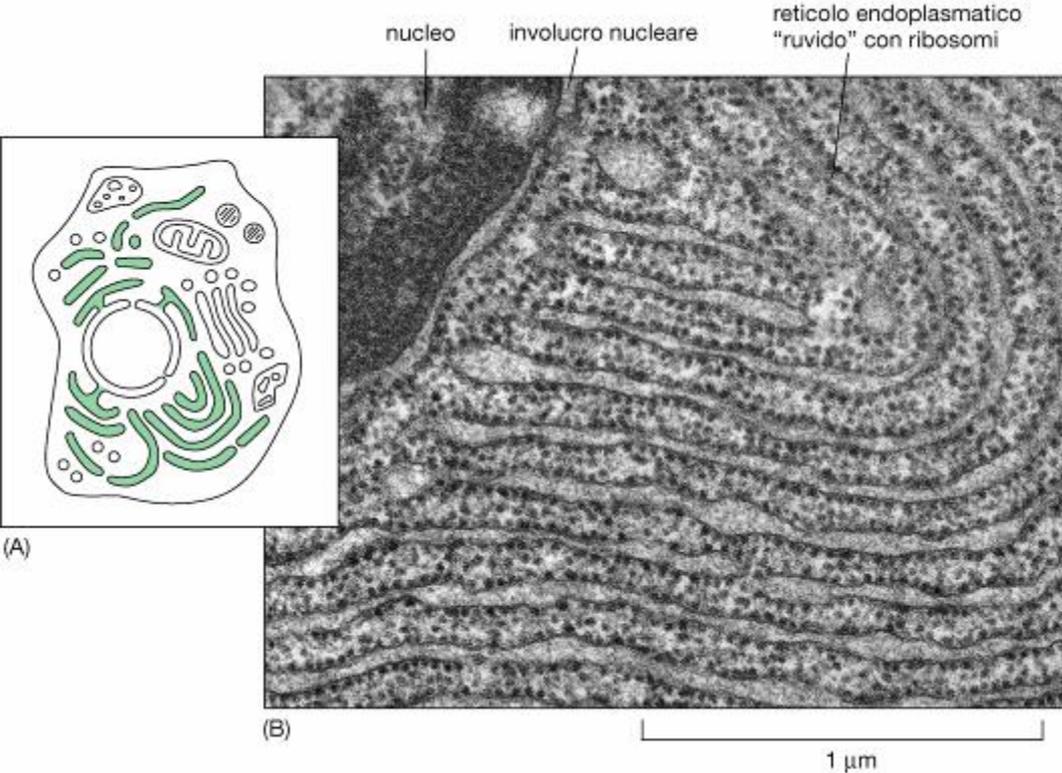
Reticolo Endoplasmatico (RE)

network di membrane chiuse, tubuli e vescicole

Responsabile di

- Sintesi lipidica (REL)
- Sintesi proteica (RER)
- Riserva Ca^{++}
- Detossificazione





RE: sito dove viene sintetizzata la maggior parte dei componenti delle membrane e del materiale che deve essere secreto dalla cellula

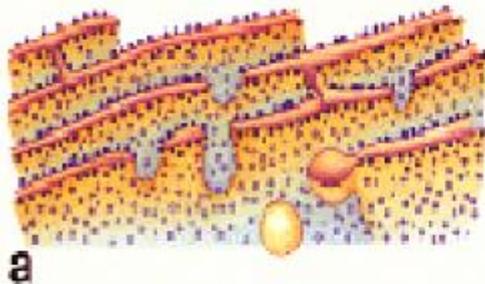
- in diretto contatto con il nucleo
- presenza o assenza di ribosomi

RE ruvido: sintetizza proteine

RE liscio: sintetizza acidi grassi, fosfolipidi (nuove membrane)

RER

SER



Complesso di Golgi

- Smista la maggior parte delle proteine
- Caratteristiche principali
 - Serie di compartimenti appiattiti e vescicole
 - 3 regioni:
 - cis (entrata)**
 - medial**
 - trans (uscita)**
 - Ogni regione contiene una serie specifica di enzimi di modificazione

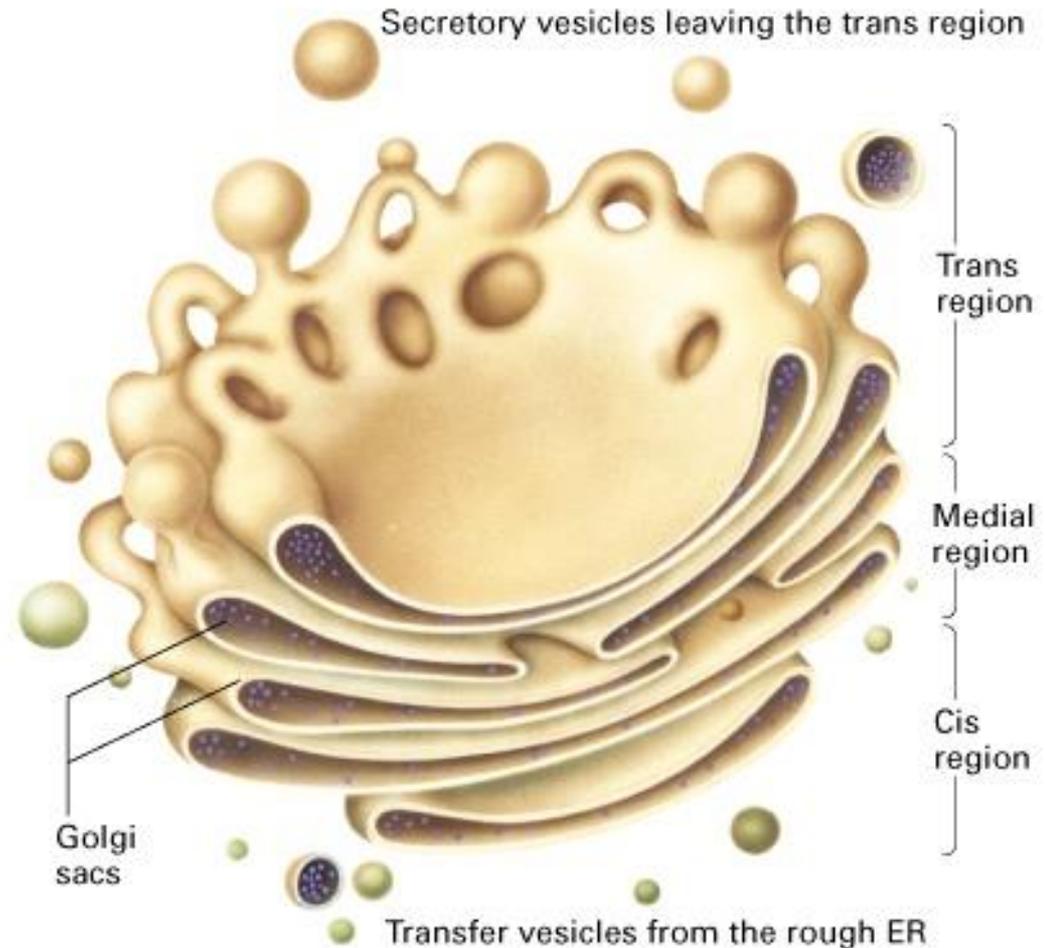
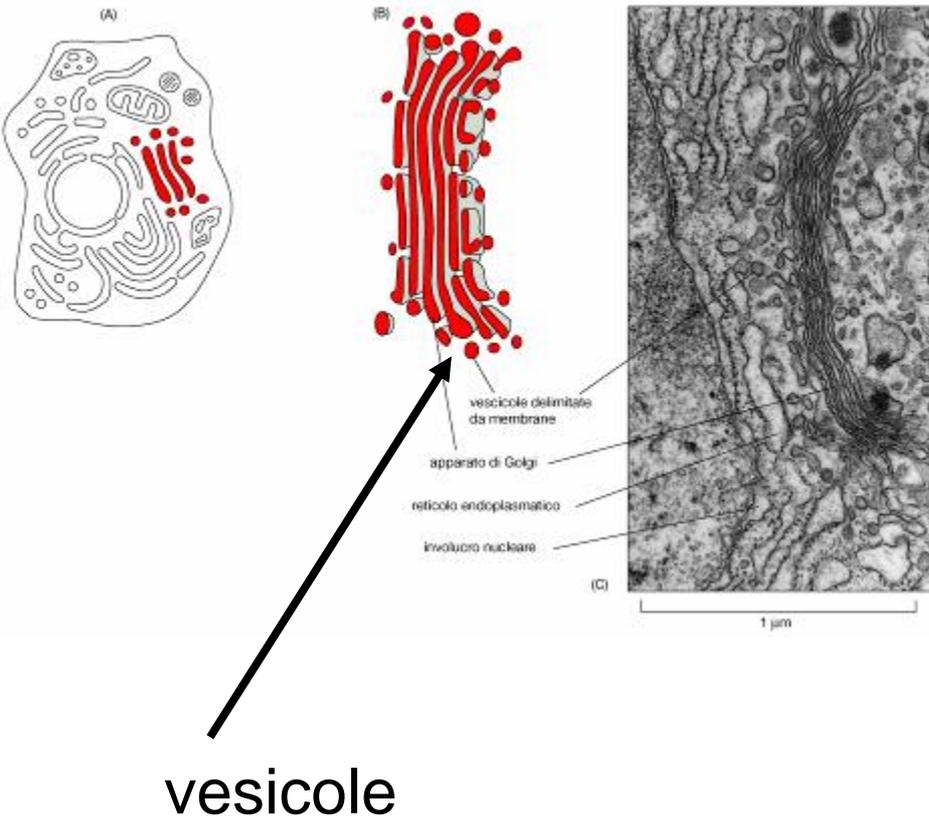


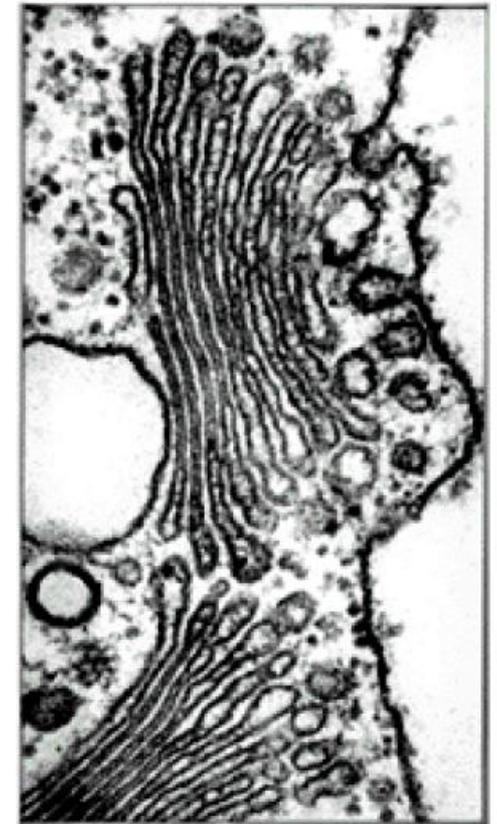
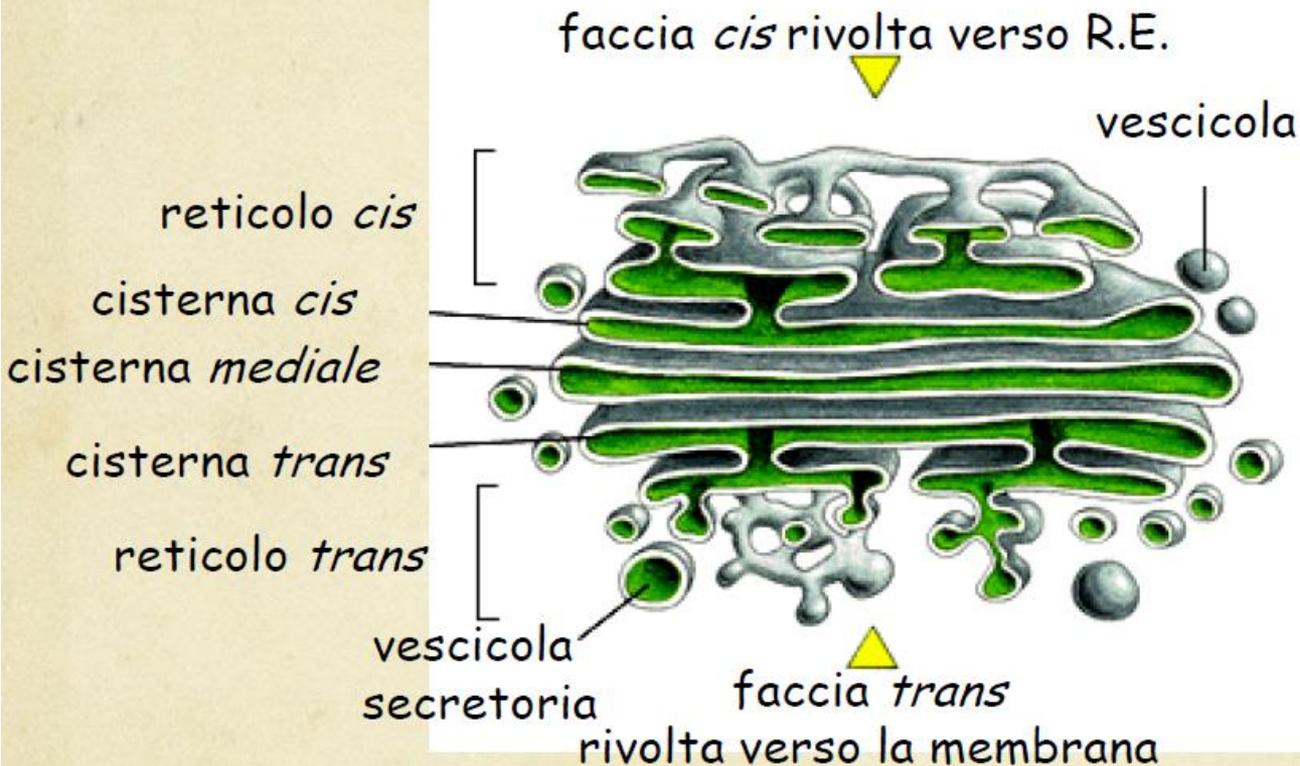
Figure 5-49

Complesso di Golgi: una specie di ufficio postale della cellula



1. Riceve molecole (proteine e lipidi) sintetizzate nel RE attraverso vescicole
2. Queste molecole vengono modificate nel Golgi:
 - Fosforilazione
 - Glicosilazione
 - Acetilazione
3. Le molecole modificate vengono rilasciate in vescicole
4. Le vescicole con le molecole sono indirizzate verso la destinazione finale

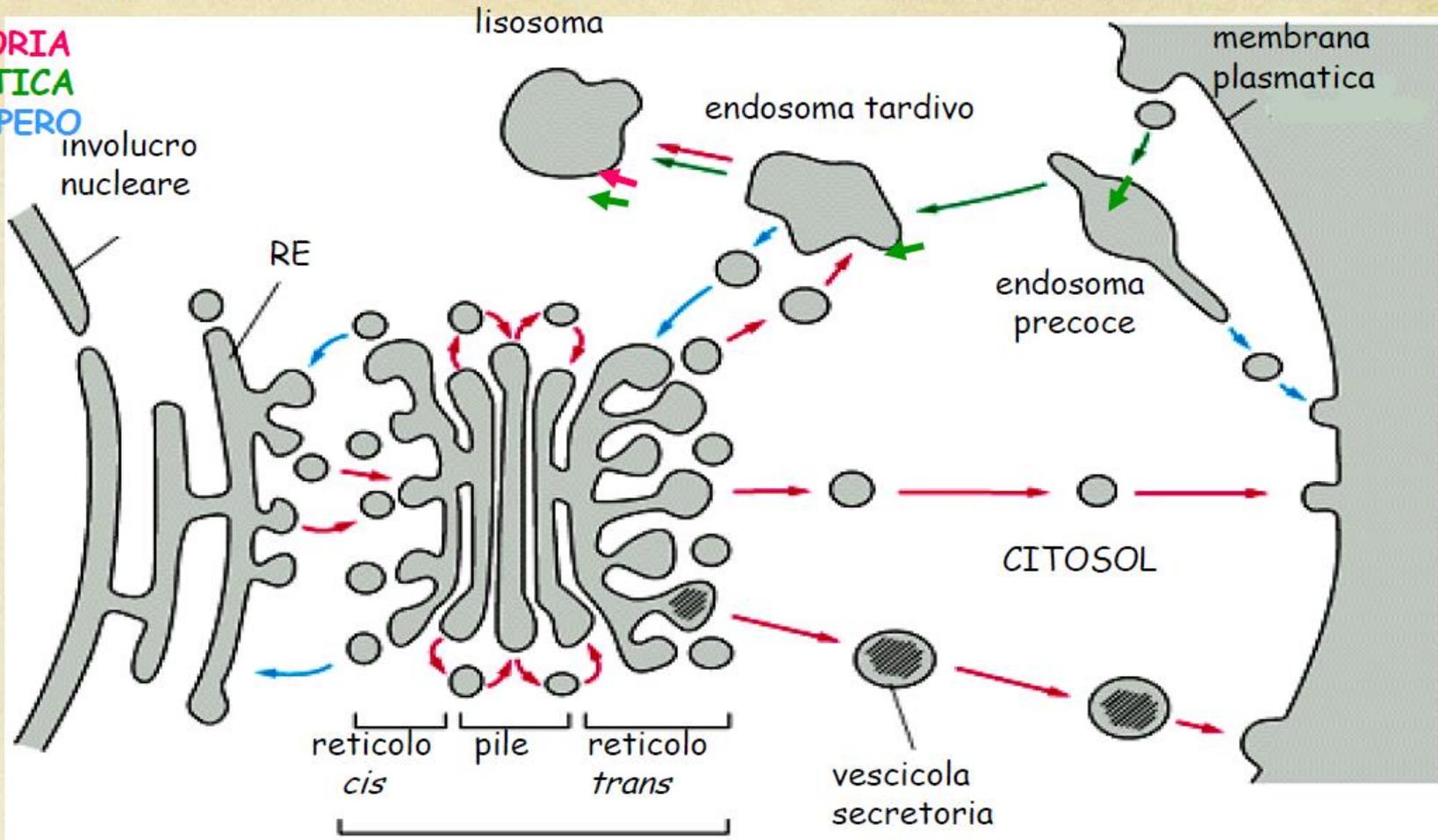
Apparato di Golgi: STRUTTURA



200 nm

TRAFFICO VESCICOLARE NELLE VIE SECRETORIE ED ENDOCITICHE

VIA SECRETORIA
VIA ENDOCITICA
VIA DI RECUPERO

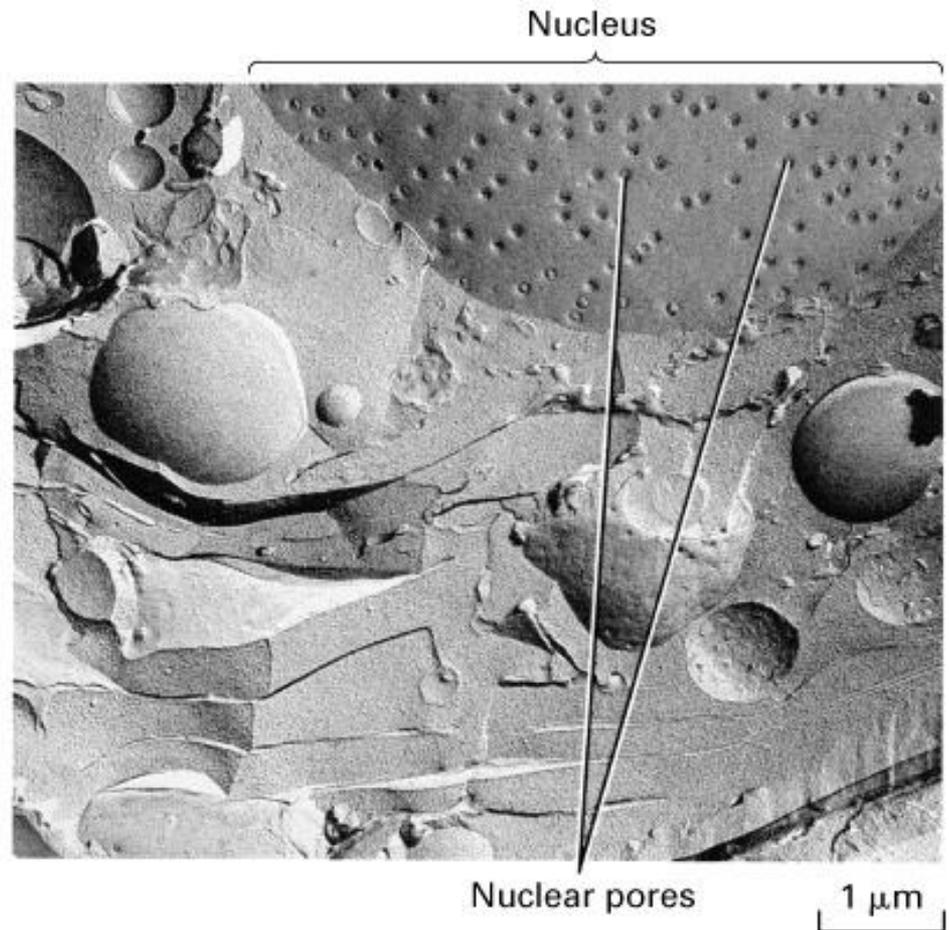


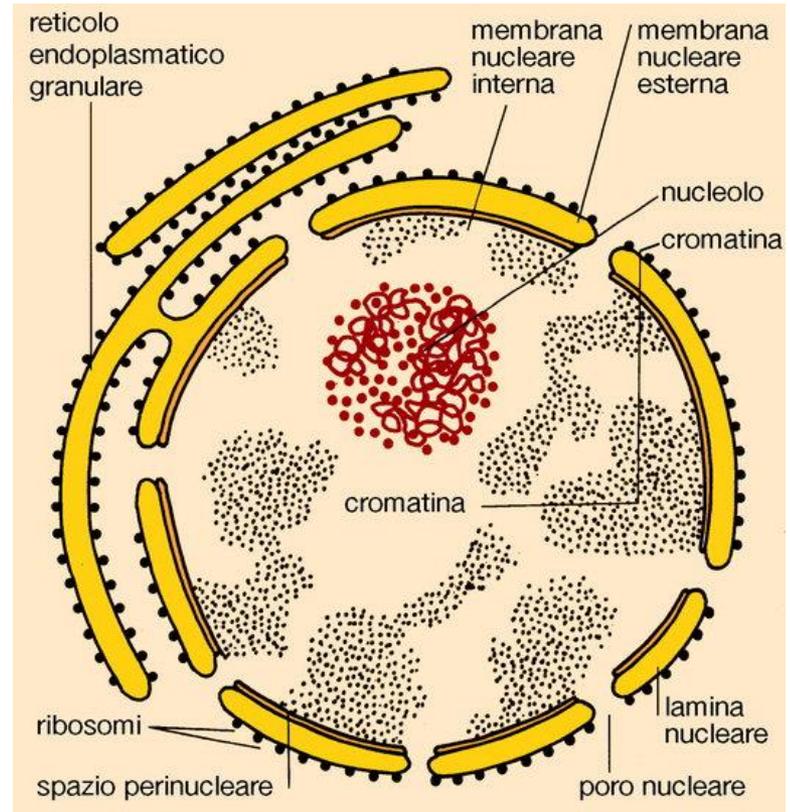
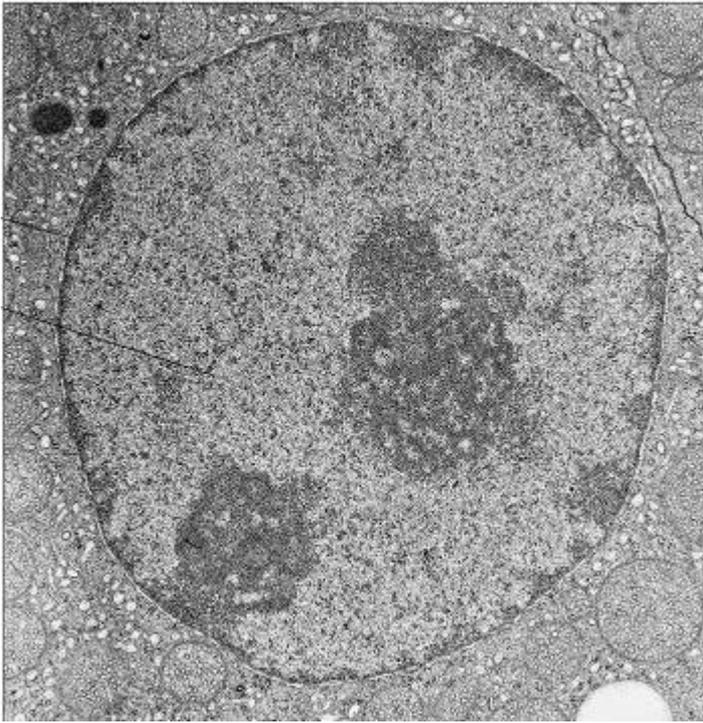
apparato di Golgi

Le vescicole **gemmano** da una membrana e vanno a **fondersi** con un'altra, **trasportando** componenti della membrana e proteine solubili da un comparto cellulare all'altro. Ogni comparto racchiude un volume interno o lume, **topologicamente equivalente** all'esterno della cellula. Lo spazio extracellulare e ciascuno dei compartimenti delimitati da membrana comunicano tra loro per mezzo di vescicole di trasporto.

Nucleo

- Separa
 - DNA dal citosol
 - Trascrizione da traduzione
- Caratteristiche principali
 - Membrana esterna
 - Membrana interna
 - Pori nucleari
 - Nucleolo

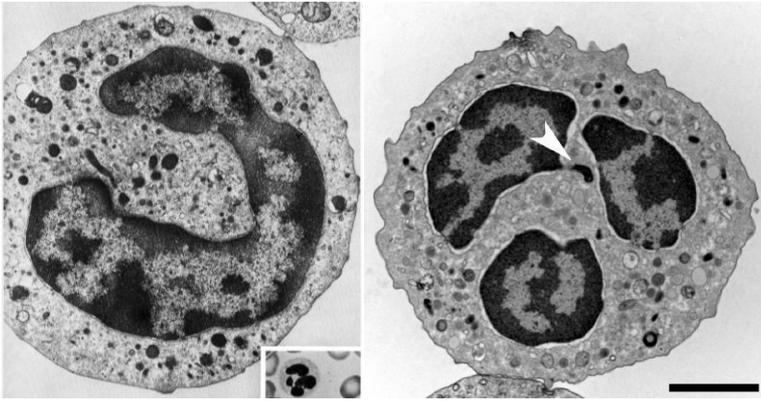




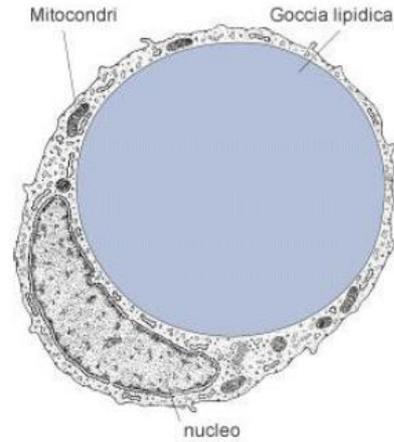
Nucleo:

- contiene molecole di DNA (*DNA genomico*) e proteine
- conserva tutte le informazioni della cellula
- due membrane concentriche (*membrana nucleare*) interrotte dai pori nucleari
- membrana esterna in continuazione con il reticolo endoplasmatico
- lamina nucleare sulla faccia interna
- replicazione del DNA, trascrizione dei geni

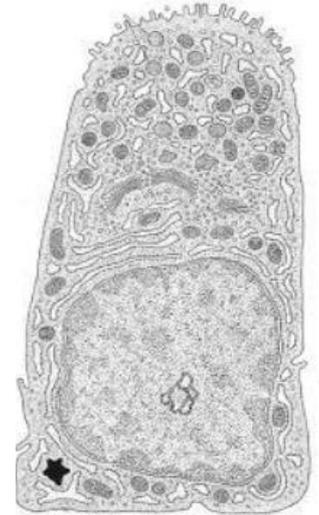
granulociti



epatocita

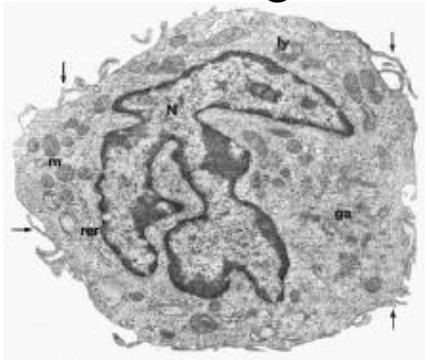


cellula
secernente

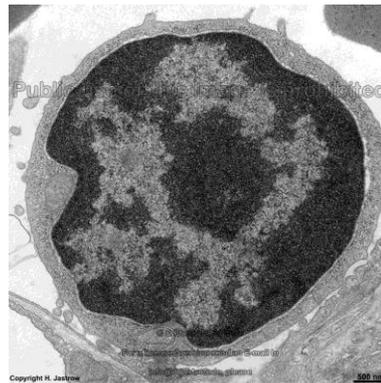


DIVERSE FORME E POSIZIONI

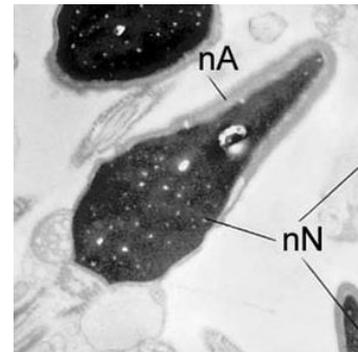
macrofago



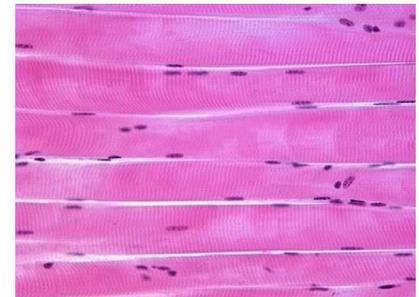
linfocita



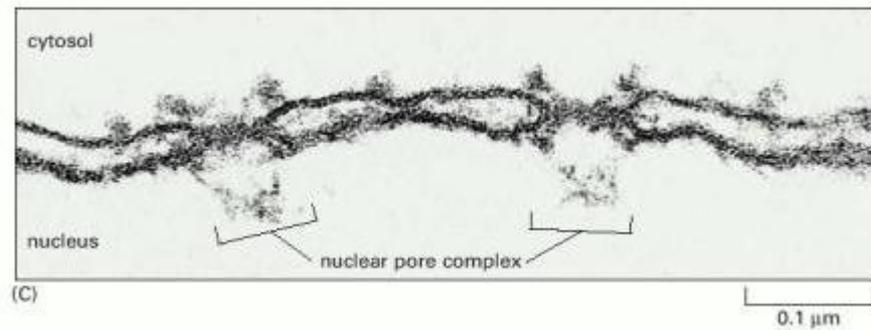
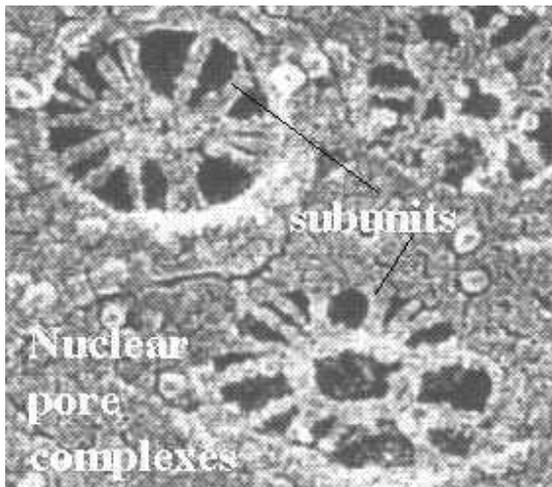
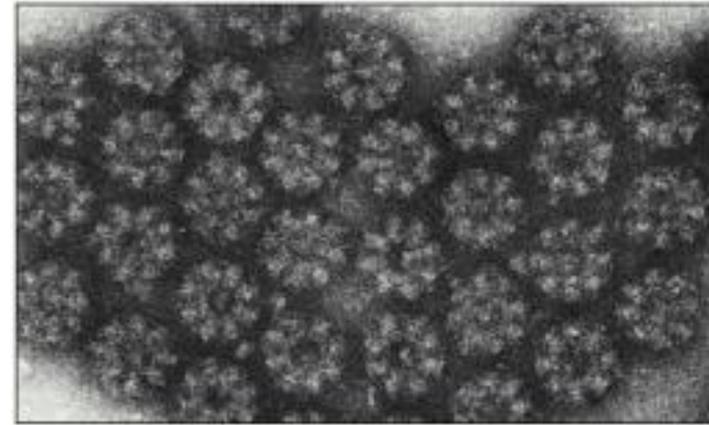
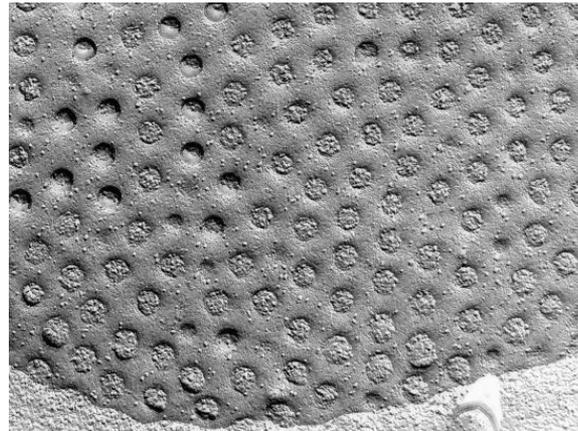
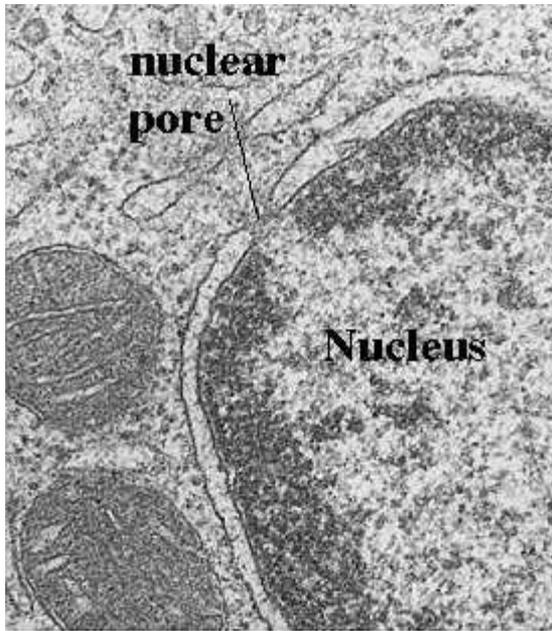
spermatozoo



fibra
muscolare

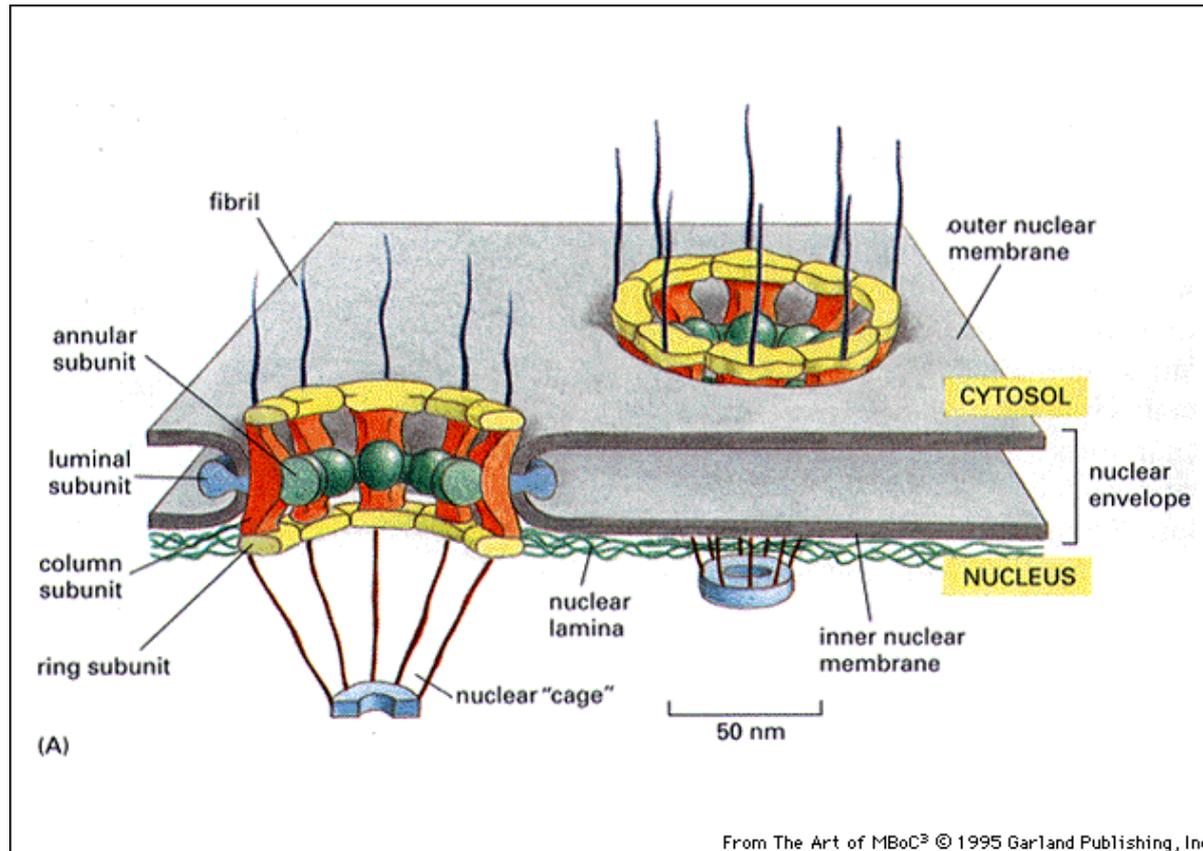


Pori nucleari



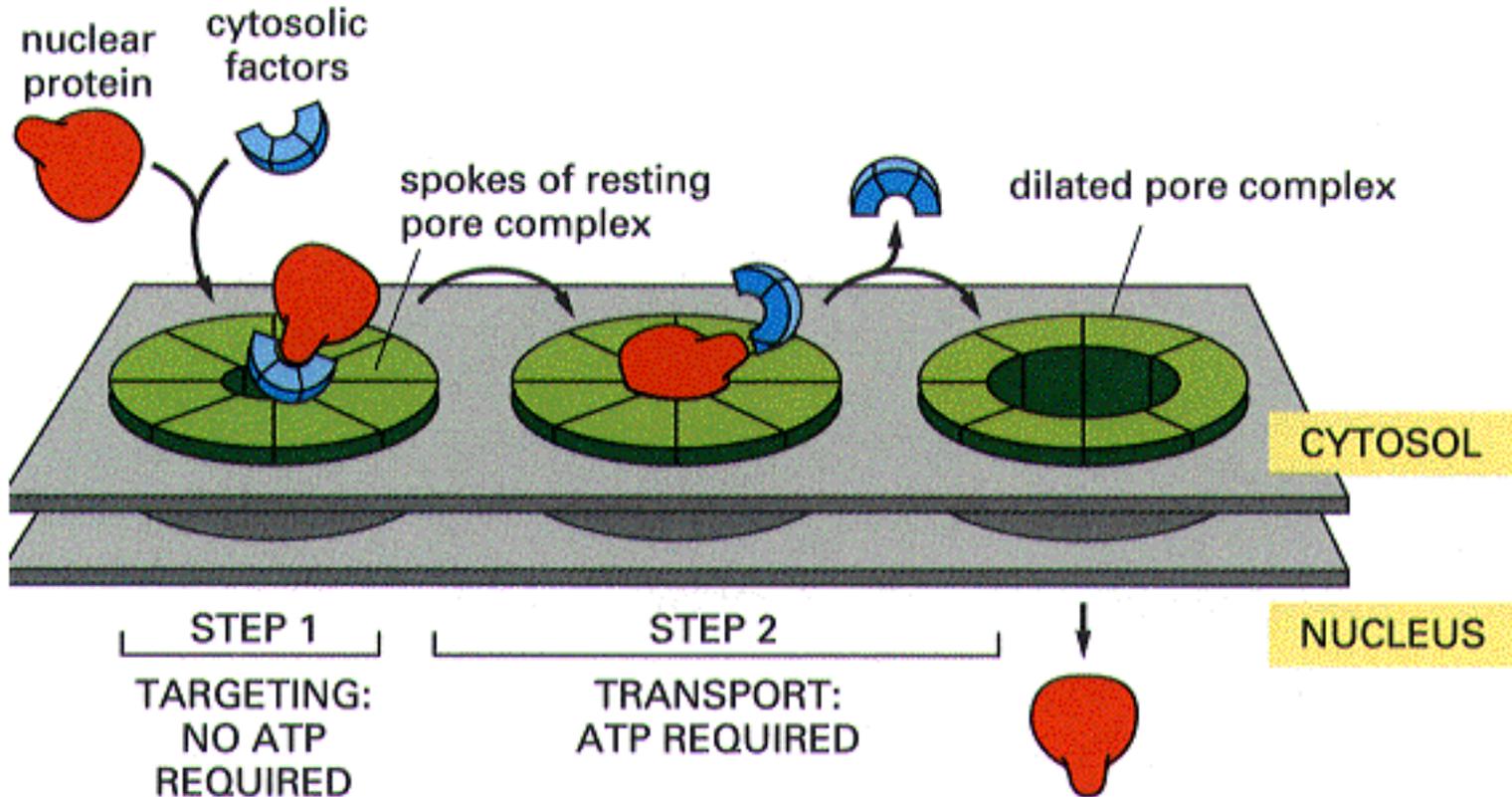
Pori nucleari

Diffusione libera in canali acquosi che permettono il passaggio di molecole idrosolubili piccole (sino a 50.000 dalton e con diametro massimo di 9 nm)



Pori nucleari

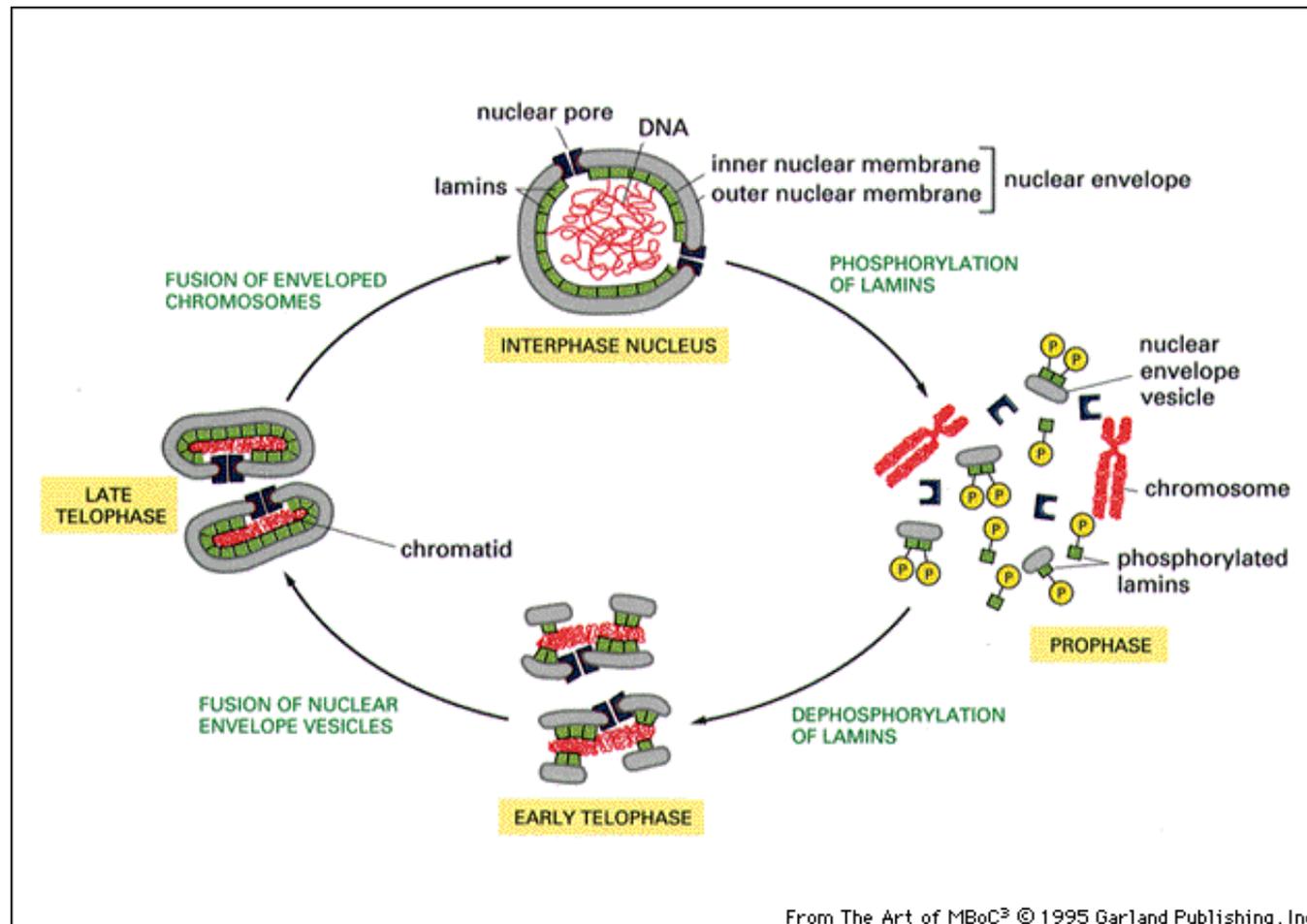
Trasporto attivo attraverso i complessi del poro richiede fattori citosolici ed ATP (vale anche per l'RNA)



Pori nucleari

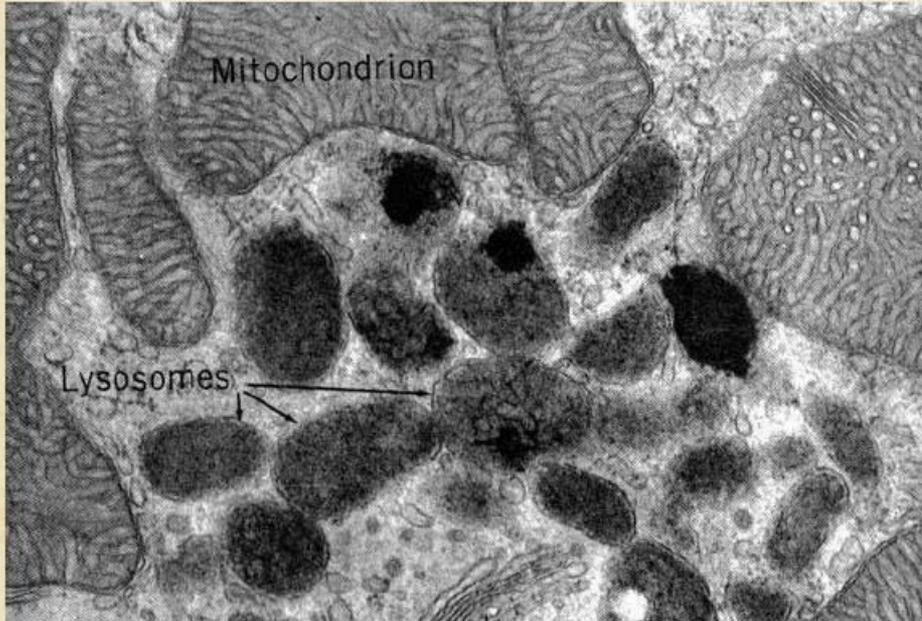
- ❑ Ingresso di proteine: istoni, DNA ed RNA polimerasi, proteine dei ribosomi, fattori trascrizionali e regolatori
- ❑ Uscita di tRNA, mRNA e ribosomi assemblati

La membrana nucleare si dissolve durante la divisione cellulare



LISOSOMI

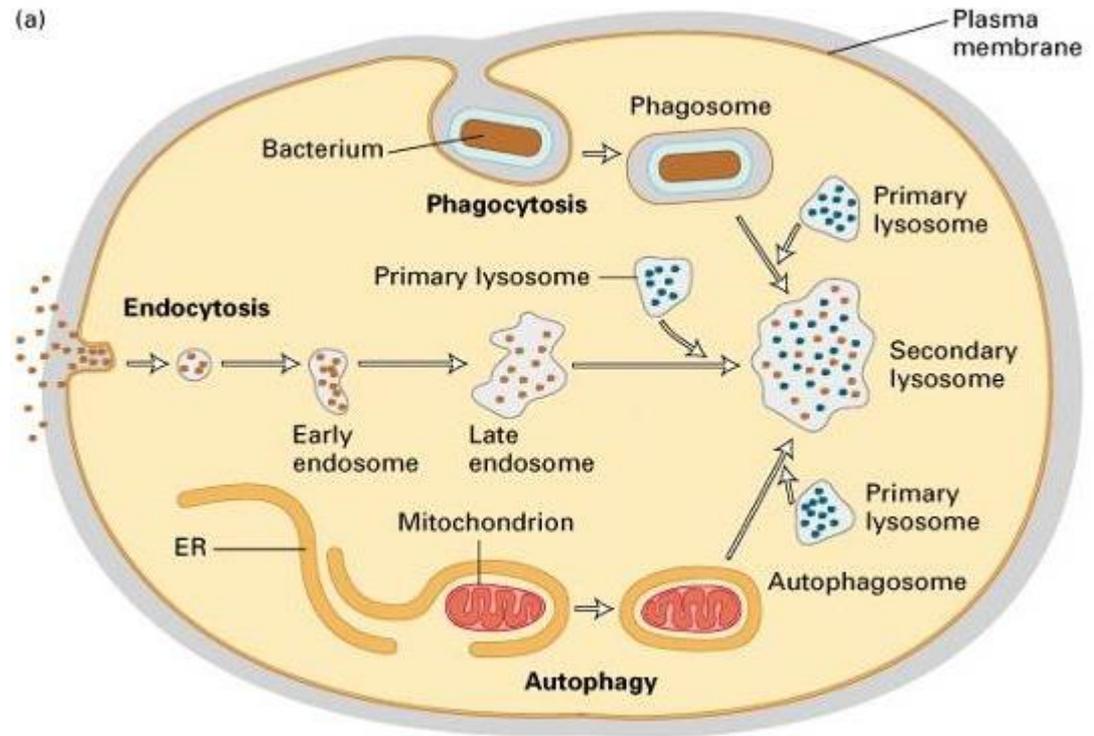
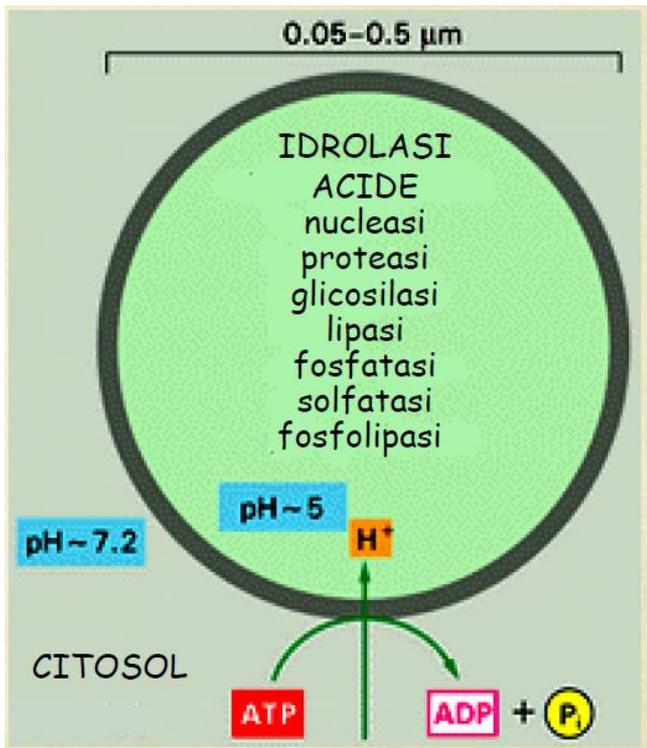
I lisosomi sono organuli con funzioni digestive, che degradano gli organelli non funzionali, le macromolecole e le particelle che la cellula assume per endocitosi.



- Responsabili per la degradazione di:
 - componenti cellulari
 - materiale internalizzato dall'ambiente extracellulare
 - altri organelli: autofagia

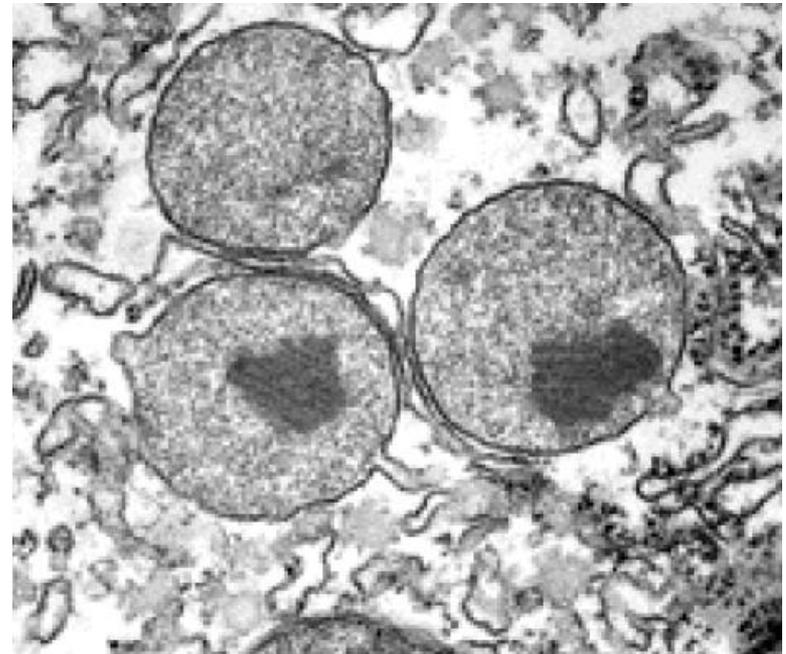
- Caratteristiche principali:
 - Membrana singola
 - pH del lumen $\cong 5$
 - Le reazioni di degradazione sono catalizzate dalle idrolasi acide

Lisosomi



Perossisomi

- Responsabili per la degradazione di:
 - Acidi grassi
 - Composti tossici
- Caratteristiche principali:
 - Membrana singola
 - Enzimi:
 - **ossidasi** (ossidazione acidi grassi)
 - **catalasi** (catalisi di H_2O_2)



200 nm

Mitocondri

- Sito della produzione dell'ATP
- Caratteristiche principali
 - Membrana esterna
 - Spazio intermembrana
 - Membrana interna
 - matrice

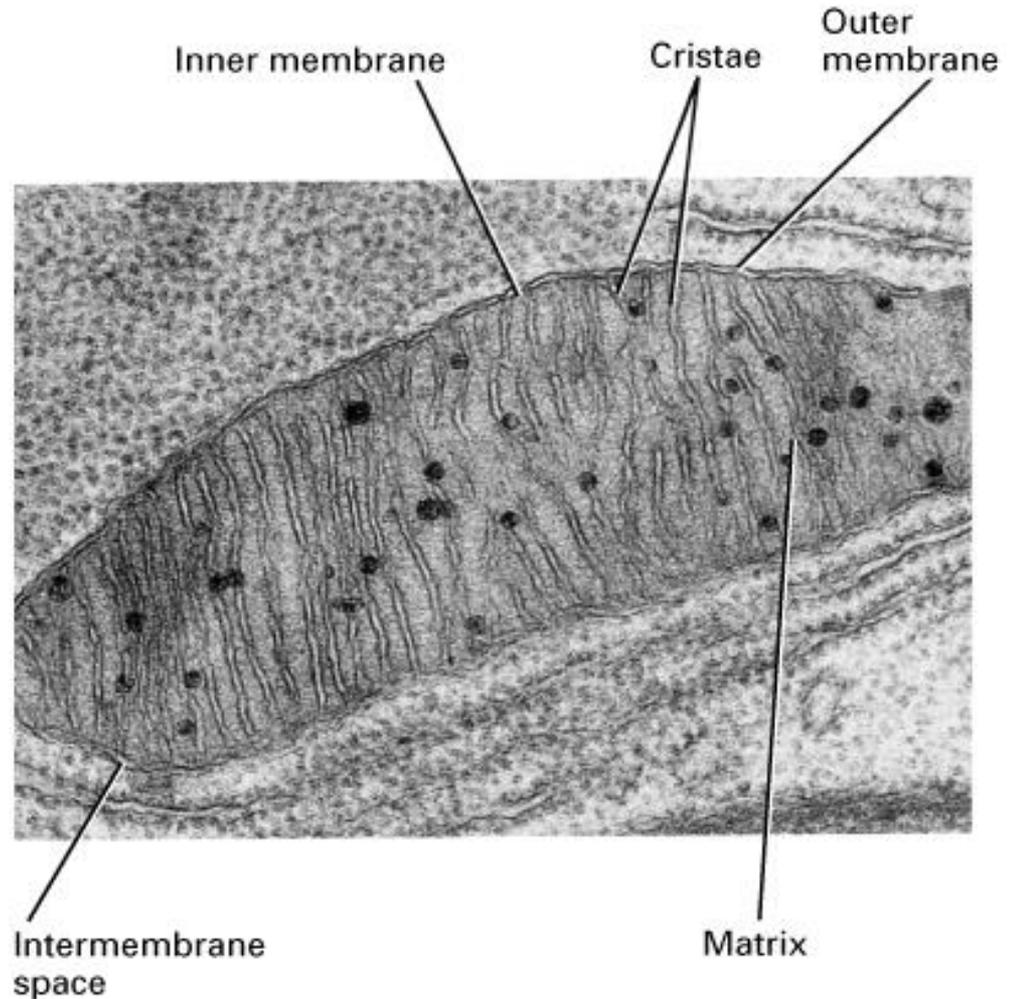
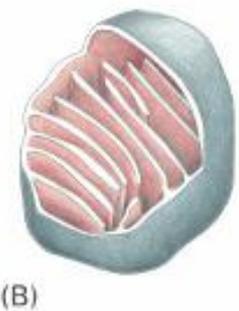
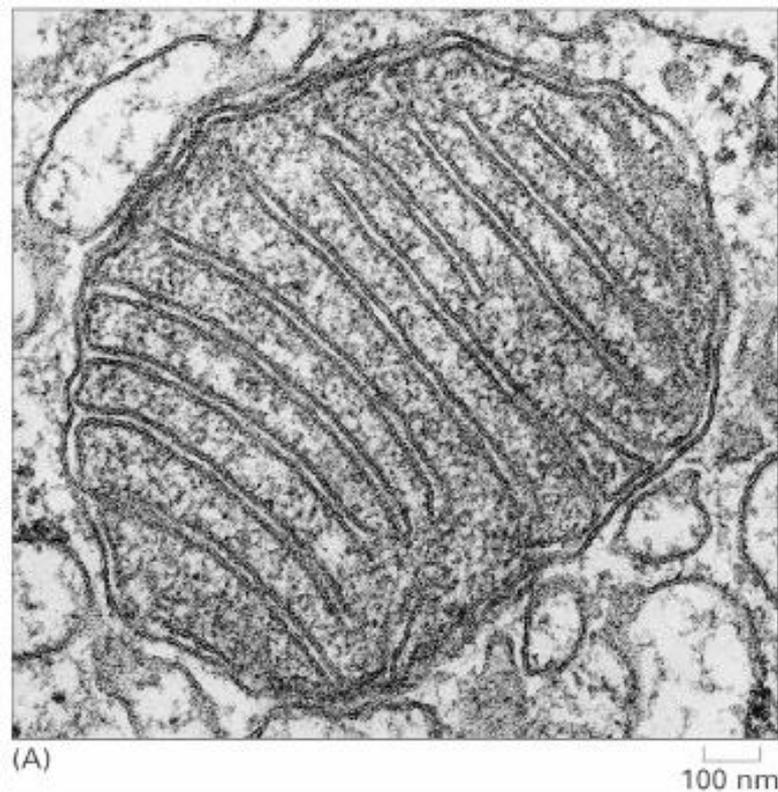
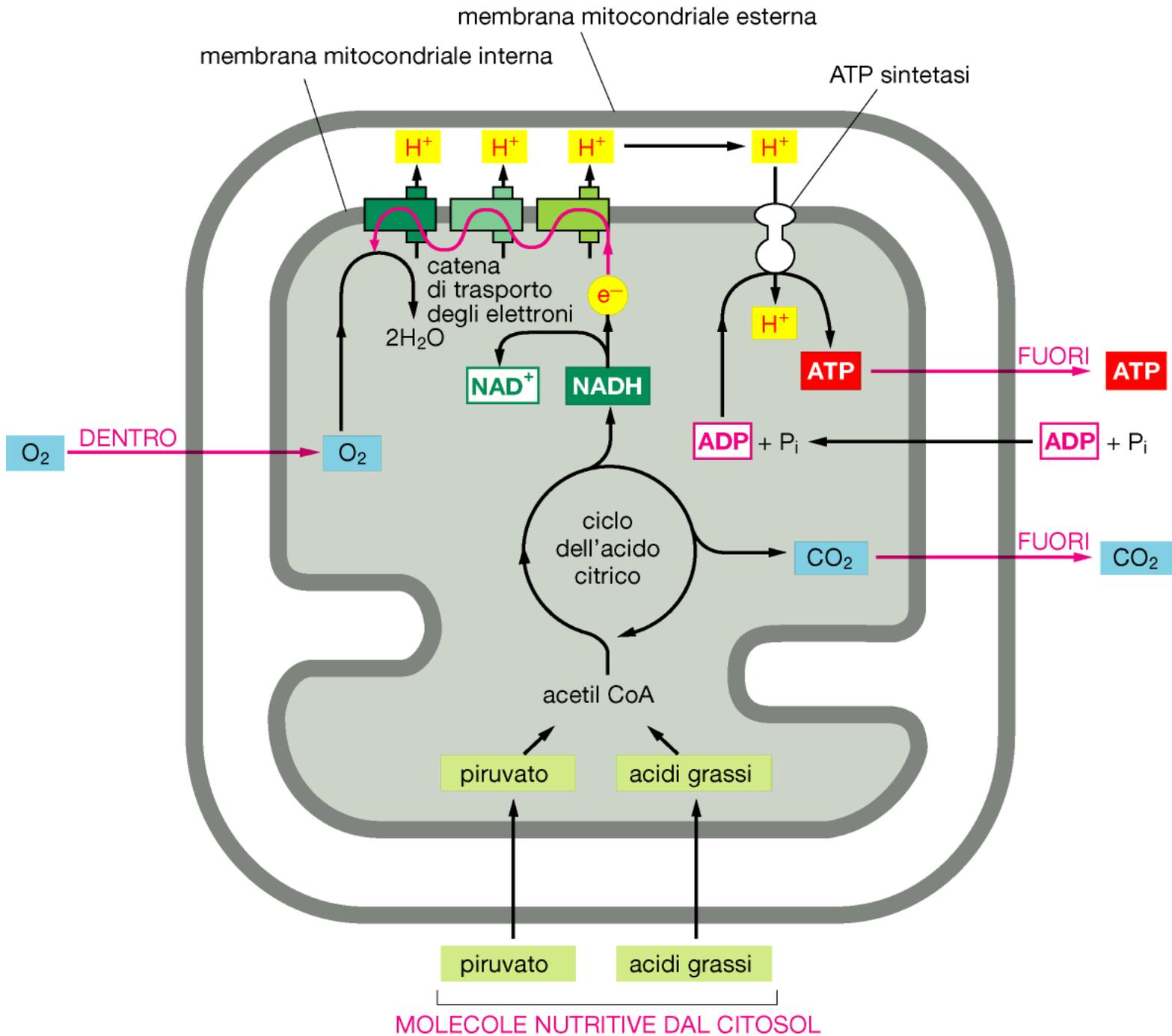


Figure 5-45



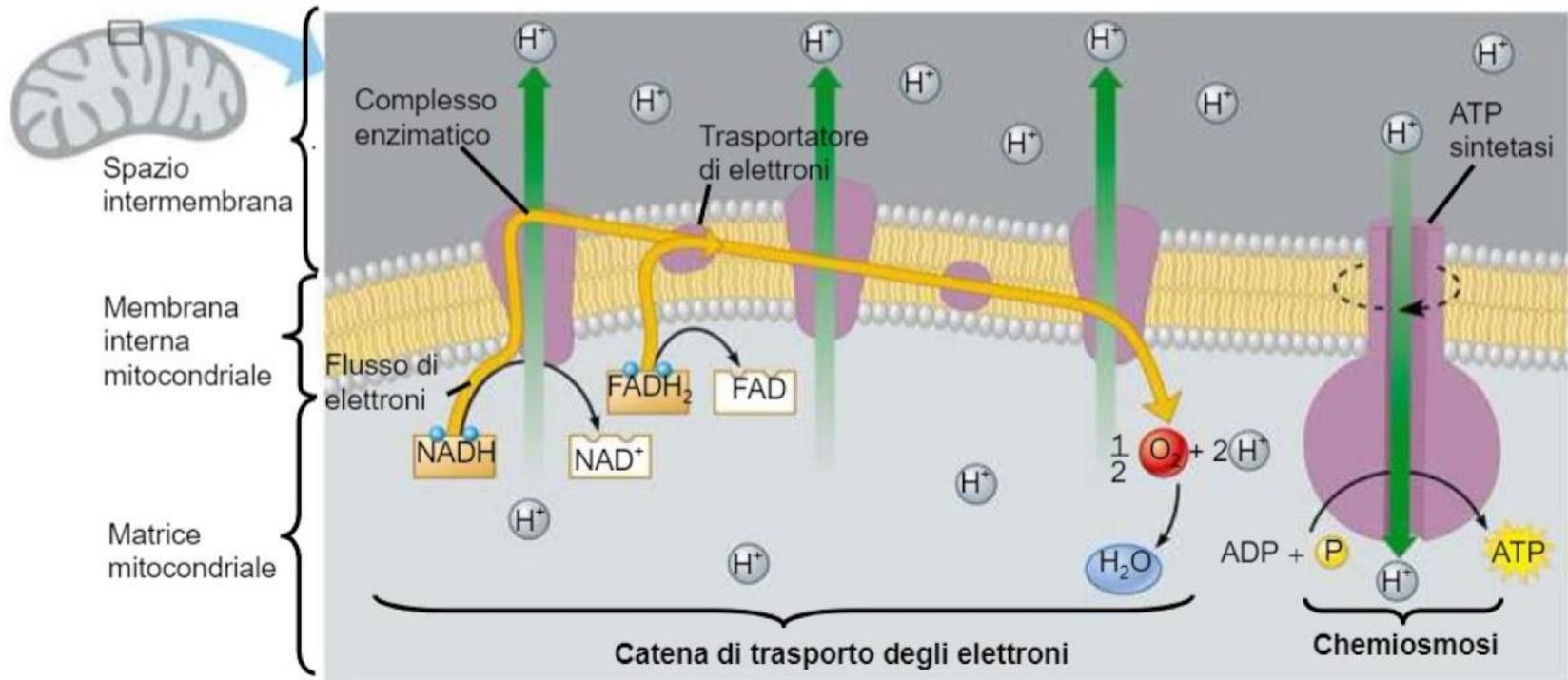
- **Mitocondrio:** è la “centrale elettrica” della cellula.
- Ha una forma a “salsiccia”, ha le dimensioni di un batterio
- È racchiuso da una doppia membrana
- La membrana interna è ripiegata
- Ha il suo DNA (piccolo e circolare) e sintetizza le sue proteine
- Si riproduce dividendosi in due
- Genera energia ossidando molecole organiche per creare ATP.
- È il maggior consumatore di ossigeno
- Solo le femmine lo trasmettono alla progenie

glucosio + **ossigeno** → diossido di carbonio + acqua + **energia**

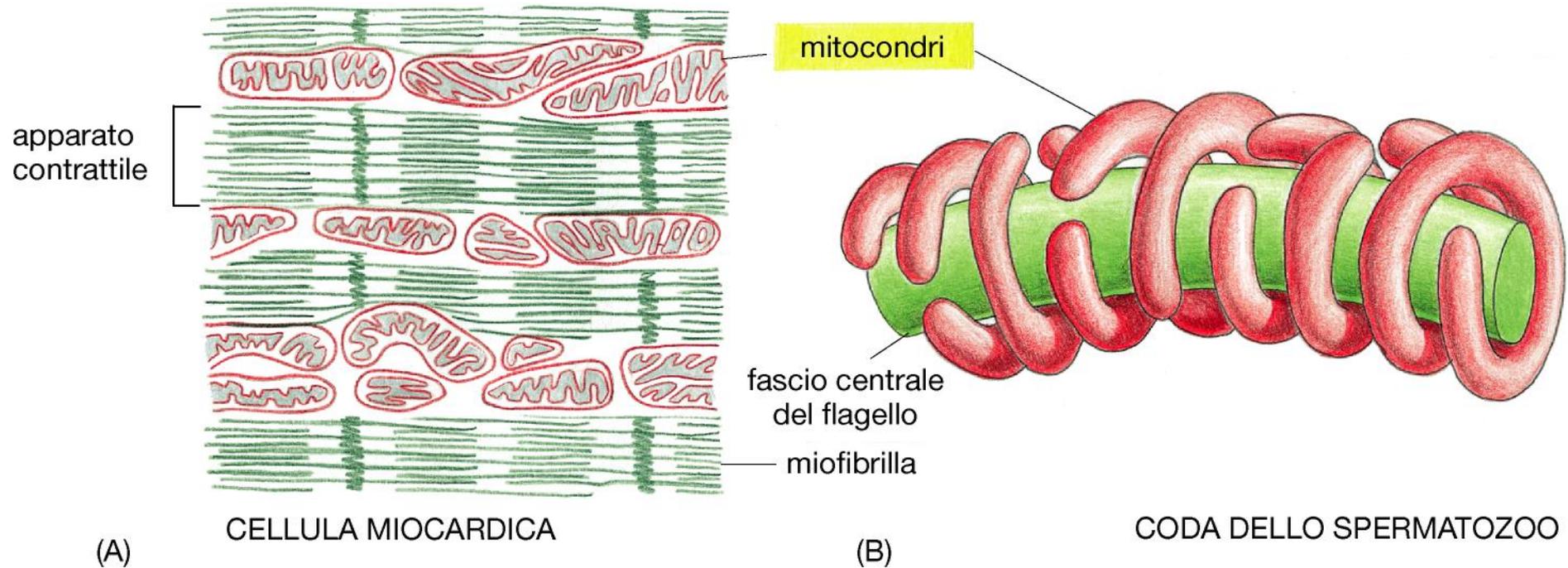


MOLECOLE NUTRITIVE DAL CITOSOL

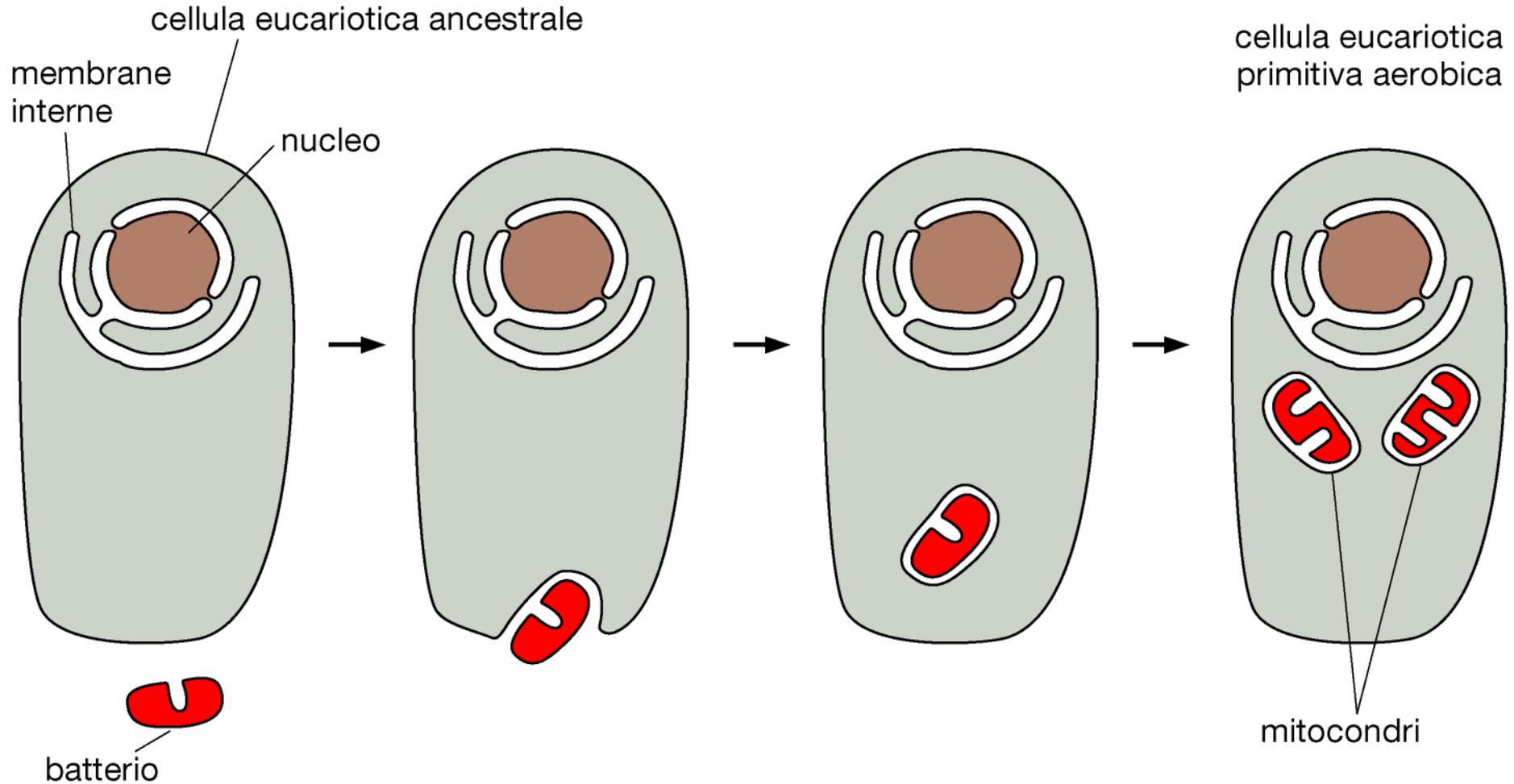
Il trasporto di elettroni fino all'acceptore finale O_2 genera un gradiente di protoni che alimenta la produzione di **ATP**



CELLULE CHE NECESSITANO DI MOLTA ENERGIA SONO RICCHE DI MITOCONDRI



Evolutivamente deriva da un batterio incorporato da un'altra cellula, stabilizzando un rapporto simbiotico



Cloroplasto

- Sito della fotosintesi nelle piante e nelle alghe
- Caratteristiche principali
 - Membrana esterna
 - Spazio intermembrana
 - Membrana interna
 - stroma
 - Membrana tilacoide
 - Lume tilacoide

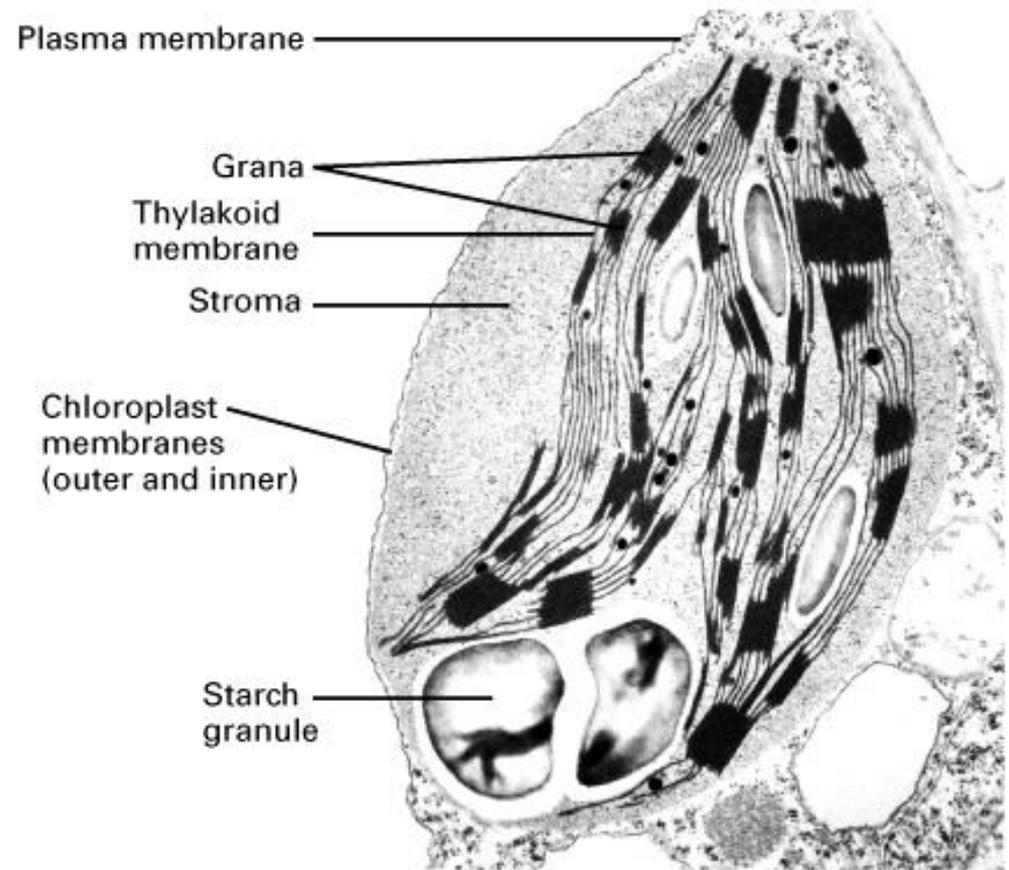
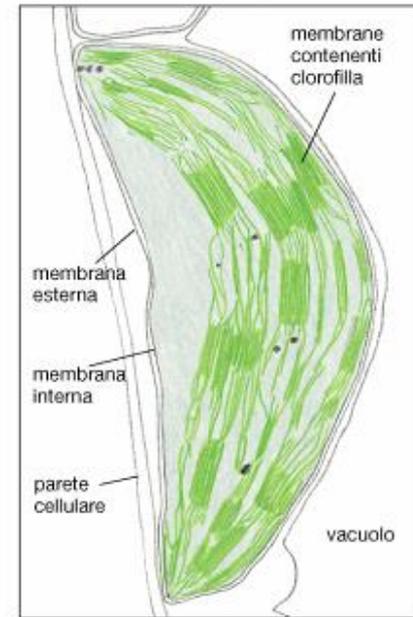
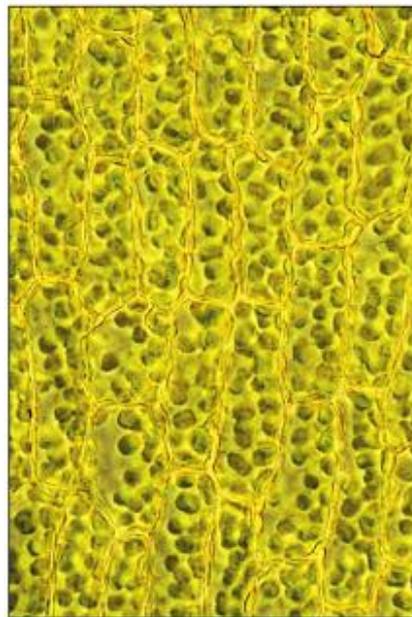


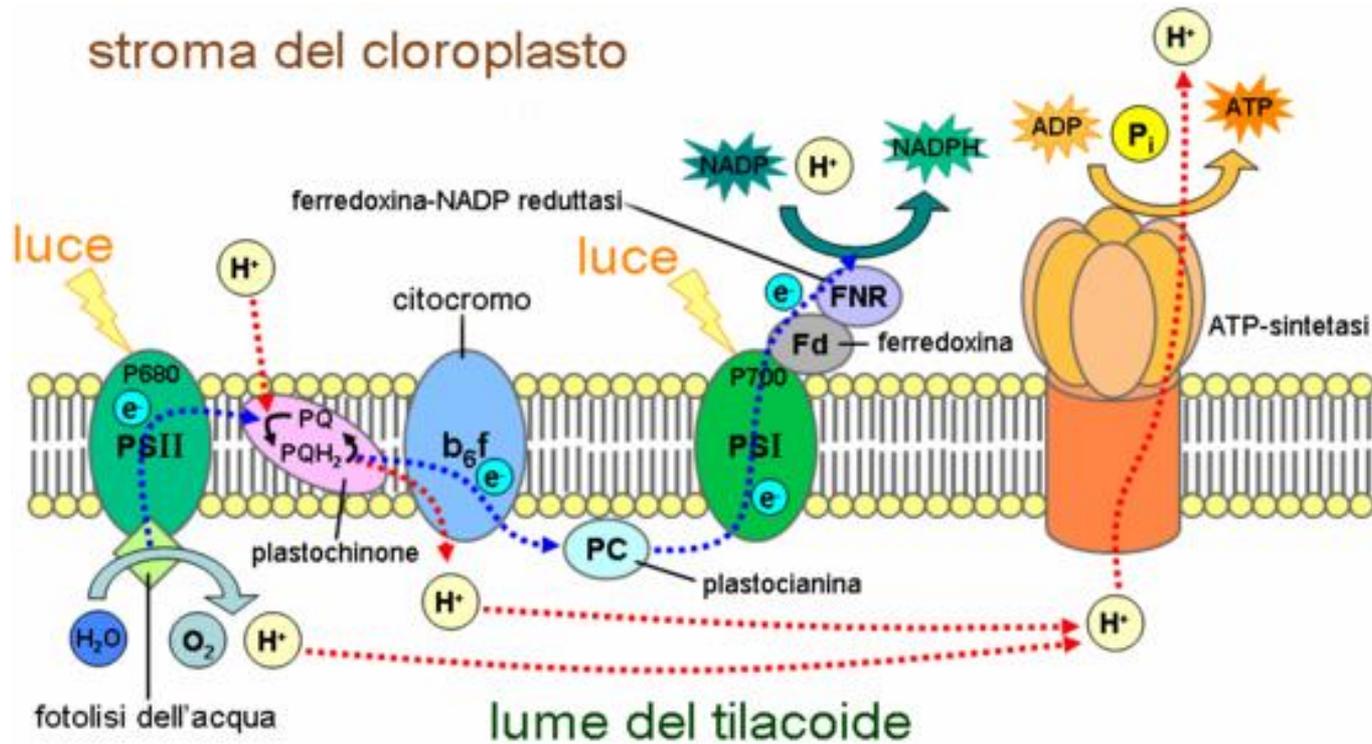
Figure 5-46

1 μm

- **Cloroplasto**: cattura energia dai raggi solari e l'accumula sotto forma di energia chimica.
- E' presente solo nelle cellule delle piante e delle alghe
- E' un organello grande e verde
- È circondato da due membrane
- Ha il suo DNA e si riproduce per divisione
- Tra le due membrane ci sono delle strutture membranose affastellate, chiamate **tilacoidi**, dove viene conservata la clorofilla e dove avviene la fotosintesi.

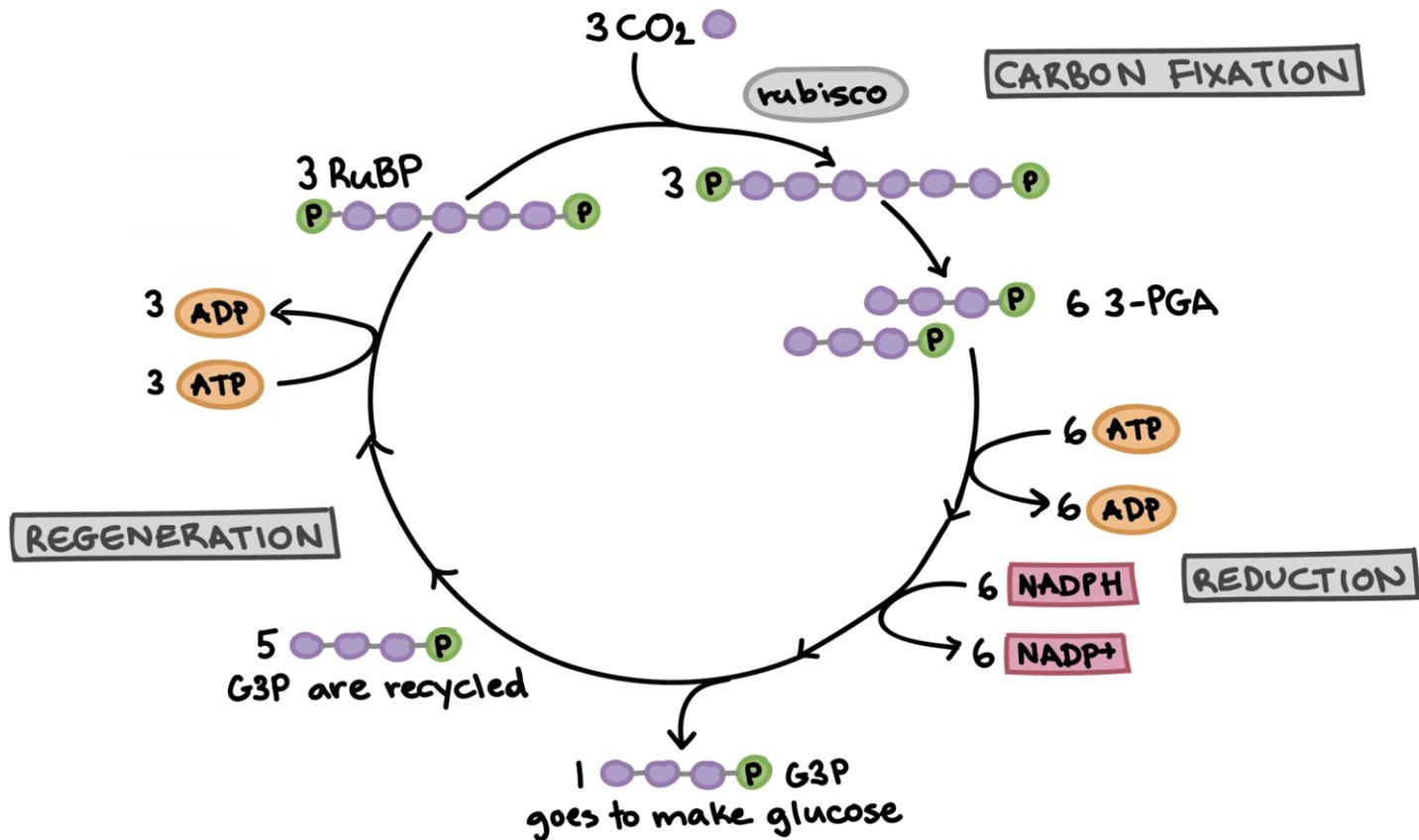


Nei tilacoidi avviene la fotosintesi clorofilliana



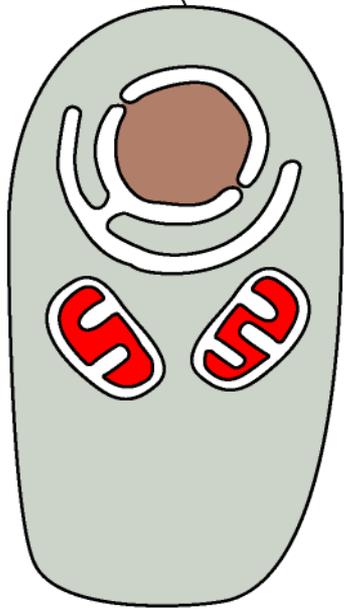
diossido di carbonio + acqua + **energia solare** → glucosio + ossigeno

Nei tilacoidi avviene la fotosintesi clorofilliana

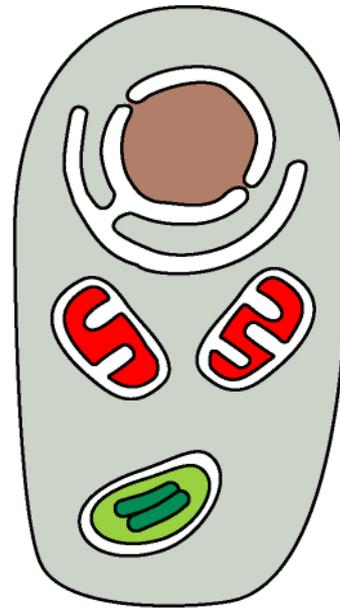
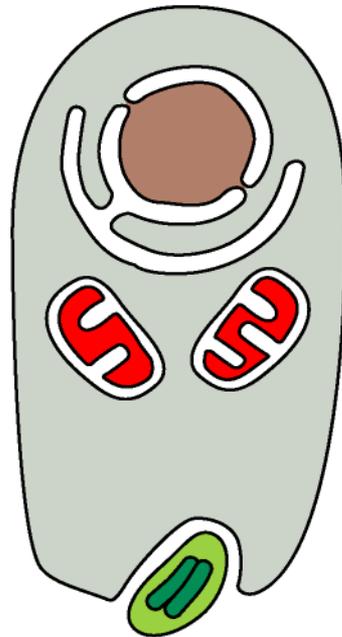


ORIGINE ENDOSIMBIONTICA DI MITOCONDRI E CLOROPLASTI

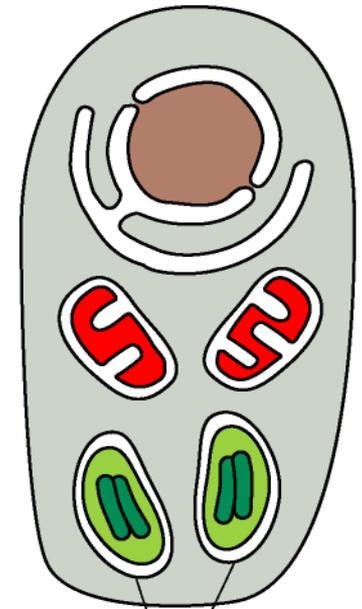
cellula eucariotica
primitiva



batterio fotosintetico



cellula eucariotica
primitiva
capace di fotosintesi



cloroplasti