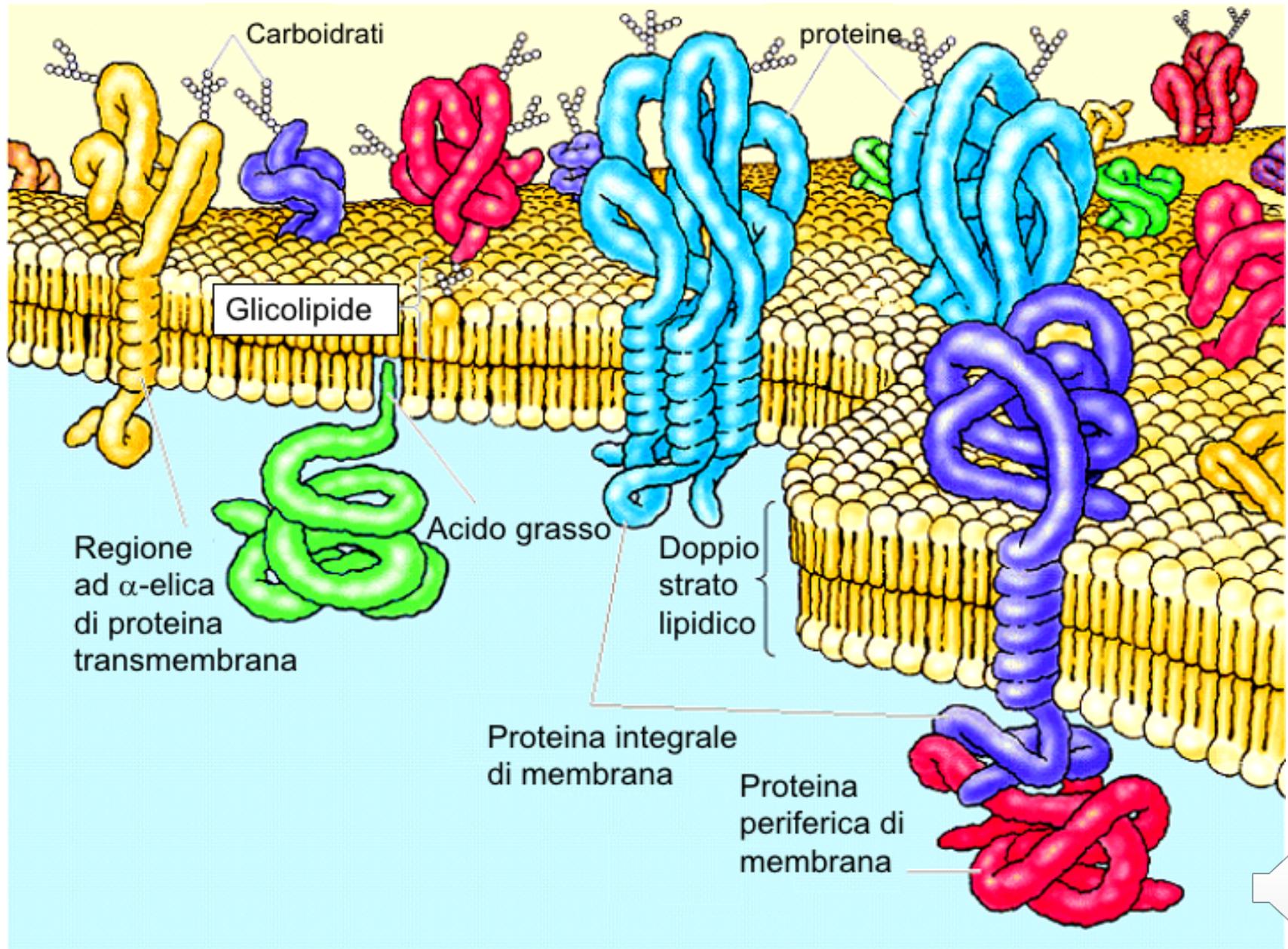


# La cellula eucariotica

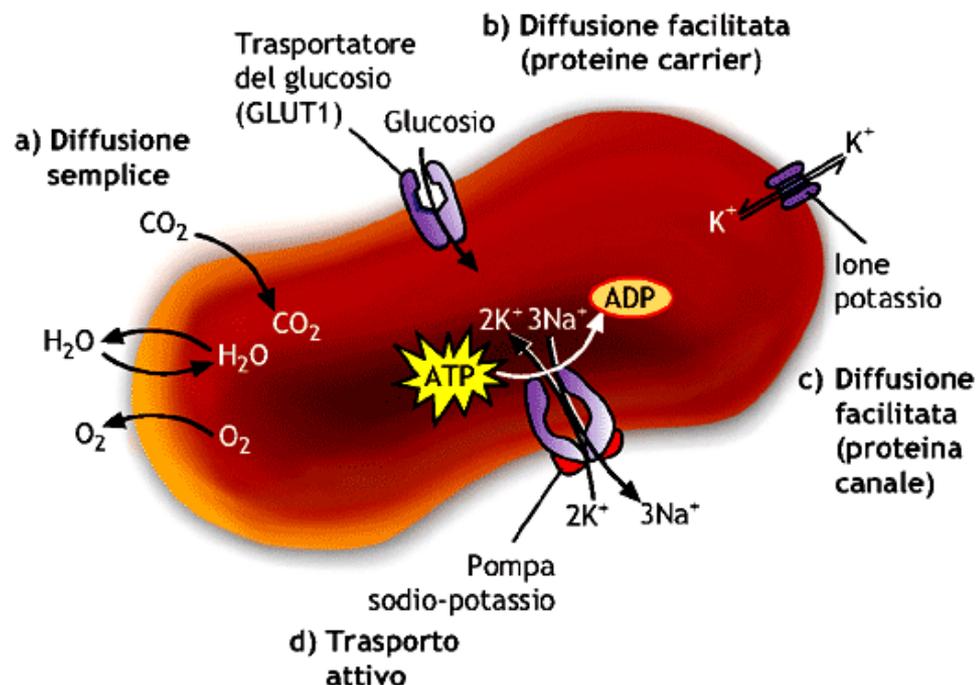


# Modello a mosaico fluido della membrana plasmatica



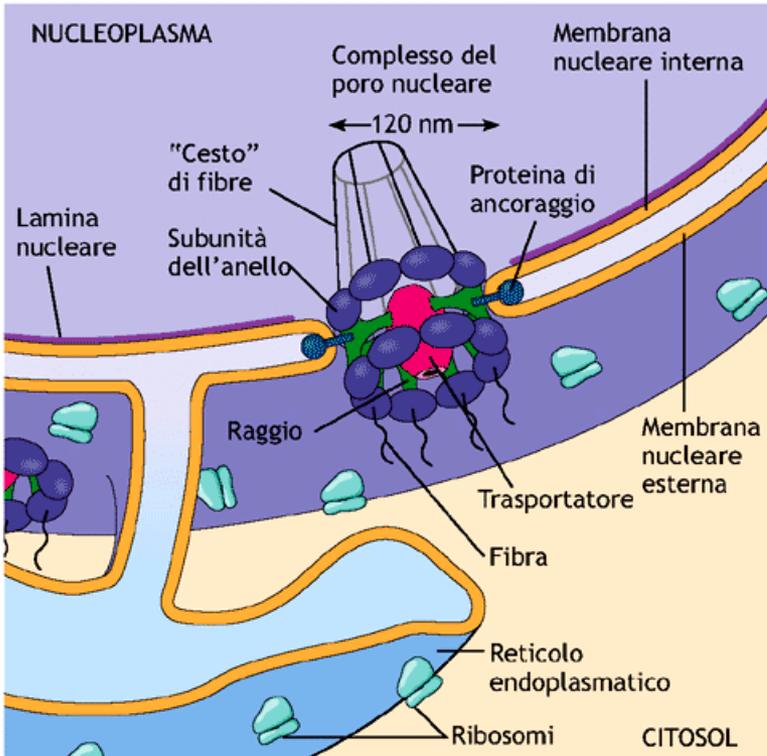
# Il passaggio di molecole attraverso la membrana avviene per 1) diffusione semplice, 2) diffusione facilitata e 3) trasporto attivo

■ **Figura 5.1** Modalità di trasporto nel globulo rosso. **(a)** Diffusione semplice: è influenzata dalle dimensioni e dalla lipofilia della molecola, dalla temperatura del sistema. Piccole molecole polari come l'acqua o apolari come l'anidride carbonica possono passare liberamente attraverso la membrana plasmatica seguendo il loro gradiente di concentrazione. **(b)** Diffusione facilitata mediata da permeasi o carrier: il passaggio, anche se avviene senza dispendio di ATP, è mediato da proteine che facilitano il transito di grosse molecole polari attraverso il doppio strato lipidico. La permeasi GLUT1, ad esempio, ha il compito di favorire l'ingresso del glucosio all'interno della cellula. **(c)** Diffusione facilitata mediata da canali: questi, al contrario dei carrier, possono trasportare solo ioni e sono altamente selettivi. Si ritiene che la selettività dipenda principalmente dall'interazione tra gli ioni e le pareti dei pori. **(d)** Trasporto attivo: permette il movimento di soluti contro gradiente di concentrazione; è mediato da proteine che hanno la capacità di idrolizzare ATP, ad esempio pompa sodio-potassio.



# Il nucleo contiene DNA, RNA e proteine: centro di informazioni

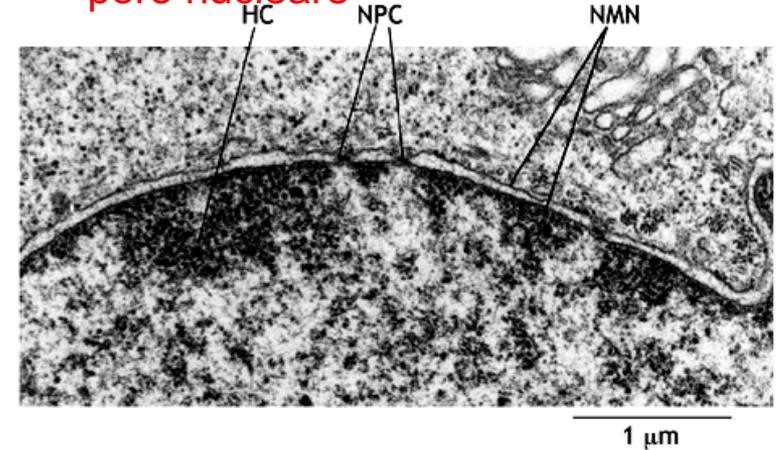
## La membrana nucleare



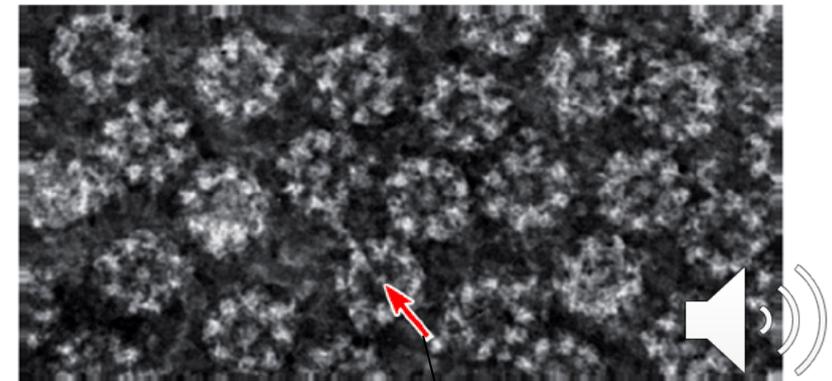
Continuità con la membrana del reticolo endoplasmatico rugoso

complesso del poro nucleare

doppia membrana nucleare



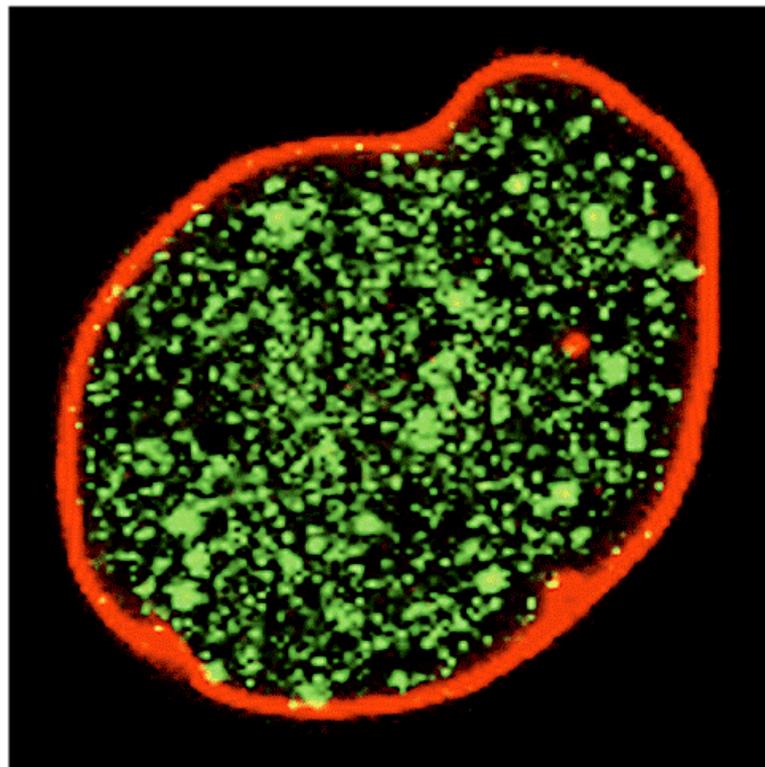
**Pori nucleari: strutture ottagonali (microscopio elettronico)**



Pori nucleari

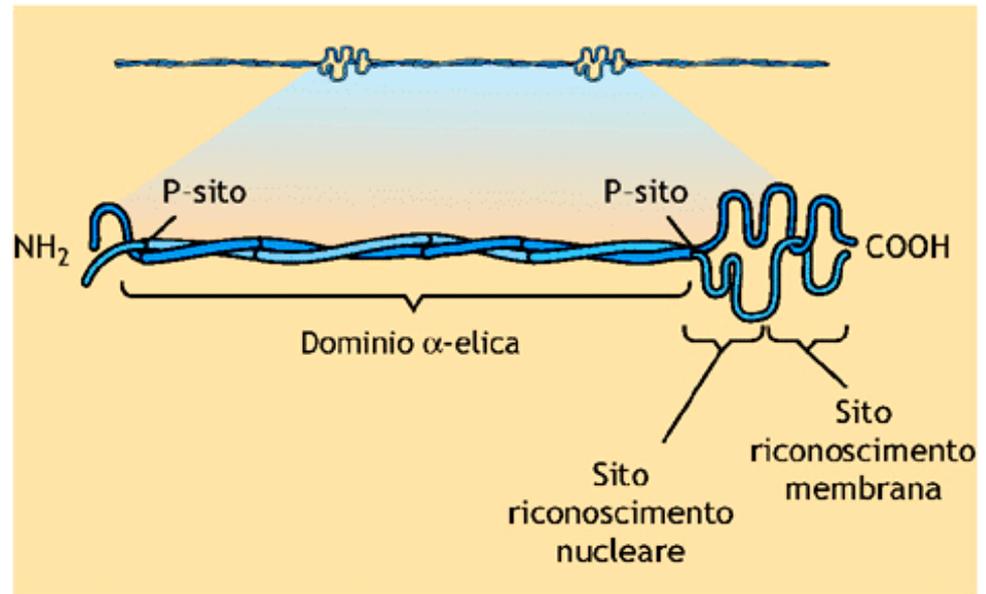
0,25 µm

# La lamina nucleare (al di sotto della membrana nucleare) conferisce rigidità strutturale

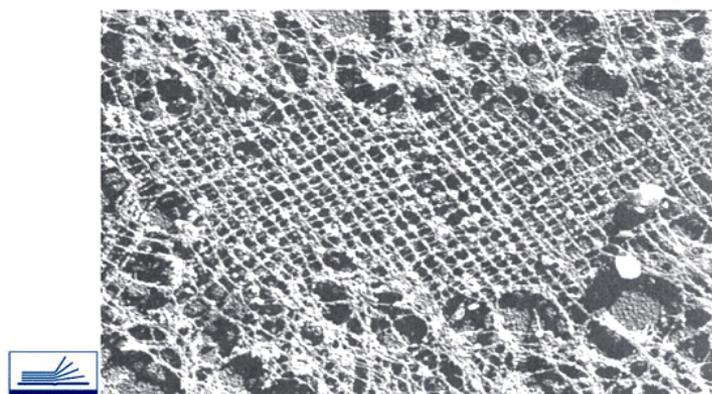


■ **Figura 2.53** Lamina nucleare. (a) Nucleo di una cellula umana in coltura trattata con un anticorpo marcato con coloranti fluorescenti che rivelano la presenza della lamina nucleare (rosso) adiacente alla membrana nucleare interna; (b) veduta superficiale della lamina nucleare in un oocita di rana in cui l'involucro nucleare è stato estratto con detergente e preparato mediante congelamento-essiccamento ed ombreggiatura con metalli.

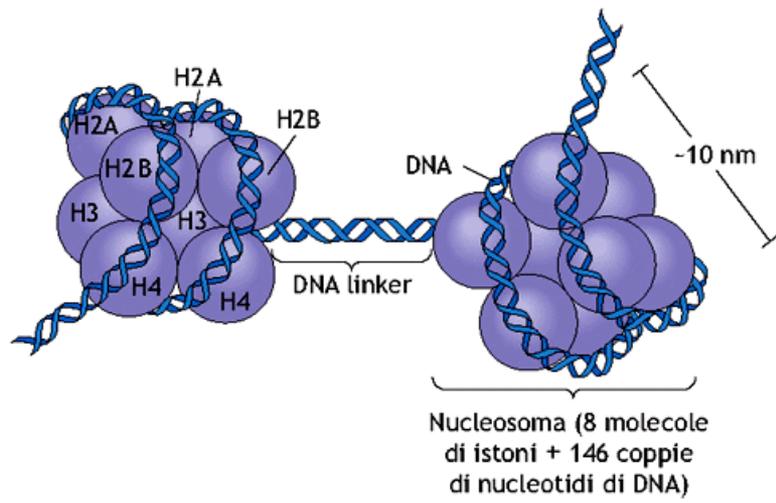
a) 2 μm



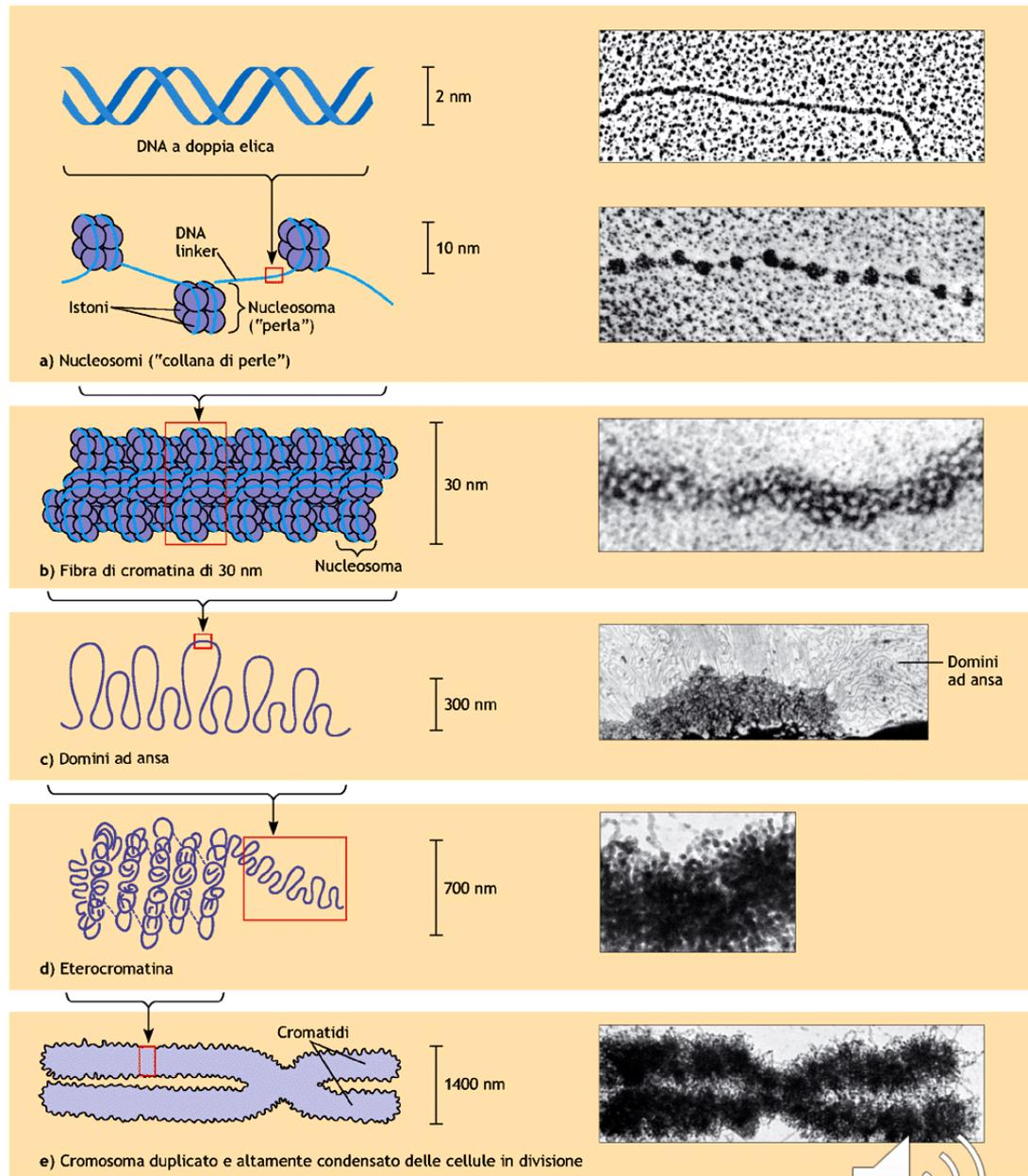
■ **Figura 2.54** Schema generale della organizzazione molecolare delle lamine nucleari. Le molecole formano dei dimeri che hanno un dominio centrale lineare composto da  $\alpha$ -elica coiled-coil, fiancheggiato da due domini globulari che comprendono le estremità terminali. Qui sono presenti dei siti di fosforilazione (P-sito) che regolano l'assemblaggio e il disassemblaggio delle lamine durante la divisione cellulare.



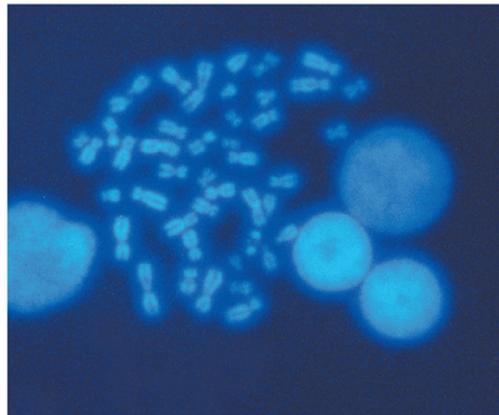
b) 1 μm



■ **Figura 1.59 Struttura del nucleosoma.** Ogni nucleosoma è costituito da un ottamero di istoni (due copie per ciascun istone H2A, H2B, H3, H4) associato a circa 146 coppie di nucleotidi con un tratto di DNA linker di circa 50 coppie di nucleotidi. Il diametro del nucleosoma, detto anche “perla”, è di circa 10 nm.



■ **Figura 1.62 Le diverse fasi di compattamento del DNA negli eucarioti.** Disegni ed immagini al ME mostrano come a partire dal DNA nudo si arrivi al cromosoma metafase. (a) la doppia elica del DNA e la successiva formazione della “collana di perle”; (b) la fibra cromatinica di 30 nm; (c) domini ad ansa; (d) formazione di superanse; (e) il cromosoma metafase, duplicato ed altamente compattato.



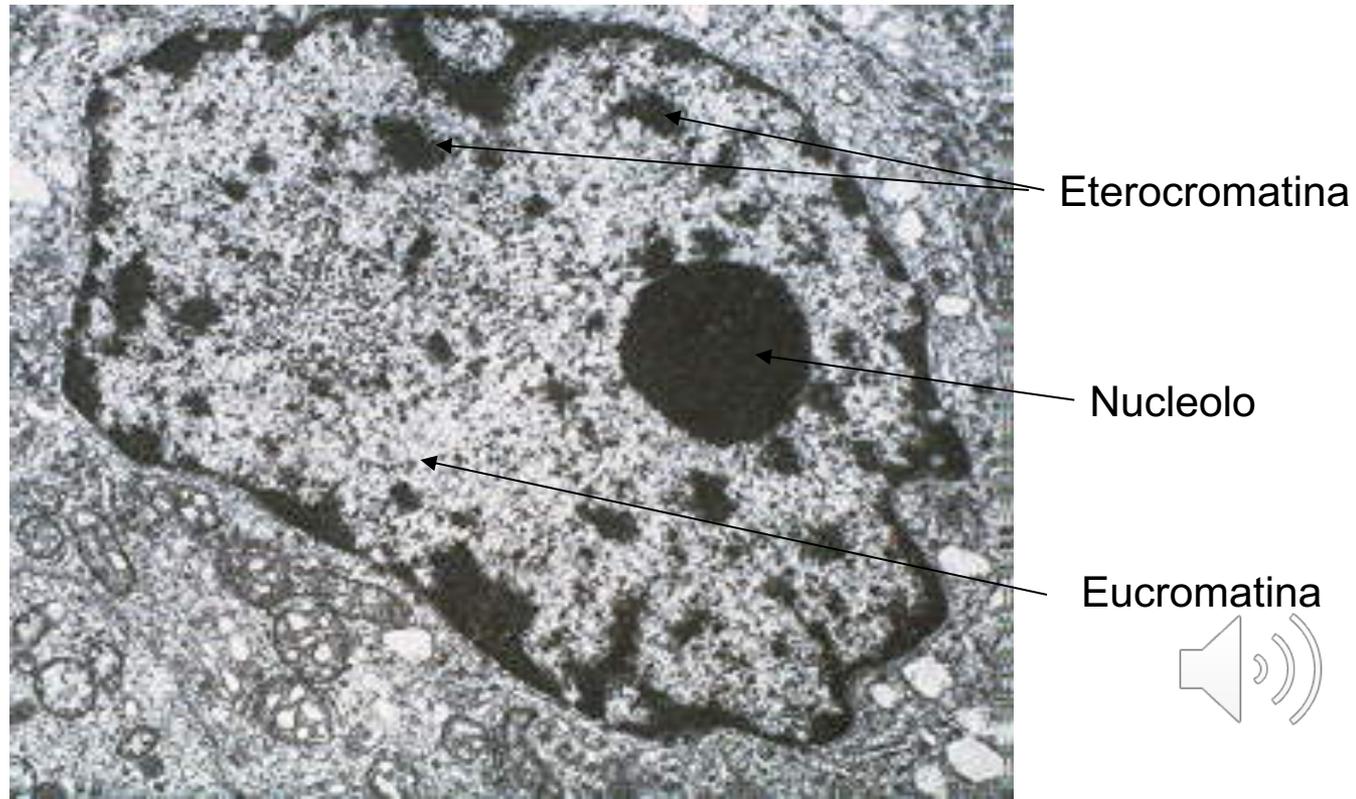
■ **Figura 2.48 Cromosomi della specie umana osservati al microscopio a fluorescenza.** Il DNA si è condensato a formare queste unità che sono particolarmente evidenziabili durante un momento della divisione cellulare, la metafase. Colorazione DAPI.

## Cromatina e eucromatina

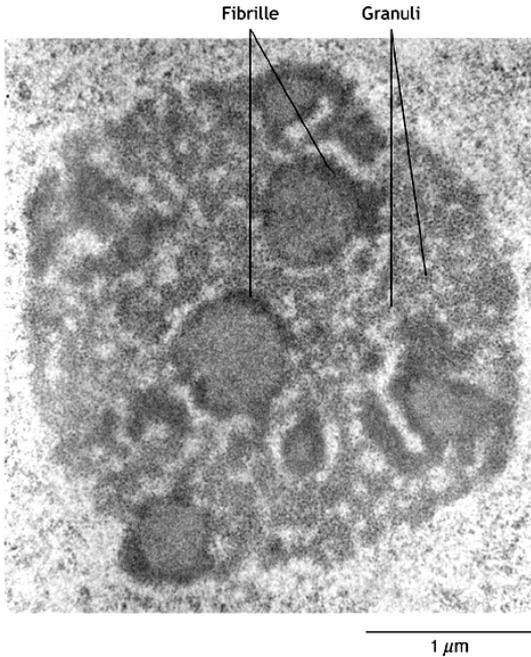
L'entità della condensazione della cromatina varia durante il ciclo vitale della cellula. Nelle cellule in interfase (che non si dividono) la maggior parte della cromatina, denominata **eucromatina**, è relativamente decondensata e distribuita per tutto il nucleo. Durante questa fase del ciclo cellulare, i geni sono trascritti e il DNA viene replicato in preparazione della divisione cellulare.

Circa il 10% della cromatina interfascica, detta **eterocromatina**, è in uno stato molto condensato che rassomiglia molto a quello della cromatina durante il processo di mitosi.

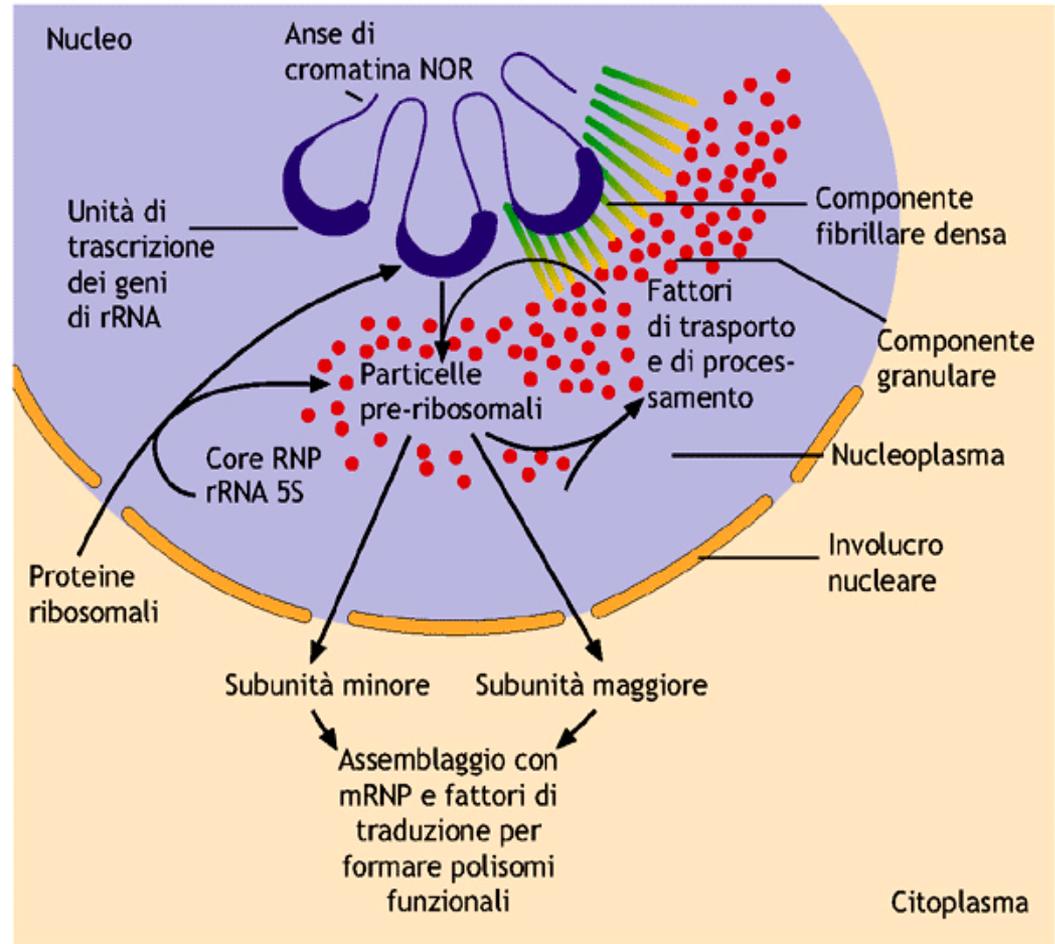
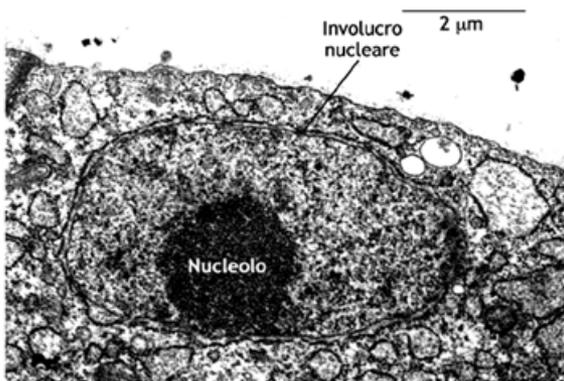
**L'eterocromatina è trascrizionalmente inattiva** e contiene sequenze di DNA altamente ripetute, come quelle presenti nei centromeri e nei telomeri.



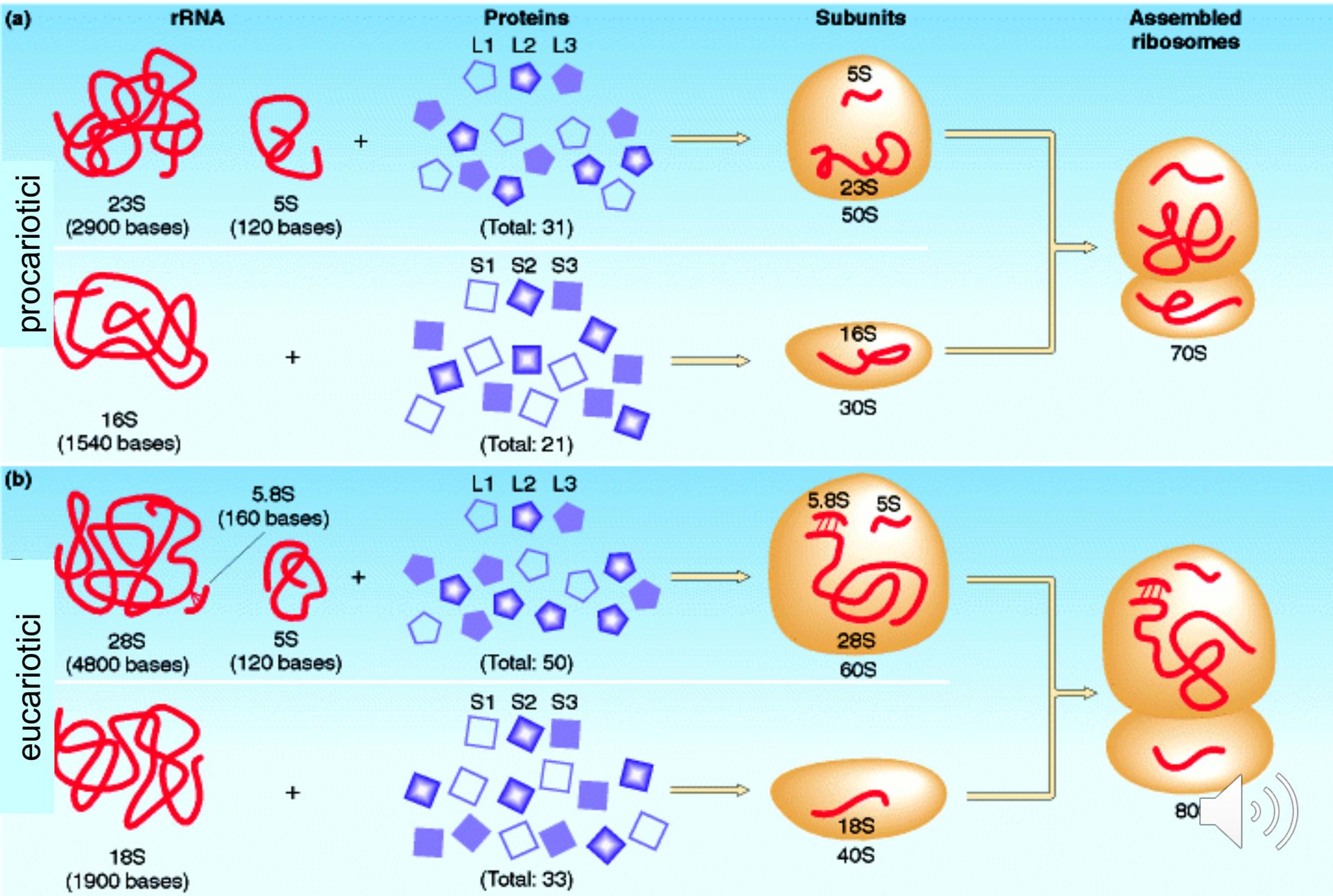
# Nucleolo: sintesi dell'RNA ribosomale



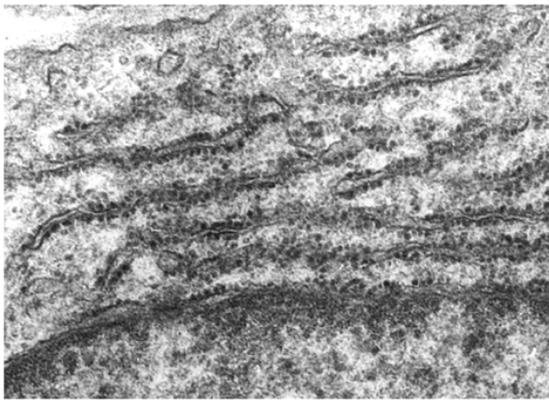
■ **Figura 2.57 Il nucleolo.** Micrografia elettronica di sezione ultrasottile di un nucleolo tipico. Sono evidenti i centri fibrillari e la componente granulare che rappresenta le subunità ribosomiali neoassemblate.



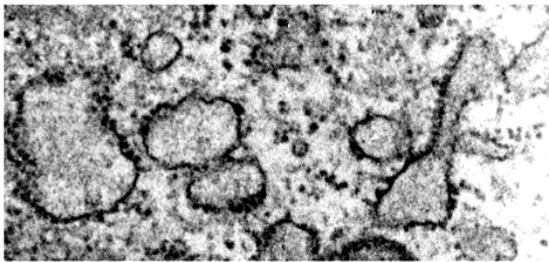
# Ribosomi: sede della sintesi proteica



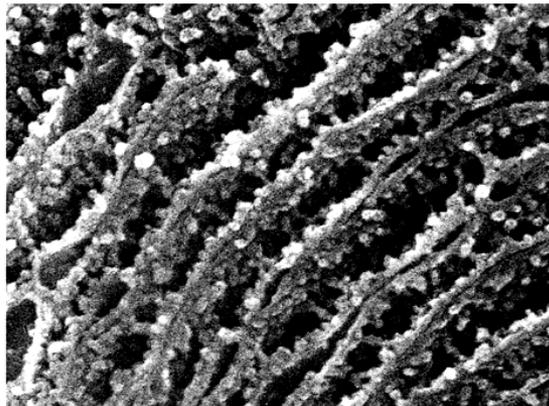
## Reticolo endoplasmatico rugoso



a) 0,5 μm



b) 0,3 μm



c) 0,3 μm

**Costituito da cisterne che presentano ribosomi sul versante citoplasmatico;**

**Sintesi delle proteine che verranno esportate ai diversi organelli/membrane;**

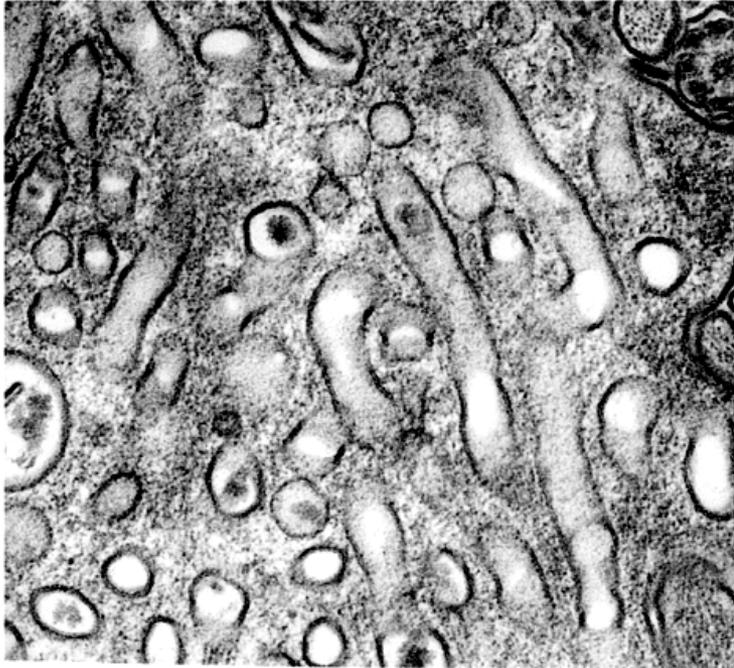
**Nel reticolo endoplasmatico rugoso inizia la glicosilazione (aggiunta covalente di zuccheri alle proteine);**

**Abbondante nelle cellule esocrine del pancreas che producono enzimi per la digestione.**

**Figura 2.64** Porzione del RER. Il reticolo endoplasmatico rugoso ha ribosomi associati solamente sul versante rivolto verso il citosol; l'altro fronte delimita il lume delle cisterne dentro cui dai ribosomi estrudono le proteine neosintetizzate. La micrografia mostra porzioni diverse del RER da cellule epiteliali di invertebrati al TEM; in (a) le cisterne appaiono lunghe ed appiattite, in (b) appaiono in sezioni trasversali; in (c) immagine al microscopio elettronico a scansione del RER in una cellula acinosa del pancreas.



# Reticolo endoplasmatico liscio



0,5  $\mu\text{m}$

■ **Figura 2.66** Porzioni del SER. Il reticolo endoplasmatico liscio non ha ribosomi e spesso le sue cisterne assumono aspetto tubulare. Immagine al TEM.

Costituito da tubuli che non presentano ribosomi;

Nelle sue membrane sono inclusi diversi enzimi che intervengono  
sintesi di steroidi a partire dal colesterolo (abbondante nelle cellule endocrine che producono ormoni steroidei: testicolo, corteccia surrenale) di fosfolipidi, glicolipidi presenti nelle membrane;

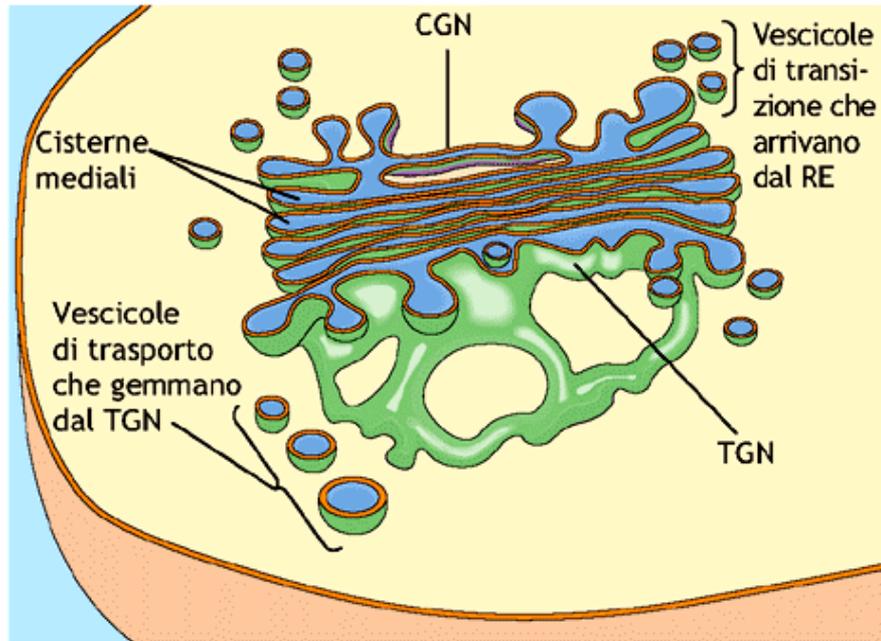
Nelle cellule epatiche è molto sviluppato perché detossificante. Farmaci, come anfetamine, morfina barbiturici oppure tossine, pesticidi, erbicidi ecc. vengono resi meno dannosi grazie reazioni di idrossilazione che favoriscono la solubilità delle sostanze permettendone il trasporto ai reni e la secrezione con le urine. In alternativa, si depositerebbero nei grassi corporei;

Accumula ioni  $\text{Ca}^{++}$  (molto sviluppato nelle cellule muscolari che richiedono ioni per avviare la contrazione muscolare);

Degrada glicogeno a glucosio.

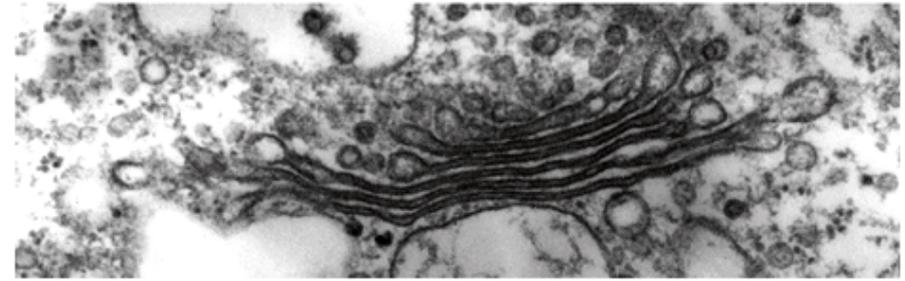


# Apparato del Golgi



a)

**Glicosilazione (modifica più comune) di proteine e lipidi e smistamento agli organelli /membrane di competenza**



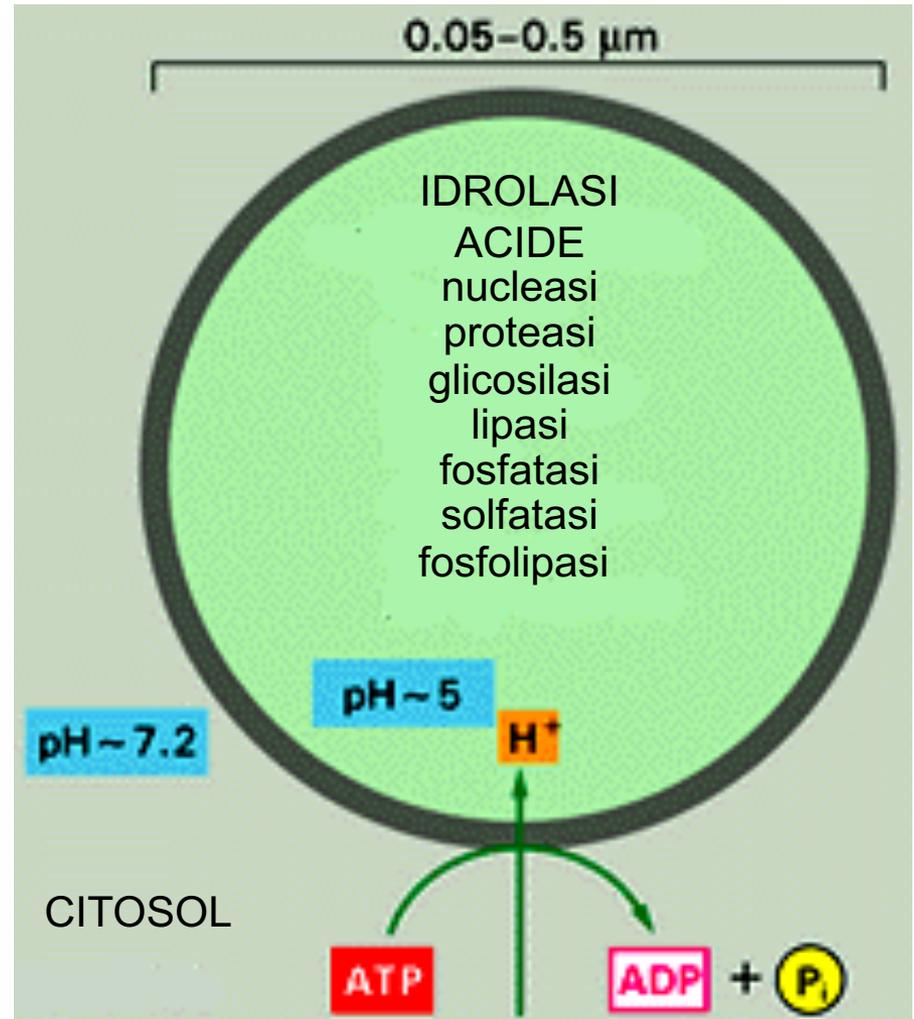
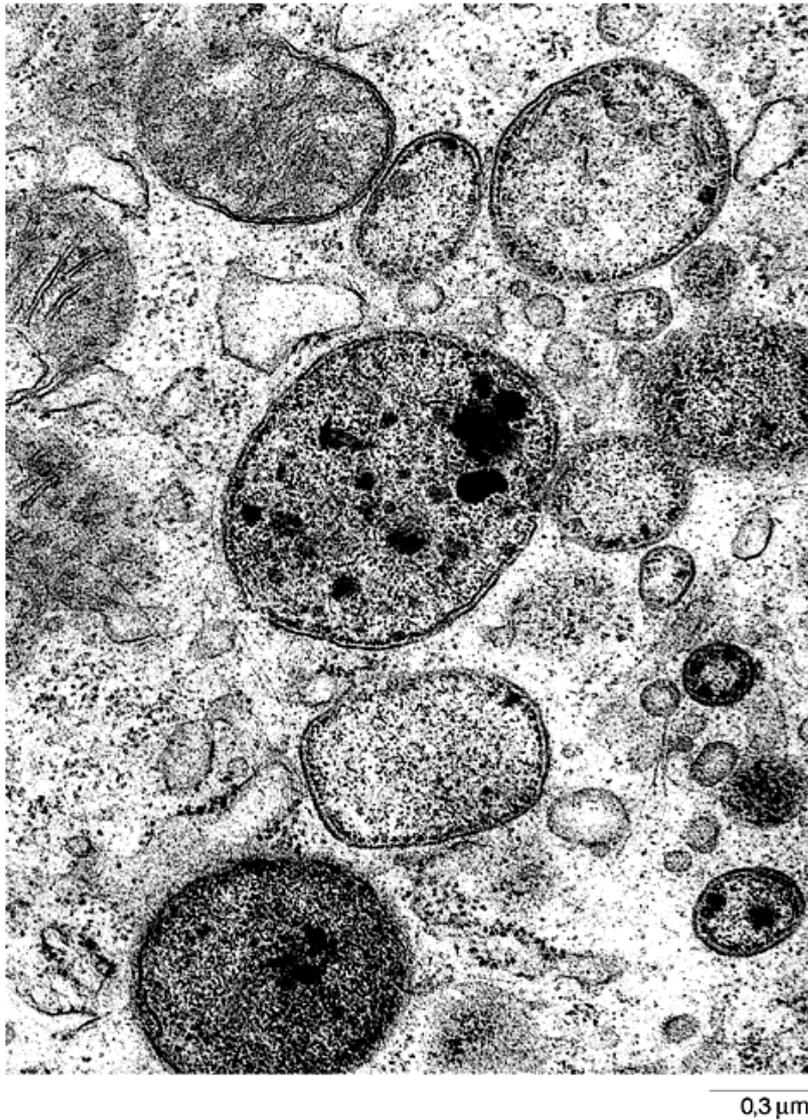
b)

0,5  $\mu\text{m}$

■ **Figura 2.78** Rappresentazione schematica del complesso del Golgi e sua struttura. (a) Poche cisterne appiattite ed impilate costituiscono il Golgi. Dal RER arrivano le vescicole di transizione che si fondono con la faccia *cis* (CGN = cis Golgi net); sulla faccia *trans* si distaccano le vescicole di trasporto (TGN = trans Golgi net) che portano molecole quali lipidi e proteine. (b) Apparato del Golgi in cellule epiteliali di invertebrati, osservato al TEM: i sacchi delimitati da membrana sono impilati e mostrano le estremità slargate. Diverse vescicole si possono osservare in prossimità dell'organulo; infatti il materiale ricevuto dal RE viene modificato, elaborato ed impacchettato all'interno di altre vescicole attraverso cui viene estruso o verso la superficie cellulare o verso altre regioni della cellula.



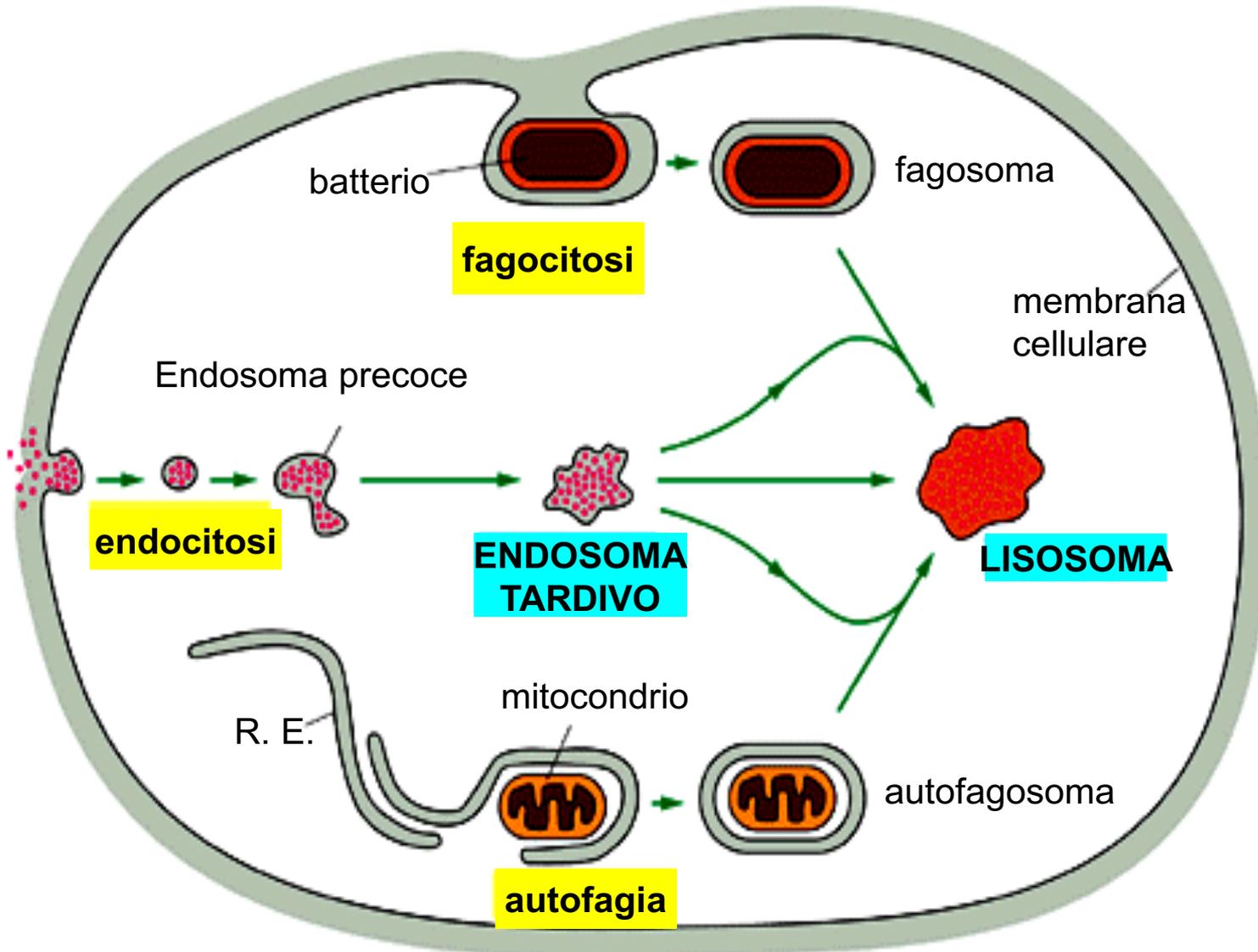
# Lisosomi sono vescicole che derivano dall'apparato del Golgi



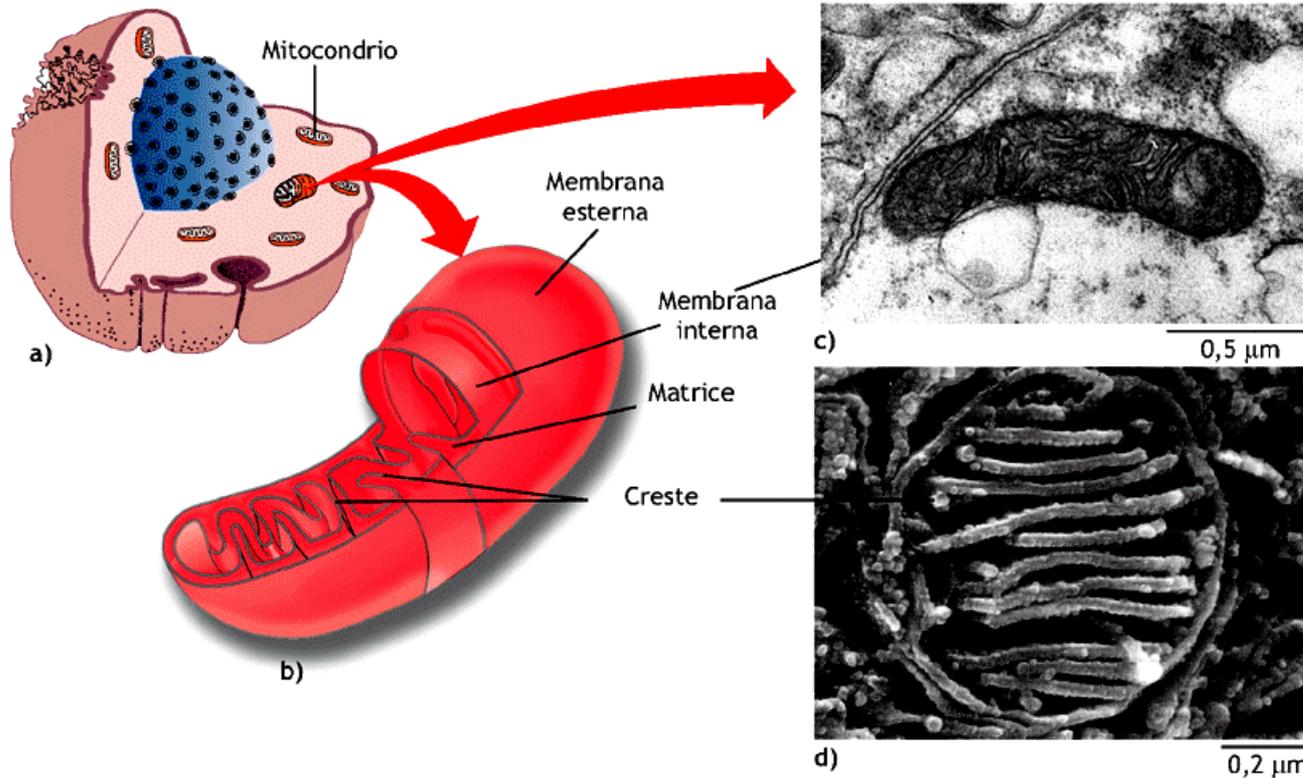
**Figura 2.82** i lisosomi. Diversi lisosomi in una cellula fagocitica di fegato osservata al TEM.



I lisosomi degradano organelli e molecole vecchie (autofagia) oltre ad agenti patogeni (eterofagia- macrofagi)



# Mitocondri: i generatori energetici della cellula



**Carboidrati, aminoacidi e acidi grassi** introdotti come alimento dentro le cellule vengono assorbiti dai mitocondri che li ossidano fino ad **CO<sub>2</sub>** e **H<sub>2</sub>O**, e utilizzano l'energia ricavata per convertire adenosin-difosfato (ADP) in adenosin-trifosfato (**ATP**) mediante l'aggiunta di fosfato inorganico, ricostituendo così la tipica molecola responsabile dei trasferimenti di energia del mondo vivente.

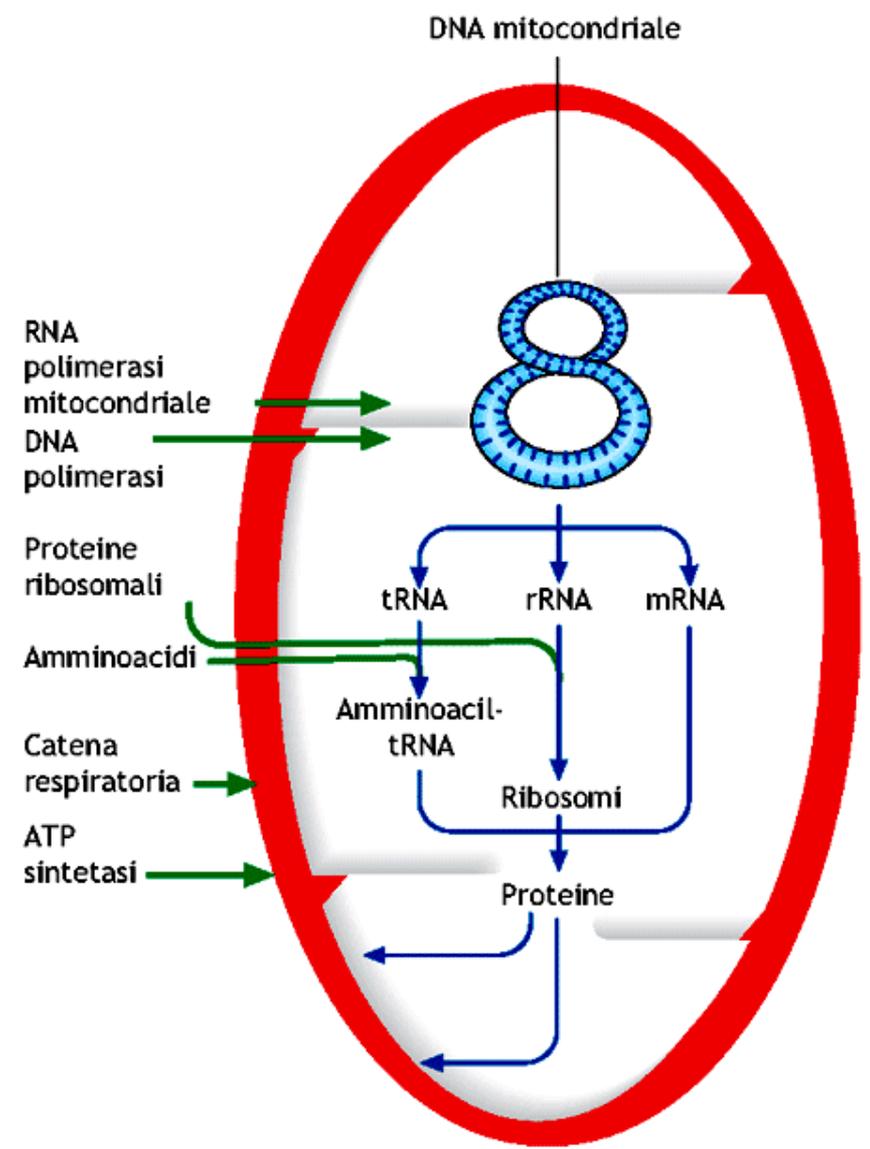
■ **Figura 2.70** I mitocondri hanno una tipica forma a fagiolo. (a) Schema di una cellula eucariotica che evidenzia la grandezza di alcuni mitocondri presenti nel citoplasma; (b) disegno schematico della struttura interna di un mitocondrio; (c) micrografia al microscopio elettronico di un mitocondrio in una cellula epiteliale di invertebrato, in sezione longitudinale. Le due membrane che lo delimitano sono evidenziabili in alcuni punti. I ripiegamenti della membrana interna vengono a formare le creste, che aumentano enormemente la superficie disponibile per il metabolismo ossidativo. (d) Micrografia elettronica a scansione di un mitocondrio congelato, fratturato e inciso, che mostra le creste all'interno della matrice interna.



# Mitocondri



**Figura 2.72** I mitocondri sono dotati di parziale autonomia. La micrografia mostra mitocondri in una cellula di insetto, nel momento della divisione.

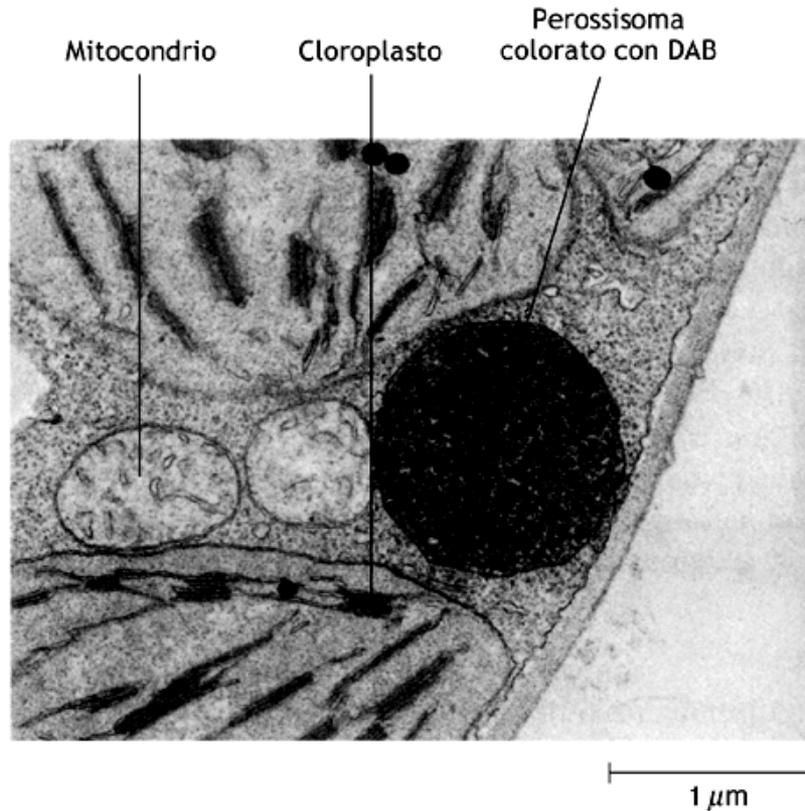


**Figura 2.71** Schema che mostra le principali attività che si svolgono all'interno del mitocondrio. Gli enzimi mitocondriali sono specificati sia dal DNA mitocondriale che dal DNA nucleare. Sia per la duplicazione che per la trascrizione e traduzione, che avvengono nel mitocondrio, sono comunque necessarie proteine che provengono dal citoplasma cellulare.

# Perossisomi

Contengono enzimi ossidativi che catalizzano le reazioni di ossidazione partendo da ossigeno molecolare e producendo perossido di idrogeno (acqua ossigenata) (perossidasi). Le catalasi decompongono l'acqua ossigenata, che è tossica per le cellule, in ossigeno e acqua;

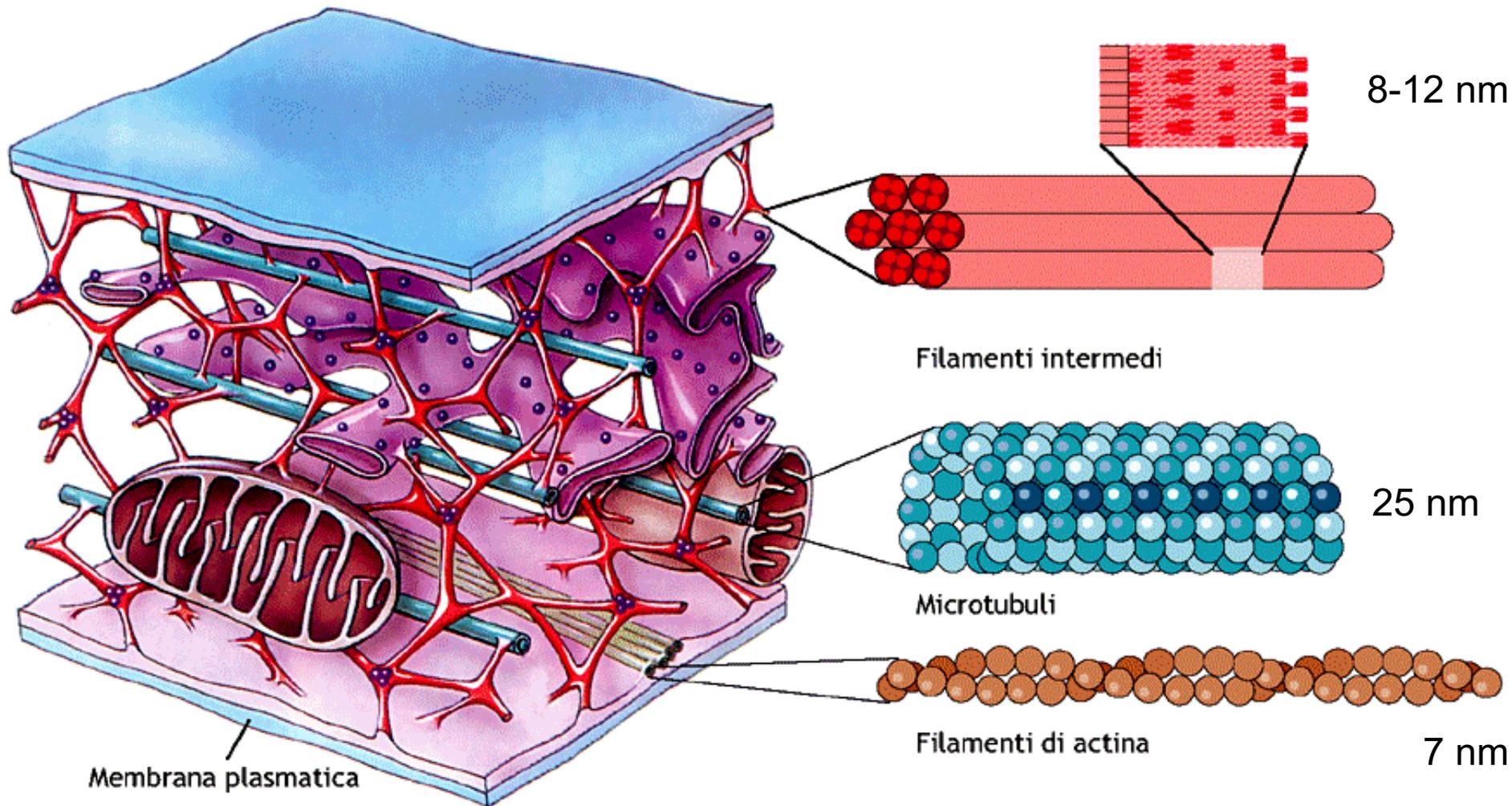
Degradazione delle purine, nella ossidazione degli acidi grassi (che proseguirà nei mitocondri) e nello smaltimento delle tossine.



■ **Figura 2.88** La reazione di colorazione con DAB permette di evidenziare la presenza di perossisomi, nelle sezioni di cellule osservate al TEM.



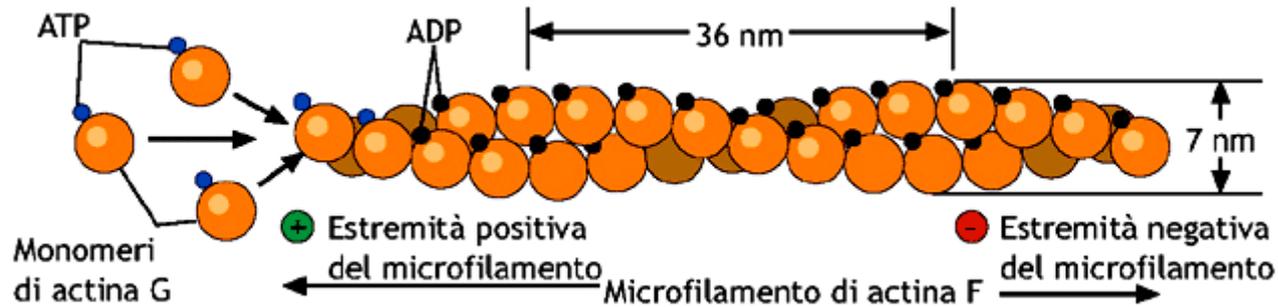
# Il citoscheletro è una rete di fibre proteiche presente nel citoplasma



■ **Figura 2.92** Distribuzione del citoscheletro nel citoplasma e schema rappresentativo della struttura dei singoli elementi che lo compongono.



## Microfilamenti

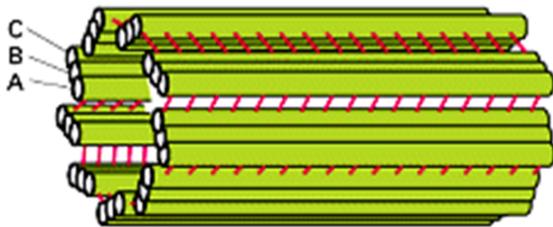
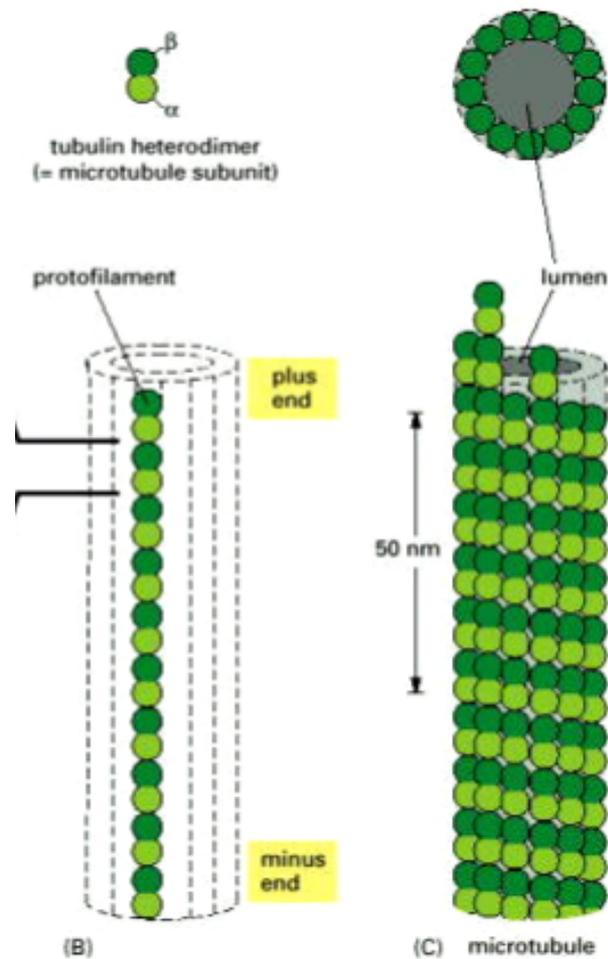


1. **Formati da monomeri di actina**
2. **Determinano e stabilizzano la forma della cellula**
3. **Mediano il movimento cellulare (macrofagi)**
4. **Determinano la contrazione delle fibre contrattili (insieme alla miosina)**
5. **Strozzatura della cellula (citodieresi) al termine della mitosi**

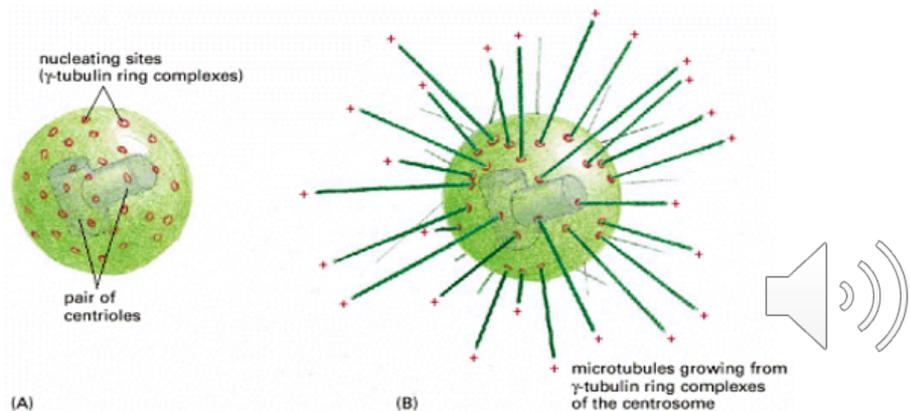


# Microtubuli

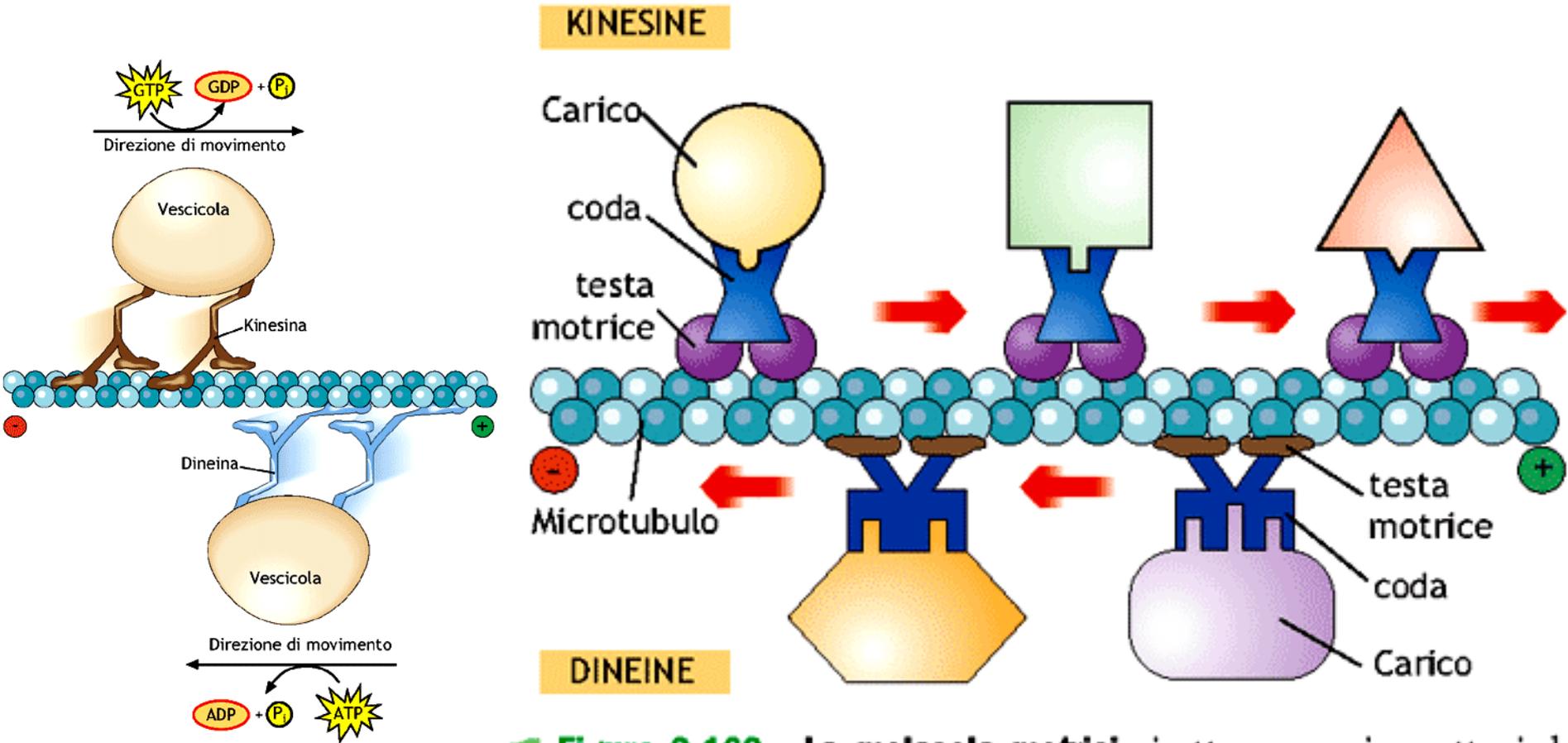
1. Sono formati da 13 filamenti ciascuno dei quali è costituito da eterodimeri di tubulina alfa e beta;
2. Si formano a partire dal *centrosoma* costituito da due *centrioli*;
3. I microtubuli intervengono nella mitosi per la separazione dei cromosomi (il fuso mitotico è formato da microtubuli);
4. Microtubuli consentono il trasporto di molecole, come su binari dei treni;
5. Costituenti di ciglia (rimozione del muco da cellule ciliate della trachea) e flagelli (locomozione).



Il *centrosoma* (contiene 2 *centrioli* costituiti da 9 triplette di microtubuli)



# Microtubuli consentono il trasporto di molecole, come su binari dei treni



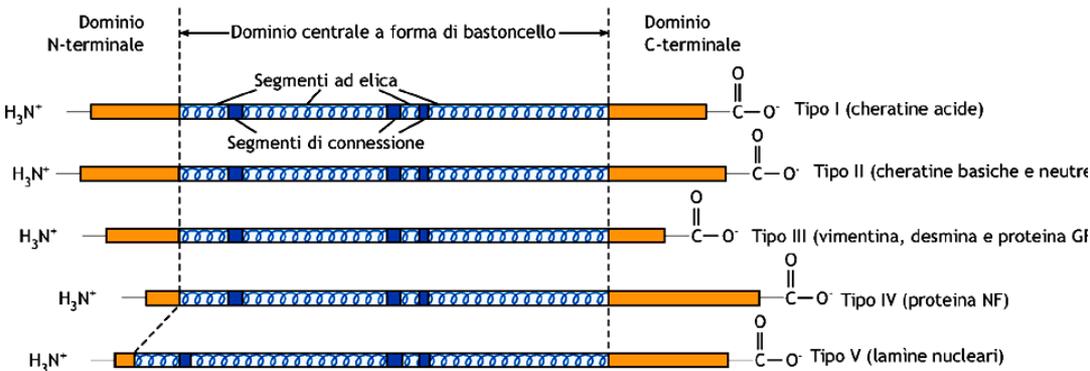
■ **Figura 2.103** Le molecole motrici si attaccano ai recettori dei diversi organuli attraverso le loro code, riuscendo, in questo modo, a far muovere carichi diversi lungo i microtubuli.



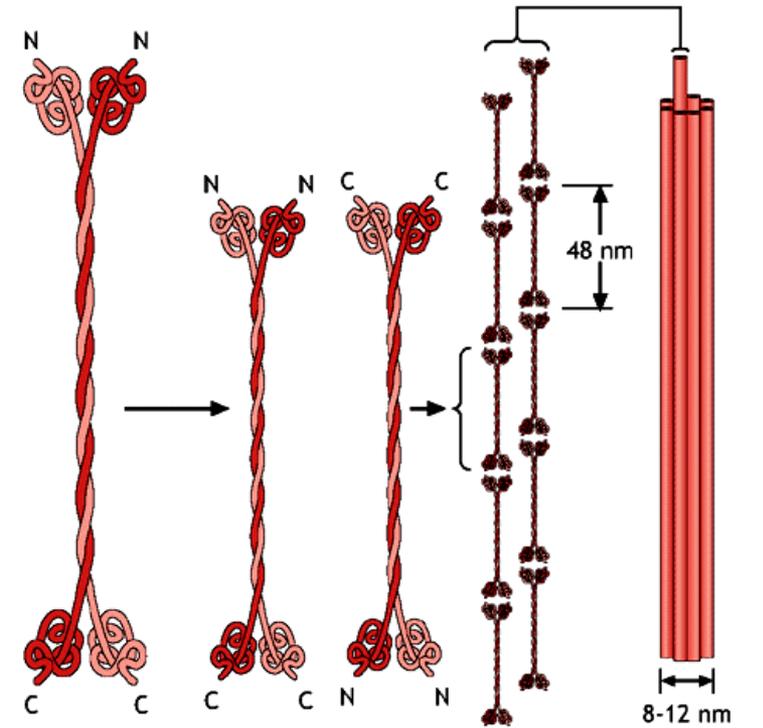
# Filamenti intermedi

Formati da proteine fibrose (proteine costituite da catene polipeptidiche disposte in fasci o foglietti, costituite per lo più da un solo tipo di struttura secondaria);

Interferiscono con lo stiramento della cellula (funzione analoga a quella dei tendini).



■ Figura 2.114 Proteine dei filamenti intermedi e similitudini strutturali.



a) Dimeri    b) Tetramero    c) Protofilamenti    d) Filamento intermedio

■ Figura 2.115 Modello di struttura dei filamenti intermedi. I dimeri rappresentano i blocchi di partenza che, associandosi testa-coda, formano i protofilamenti; questi ultimi si associano lateralmente per formare il filamento intermedio dal diametro medio di 10 nm.

Le lamine sono presenti nella lamina nucleare

## TABELLA: Le caratteristiche delle cellule procariotiche ed eucariotiche

	<i>PROCARIOTI</i>	<i>EUCARIOTI</i>
Organismi	batteri e cianobatteri	protisti, funghi, piante, animali
Diametro cellulare	da 1 a 10 $\mu\text{m}$	da 5 a 100 $\mu\text{m}$
Metabolismo	anaerobio o aerobio	aerobio
Organelli	nessuno	nucleo, mitocondri, cloroplasti, reticolo endoplasmatico, ecc.
DNA	DNA circolare nel citoplasma	molecole molto lunghe di DNA lineare contenenti molte regioni non codificanti; circondate da un involucro nucleare
RNA e proteine	RNA e proteine sintetizzate nello stesso compartimento	RNA sintetizzato ed elaborato nel nucleo; proteine sintetizzate nel citoplasma
Citoplasma	assenza di citoscheletro; niente flussi citoplasmatici, endocitosi e esocitosi	citoscheletro composto da filamenti proteici; flussi citoplasmatici; endocitosi ed esocitosi
Divisione cellulare	cromosomi separati mediante attacco alla membrana plasmatica	cromosomi separati da un fuso di citoscheletro
Organizzazione cellulare	in genere unicellulare	in genere multicellulare, con differenziamento di molti tipi cellulari

