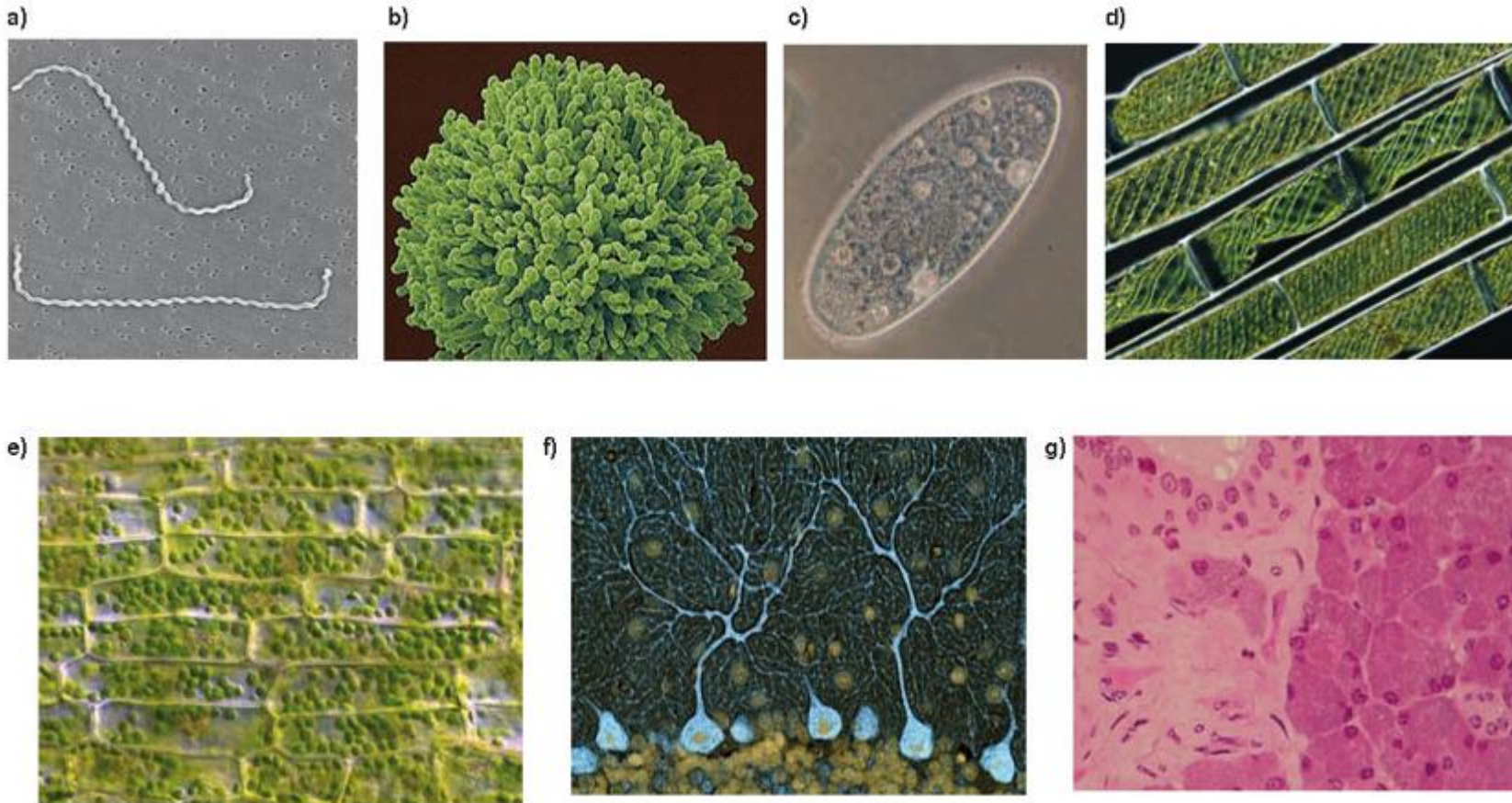


CELLULA

La cellula è l'unità di base della vita

L'applicazione del **metodo scientifico** ha portato alla definizione della **teoria cellulare** che si basa su tre principi:

- La cellula è l'**unità strutturale di base** di tutti gli organismi viventi;



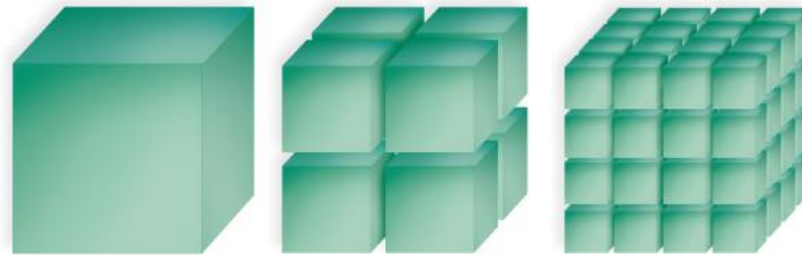
Diversità morfologica e funzionale tra cellule

Le cellule hanno dimensioni variabili ma, in ogni caso, sono relativamente piccole.

Le cellule presentano piccole dimensioni per ottimizzare il rapporto superficie/volume.



Le piccole dimensioni consentono alla cellula di avere una **superficie di scambio** con l'ambiente esterno adeguata per l'ingresso dei nutrienti e l'eliminazione degli scarti.



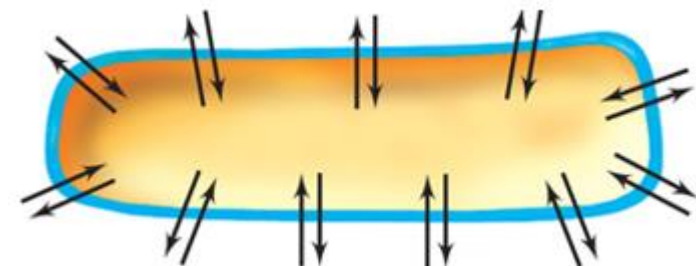
1 cubo, 4 cm di lato 8 cubi, 2 cm di lato 64 cubi, 1 cm di lato

Numero e misure dei cubi	Area totale	Volume totale	Rapporto area/volume per ogni cubo
1 cubo, 4 cm di lato	96 cm ²	64 cm ³	1,5/1
8 cubi, 2 cm di lato	192 cm ²	64 cm ³	3/1
64 cubi, 1 cm di lato	384 cm ²	64 cm ³	6/1

Sylvia S. Mader *Immagini e concetti della biologia* © Zanichelli editore, 2012

Volumi cellulari ridotti  Superfici di scambio più ampie

Cellule con un elevato rapporto superficie/volume sono metabolicamente più attive!



Le cellule hanno piccole dimensioni

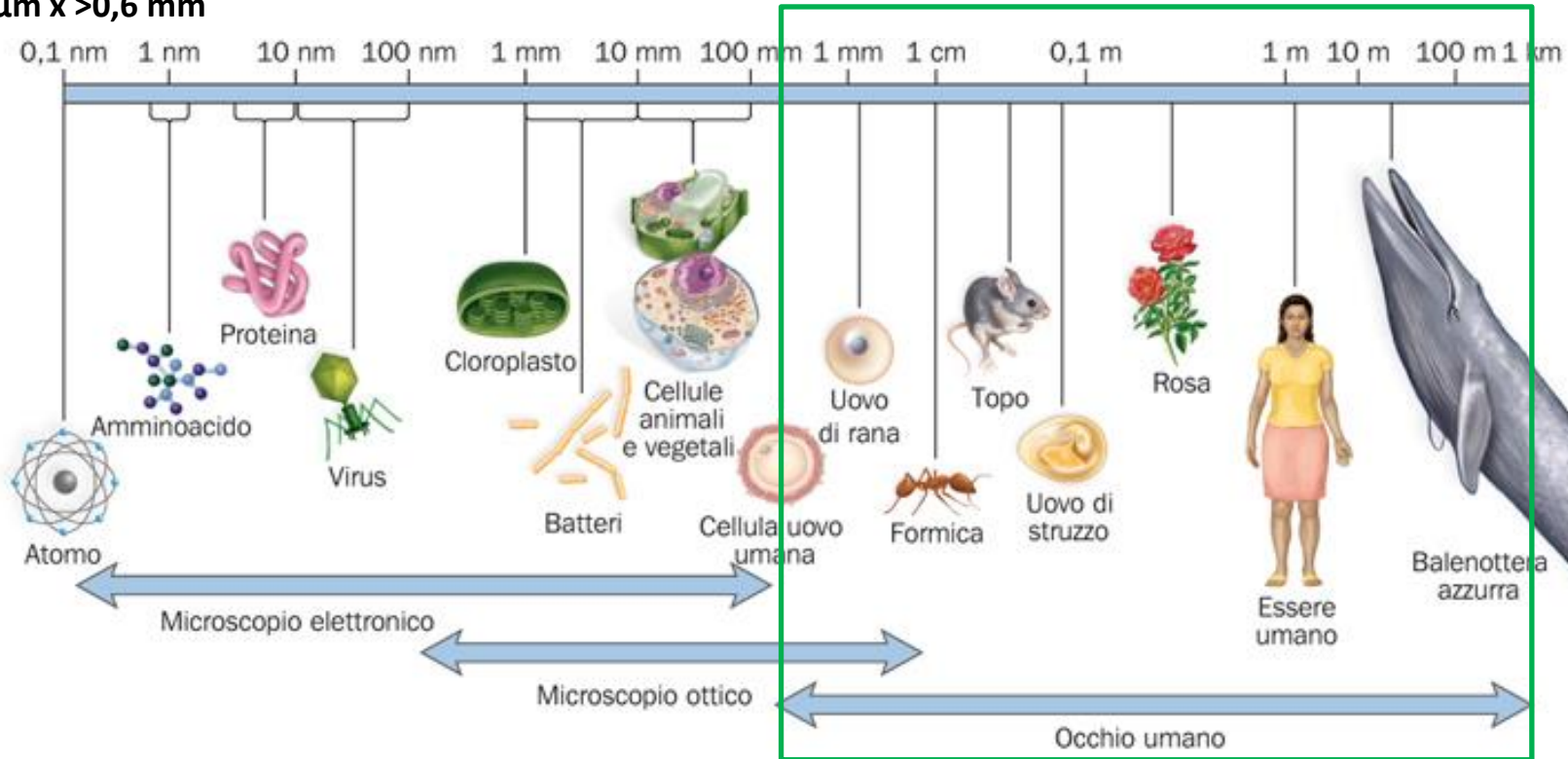
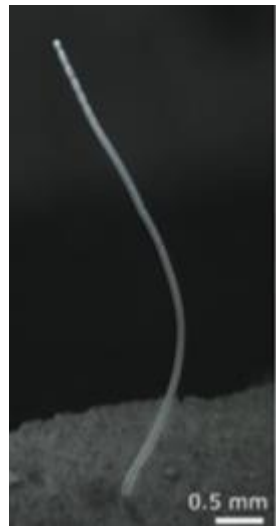


Epulopiscium fishelsoni

80 μm x >0,6 mm

Le cellule procariotiche possono presentare dimensioni molto variabili: 0,2 ÷ >50 (700) μm

Volland et al. (2022): **Batterio filiforme** isolato dalle mangrovie caraibiche **visibile ad occhio nudo**, può raggiungere 2 cm di lunghezza (~5000 volte più grande di molti altri microrganismi).



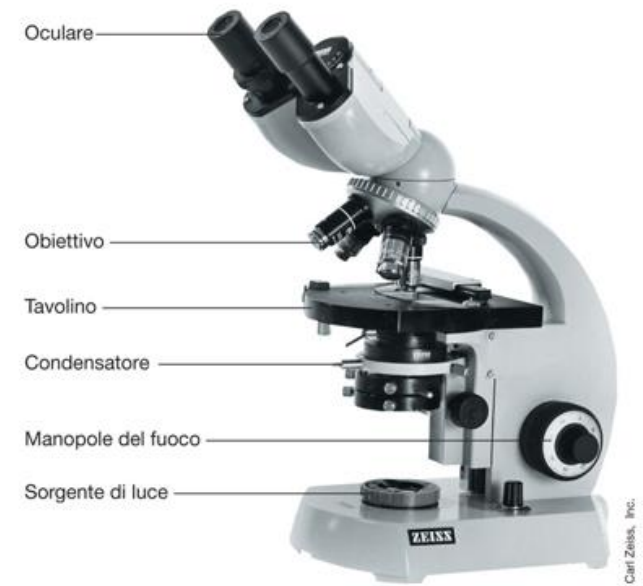
Lo strumento che ci consente di osservare le cellule più piccole di 0,1 mm è il **microscopio**.

Limiti dell'occhio umano nell'osservazione degli oggetti di piccole dimensioni.

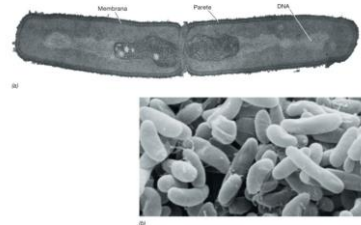
Il microscopio consente di osservare le cellule

Il **microscopio ottico** composto (**LM**) si avvale di una **sorgente di luce** e di un **sistema di lenti** (condensatore, obiettivo, oculare) per ingrandire le immagini.

Il limite di risoluzione è di $0,2 \mu\text{m}$.



Nel **microscopio elettronico a trasmissione (TEM)**, il campione è investito da un **fascio di elettroni** (lunghezza d'onda minore della luce). Le immagini sono, quindi, a risoluzione maggiore: il TEM più potente arriva a $0,1 \text{ nm}$

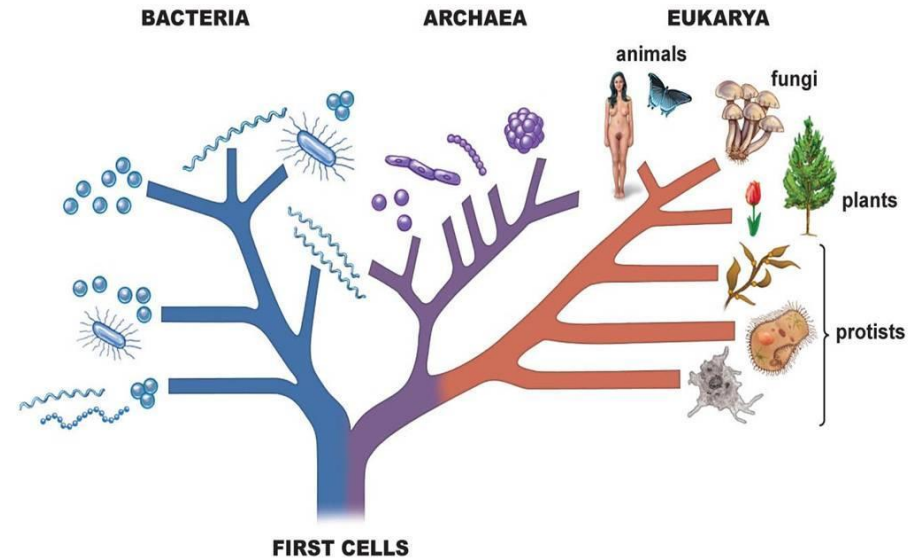
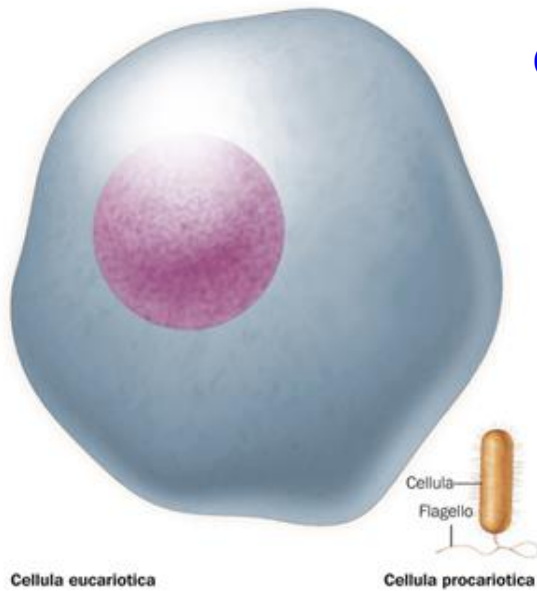


M.T. Madigan, J.M. Martinko Brock, Biologia dei Microorganismi Copyright © 2007 Casa Editrice Ambrosiana

Il **microscopio elettronico a scansione (SEM)** raccoglie e mette a fuoco gli **elettroni** che sono dispersi dalla superficie del campione, generando un'immagine tridimensionale.



Cellule procariotiche ed eucariotiche a confronto



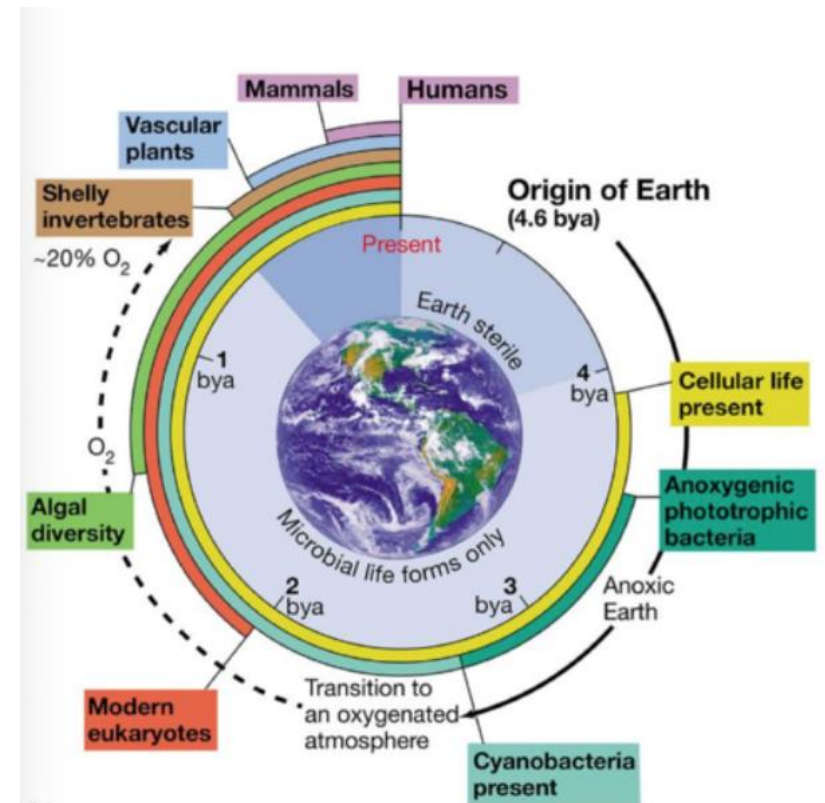
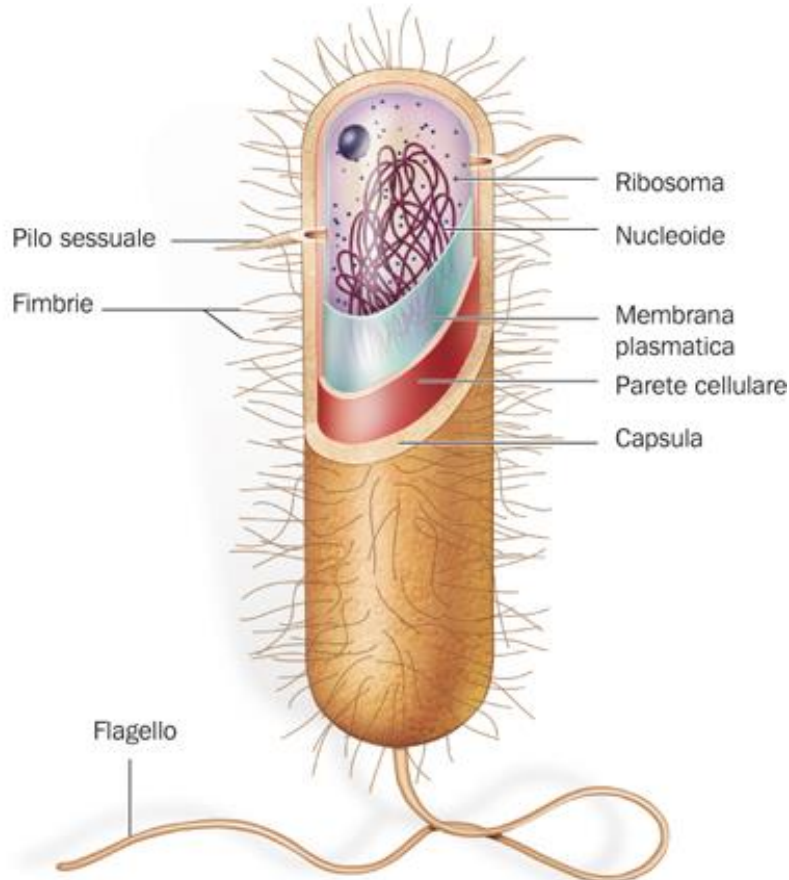
	Cellula procariote	Cellula eucariote
Organismi tipici	Batteri ed archeobatteri	Protisti, funghi, piante ed animali
Dimensioni tipiche	~ 1-10 μm	~ 10-100 μm (con poche eccezioni, come gli spermatozoi)
Tipo di nucleo cellulare	Nucleoide: nessun nucleo davvero definito	Nucleo racchiuso da doppia membrana
DNA	Solitamente circolare	Molecole lineari (cromosomi) complessate da istoni
Sintesi di RNA e proteine	Accoppiate nel citoplasma	Sintesi dell'RNA nel nucleo e delle proteine nel reticolo endoplasmatico rugoso
Ribosomi	50S+30S	60S+40S
Strutture citoplasmatiche	Poche strutture	Numerose strutture racchiuse da membrane e citoscheletro
Movimento cellulare	Flagelli composti di flagellina	Flagelli e ciglia composte di tubulina
Mitocondri	Nessuno	Da uno a diverse migliaia (con alcune eccezioni)
Cloroplasti	Nessuno	Nelle alghe e nelle piante
Parete cellulare	Presente	Presente nelle piante
Organizzazione	Solitamente unicellulare	Unicellulare, a colonie e in organismi pluricellulari (contenenti cellule specializzate)
Divisione cellulare	Scissione binaria	Mitosi (fissione o gemmazione) e meiosi

Cellule procariotiche



Prime cellule comparse sulla terra

I batteri fototrofi anossigenici (effettuano la fotosintesi senza produzione di O₂) sono stati i primi organismi a colonizzare la terra!



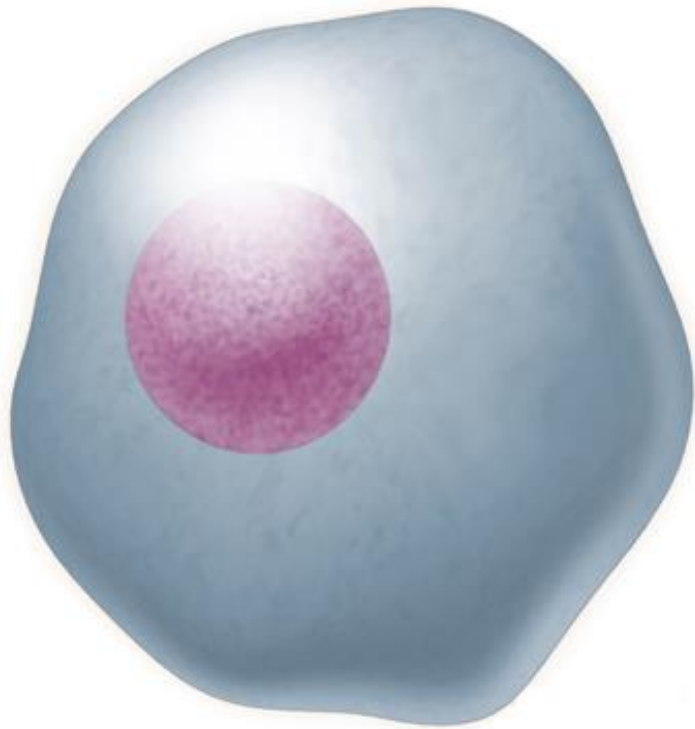
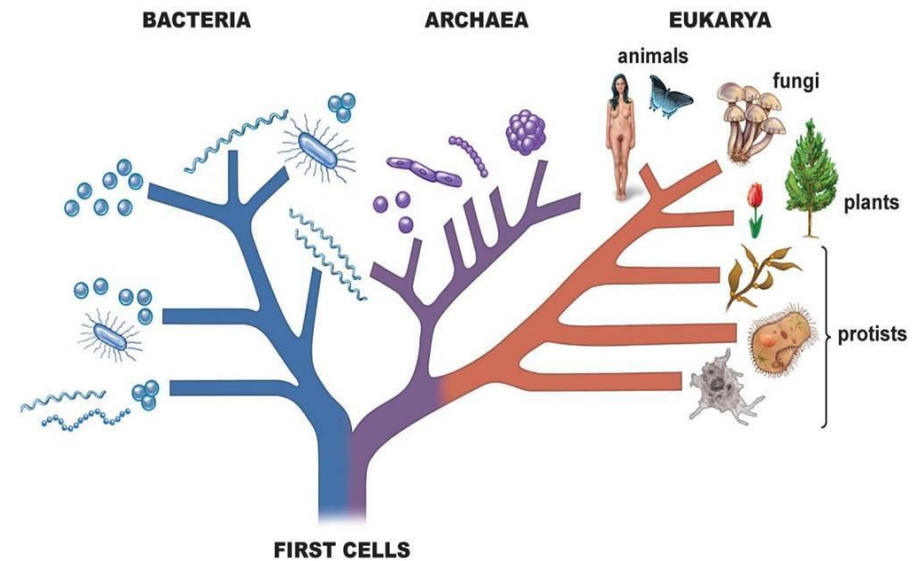
Le cellule procariotiche (pro, prima - karyon, nucleo) sono cellule **prive di un nucleo** delimitato da una membrana.

Nel citoplasma non sono presenti organuli!

Gli organismi unicellulari, con organizzazione procariotica, sono classificati in due domini:

- Archaea (archei);
- Bacteria.

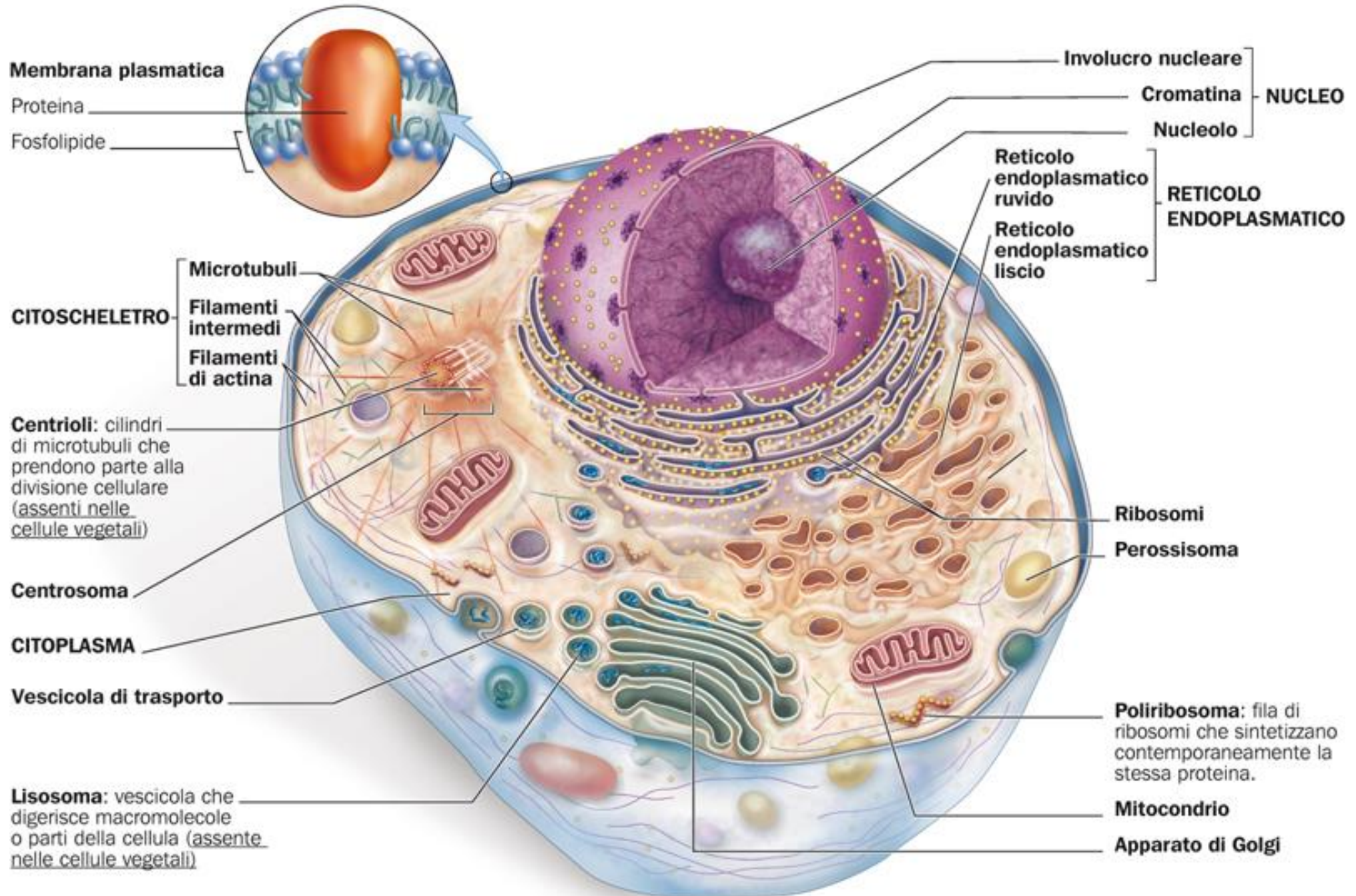
**Cellule eucariotiche
contengono organuli specializzati**



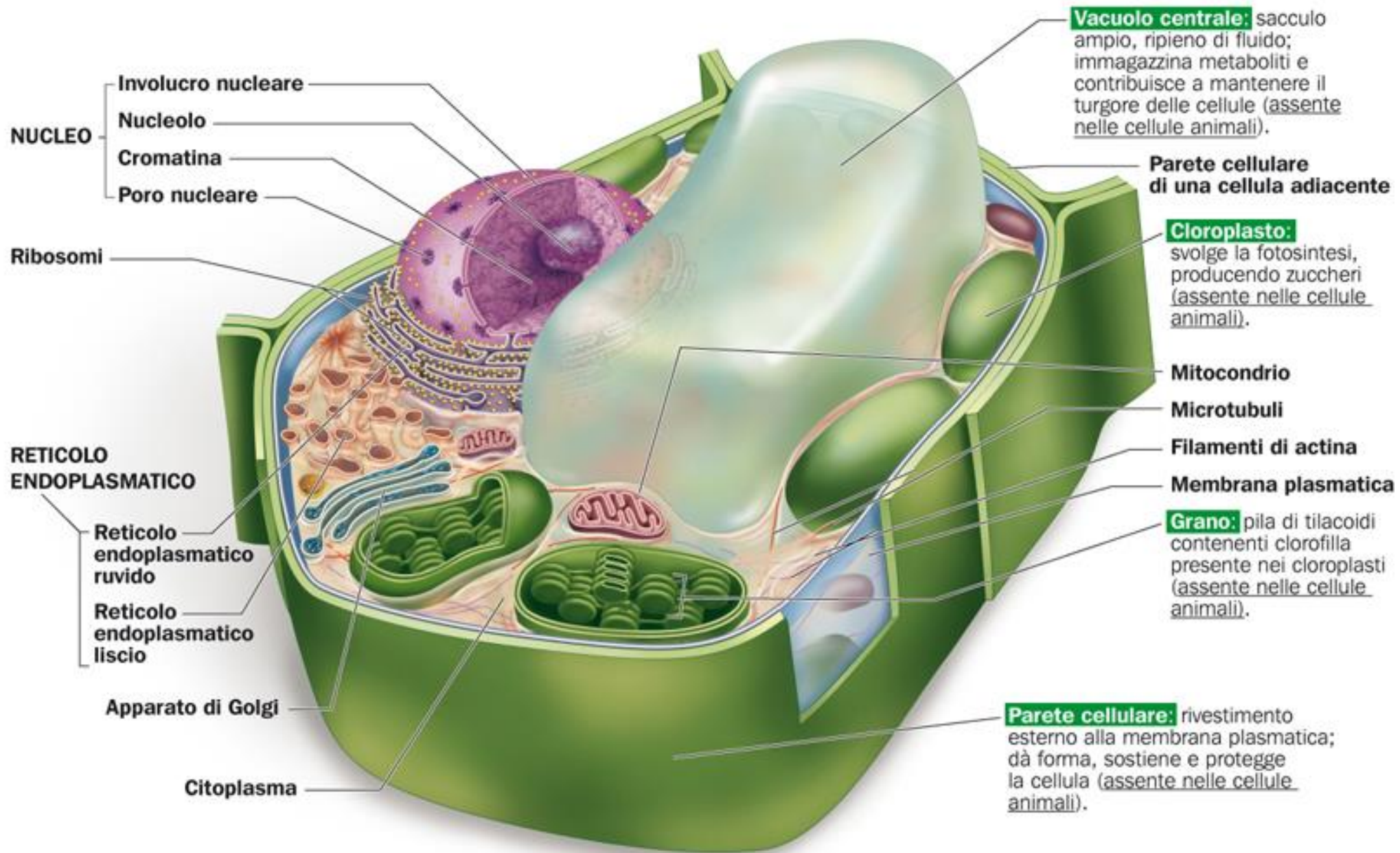
Le cellule eucariotiche (**eu**, buono - **karyon**, nucleo) hanno un **nucleo delimitato da una membrana** ben definita, che racchiude il DNA (cromosomi).

Gli organismi eucariotici (protisti, funghi, piante e animali) fanno tutti parte del dominio degli **Eukarya** (eucarioti).

Struttura cellula eucariotica animale



Struttura cellula eucariotica vegetale



NUCLEO ed INFORMAZIONE GENETICA

L'**informazione genetica**, necessaria per lo svolgimento di tutte le funzioni cellulari, tra cui la sintesi proteica, è contenuta nel **nucleo**.

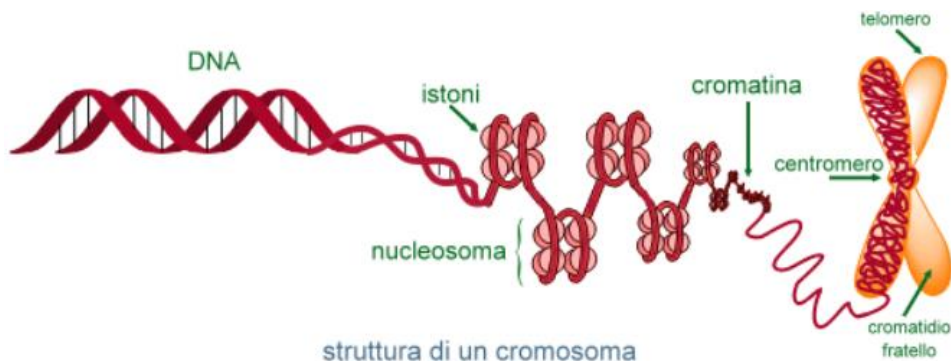
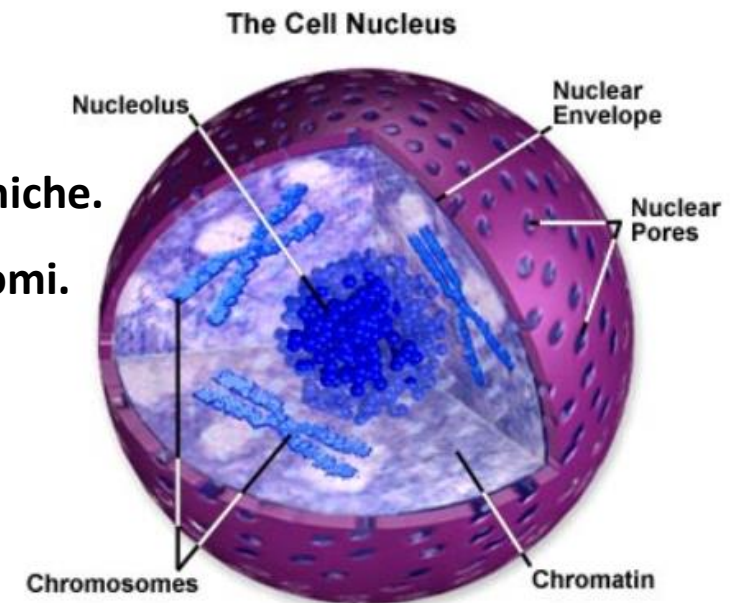
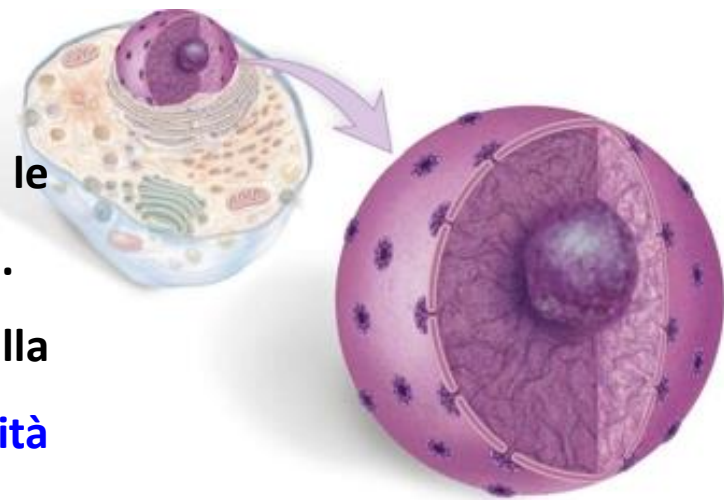
L'informazione genetica viene trasmessa da una generazione alla successiva sotto forma di **geni**, che rappresentano le «**unità ereditarie**» della cellula.

I geni, costituiti da DNA, sono localizzati sui **cromosomi**.

Un **gene** corrisponde ad una sequenza di DNA che contiene l'informazione necessaria a produrre una molecola biologica (proteina, rRNA, tRNA) che svolge specifiche funzioni nell'organismo.

Cromatina: DNA nucleare associato a proteine istoniche e non istoniche.

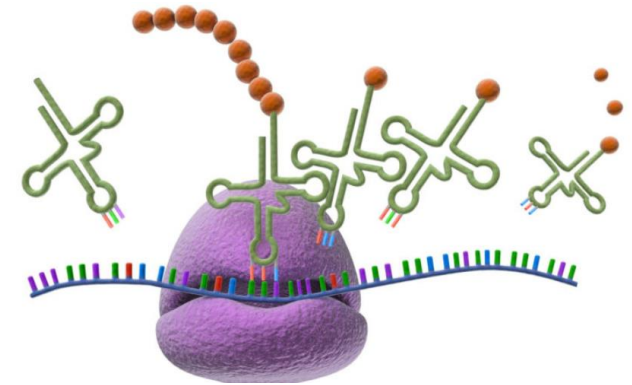
Nucleolo: rRNA associato a proteine deputate alla sintesi dei ribosomi.



RIBOSOMI

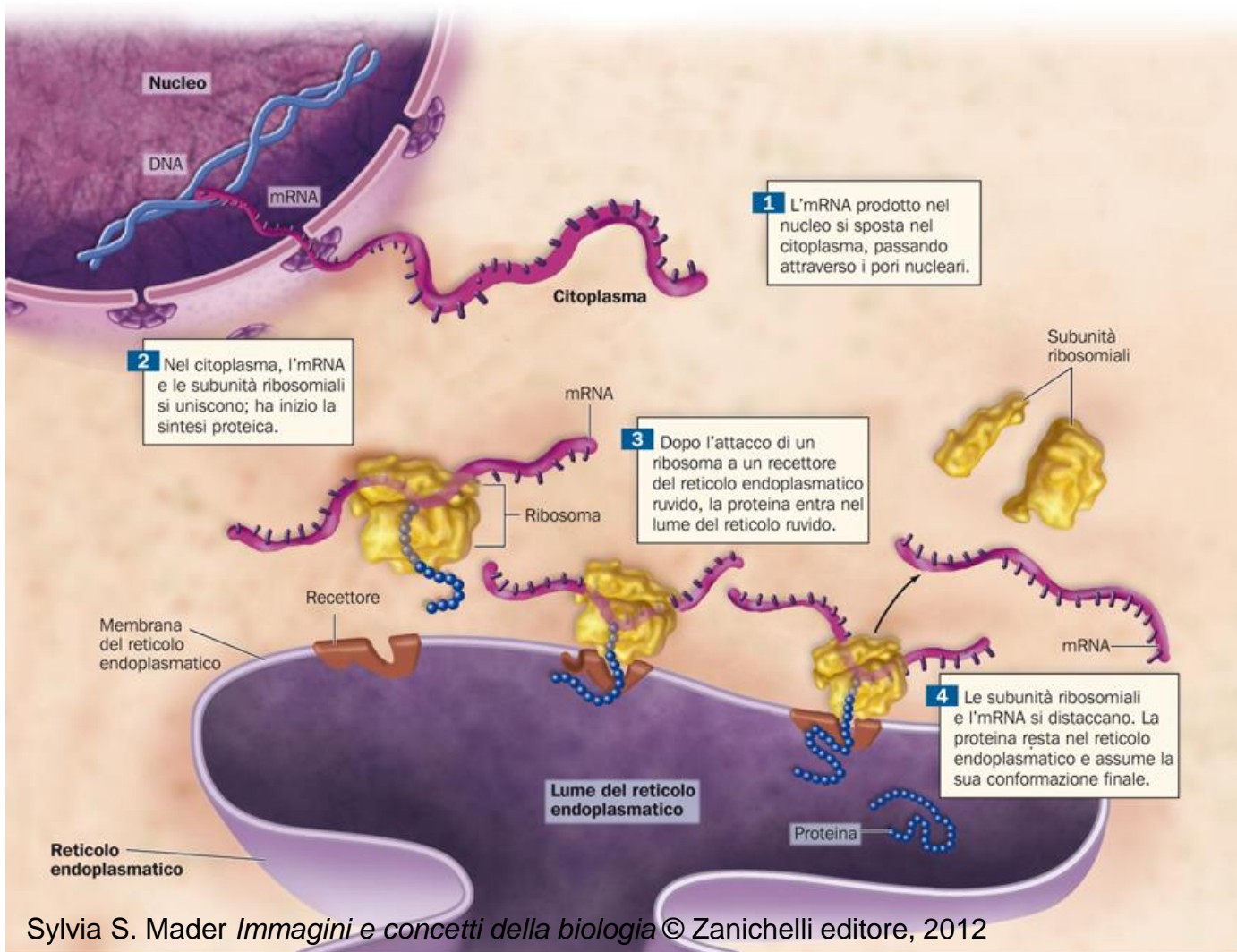
I ribosomi eucariotici sono complessi macromolecolari (proteine + rRNA), costituiti da **2 subunità (maggiore 60A, minore 40A)**, immersi nel citoplasma o ancorati al reticolo endoplasmatico ruvido o contenuti in altri organuli (mitocondri e cloroplasti).

Responsabili della sintesi proteica



SINTESI PROTEICA

una delle funzioni primarie della cellula



RETICOLO ENDOPLASMATICO

(liscio e rugoso)

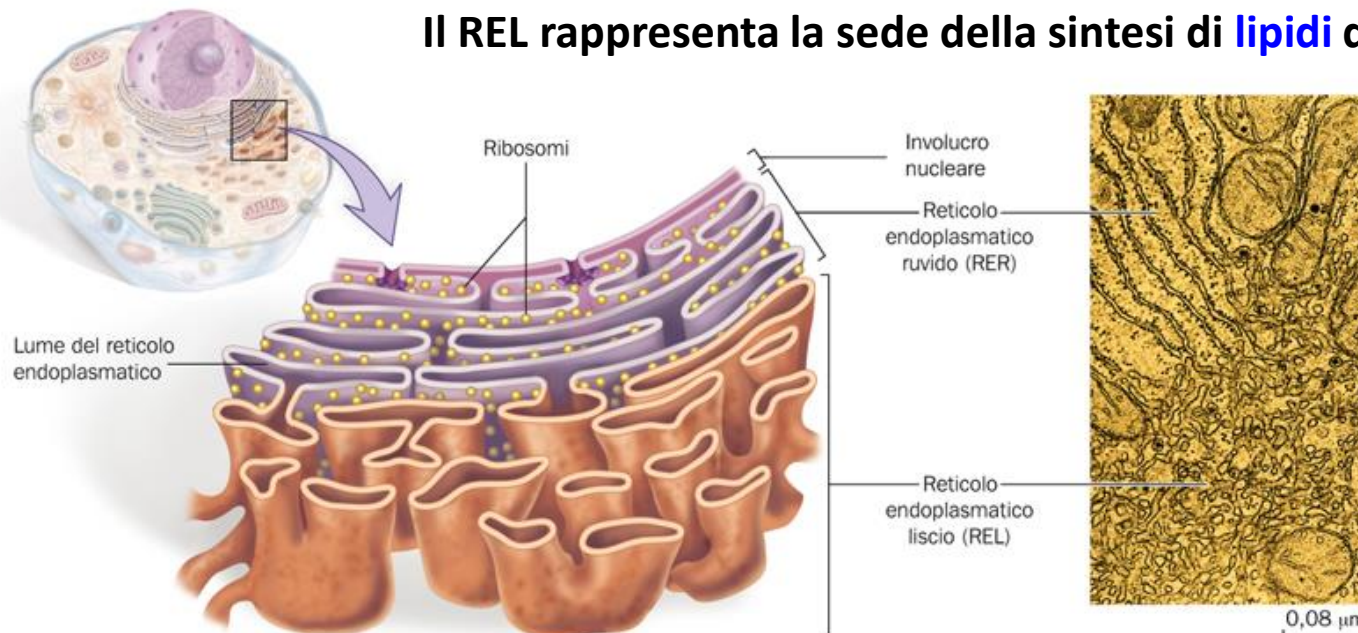
Coinvolto nella sintesi e nel trasporto di lipidi e proteine

Il **reticolo endoplasmatico ruvido (RER)** è contraddistinto dalla presenza di **ribosomi** sulle endo-membrane, presenti nelle cellule eucariotiche.

La funzione del RER consiste nella sintesi e nell'elaborazione delle **proteine** che verranno utilizzate nella cellula o esportate.

Il **reticolo endoplasmatico liscio (REL)** è un sistema di endo-membrane che non presenta ribosomi alla superficie. Le membrane funzionano come superfici per l'adesione di numerosi sistemi enzimatici.

Il REL rappresenta la sede della sintesi di **lipidi** di vario tipo.

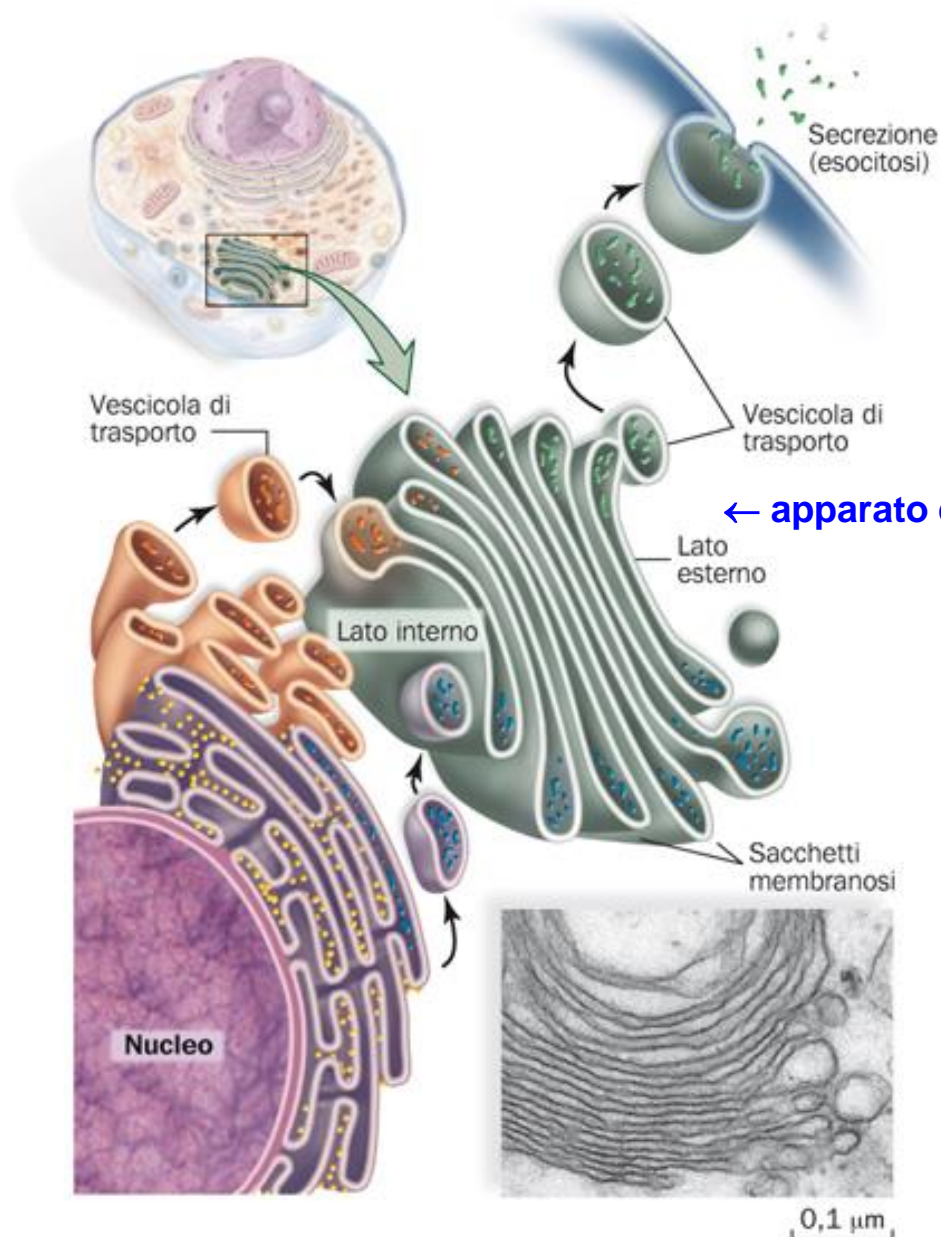


Proteine e lipidi, dopo la sintesi nel RER o nel REL, vengono, inglobati all'interno di vescicole di trasporto e diretti all'**apparato di Golgi**.

APPARATO DI GOLGI

Transitando nell'apparato di Golgi, proteine e lipidi subiscono importanti modifiche.

Le sostanze modificate vengono, quindi, inglobate in vescicole di trasporto e dirette verso la membrana citoplasmatica, dove avrà luogo la secrezione (o esocitosi).

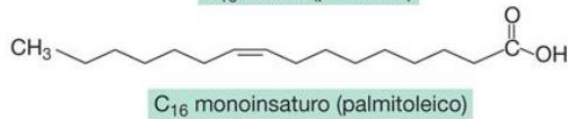
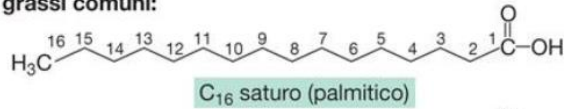


← apparato di Golgi

VESCICOLE E VACUOLI

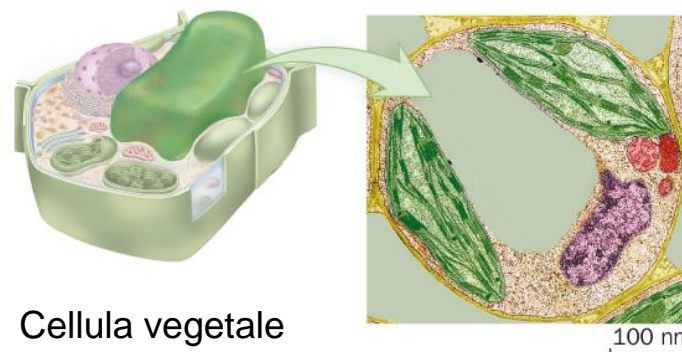
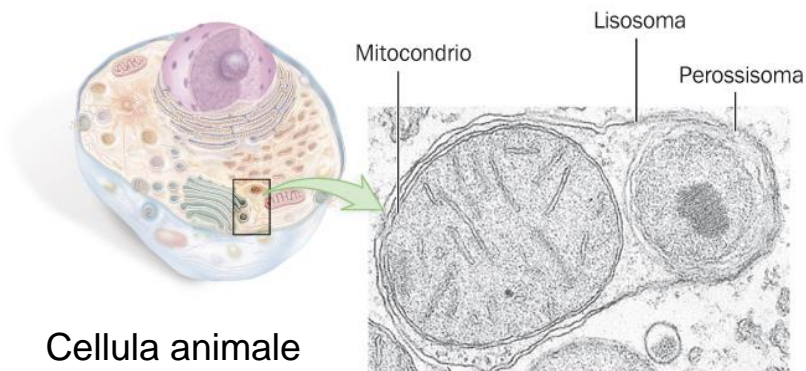
I **lisosomi** contengono enzimi deputati alla digestione (degradazione) di macromolecole e rifiuti cellulari.

Acidi grassi comuni:



I **perossisomi** morfologicamente simili a lisosomi svuotati sono deputati alla demolizione degli acidi grassi.

I **vacuoli** delle cellule vegetali fungono da sede di accumulo di sostanze di riserva (acqua, zuccheri, sali); essi, inoltre, hanno funzione di sostegno mantenendo il turgore della cellula.



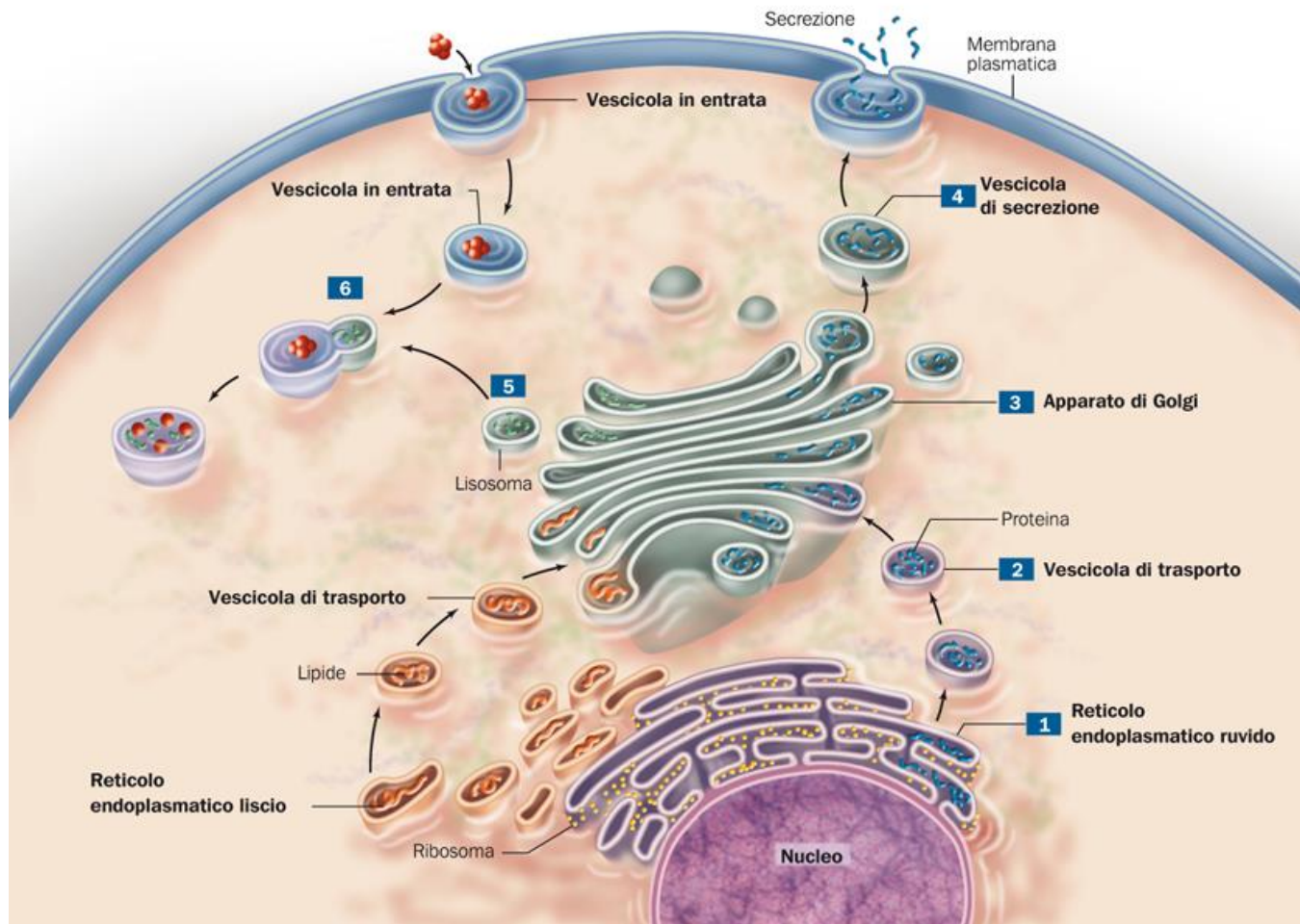
SISTEMA DELLE MEMBRANE INTERNE

Gli organuli del sistema delle membrane interne lavorano in modo sequenziale e sinergico

Il sistema delle membrane interne è rappresentato da una serie di compartimenti delimitati da membrane:

- reticolo endoplasmatico
- apparato di Golgi
- Lisosomi
- vescicole di trasporto.

I vari componenti lavorano in sinergia fino al rilascio delle sostanze all'esterno della cellula (secrezione per esocitosi).



ENERGIA

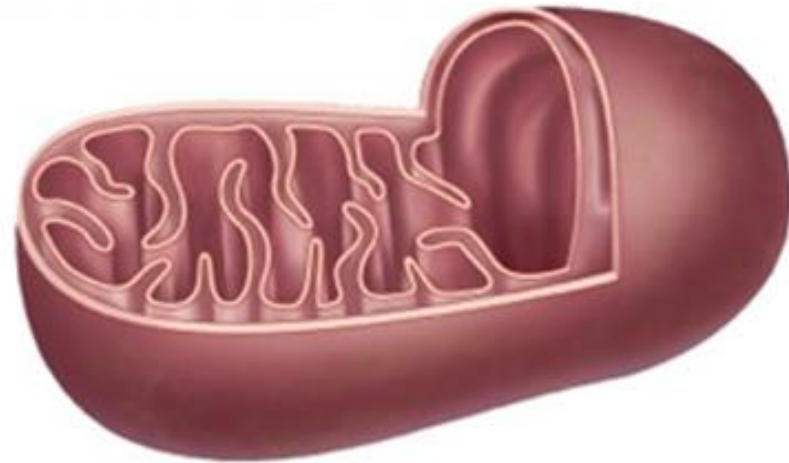
produzione e consumo

I **cloroplasti** e i **mitocondri** rappresentano le «**centrali energetiche**» delle cellule eucariotiche.

Tali organuli producono l'energia necessaria per lo svolgimento delle diverse funzioni cellulari tramite i processi d



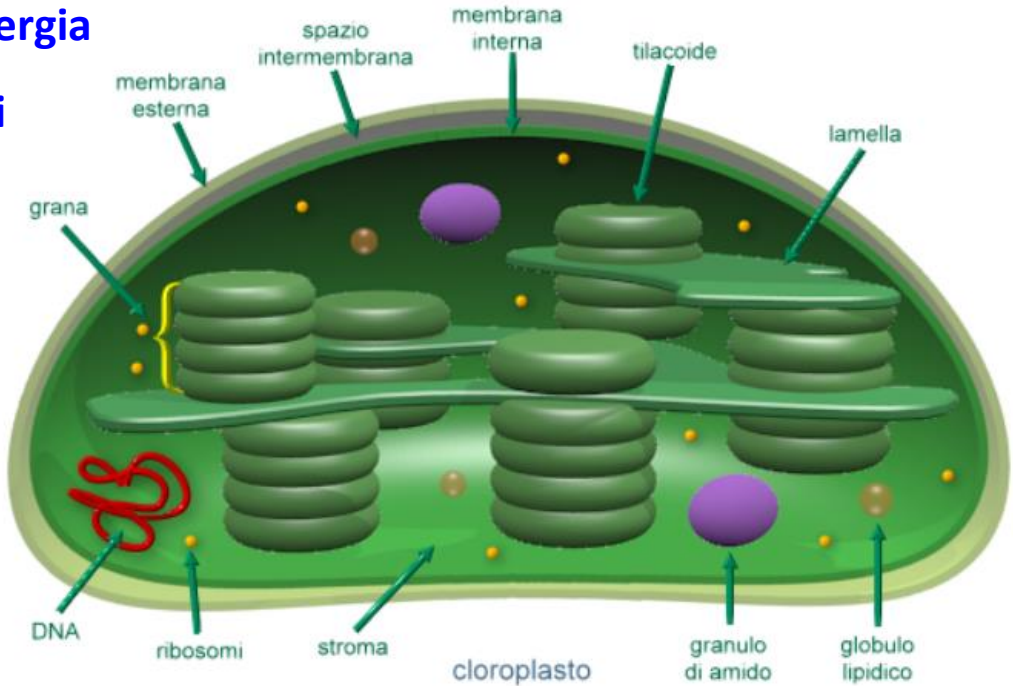
fotosintesi



respirazione

CLOROPLASTI

catturano e trasformano l'energia luminosa in energia chimica (ATP) necessaria alla sintesi di carboidrati



I cloroplasti svolgono **funzione fotosintetica**.

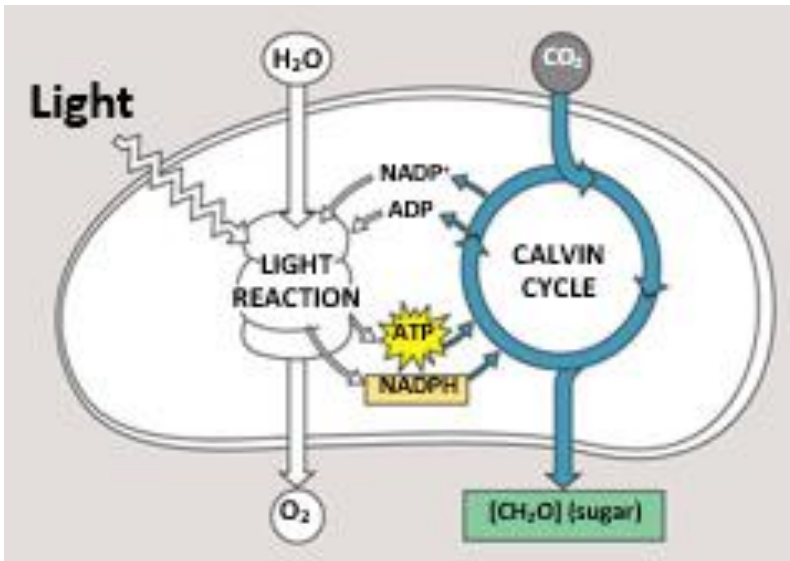
La doppia membrana dei cloroplasti racchiude un ampio spazio detto stroma, dove avviene la **sintesi dei carboidrati**.

La **clorofilla** (pigmento) che cattura la luce solare è localizzata nella membrana dei tilacoidi.

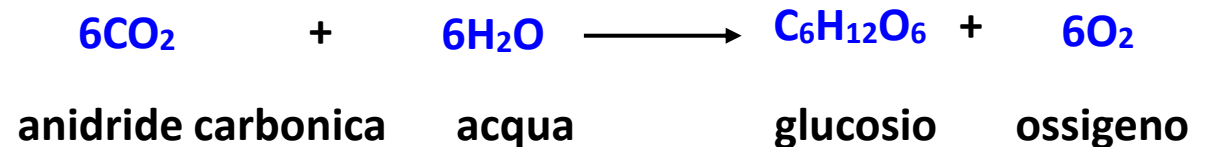
Fotosintesi

Piante ed alghe, sfruttando l'energia solare, sintetizzano **carboidrati** (glucosio) a partire dall'**anidride carbonica** (CO₂) e dall'**acqua**.

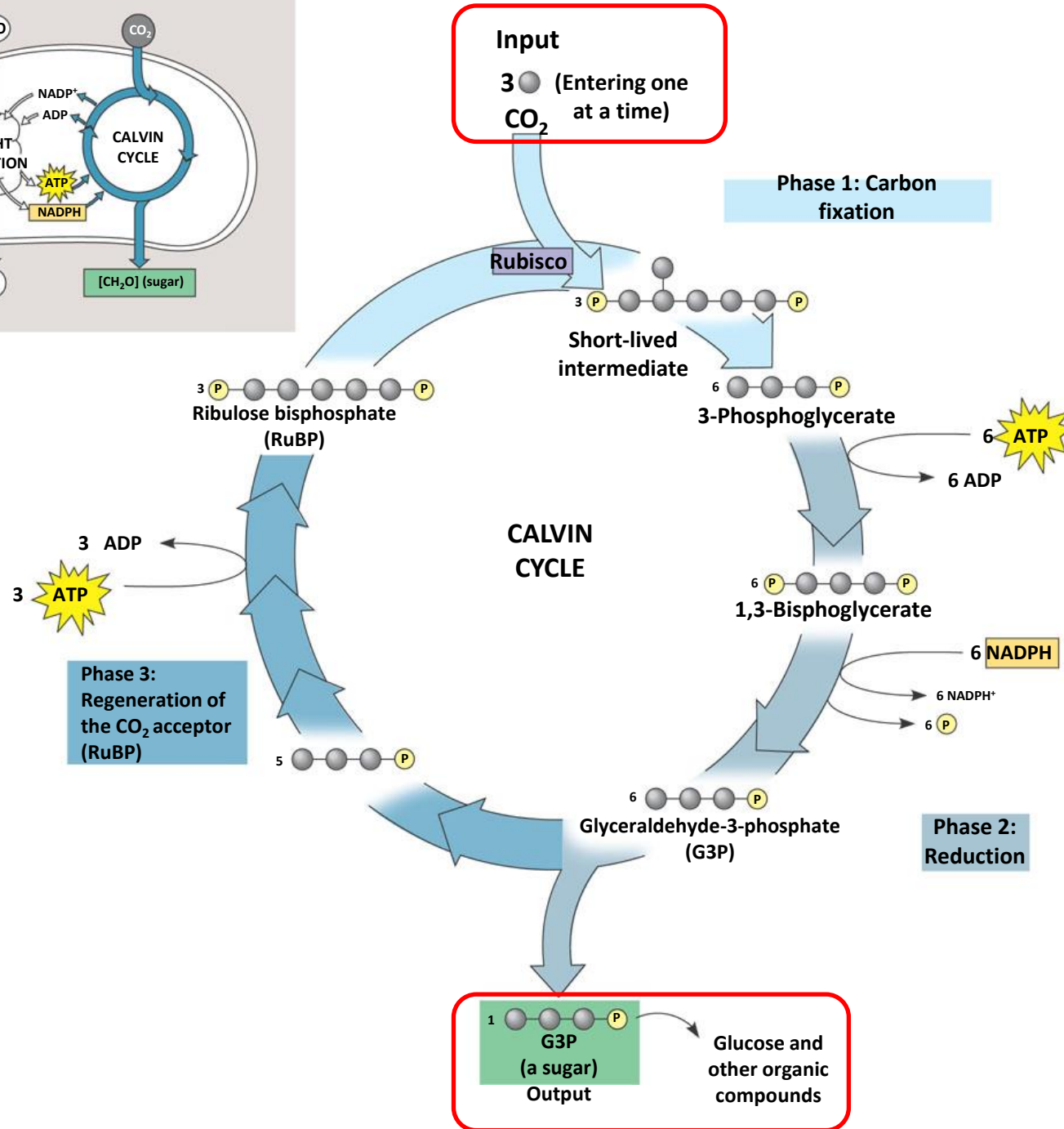
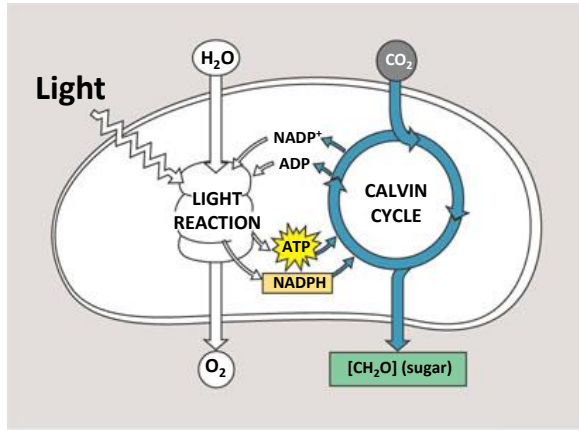
Durante tale processo si libera ossigeno molecolare (O₂).



Reazione chimica che descrive sinteticamente la fotosintesi



The Calvin cycle

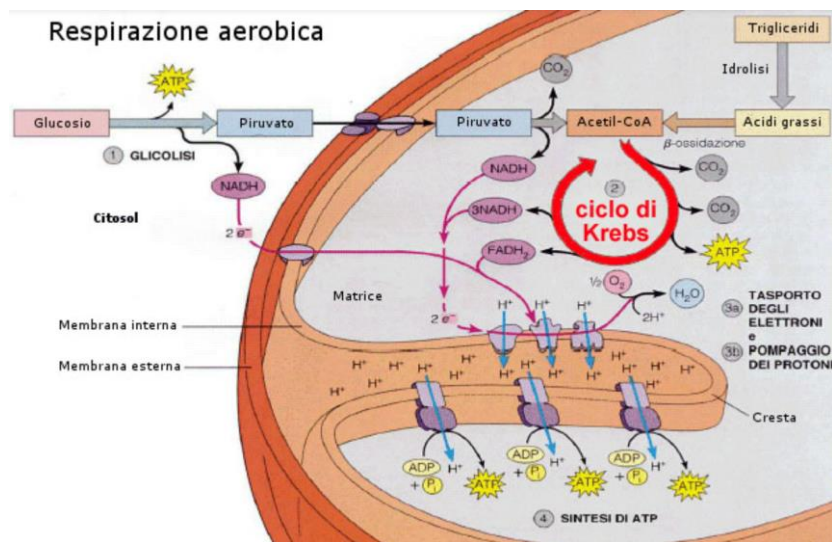


MITOCONDRI

demoliscono i carboidrati e producono ATP.

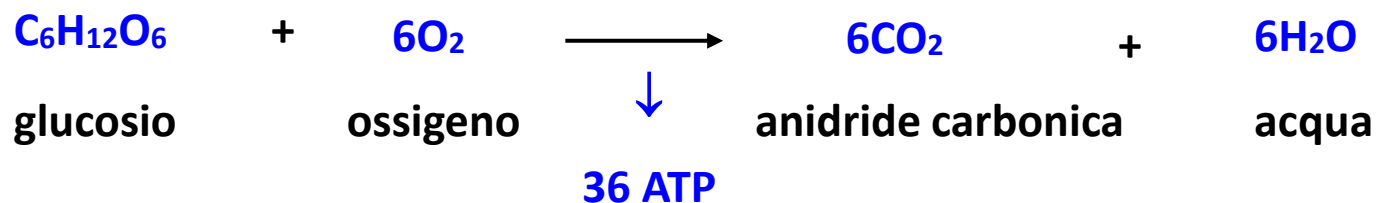
I mitocondri sono organuli fondamentali per la cellula eucariotica perché sono sede dove avviene la **respirazione ossidativa**.

La respirazione è alla base della produzione di **ATP** (adenosin trifosfato) e, quindi, di energia immediatamente utilizzabile per le diverse attività cellulari.

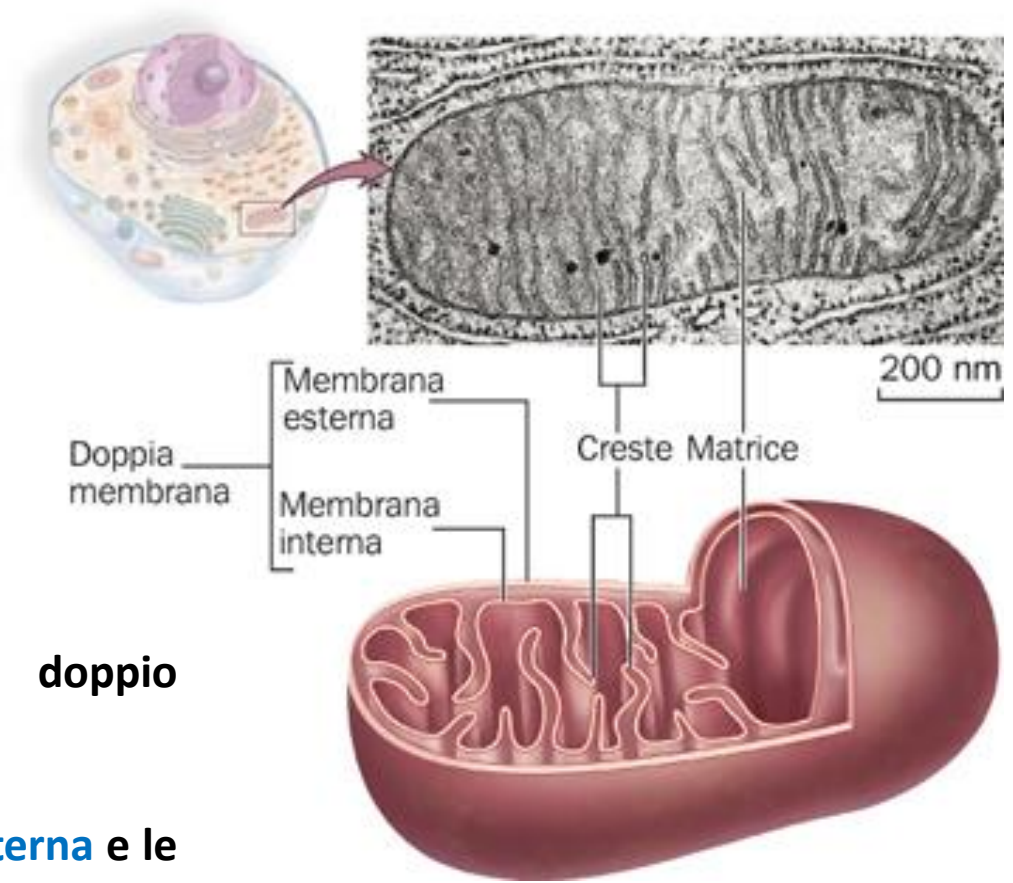


Gli organismi eucariotici ricavano **energia (ATP)** attraverso il processo della **respirazione cellulare**, che consente di liberare l'energia insita nel **glucosio** (combustibile) utilizzando **ossigeno** (comburente).

La respirazione è rappresentata, chimicamente, dalla reazione



MITOCONDRI



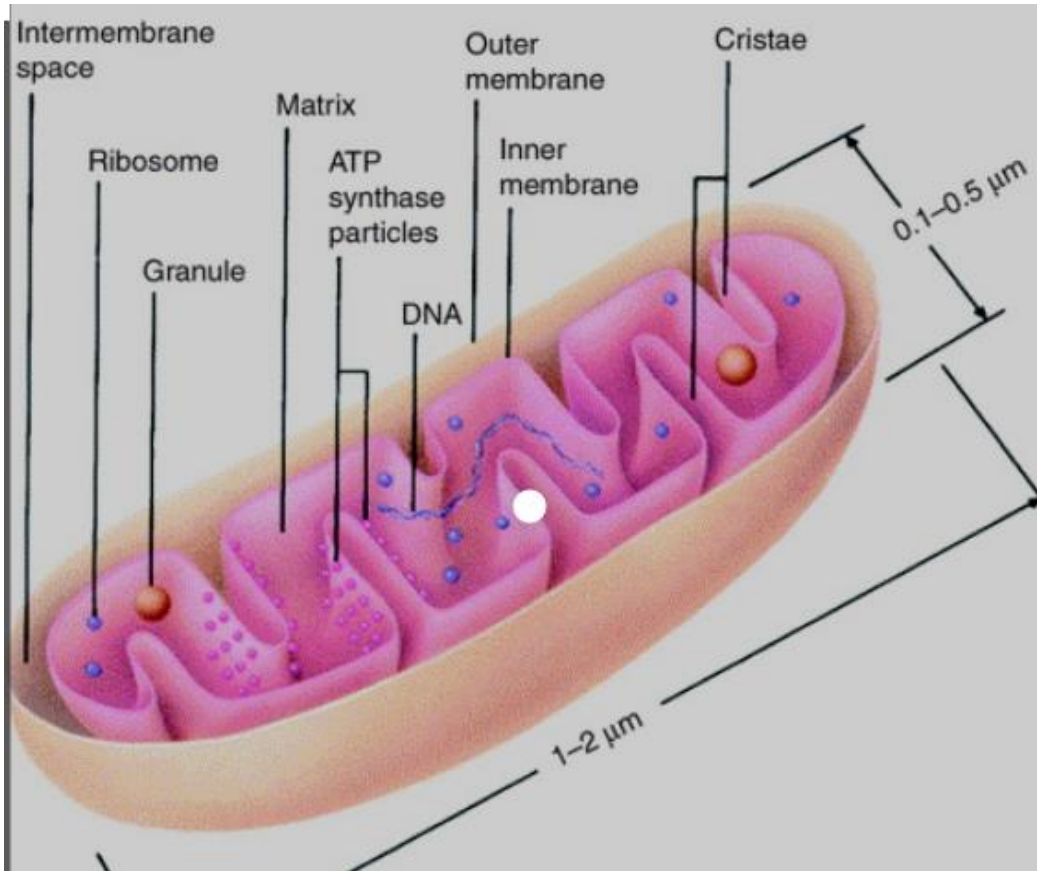
Il mitocondrio presenta uno spazio a doppio compartimento:

- **spazio intermembrana** (tra la **membrana esterna** e le creste mitocondriali della **membrana interna**)
- **matrice mitocondriale** all'interno delle creste.

Il **glucosio** viene demolito nella matrice, mentre nelle creste si produce l'**ATP**.

MITOCONDRI

Nella matrice sono presenti la maggior parte delle sostanze utili al mitocondrio: acidi nucleici, ribosomi, enzimi coinvolti nel ciclo di Krebs (ciclo dell'acido citrico) ed enzimi coinvolti nella beta-ossidazione degli acidi grassi.



Il **genoma** del mitocondrio è rappresentato da un filamento di **DNA circolare**, come nei batteri, ed i geni presenti sono coinvolti nella codifica di tRNA e proteine appartenenti al complesso respiratorio.

Il genoma mitocondriale viene ereditato per linea materna in quanto i geni al suo interno derivano dalla cellula uovo.

CITOSCHELETRO

contribuisce alla forma alla cellula e ne guida i movimenti

Il citoscheletro (scheletro della cellula) interviene nel

- mantenimento della forma della cellula,
- formazione delle giunzioni tra le cellule,
- movimento della cellula,
- movimento degli organuli della cellula.

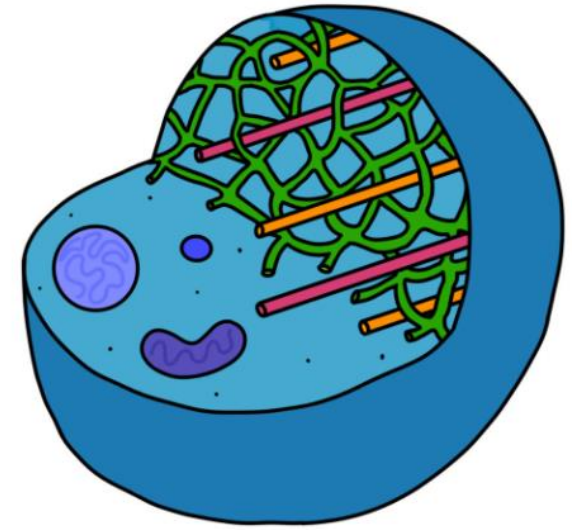
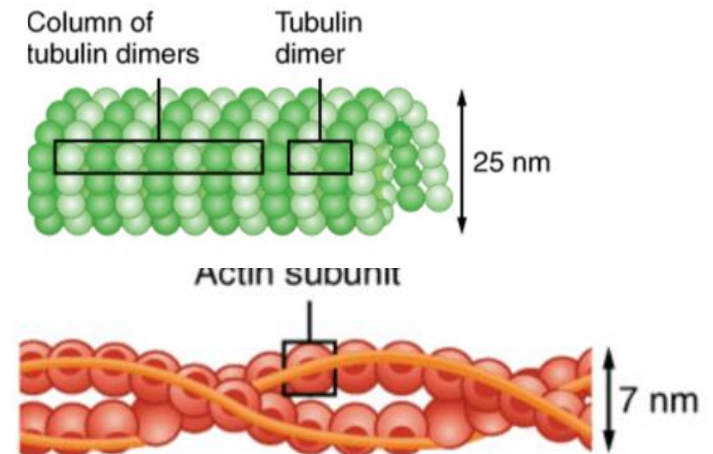
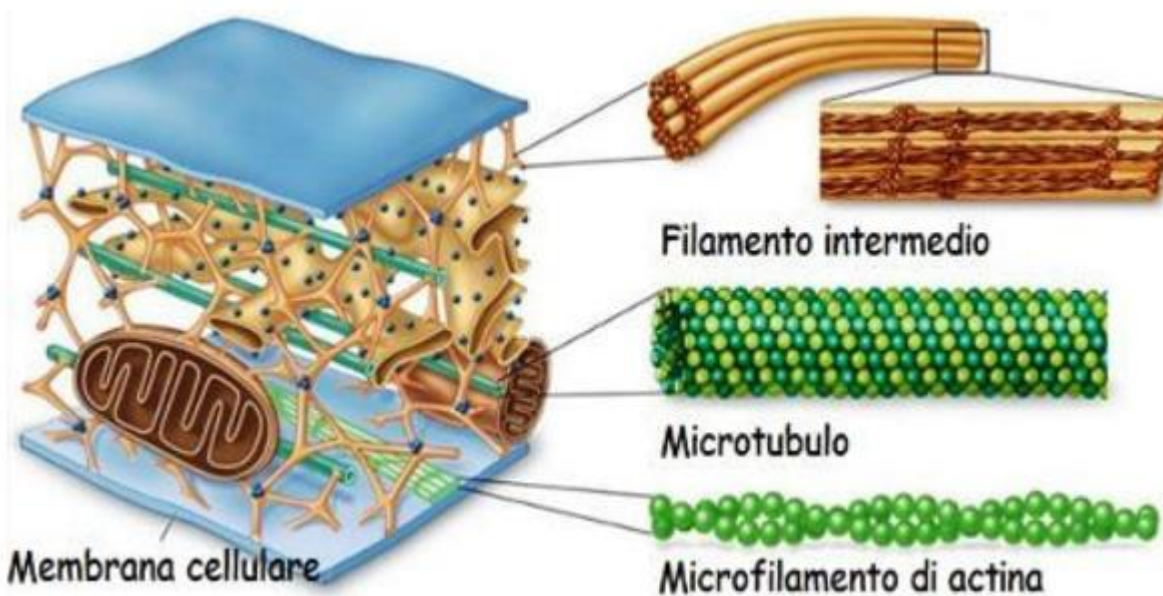


Image source: By Gabi Slizewska

Il citoscheletro delle cellule eucariotiche è costituito da tre tipi di elementi:

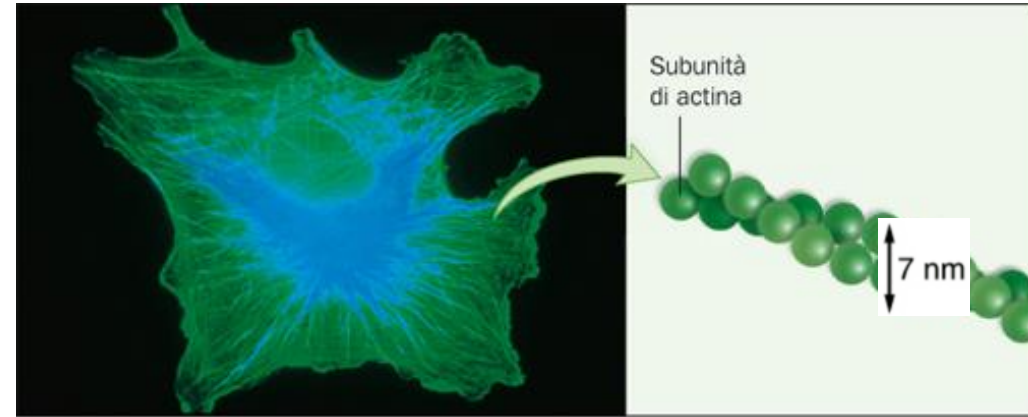
- filamenti di actina,



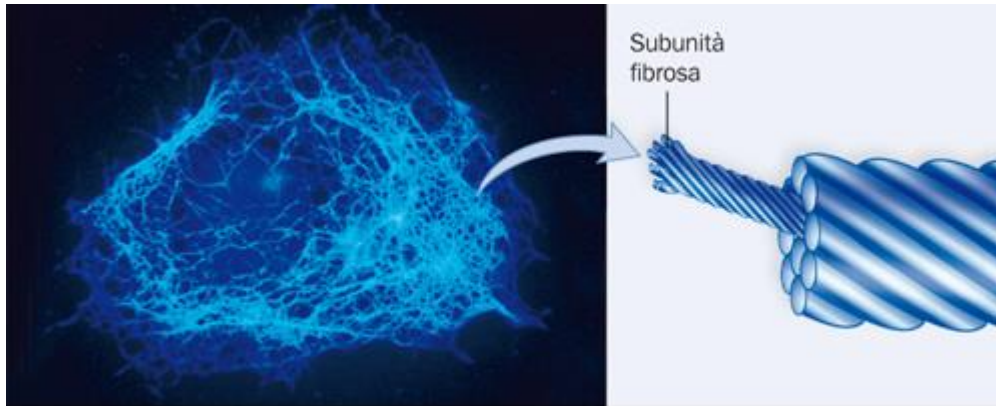
Filamenti di actina

I filamenti di actina sono disposti in fasci o a reti e svolgono una **funzione strutturale** di fondamentale importanza.

Si tratta di filamenti flessibili e relativamente resistenti, tanto da consentire alle cellule di spostarsi con **movimento ameboide** o strisciando.



Filamenti di actina



Filamenti intermedi

Microtubuli

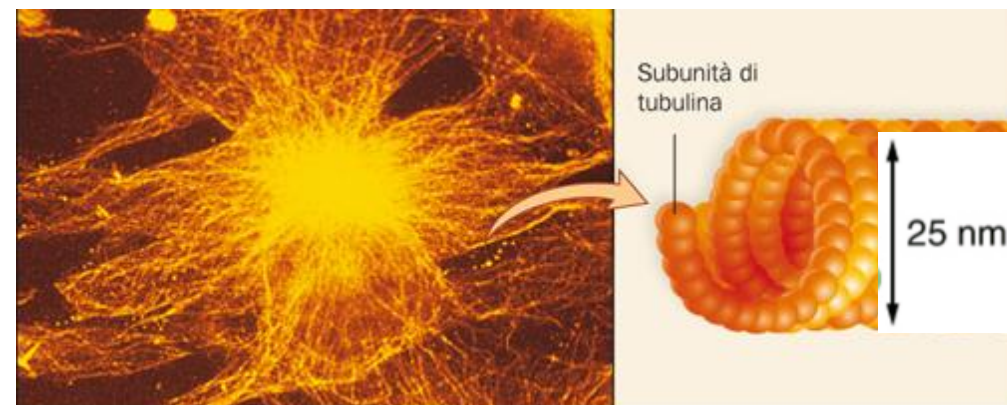
Sono costituiti da una proteina globulare (**tubulina**). I microtubuli fungono da **rotatie**, lungo le quali si spostano i vari organuli cellulari.

Lo scorrimento è reso possibile anche dalla presenza di **molecole motrici** associate ai microtubuli.

Filamenti intermedi

Simili a una corda elicoidale, i filamenti intermedi sono costituiti da diversi polipeptidi fibrosi e svolgono una **funzione strutturale**, fungono da sostegno dell'involucro nucleare e della membrana plasmatica.

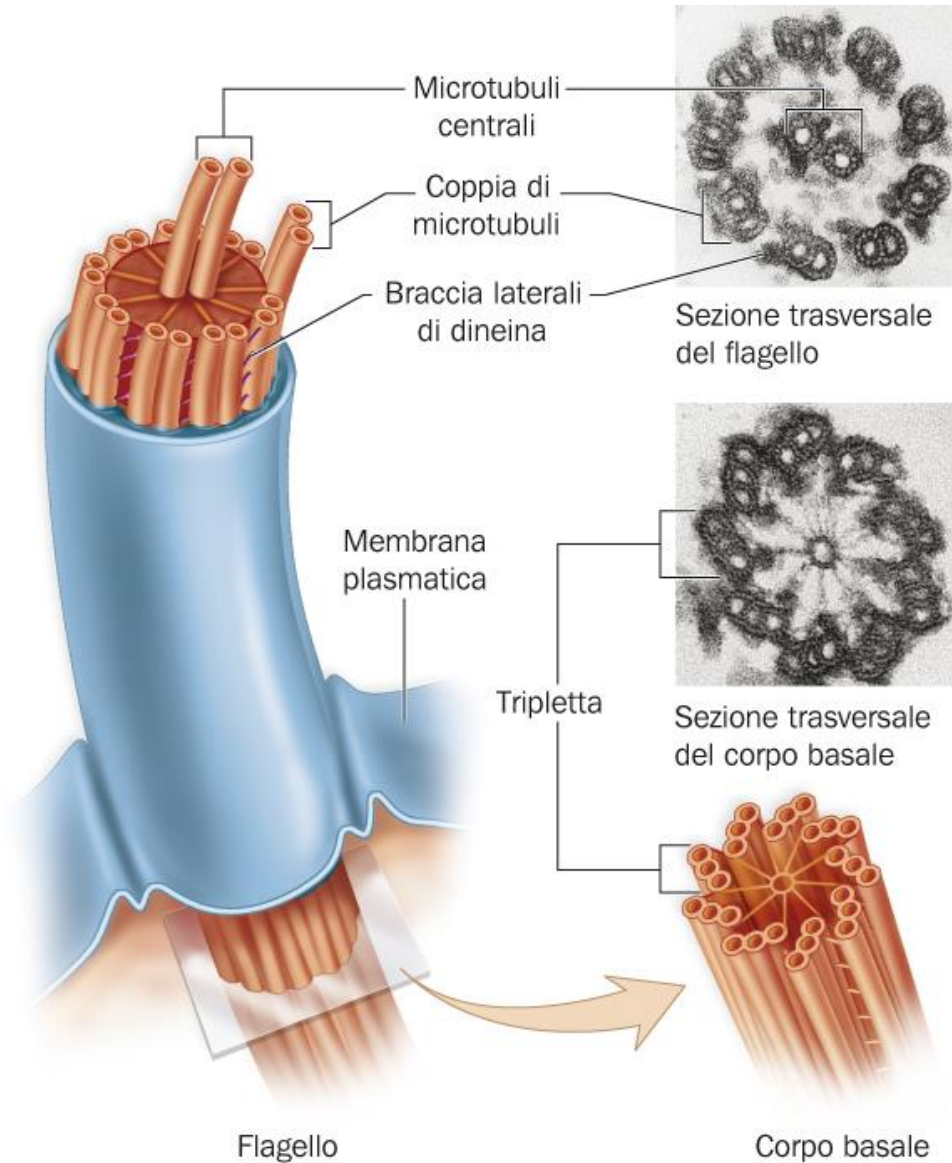
I filamenti intermedi hanno un diametro medio di 10 nm.



Microtubuli

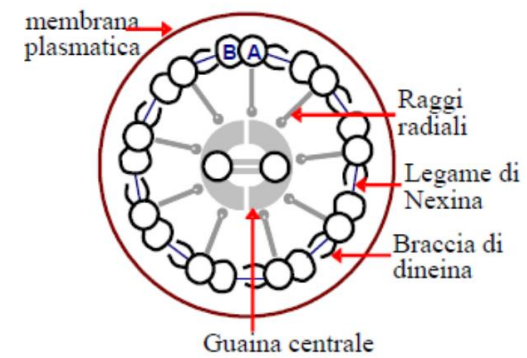
Ciglia e i flagelli

Ciglia e flagelli sono appendici (estroflessioni) a forma di frusta che protrudono dalla superficie di alcune cellule procariotiche ed eucariotiche.



Le **ciglia** (al singolare, *ciglio*) sono strutture corte (2-10 μm) e sottili.

I **flagelli** sono appendici più lunghe (200 μm).

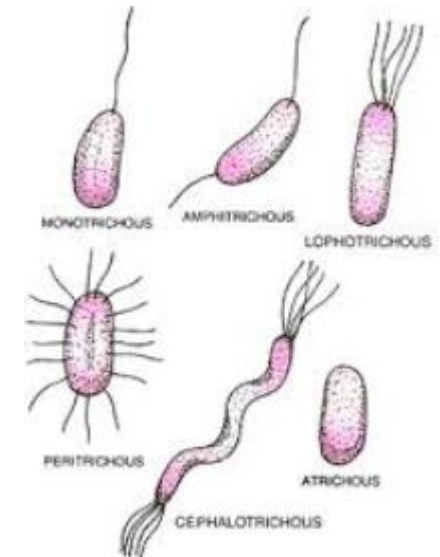


Le **ciglia** e **flagelli**, originano dal **corpo basale**.

La parte interna (assonema) è costituita da una struttura del tipo "9+2" (anello di 9 coppie di microtubuli tenute unite tra loro dalla nexina).

Ogni coppia contiene una **subunità A** con 13 protofilamenti e una **subunità B** con 10 protofilamenti di **tubulina**; Il corpo basale presenta 9 triplette di microtubuli. Il microtubulo al centro dell'anello è separato e completo (possiedono 13 protofilamenti di **tubulina**).

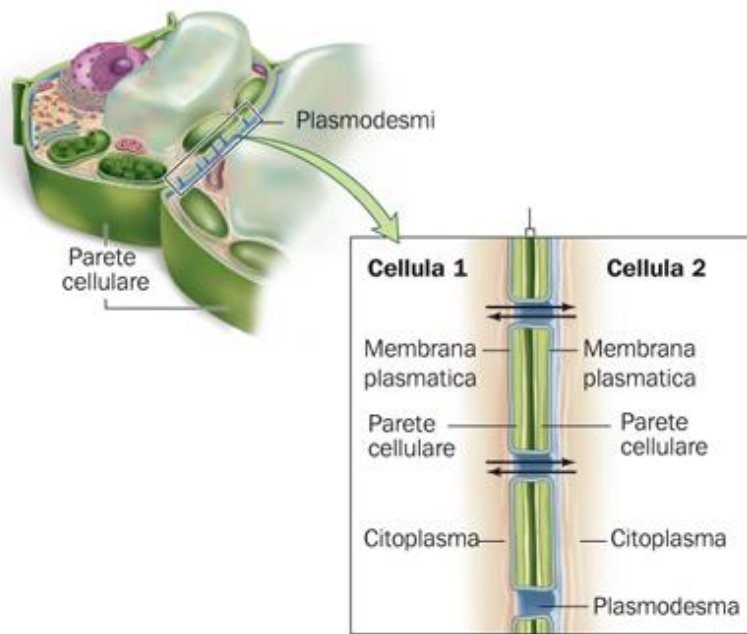
Ciglia e flagelli, negli animali, svolgono ruoli importanti a livello del tratto *respiratorio* e *riproduttivo*.



Nelle cellule procariotiche i flagelli sono strutture deputate alla locomozione (motilità).

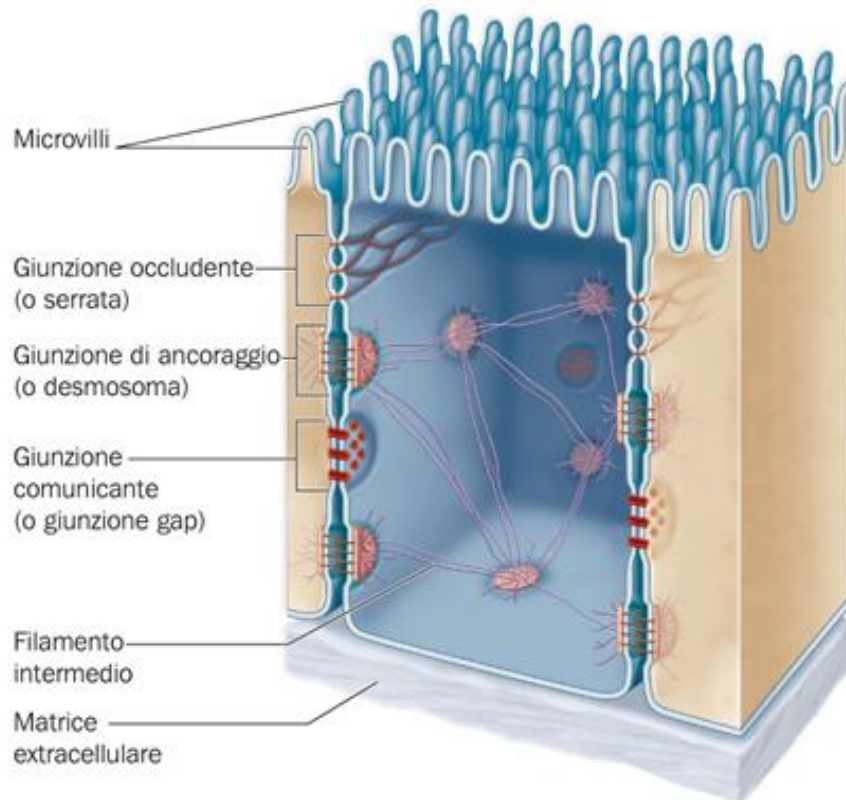
COMUNICAZIONE CELLULARE

Ogni cellula comunica con le cellule adiacenti



Le **cellule vegetali** sono connesse tra loro tramite sottili canali, i **plasmodesmi**.

Essi consentono lo scambio di materiali tra cellule adiacenti e, di conseguenza, tra tutte le cellule della pianta.



Le **cellule animali** sono connesse tra loro tramite tre tipi di giunzioni:

- giunzioni di ancoraggio, o **desmosomi**;
- giunzioni occludenti, o **serrate**;
- giunzioni comunicanti, o **giunzioni gap**.