

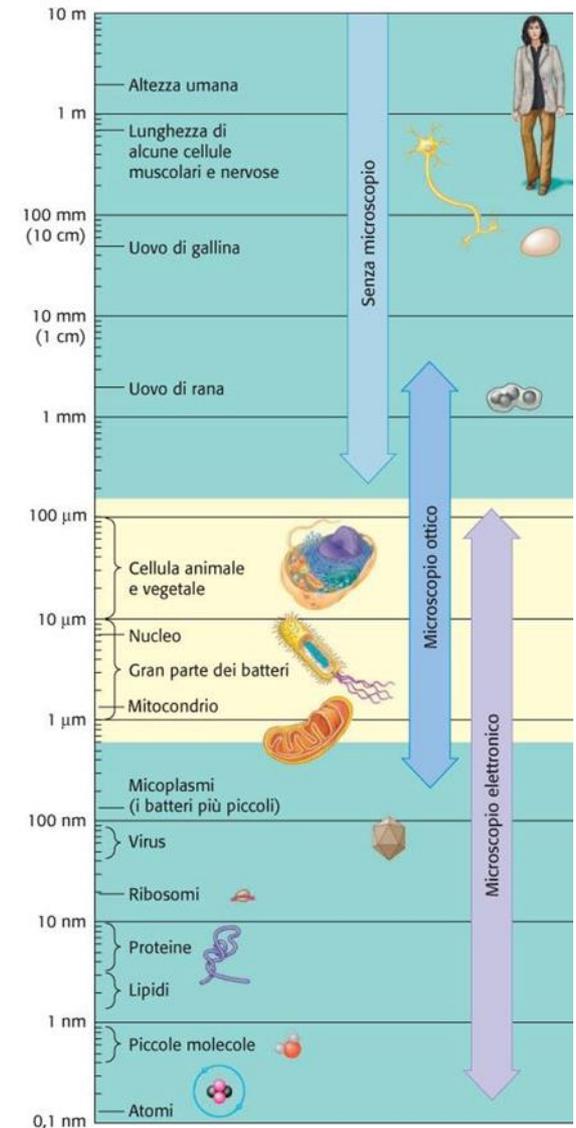
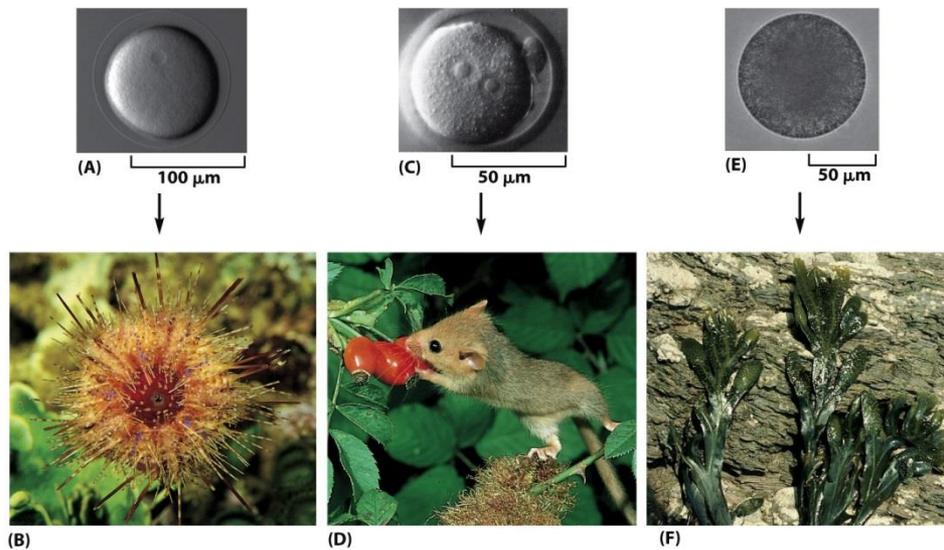
# Biologia Molecolare

LM Chimica indirizzo bio-organico

Bruna Scaggiante  
DSV

[bscaggiante@units.it](mailto:bscaggiante@units.it)

# LA CELLULA: la più piccola entità vivente

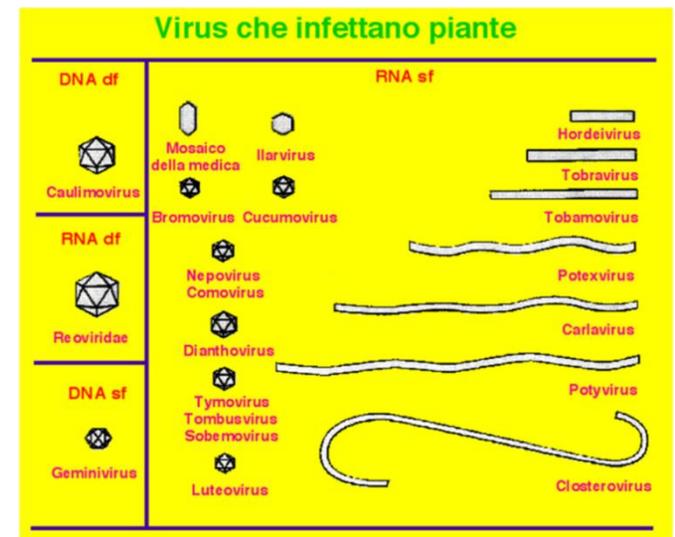
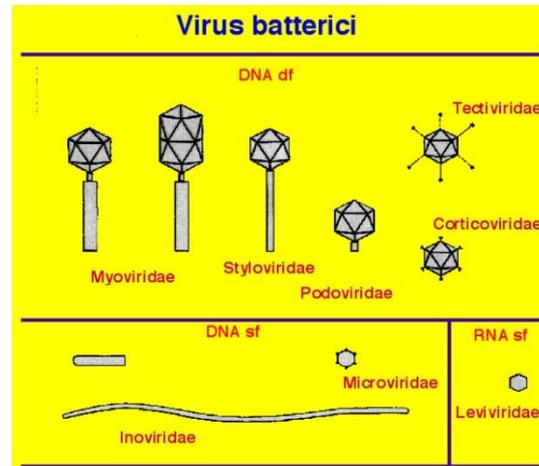
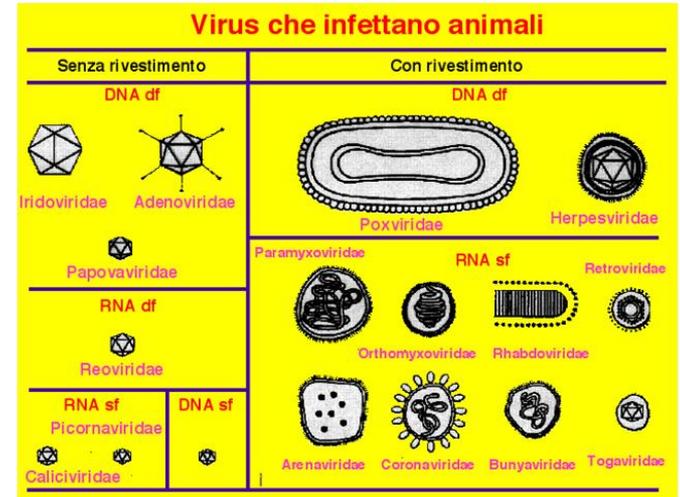


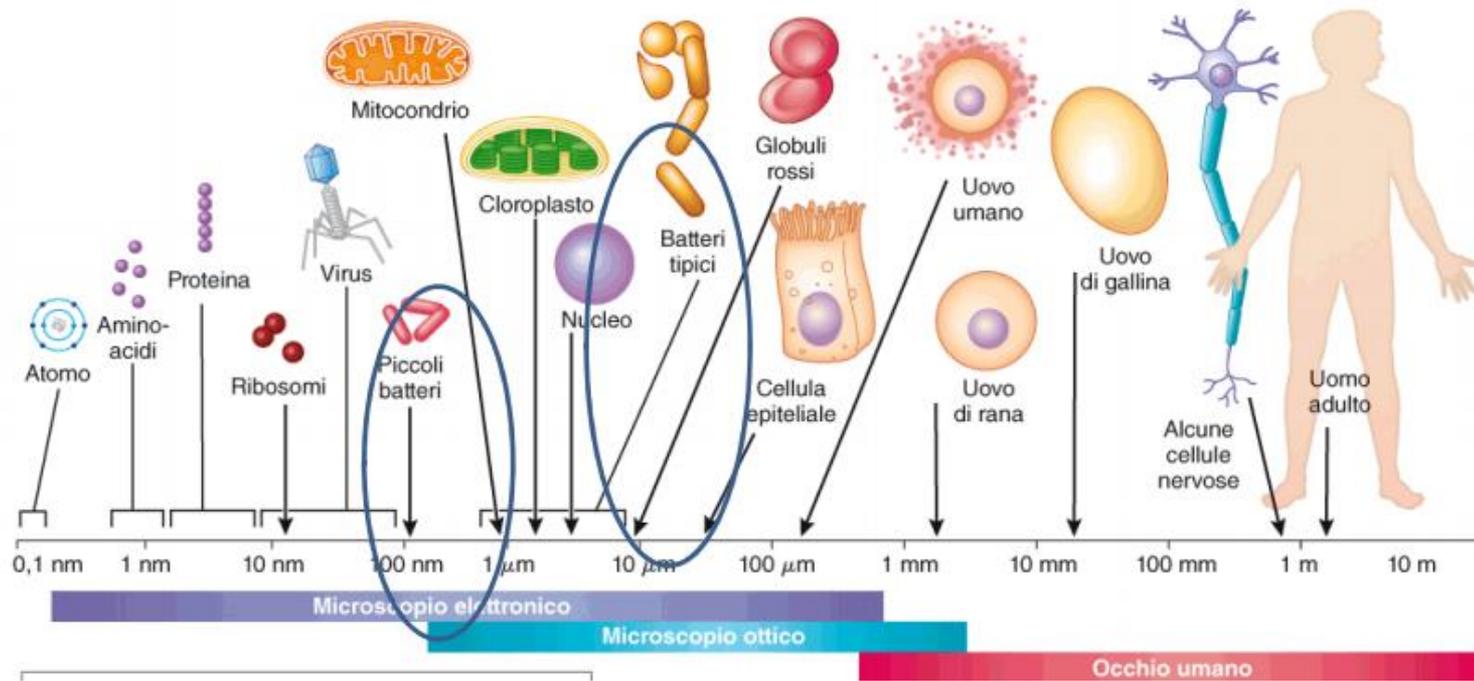
I virus : i più piccoli organismi (da 20 a 300 nm)

## Parassiti intracellulari obbligati

Composti da un involucro formato principalmente da proteine che racchiude DNA o RNA

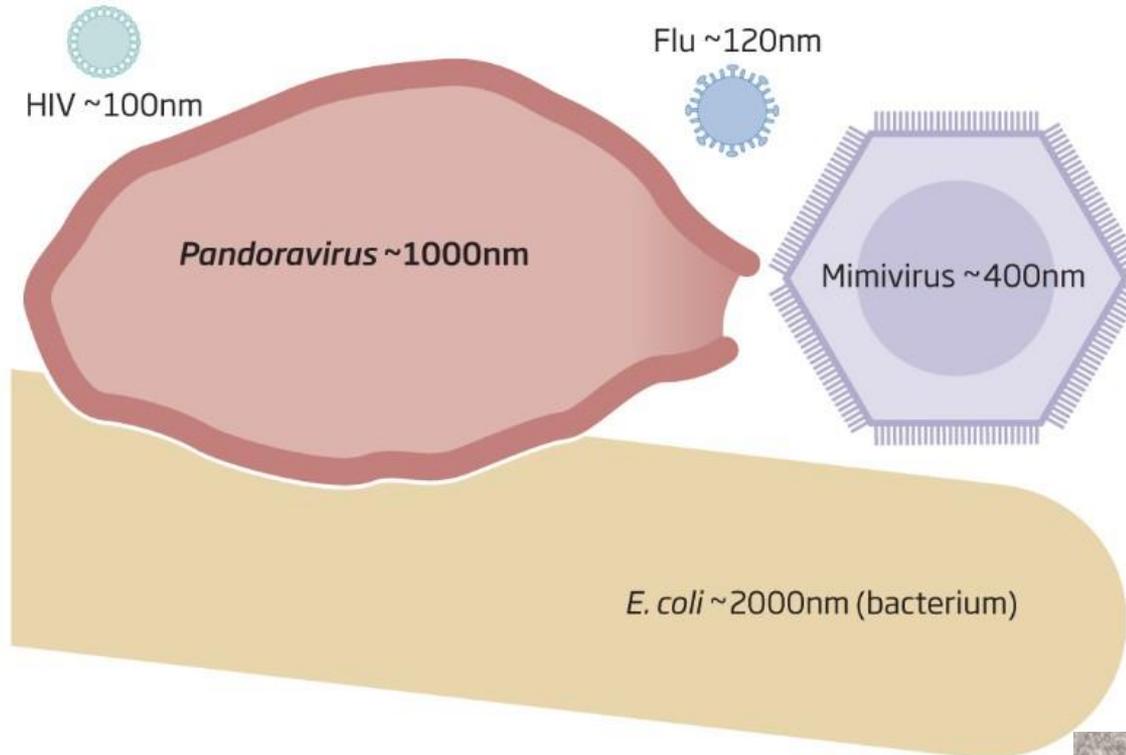
Infettano animali, piante, batteri







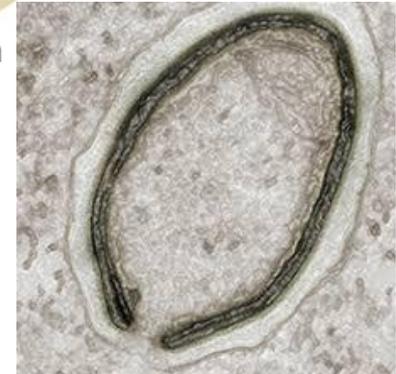
## 'Girus' : giant virus



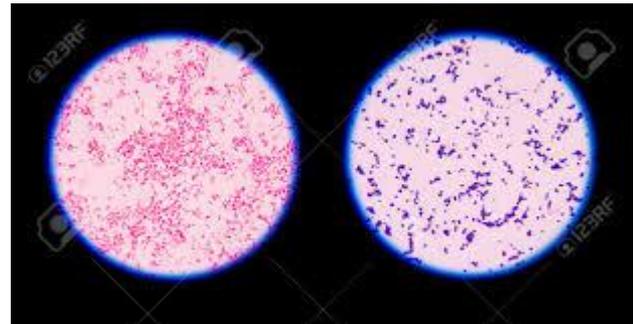
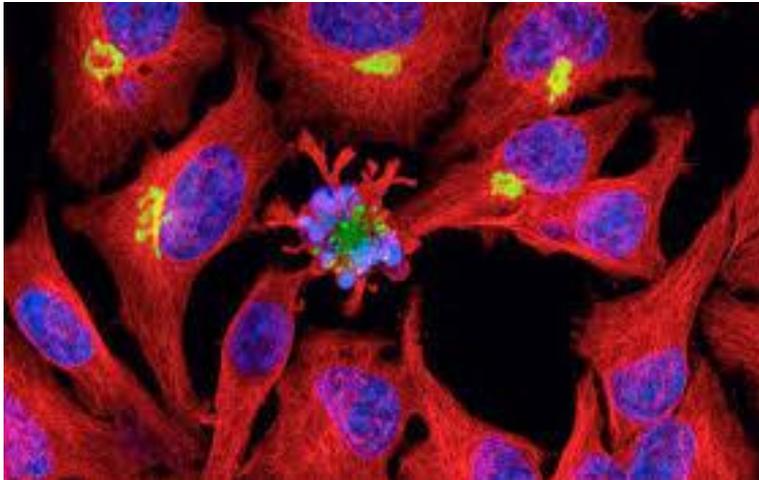
Pandora virus is bigger by far than any other known virus, and rivals bacteria

Pandoravirus salinus e Pandoravirus dulcis

Sono parassiti di amoebe



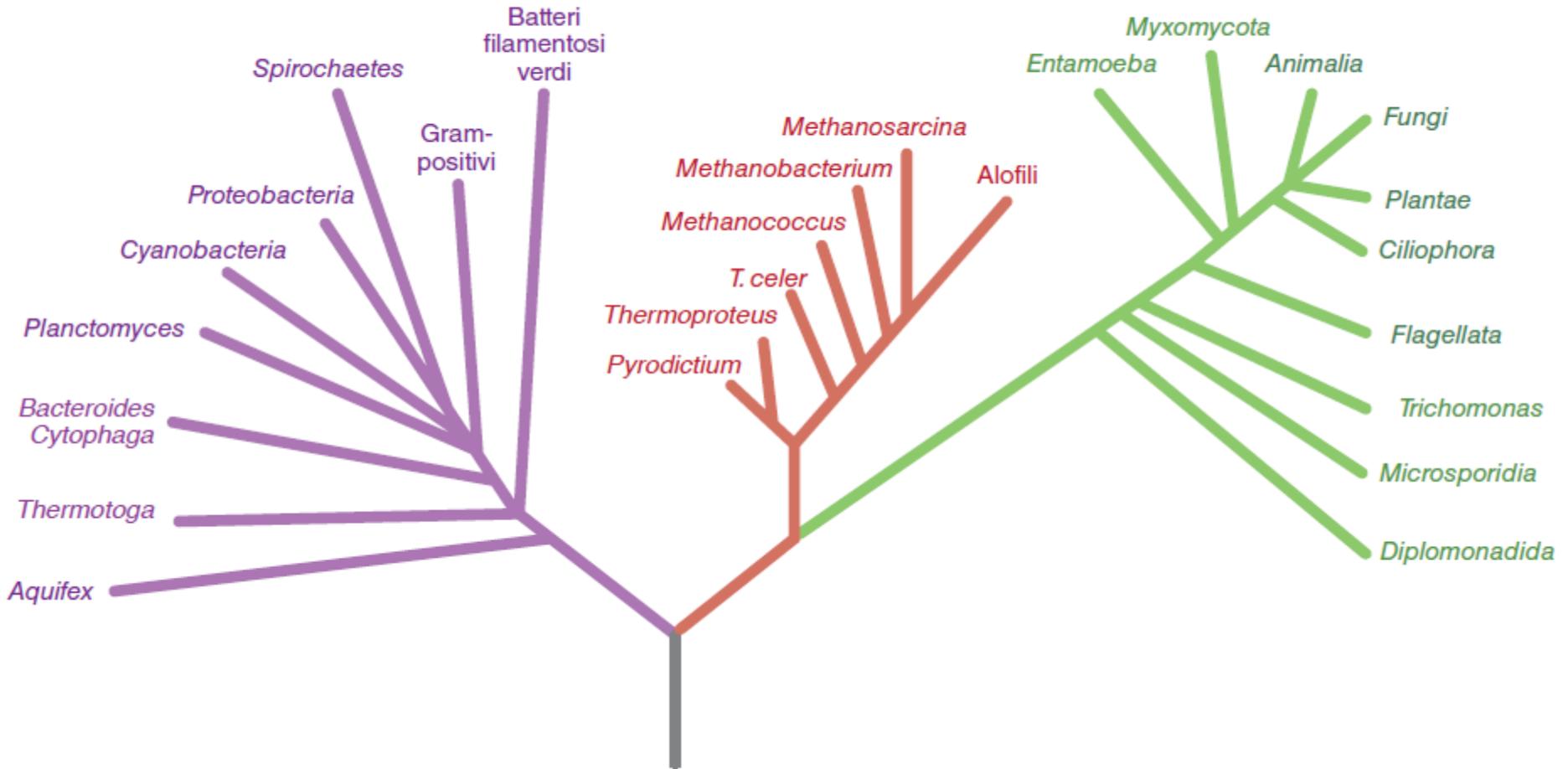
# Cellule procariotiche ed eucariotiche



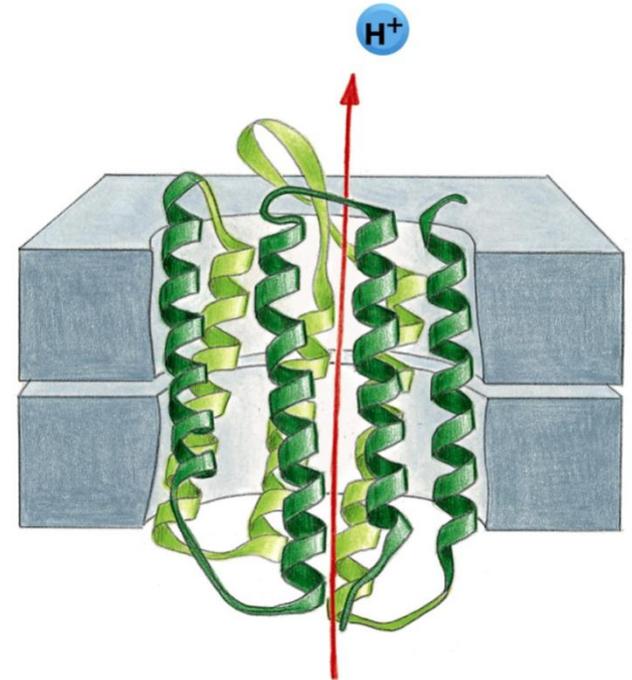
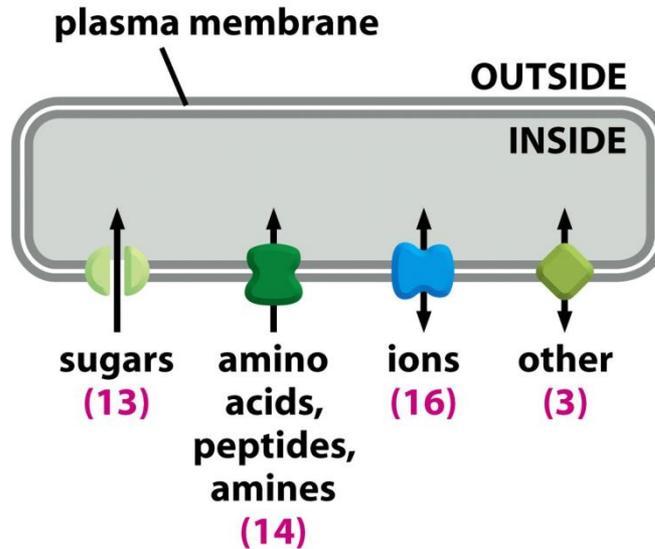
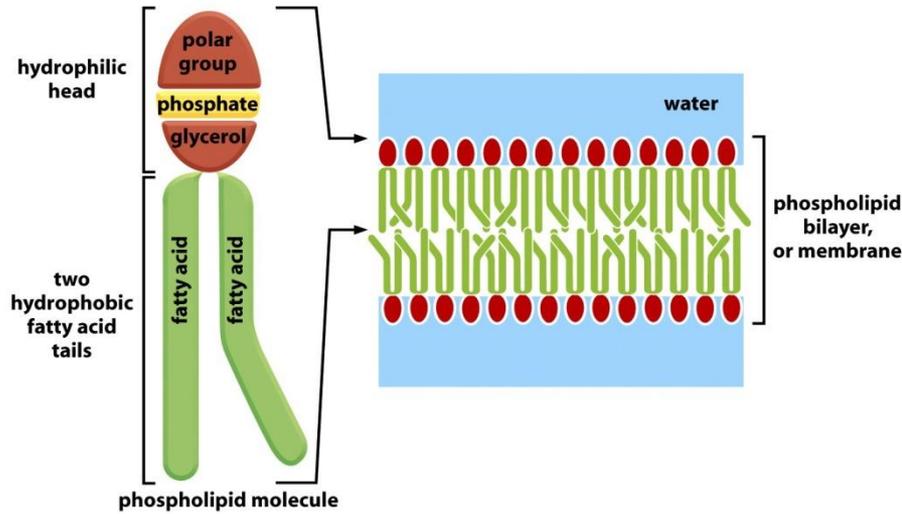
**BACTERIA**

**ARCHAEA**

**EUKARYA**



# Membrana cellulare



Funzioni  
della  
membrana

Trasporto



Eso-endocitosi



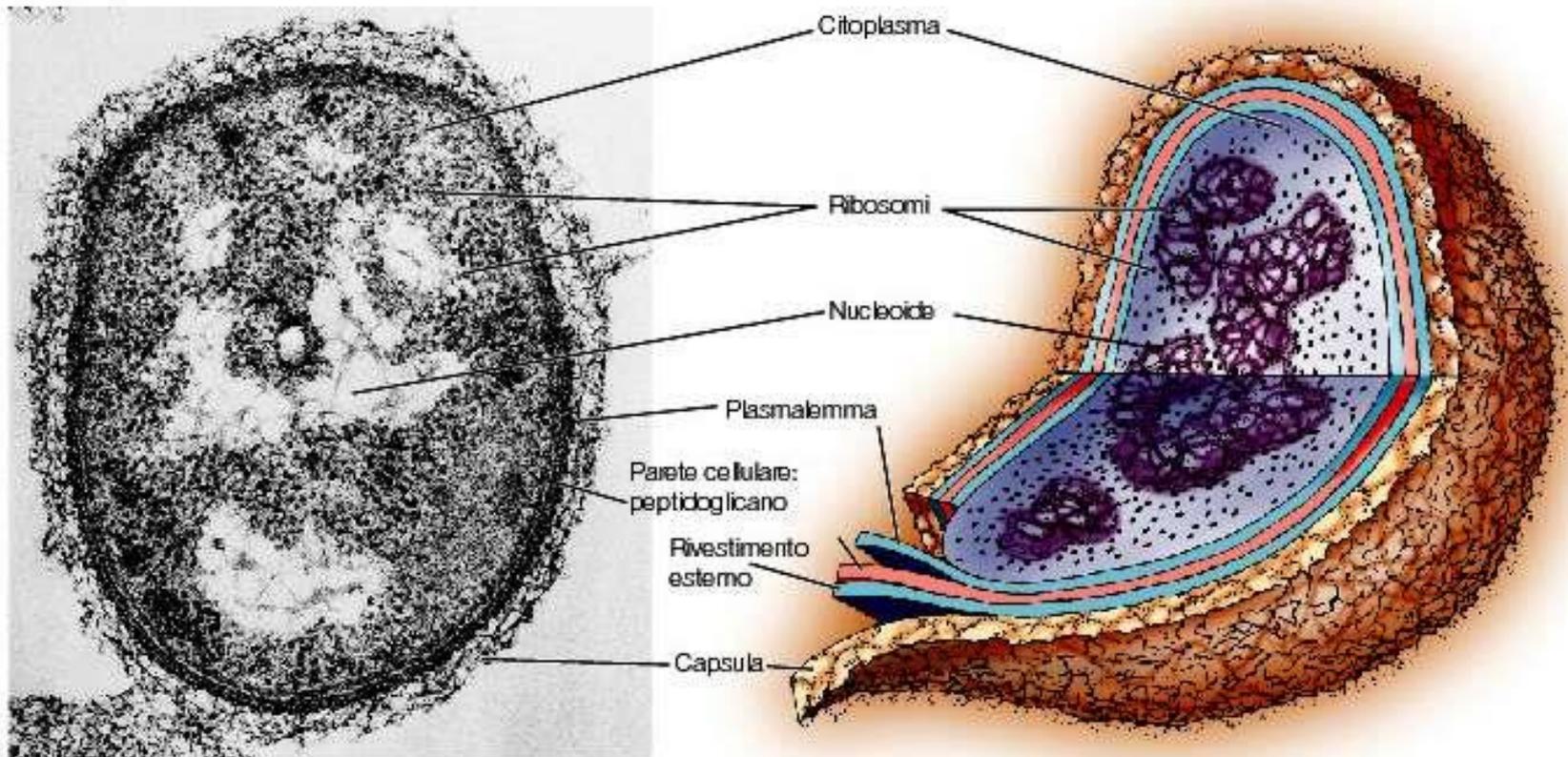
Biosegnalazione

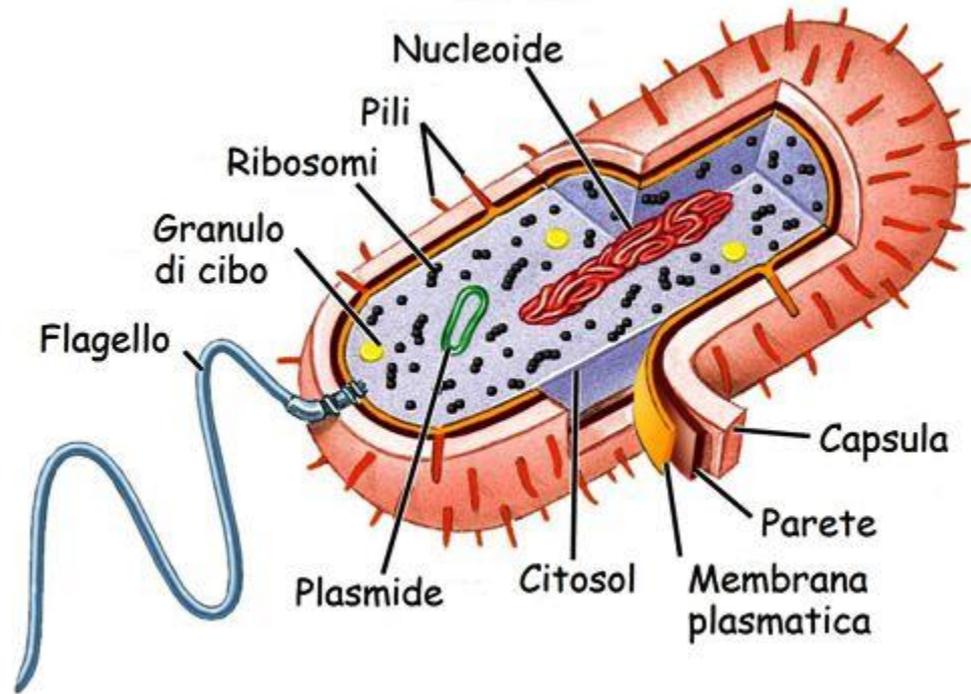
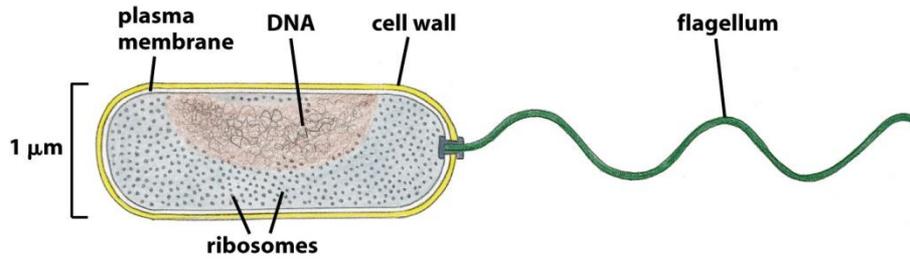


Adesione



# NEI PROCARIOTI IL DNA È A DIRETTO CONTATTO COL CITOPLASMA E FORMA IL NUCLEOIDE





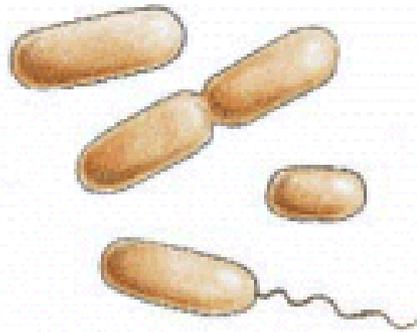


**Le più comuni morfologie batteriche:  
cocchi – bacilli - spirilli**

# Dimensioni: generalmente da 0,5 a pochi $\mu\text{m}$



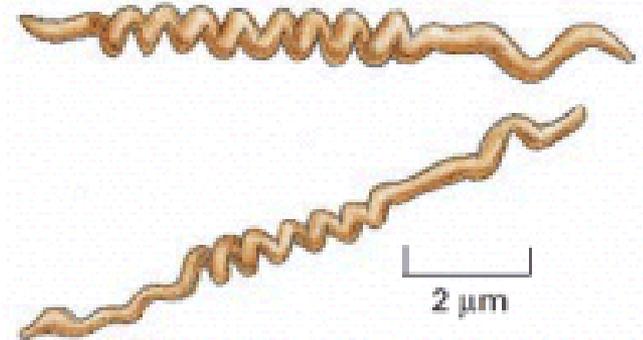
spherical cells  
e.g., *Streptococcus*



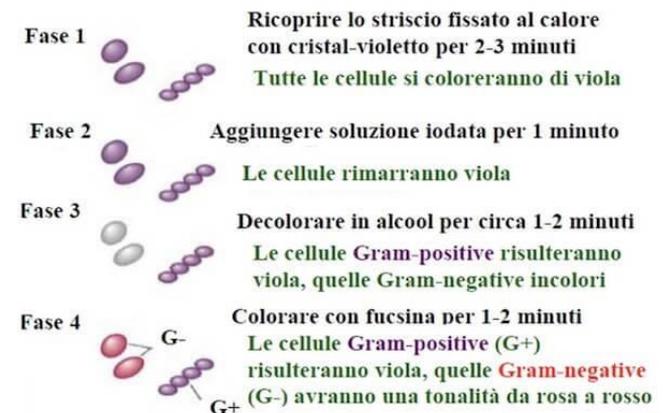
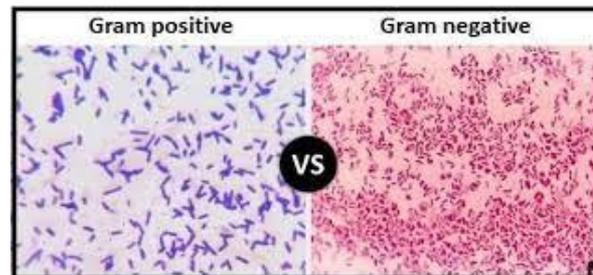
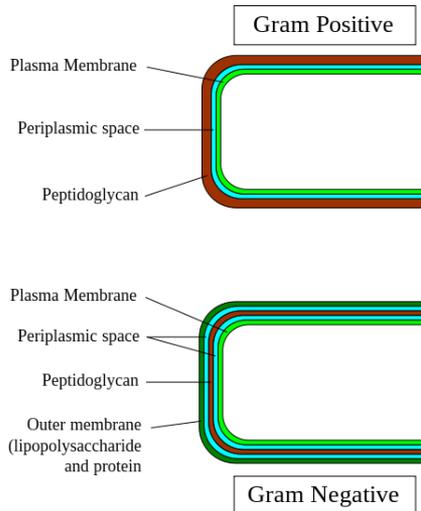
rod-shaped cells  
e.g., *Escherichia coli*,  
*Vibrio cholerae*

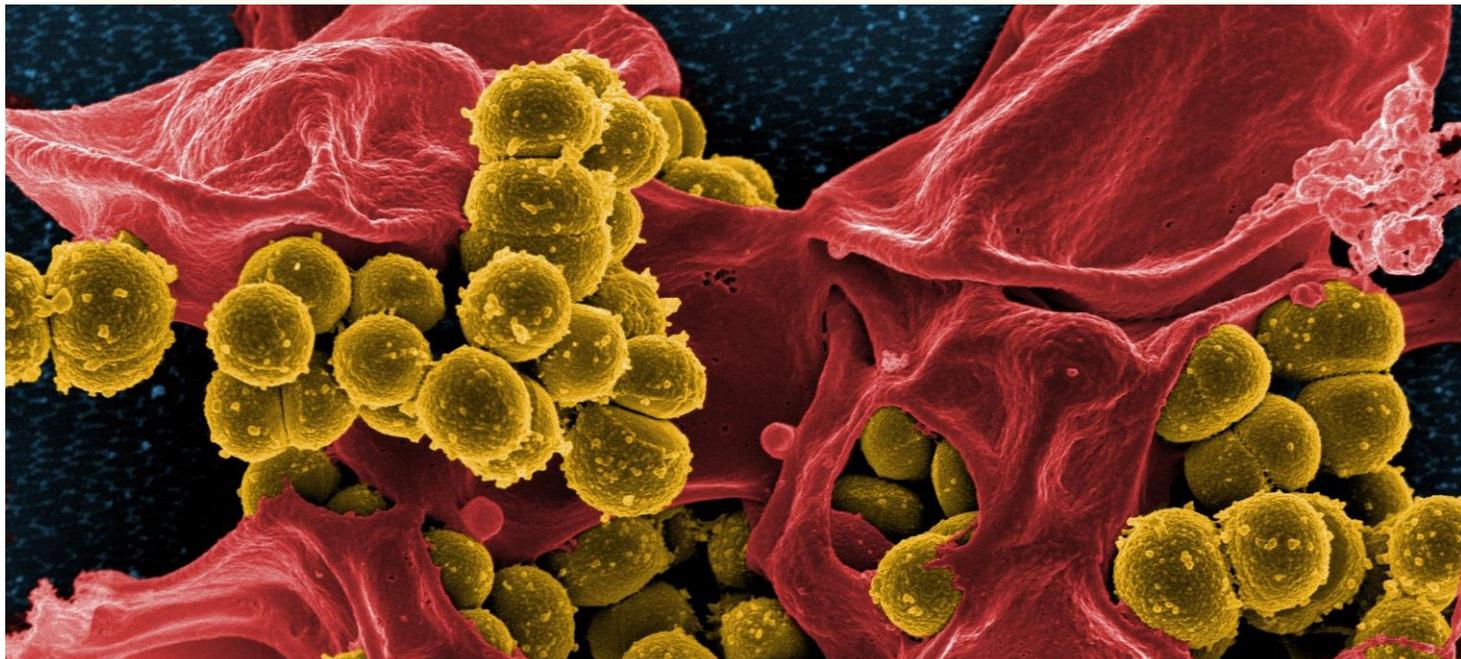
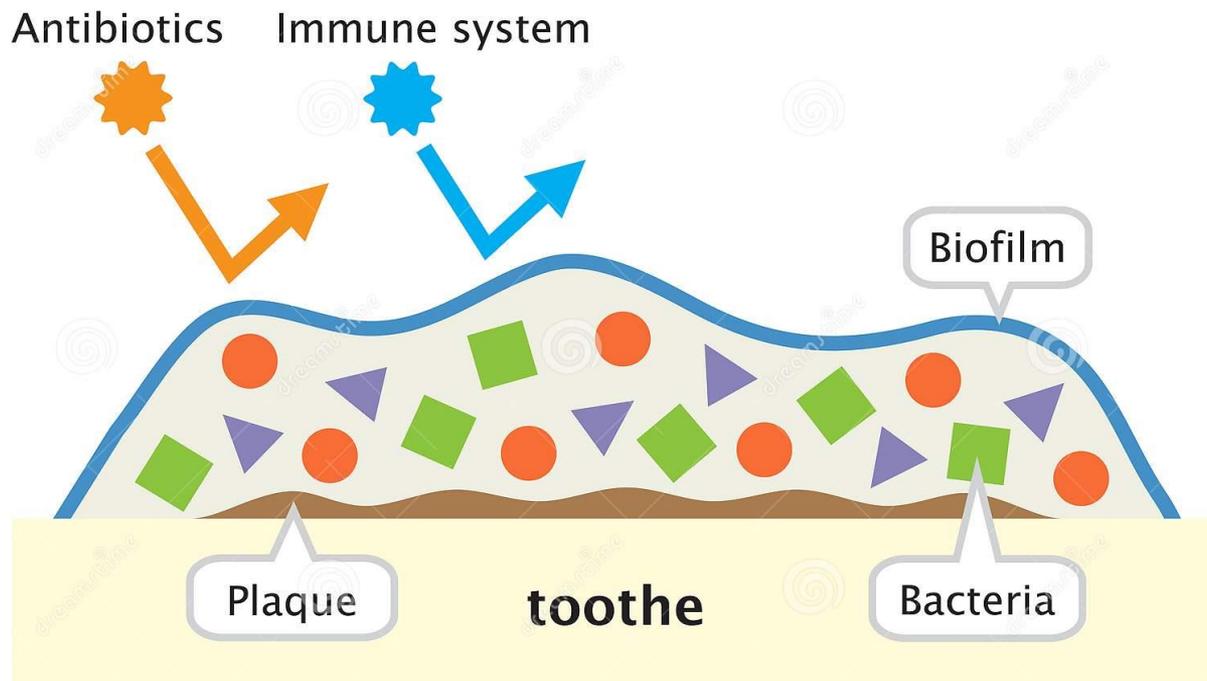


the smallest cells  
e.g., *Mycoplasma*,  
*Spiroplasma*



spiral cells  
e.g., *Treponema pallidum*



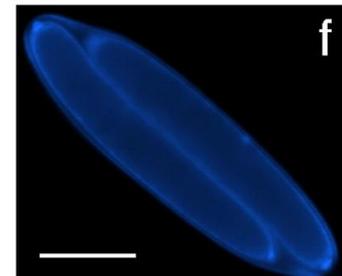
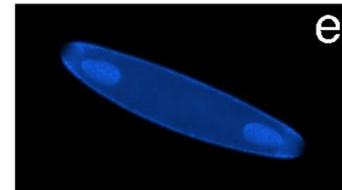
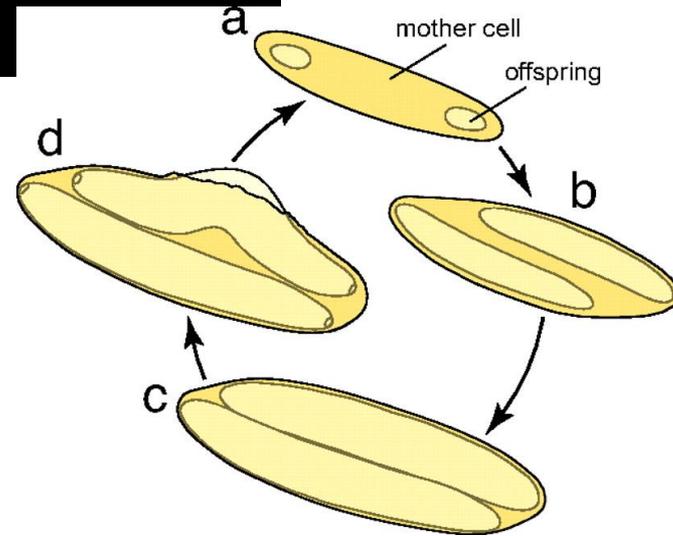
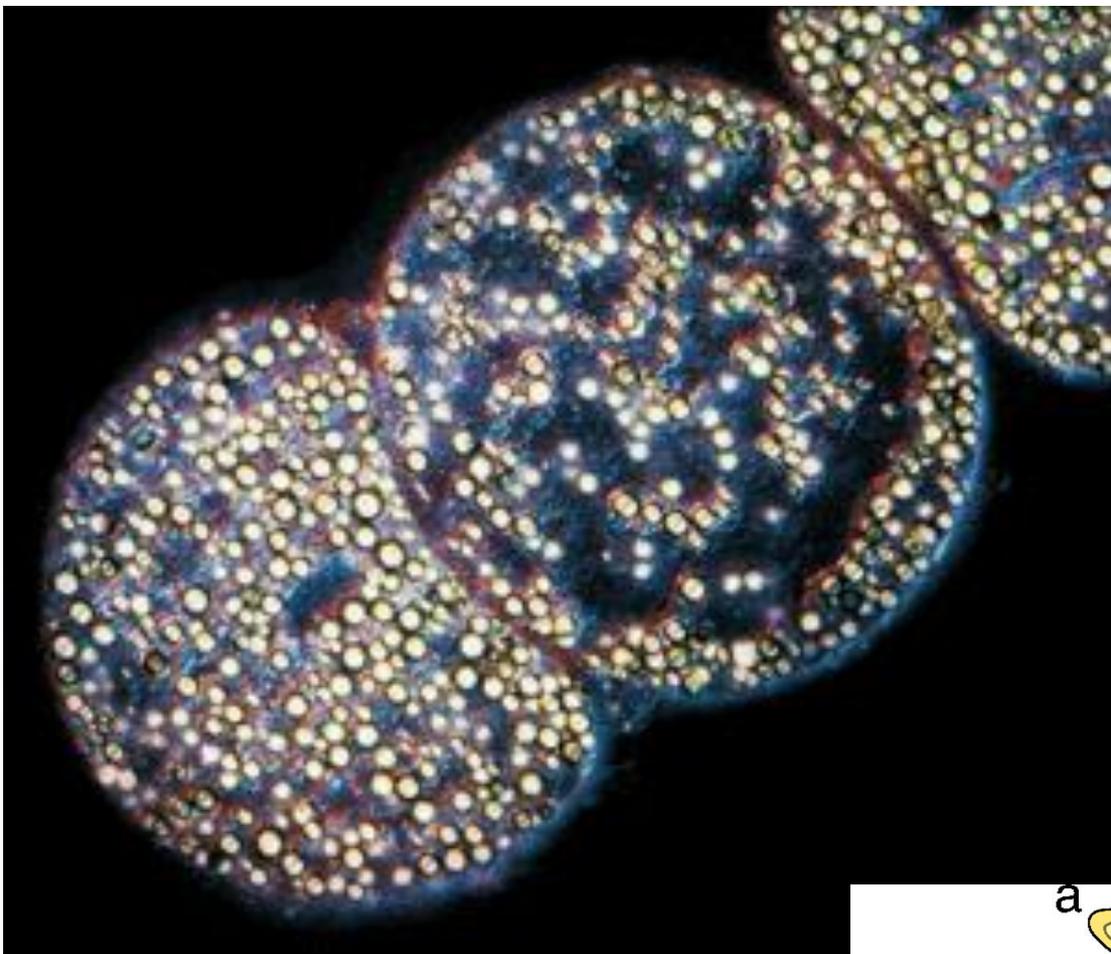


*Thiomargarita namibiensis* a marine bacterium of over 500  $\mu\text{m}$  diameter. It is visible by the naked eye. It is generally found in chains of ten or more. It is also very easy to notice because it shines like a pearl.

The non-motility of *Thiomargarita* cells is compensated by its large cellular size

Due giganti tra i batteri

*Epulopiscium fishelsoni* lives in the gut of the surgeon fish and can be up to 600  $\mu\text{m}$  long

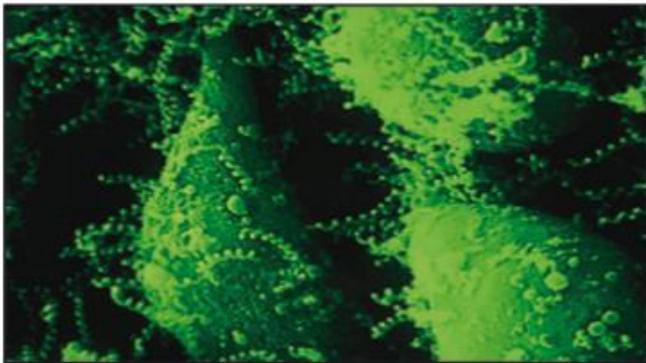
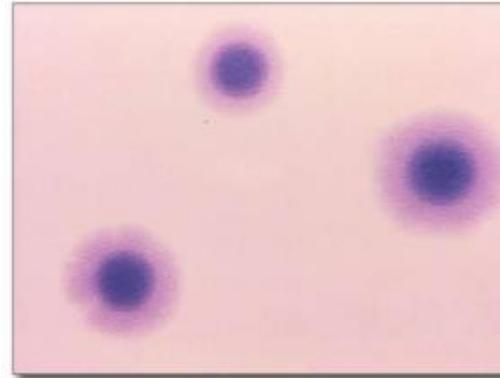


1 mm



## MICOPLASMI

- Le più piccole cellule viventi
- Prive di parete cellulare
- Diametro di 0,2  $\mu\text{m}$
- Vivono nel terreno e nelle acque di scarico
- Alcune specie vivono nelle mucose umane



5  $\mu\text{m}$



**Figura 2.15** I micoplasmata sono i batteri più piccoli. Sono gli eubatteri privi di parete cellulare che vivono nel terreno, nelle acque di scarico ed alcune specie anche nelle mucose umane. Immagine al microscopio elettronico a scansione di un micoplasmata su un fibroblasto.

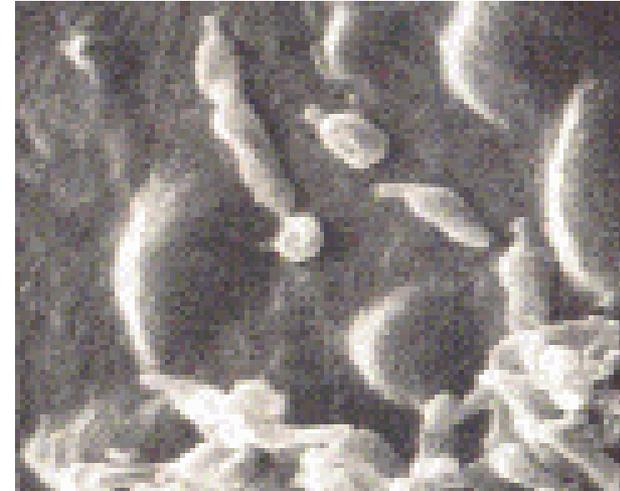
# I più piccoli procarioti conosciuti: Mycoplasmi

Morfologia estremamente variabile: sferica, filamentosa.

Assenza di parete cellulare rigida

Gram-negativi

Nell'uomo sono state dimostrate 6 specie di Mycoplasma:  
M.pneumoniae M. salivarium M.hominis M.genitalium M. orale  
M.incognitus

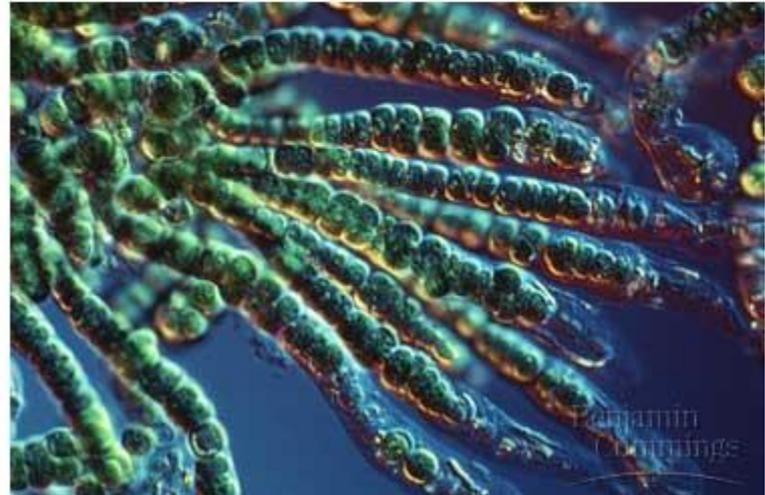
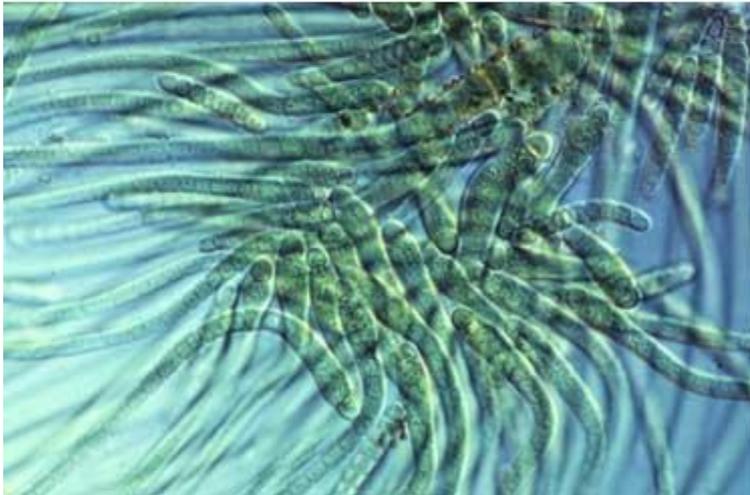


## *Mycoplasma genitalium* (Bacteria)

This bacterium infects the male and female reproductive tracts and in 1995 became only the second organism to have its genome completely sequenced. It has about 500 genes and belongs to the family of Mycoplasma bacteria, which includes parasites that have very small genomes.

Uomo	Bovino	Ovi-Caprini	Suini
<i>M. pneumoniae</i>	<i>M. mycoides</i> sub sp <i>mycoides</i> (colonie piccole)	<i>M. mycoides</i> sub sp. <i>mycoides</i> (grosse colonie)	<i>M. hyopneumoniae</i>
<i>M. fermentans</i> ( <i>incognitus</i> )	<i>M. bovigenitalium</i>	<i>M. mycoides</i> sub sp <i>capri</i>	<i>M. hyosynoviae</i>
<i>M. genitalium</i>	<i>M. bovis</i>	<i>M. capricolum</i>	<i>M. hyorhinis</i>
<i>M. hominis</i>	<i>M. dispar</i>	<i>M. conjunctivae</i>	
<i>M. pulmonis</i>	<i>M. bovoculi</i>	<i>M. agalactiae</i>	

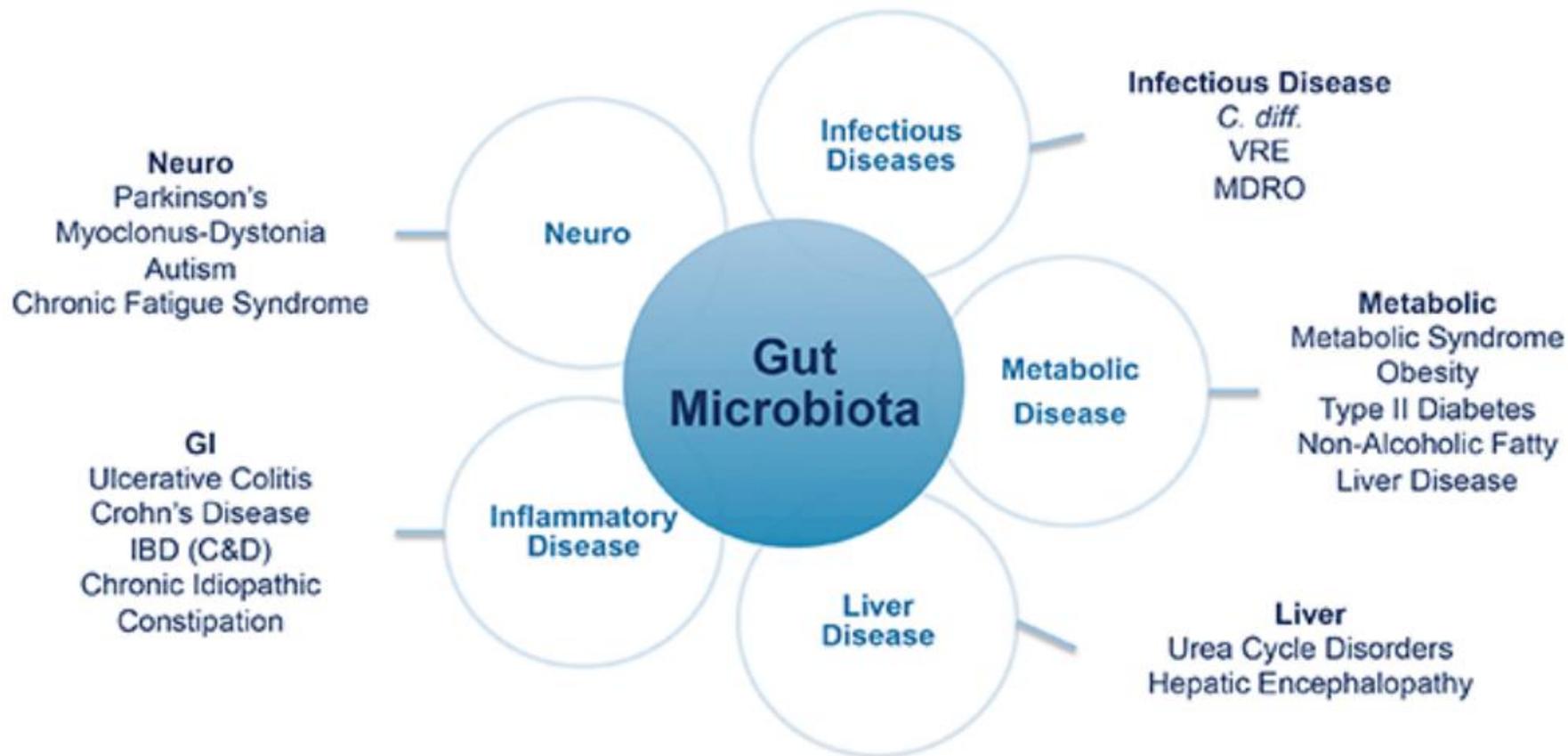
Tabella 1 – Principali specie di micoplasmi di alcuni mammiferi



**Cyanobacteria= Alghe azzurre o blu-verdi  
Sono gram negativi capaci di fare fotosintesi**

# Microbiota

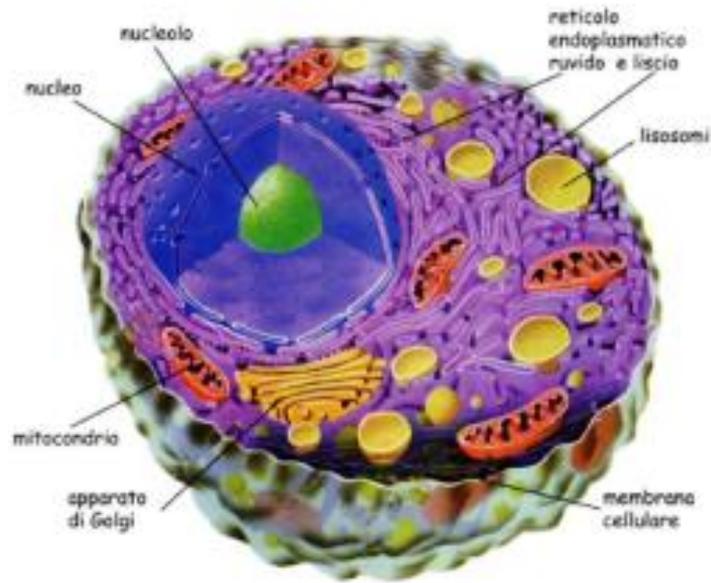
## Ruolo in diverse patologie



## CONCETTO di superorganismo



## CELLULE EUCARIOTE



## CELLULE PROCARIOTE SENZA NUCLEO



### MANCANO



Nucleo



Reticolo endoplasmatico



Apparato di Golgi



Mitocondri

### SONO PROCARIOTI :

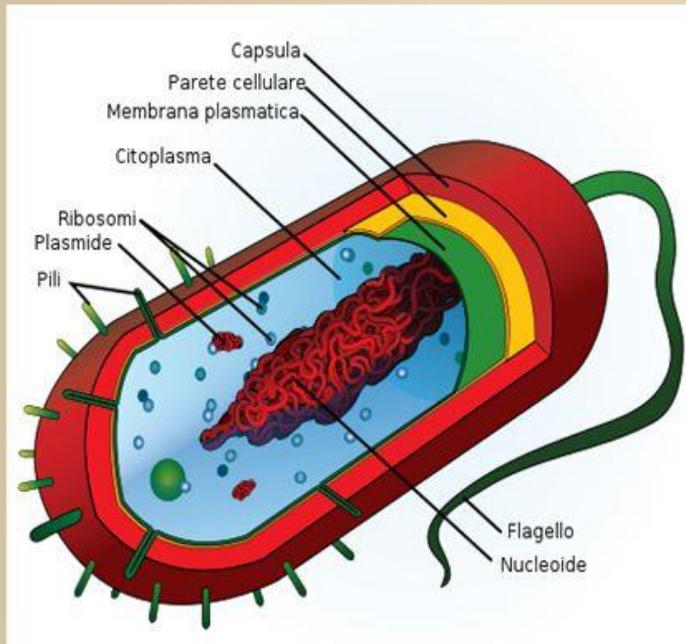


Batteri

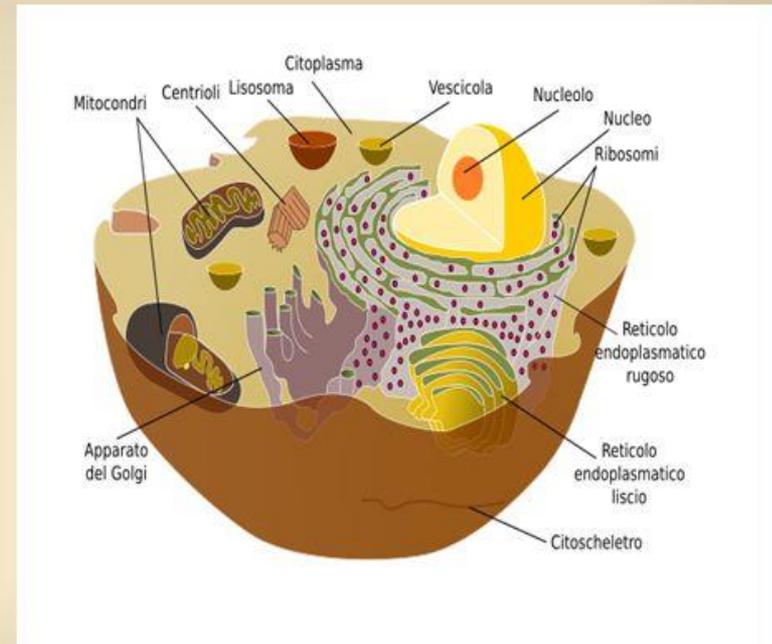


Alge azzurre  
Gli organismi più antichi della Terra

# Cellula procariotica ed eucariotica: differenze



Tipica cellula procariote (batterio)



Schema di una cellula animale (eucariotica)

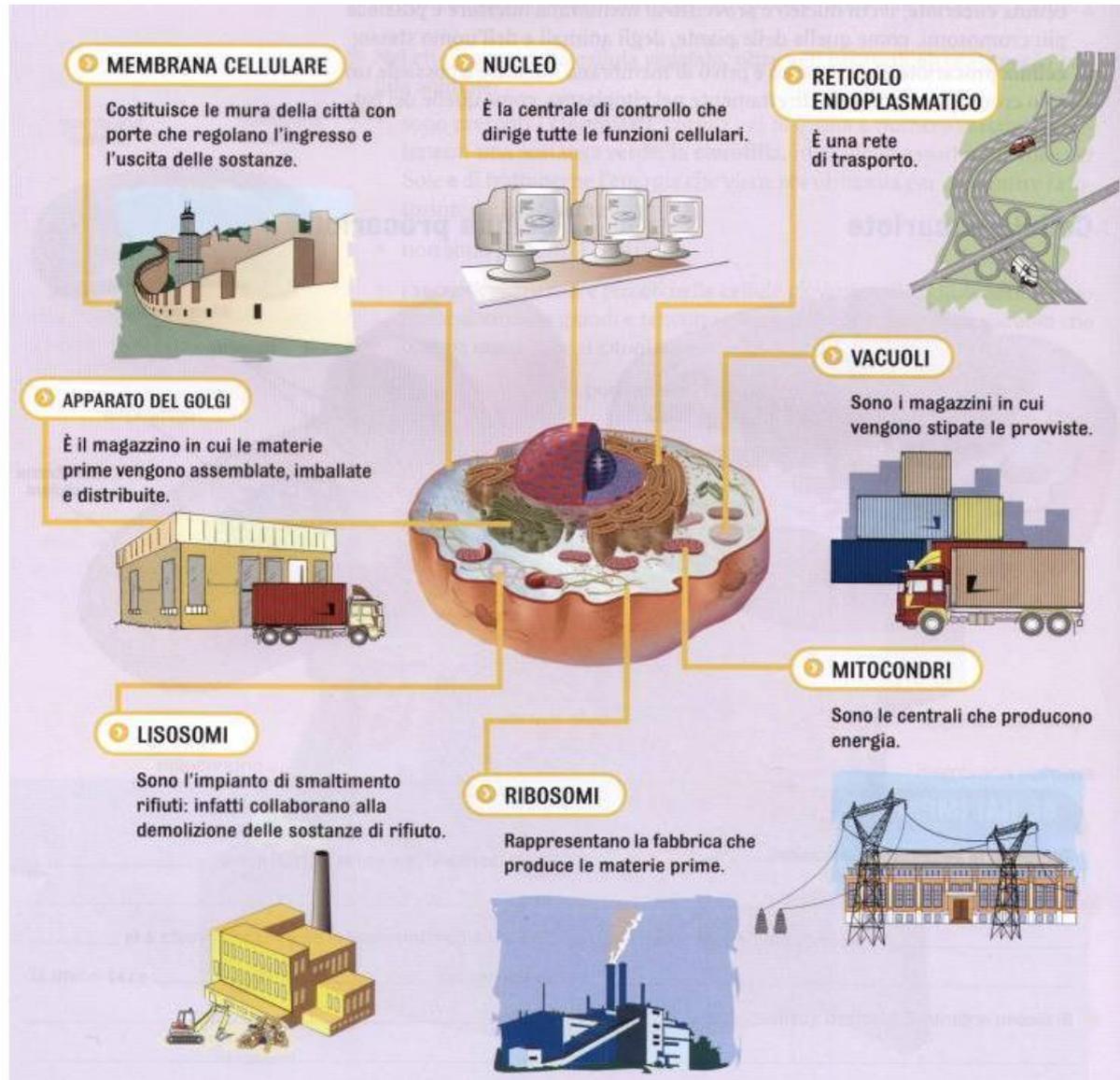
LA CELLULA

È UN

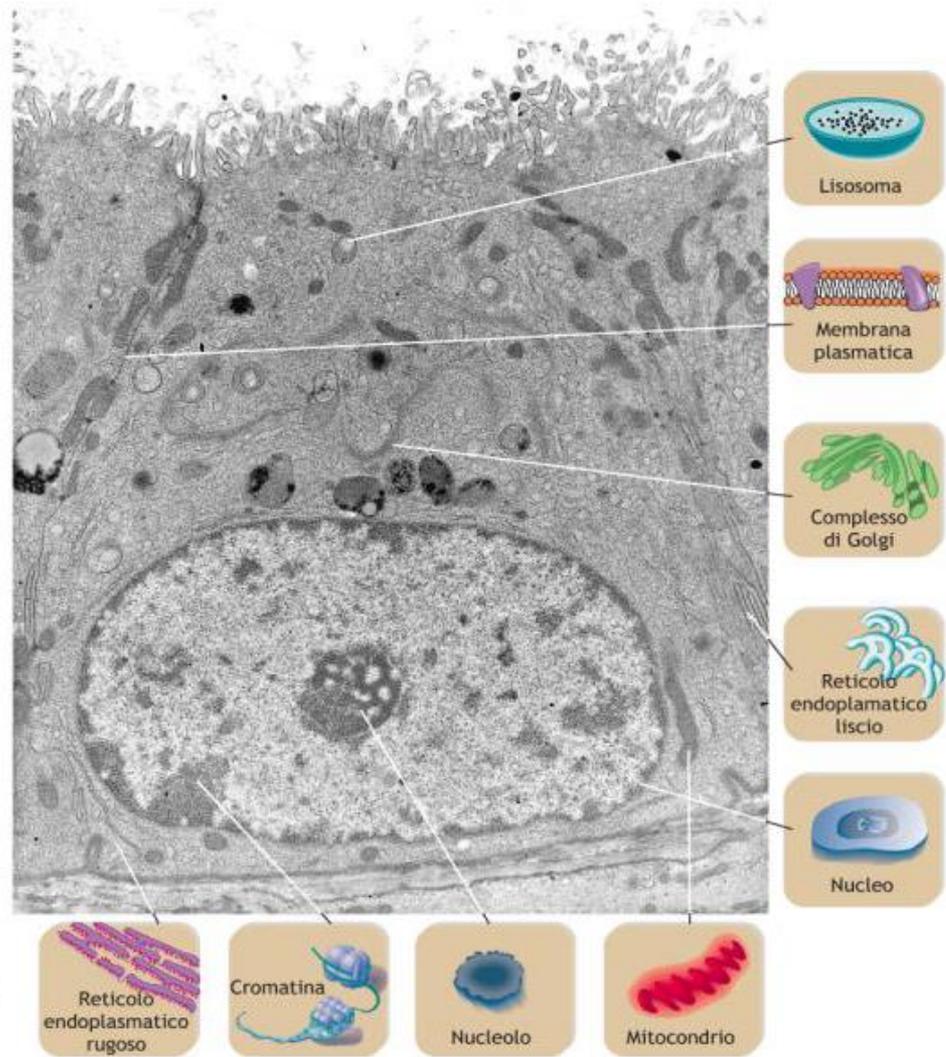
PICCOLO

LABORATORIO

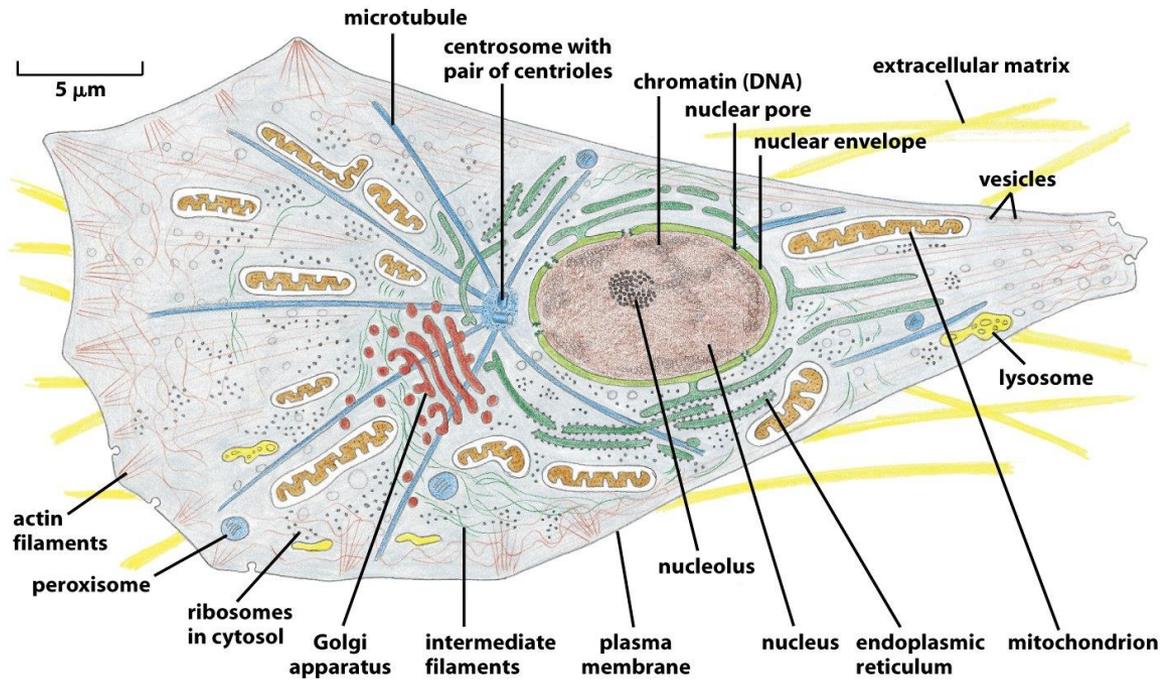
CHIMICO



La **COMPARTIMENTAZIONE** della cellula eucariotica prevede strutture delimitate da membrane dentro le quali possono avvenire molti processi chimici in modo simultaneo ma indipendente.  
Gli **ORGANULI** hanno funzioni e strutture specifiche.



**Figura 2.18** Struttura di una cellula eucariotica epiteliale con a lato schematizzati alcuni degli organuli cellulari.



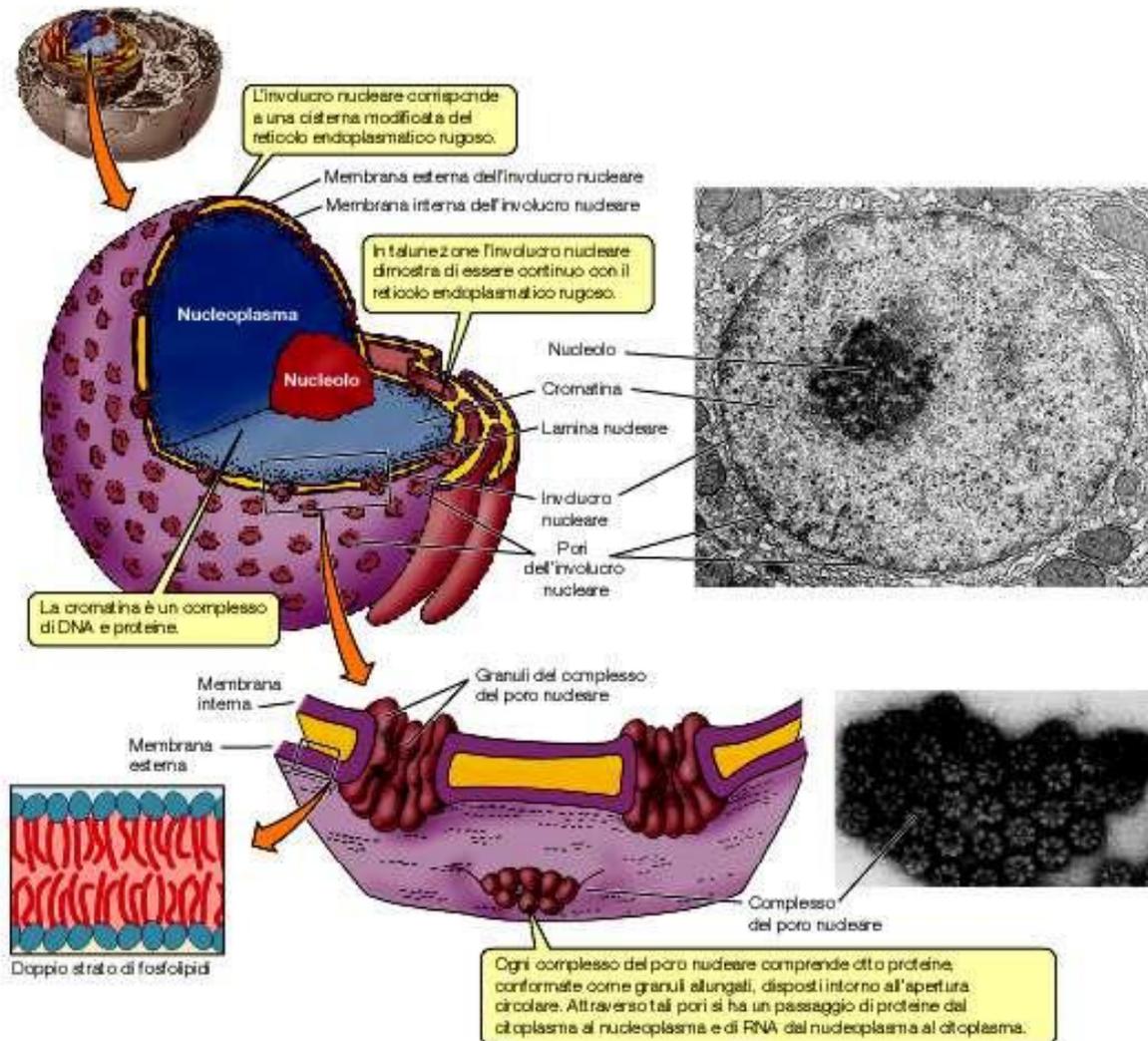
Caulerpa taxifolia



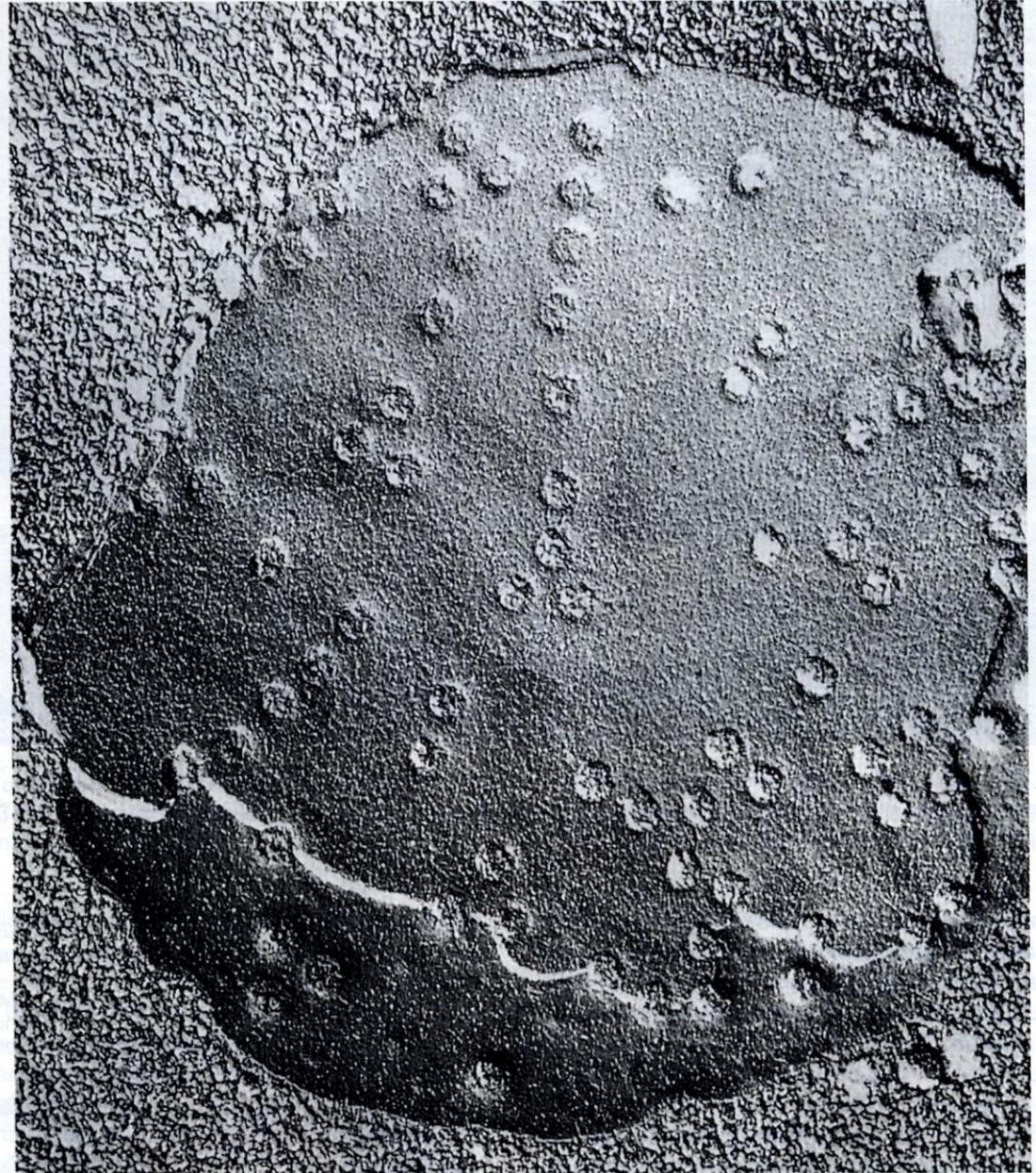
E' un'alga formata da un'unica cellula provvista di più nuclei, la cellula più grande del mondo.



# IL NUCLEO È DELIMITATO DA UN DUPLICE SISTEMA DI MEMBRANE SEPARATE DA UNO SPAZIO DI ALCUNE DECINE DI NANOMETRI



**L'INVOLUCRO  
NUCLEARE È  
INTERROTTO A  
LIVELLO DEI PORI  
NUCLEARI, DI CIRCA  
9 nm DI DIAMETRO,  
CHE METTONO IN  
COMUNICAZIONE IL  
NUCLEOPLASMA CON  
IL CITOPLASMA**



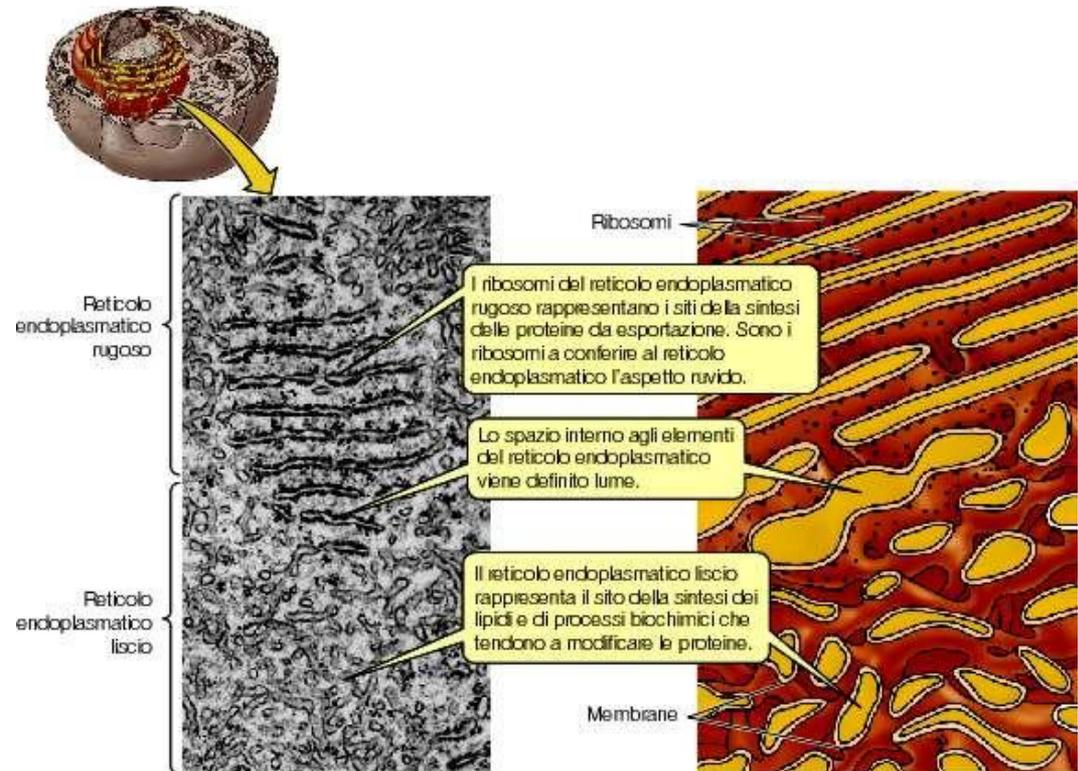
# RETICOLO ENDOPLASMATICO

E' UNA RETE TRIDIMENSIONALE DI CAVITÀ (TUBULI, CISTERNE APPIATTITE, DELIMITATE DA MEMBRANA)

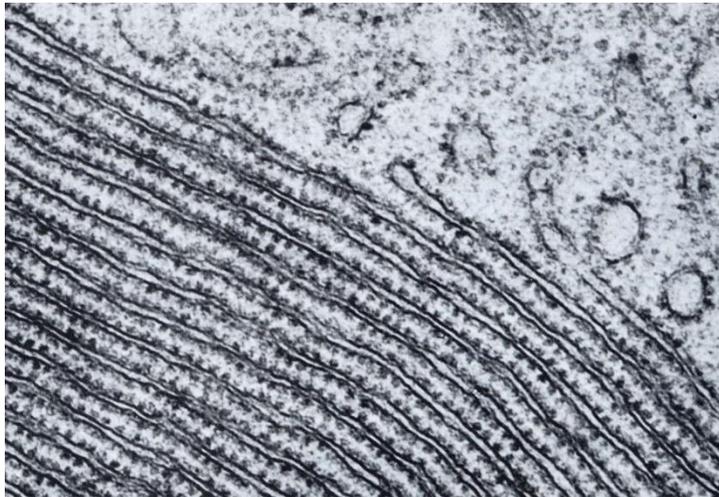
È TRADIZIONALMENTE  
DISTINTO IN:

- RETICOLO ENDOPLASMATICO  
RUGOSO (RER = rough endoplasmic  
reticulum);

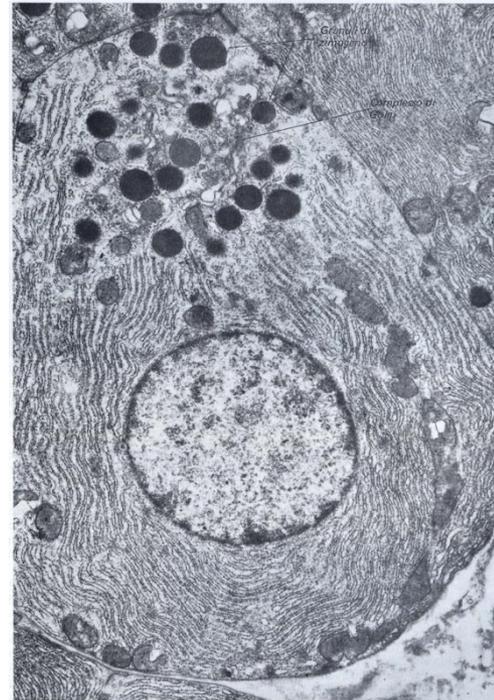
- RETICOLO ENDOPLASMATICO  
LISCIO (SER = smooth endoplasmic  
reticulum)



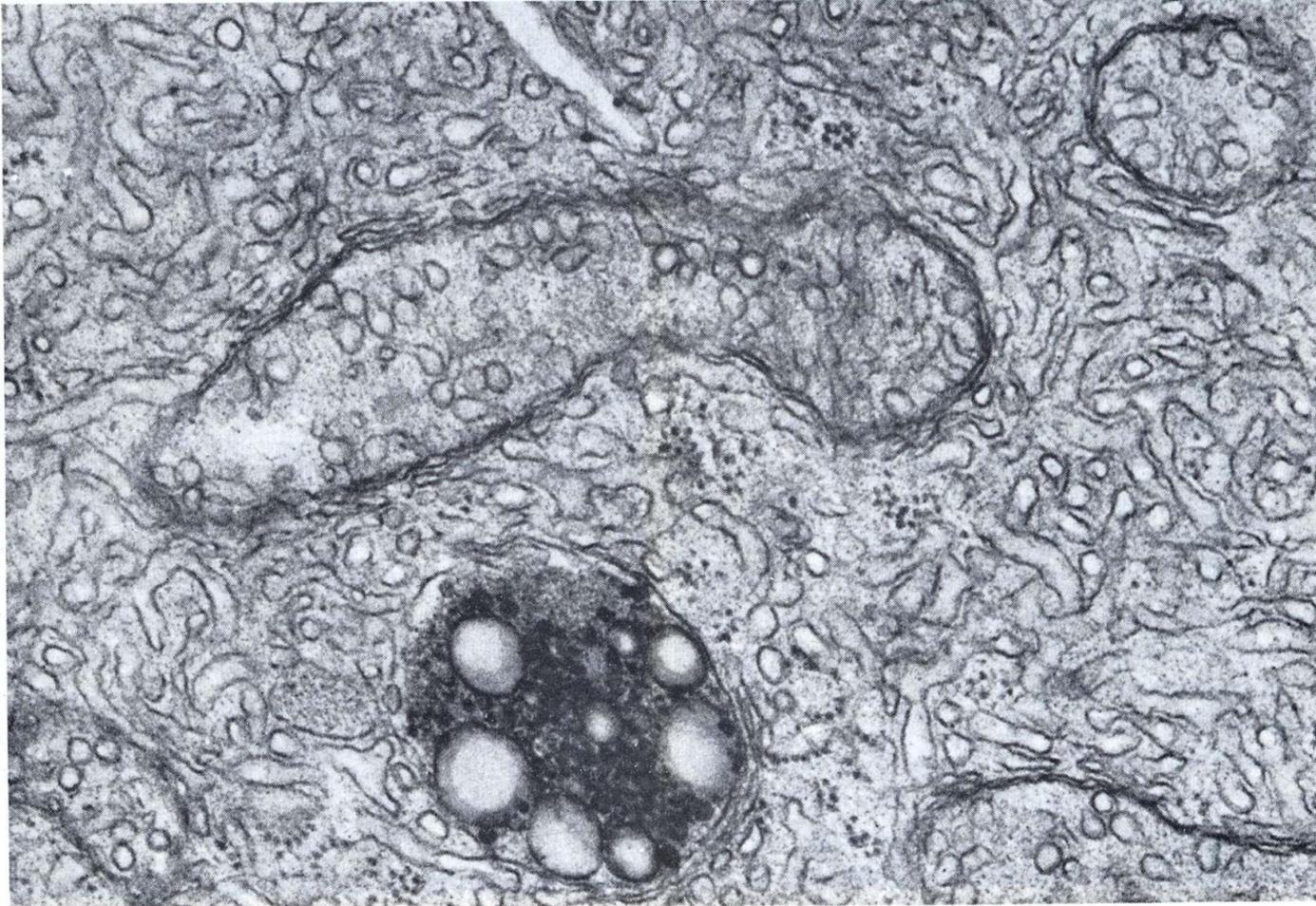
**IL RETICOLO  
ENDOPLASMATICO  
RUGOSO PORTA  
RIBOSOMI ASSOCIATI  
AL VERSANTE  
CITOPLASMATICO  
DELLE MEMBRANE**



**IL RETICOLO  
ENDOPLASMATICO RUGOSO  
È PARTICOLARMENTE  
SVILUPPATO NELLE  
CELLULE SECERNENTI**

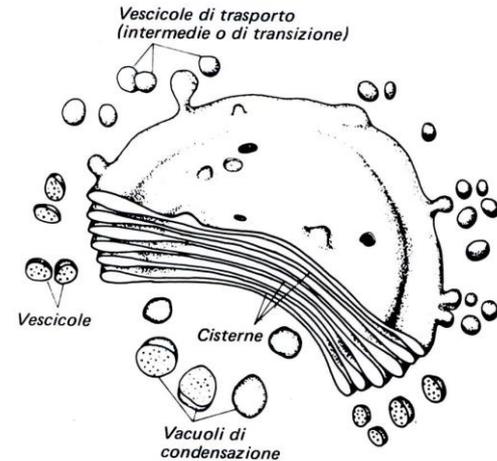
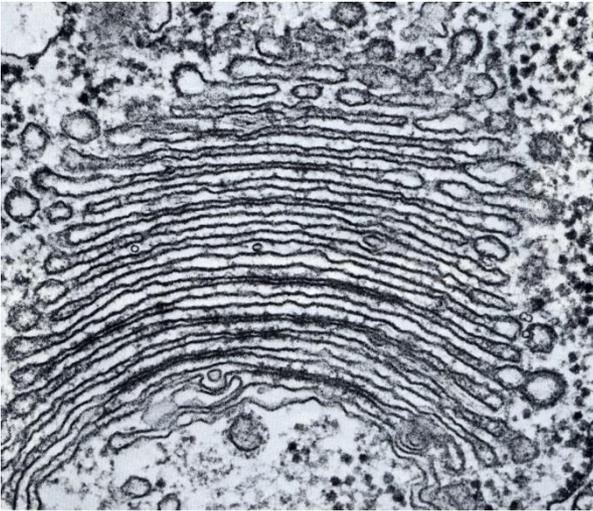


**IL RETICOLO ENDOPLASMATICO LISCIO È ABBONDANTE IN  
CELLULE IMPEGNATE NELLA SINTESI DI LIPIDI**



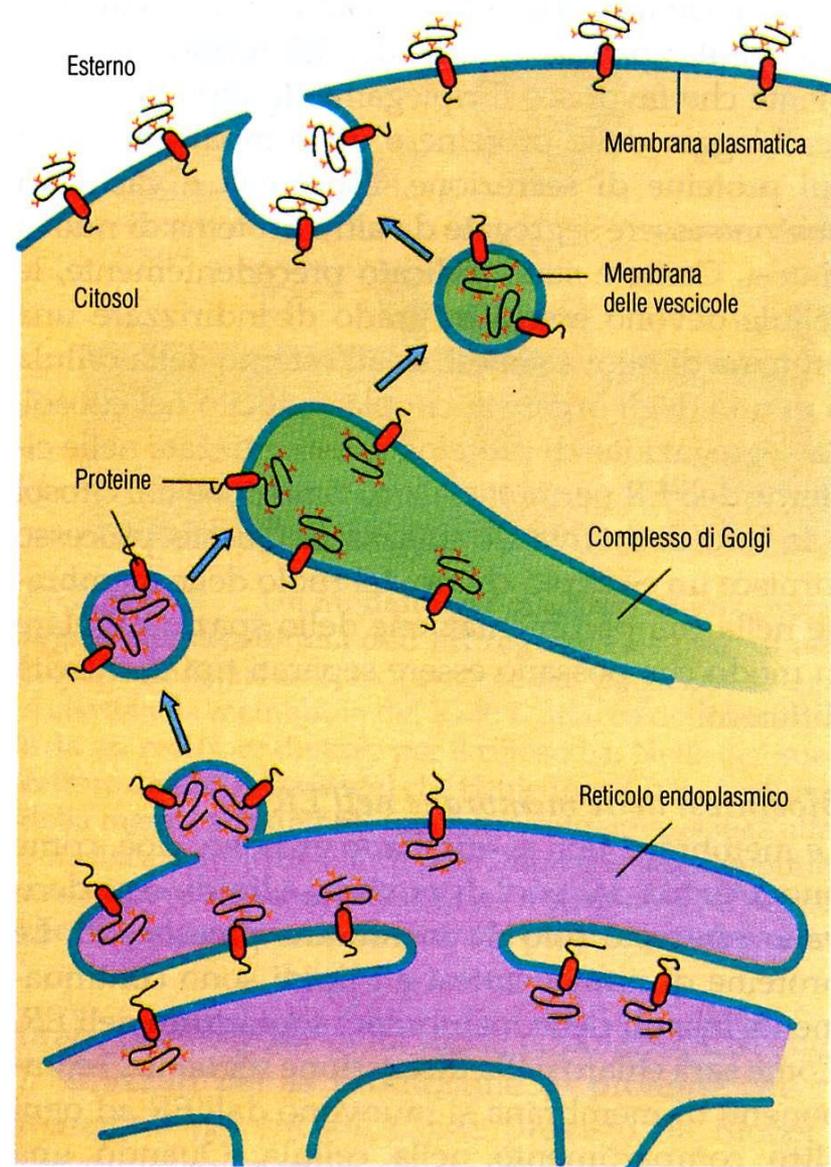
## COMPLESSO DI GOLGI

È FORMATO DA UNA SERIE DI CISTERNE MEMBRANOSE APPIATTITE, CON I MARGINI DILATATI, IMPILATE LE UNE SOPRA LE ALTRE.

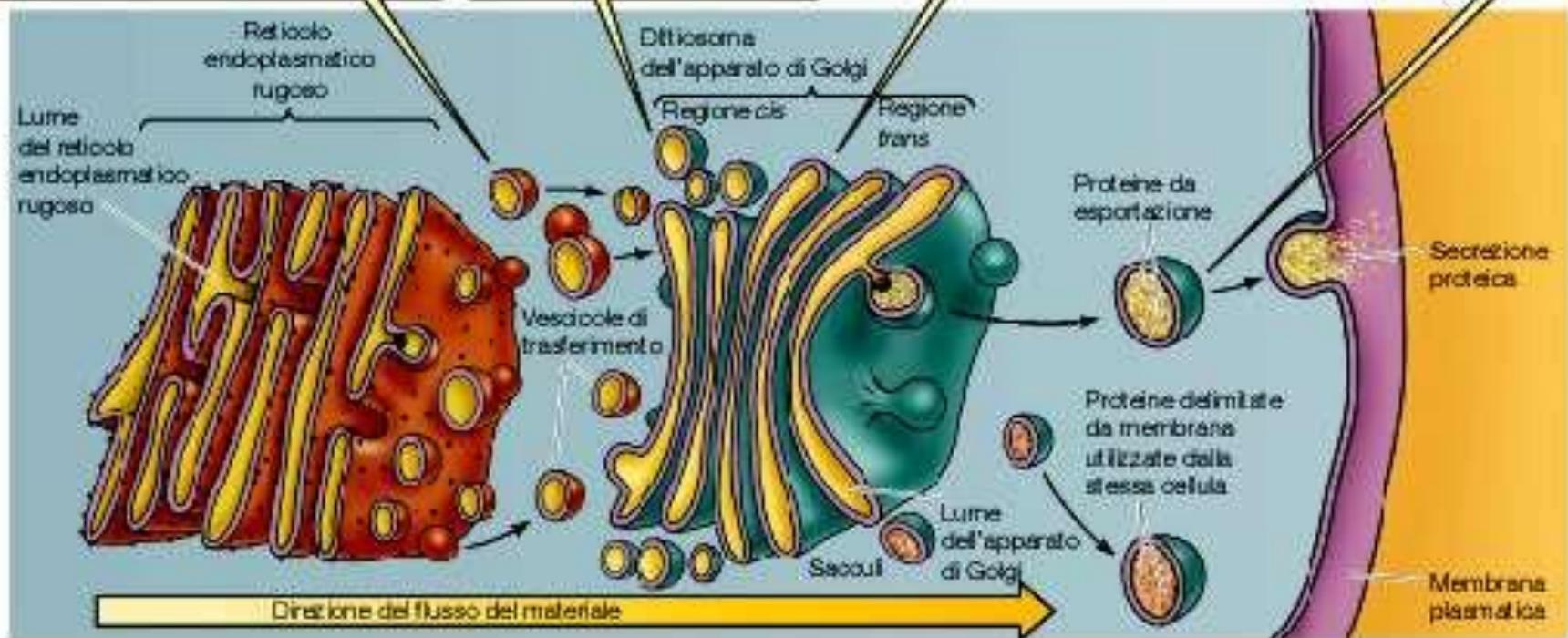


L'APPARATO DI GOLGI MODIFICA LE PROTEINE CHE ARRIVANO DAL RETICOLO ENDOPLASMATICO E LE INDIRIZZA VERSO SPECIFICHE DESTINAZIONI

**LE PROTEINE PRODOTTE  
DAL RETICOLO  
ENDOPLASMATICO  
PASSANO ATTRAVERSO IL  
COMPLESSO DI GOLGI  
PRIMA DI RAGGIUNGERE  
LA DESTINAZIONE  
FINALE**

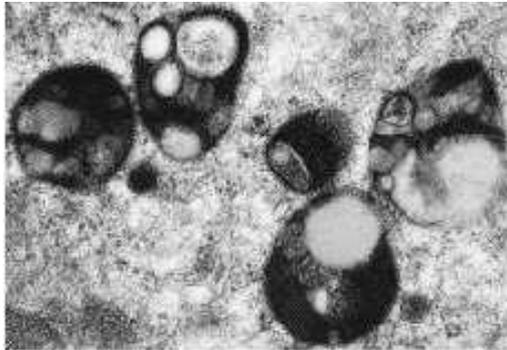


1. Vesicole contenenti proteine gemmano dal reticolo endoplasmatico rugoso, trasferendo queste molecole all'apparato di Golgi.
2. Le vescicole provenienti dal reticolo endoplasmatico rugoso si fondono con la regione cis del ditiosoma.
3. L'apparato di Golgi modifica chimicamente le proteine nel suo lume...
4. ... "etichettandole" affinché pervengano alla loro giusta destinazione.



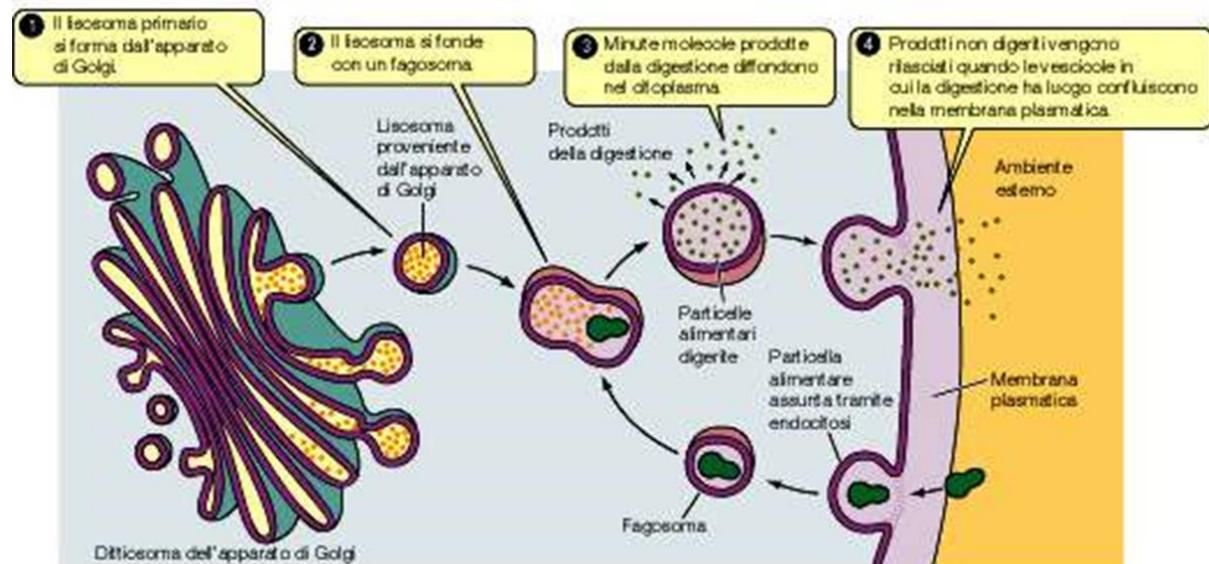
# LISOSOMI

I LISOSOMI SONO VACUOLI CONTENENTI ELEVATE CONCENTRAZIONI DI ENZIMI DIGESTIVI, PRODOTTI DAL COMPLESSO DI GOLGI



(b)

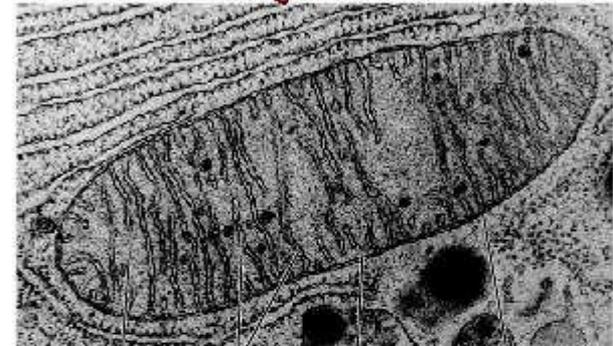
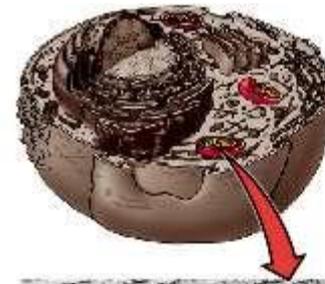
I LISOSOMI PERMETTONO LA DIGESTIONE DEL MATERIALE INTRODOTTO NELLA CELLULA PER FAGOCITOSI



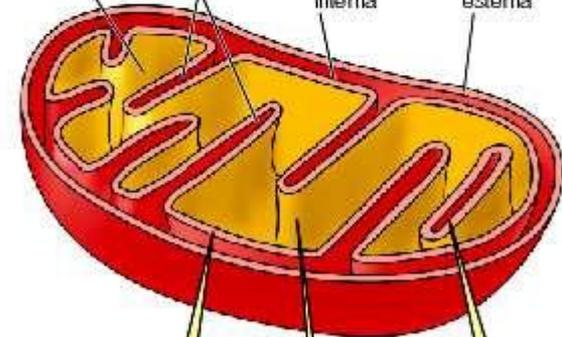
**I MITOCONDRI SONO ORGANELLI COINVOLTI NELLE REAZIONI BIOCHIMICHE CHE PORTANO ALLA SINTESI DI ATP, LA MOLECOLA CHE FUNGE DA FONTE DI ENERGIA PER LE CELLULE**

**I MITOCONDRI SONO DELIMITATI DA UNA DOPPIA MEMBRANA. LA MEMBRANA INTERNA E' INTROFLESSA A FORMARE NUMEROSE "CRESTE". NELLA MEMBRANA INTERNA SONO LOCALIZZATI MOLTI ENZIMI COINVOLTI NELLA SINTESI DI ATP**

**LA MATRICE MITOCONDRIALE CONTIENE NUMEROSI ENZIMI, UNA MOLECOLA CIRCOLARE DI DNA E RIBOSOMI**



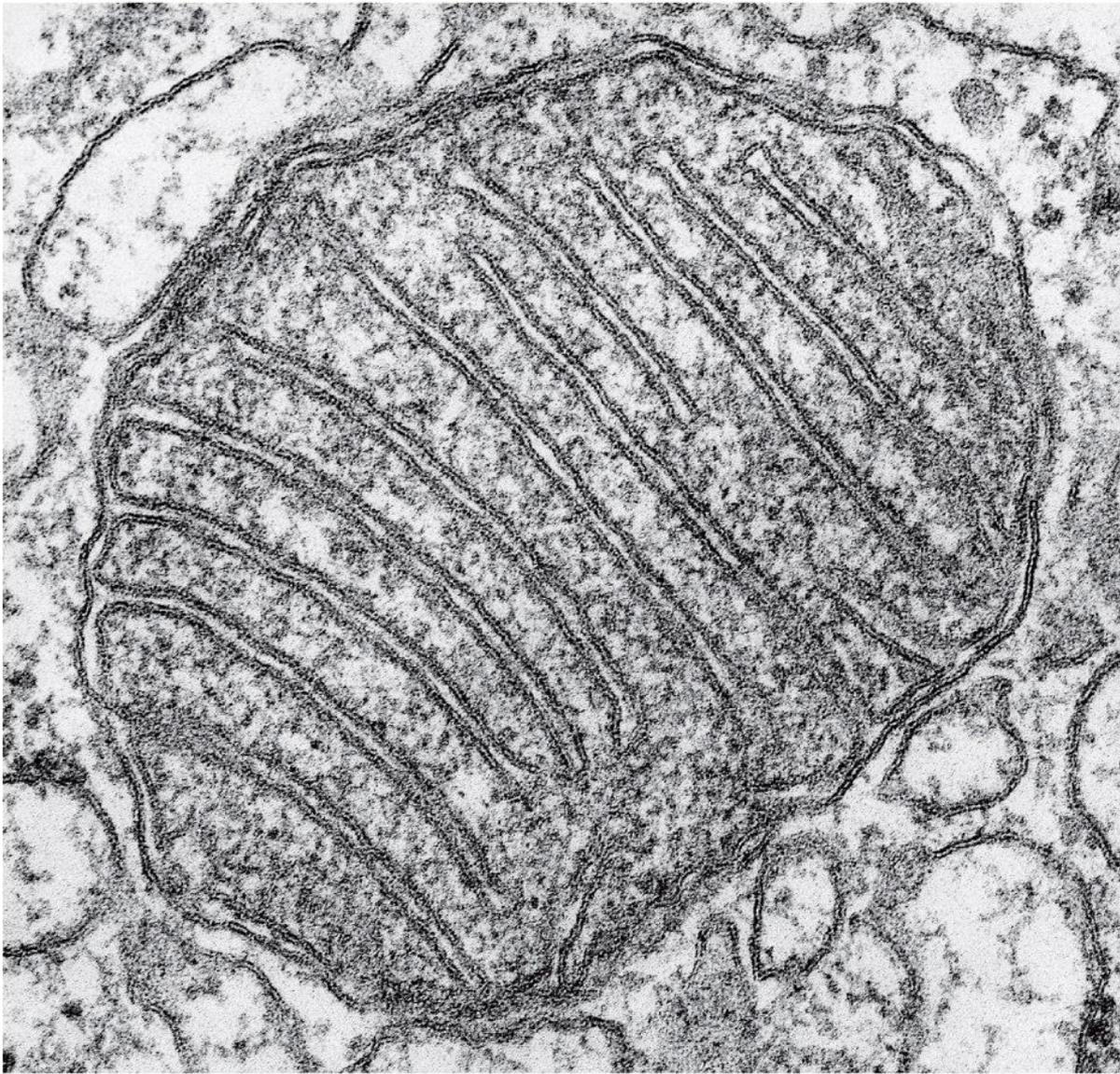
Matrice    Creste    Membrana interna    Membrana esterna



La membrana interna rappresenta la barriera primaria interposta tra gli enzimi mitocondriali e il citosol.

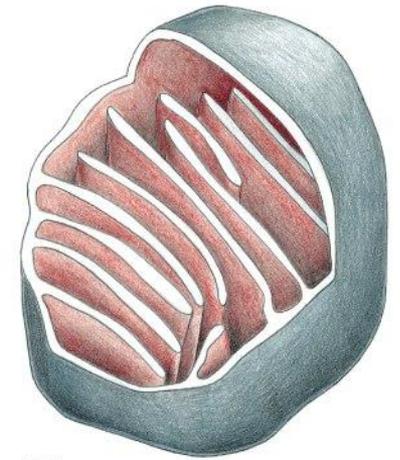
Le creste contengono le molecole chiave per la generazione di ATP a partire da molecole che fungono da combustibile cellulare.

La matrice corrisponde allo spazio racchiuso dalla membrana interna; esso contiene molti degli enzimi coinvolti nella respirazione cellulare, oltre a ribosomi e a DNA.

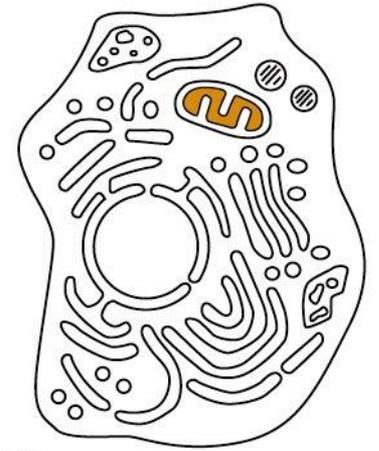


(A)

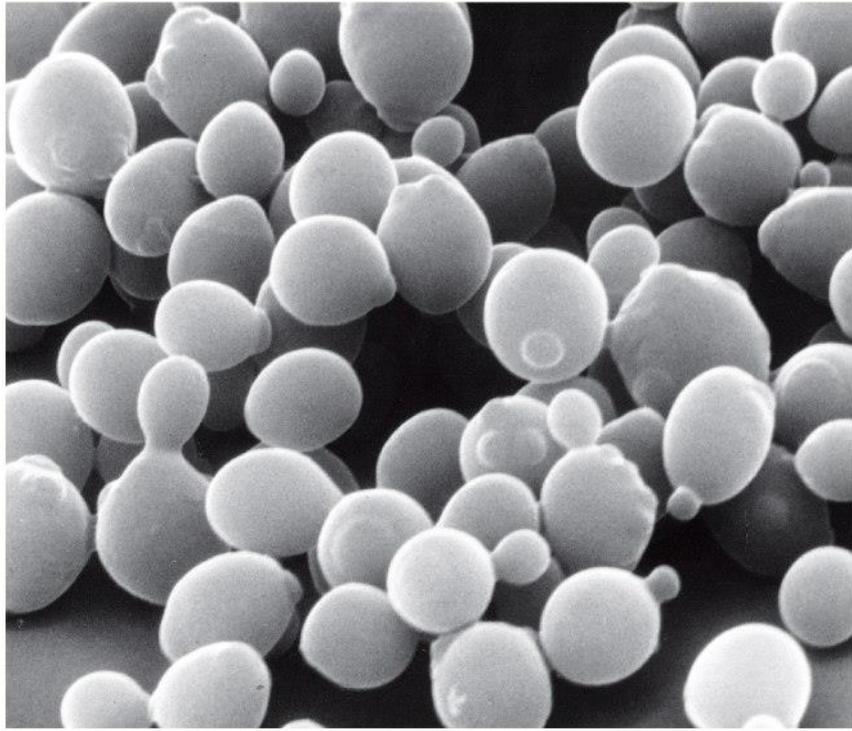
100 nm



(B)

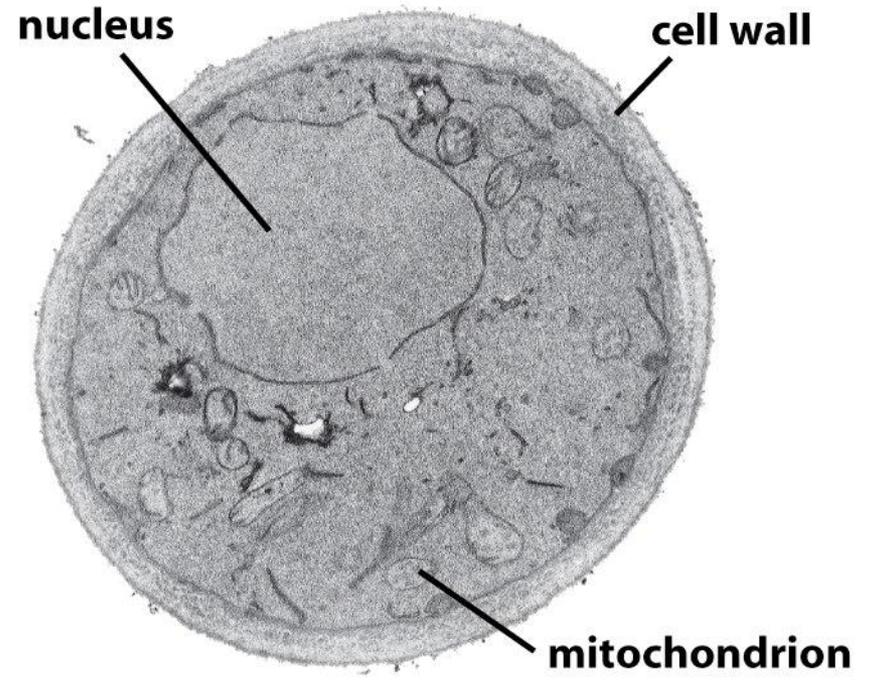


(C)



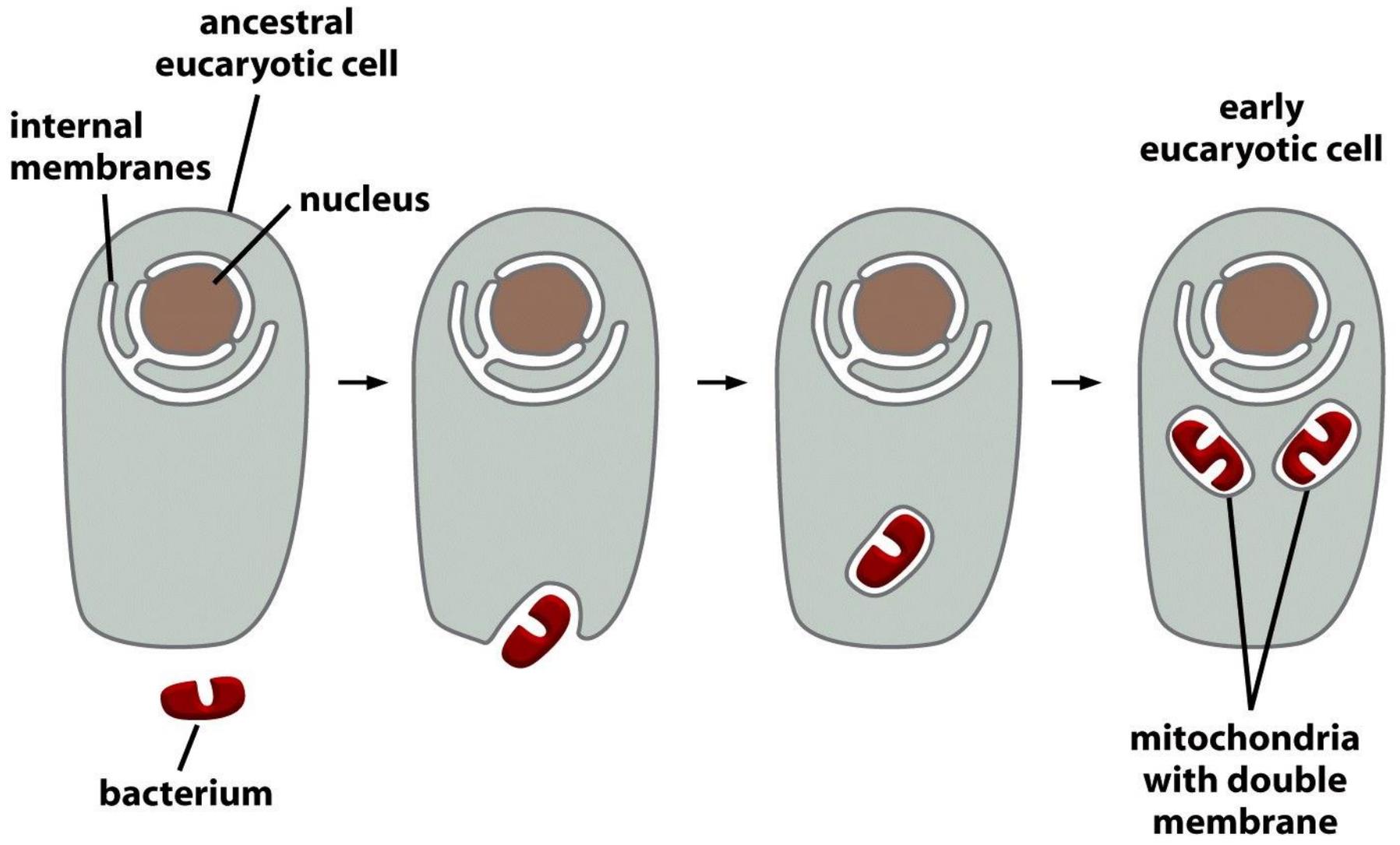
(A)

10  $\mu\text{m}$



(B)

2  $\mu\text{m}$



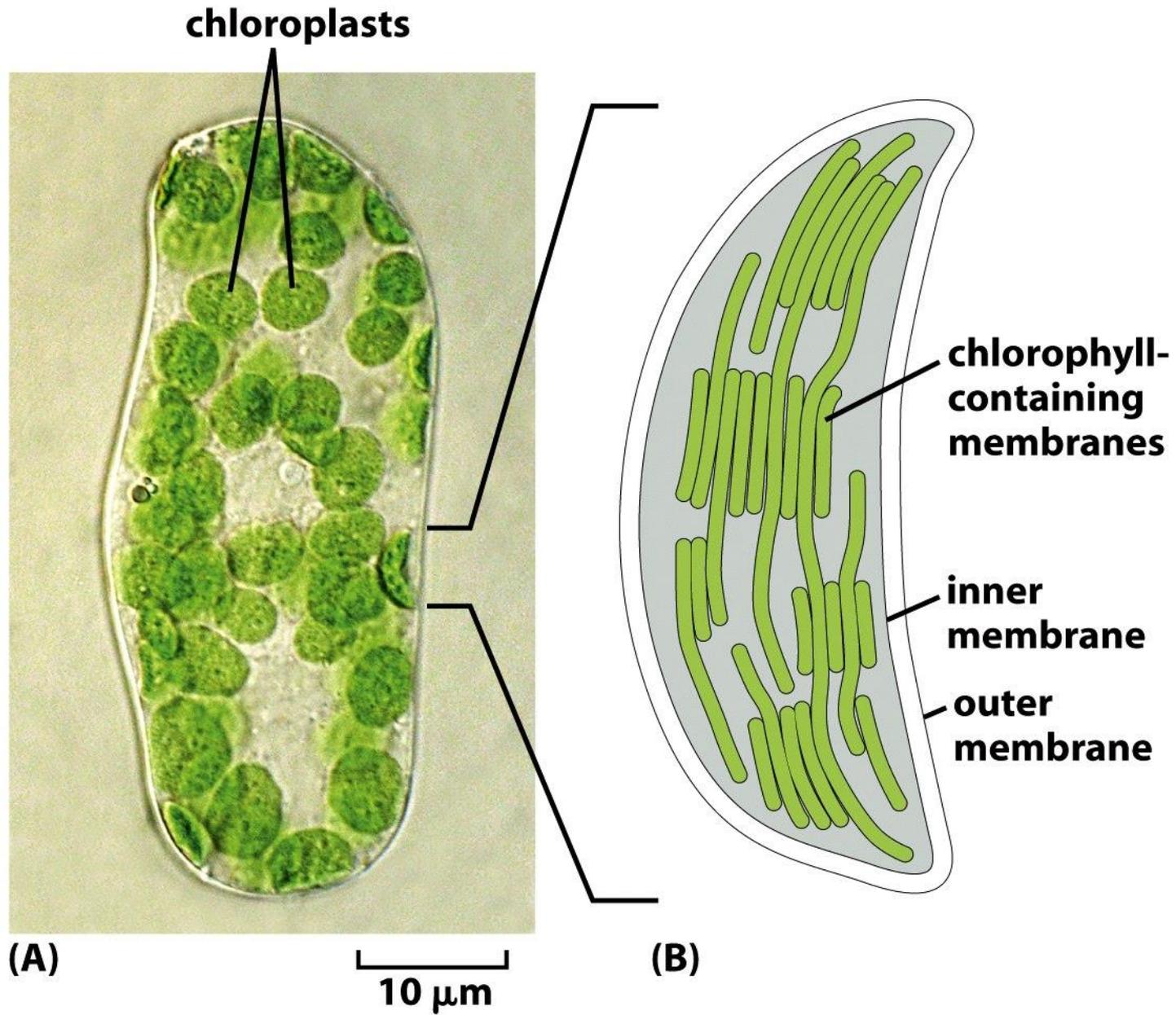


Figure 1-35 *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

# I CLOROPLASTI SONO GLI ORGANELLI DEPUTATI ALLA FOTOSINTESI CLOROFILLIANA

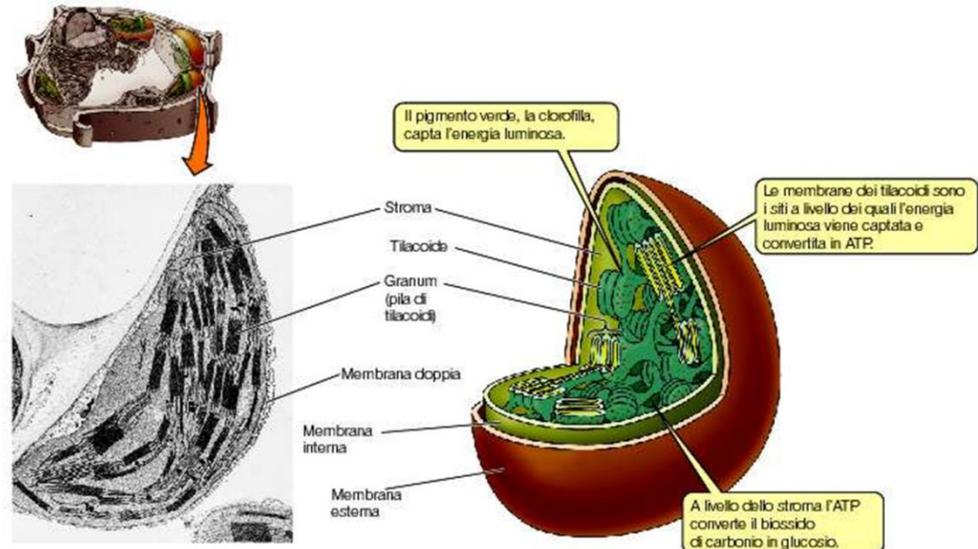
ESSI APPAIONO VERDI PER LA PRESENZA, AL LORO INTERNO, DI CLOROFILLA



10  $\mu\text{m}$

I CLOROPLASTI SONO DELIMITATI DA UNA DOPPIA MEMBRANA

ALL'INTERNO, LO STROMA CONTIENE UNA MOLECOLA CIRCOLARE DI DNA, RIBOSOMI E UNO SVILUPPO NOTEVOLE DI MEMBRANA A FORMARE I TILACOIDI.



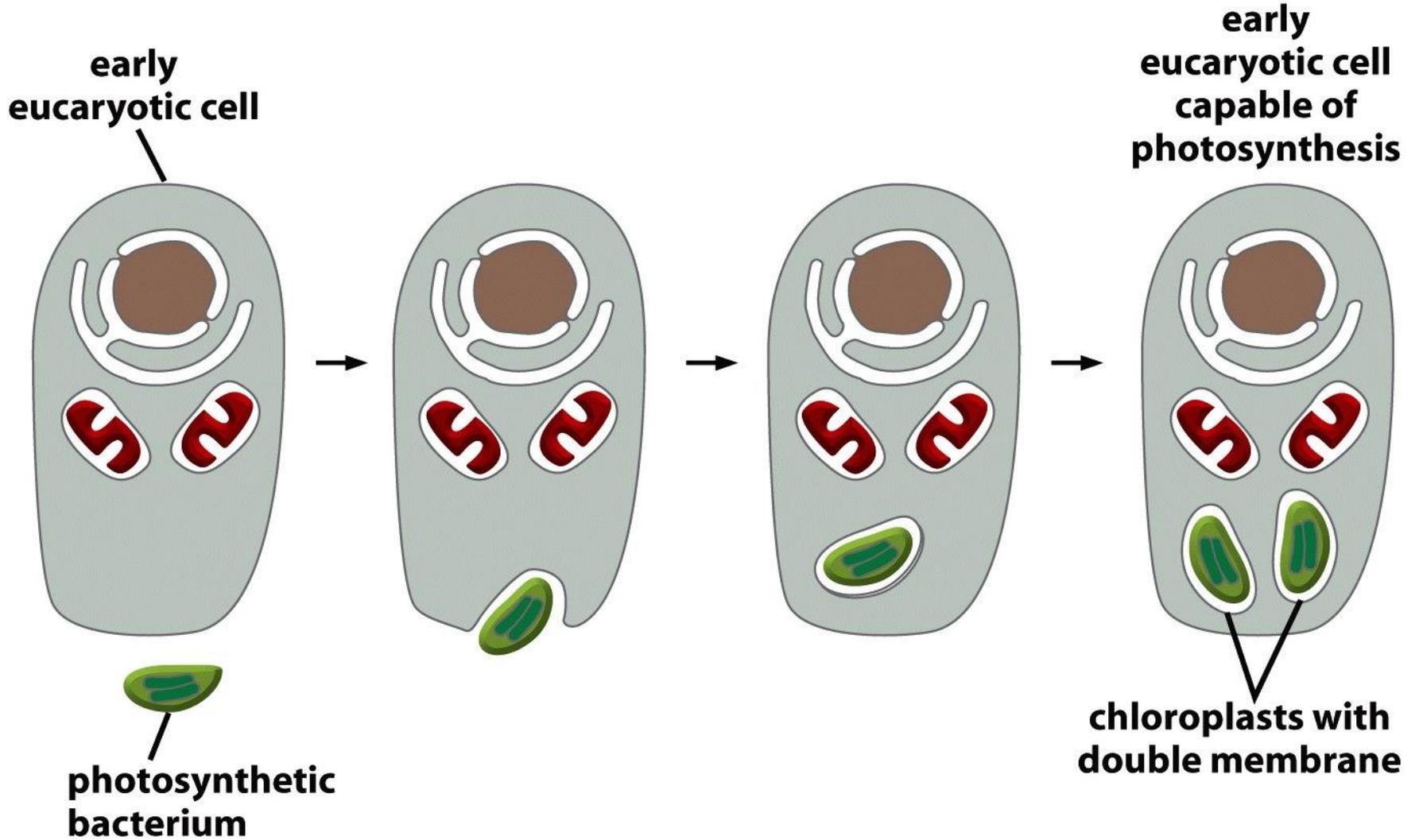
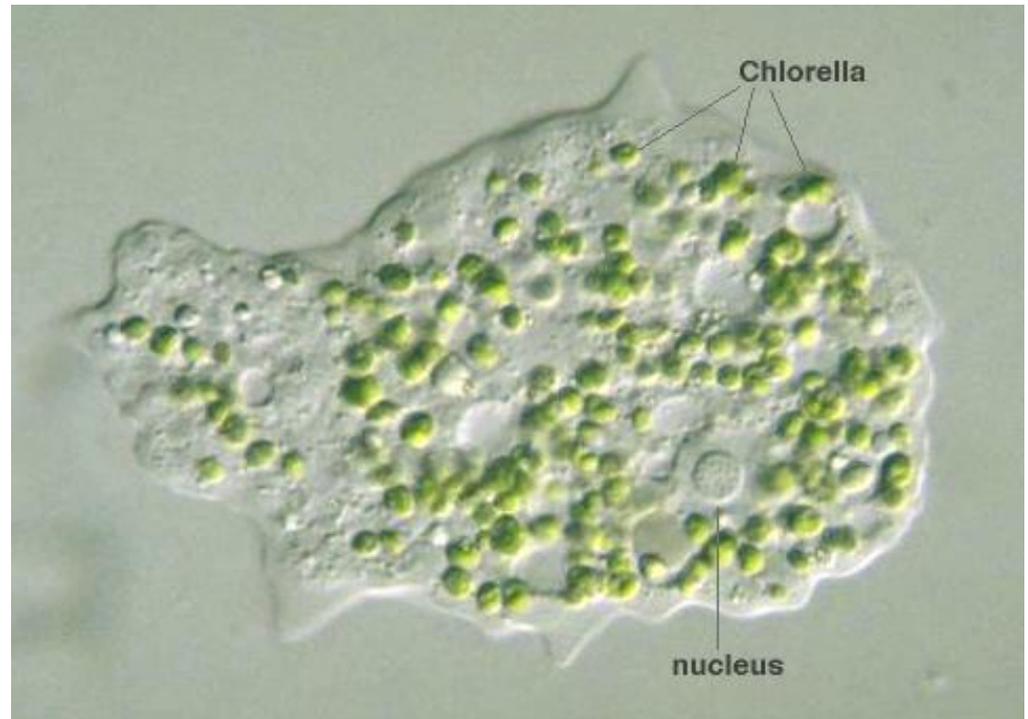


Figure 1-36 *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

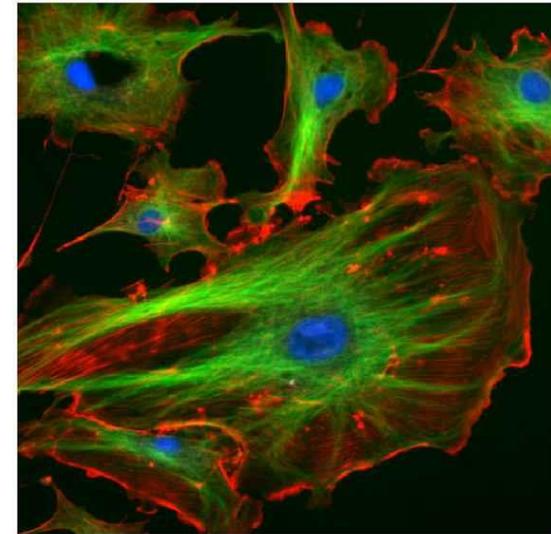
- Chlorella are tiny green cells that live inside some amoeba... endosymbiosis may still be evolving today!



# Citoscheletro

Il citoscheletro non è da considerarsi un organulo cellulare in quanto non è racchiuso da una membrana.

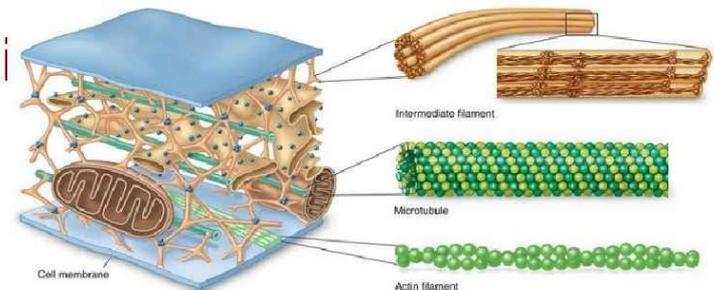
Non bisogna però pensare che esso sia di scarsa importanza per la cellula: si può dire che il citoscheletro costituisca la **muscolatura** e l'**ossatura** della cellula.



Le sue funzioni sono di tipo strutturale, di protezione e di movimento sia intercellulare che intracellulare.

Il citoscheletro è costituito da tre tipi di filamenti proteici che si distinguono per funzione e composizione proteica:

- ★ **filamenti actinici o microfilamenti**
- ★ **filamenti intermedi**
- ★ **microtubuli**



	<b>Procarioti</b>	<b>Eucarioti</b>
Organismi	Batteri , Alghe Azzurre e Archeibatteri	Protisti, Funghi, Piante e Animali
Dimensioni	Generalmente da 1 a 10 $\mu\text{m}$ di dimensioni lineari	Generalmente da 10 a 100 $\mu\text{m}$ di dimensioni lineari (5-7 $\mu\text{m}$ spermatozoi)
metabolismo	Anaerobio o aerobio	aerobio
organelli	Pochi o nessuno (no Mitocondri, no cloroplasti)	Nucleo, mitocondri, cloroplasti, reticolo, endoplasmatico, ecc..
DNA	DNA circolare nel citoplasma	Molecole molto lunghe di DNA lineare contenenti molte regioni non codificanti; circondato da un involucro nucleare
RNA e proteine	RNA e proteine sintetizzate nello stesso compartimento Ribosomi 50+30S	RNA sintetizzato ed elaborato nel nucleo; proteine sintetizzate nel citoplasma Ribosomi 60+40S
Citoplasma	Assenza di citoscheletro: niente flussi citoplasmatici, endocitosi ed esocitosi	Citoscheletro composto da filamenti proteici; flussi citoplasmatici; endocitosi e esocitosi
Divisione cellulare	Cromosomi separati mediante attacco alla membrana plasmatica (scissione binaria)	Cromosomi separati da un fuso di citoscheletro (mitosi e meiosi)
Organizzazione cellulare	In genere unicellulare	In genere multicellulare, con differenziamento di molti tipi cellulari
Movimento	Flagelli (flagellina)	Microfilamenti e microtubuli (actina e tubulina)
Parete cellulare	presente	Presente solo nelle piante

	Cellula animale tipica	Cellula vegetale tipica
<b>Organelli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleolo (all'interno del nucleo)</li> </ul> </li> <li>• Reticolo endoplasmatico rugoso</li> <li>• Reticolo endoplasmatico liscio</li> <li>• Ribosomi</li> <li>• Citoscheletro</li> <li>• Apparato del Golgi</li> <li>• Citoplasma</li> <li>• Mitochondri</li> <li>• Lisosomi</li> <li>• Centrosomi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrioli</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleolo (all'interno del nucleo)</li> </ul> </li> <li>• Reticolo endoplasmatico rugoso</li> <li>• Reticolo endoplasmatico liscio</li> <li>• Ribosomi</li> <li>• Citoscheletro</li> <li>• Apparato del Golgi (dittiosomi)</li> <li>• Citoplasma</li> <li>• Mitochondri</li> <li>• Cloroplasti ed altri plastidi</li> <li>• Vacuolo centrale (grande) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tonoplasto (membrana centrale del vacuolo)</li> </ul> </li> <li>• Perossisomi (gliossisomi)</li> <li>• Vacuoli</li> </ul>
<b>Strutture aggiuntive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrana plasmatica</li> <li>• Flagelli</li> <li>• Ciglia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrana plasmatica</li> <li>• Flagelli (solo nei gameti)</li> <li>• Parete cellulare</li> <li>• Plasmodesmi</li> </ul>

**I perossisomi sono microbodies che contengono enzimi per l'ossidazione degli acidi grassi. Producono perossido di idrogeno grazie all'attività ossidativa dei loro enzimi. Contengono anche catalasi che degrada perossido di idrogeno in acqua e idrogeno.** Nelle cellule animali sono presenti ad esempio nel fegato e rene (x detossificazione, es. alcol)

# GLYOXYSOMES VERSUS PEROXISOMES

## 2 KEY DIFFERENCES

### GLYOXYSOMES

Present only in plant cells  
and filamentous fungi

Catalysis of the formation of  
acetyl CoA from fatty acids  
stored within germinating seeds

Visit [www.differencebetween.com](http://www.differencebetween.com)

### PEROXISOMES

Present in almost all  
eukaryotic cells

Breakdown of very long  
chain fatty acids through  
beta-oxidation

[Click here to go to main differences](#)

### Funzione generale: assemblaggio

Nucleo	Sintesi di DNA; sintesi di RNA; assemblaggio di subunità ribosomiali (nel nucleolo)
Ribosomi	Sintesi di polipeptidi (proteine)
Reticolo endoplasmatico ruvido (RER)	Sintesi delle proteine di membrana, delle proteine di secrezione e degli enzimi idrolitici; formazione delle vescicole di trasporto
Reticolo endoplasmatico liscio (REL)	Sintesi dei lipidi; metabolismo dei carboidrati nelle cellule del fegato; demolizione di sostanze nocive nelle cellule del fegato; immagazzinamento di ioni calcio
Apparato di Golgi	Rielaborazione, deposito temporaneo e trasporto di macromolecole; formazione di lisosomi e di vescicole di trasporto

### Funzione generale: demolizione

Lisosomi	Digestione delle sostanze nutritive, dei batteri e degli organuli danneggiati; distruzione di certe cellule durante lo sviluppo embrionale
Perossisomi	Diversi processi metabolici, con demolizione di $H_2O_2$ come sottoprodotto
Vacuoli	Digestione (come i lisosomi); immagazzinamento di sostanze chimiche; aumento delle dimensioni cellulari; bilancio idrico

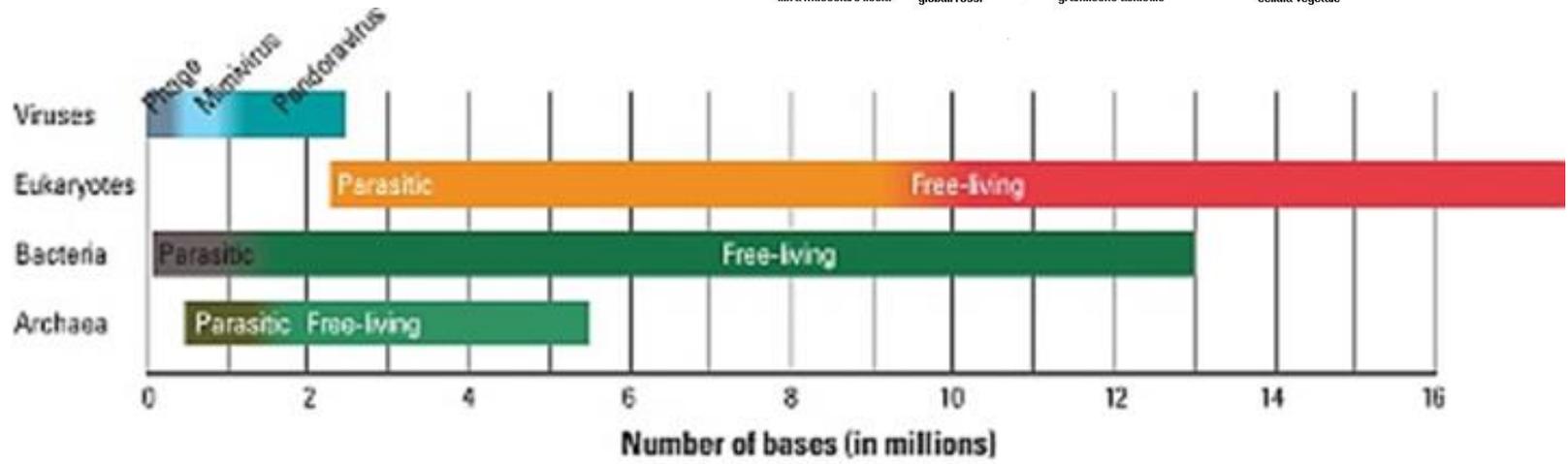
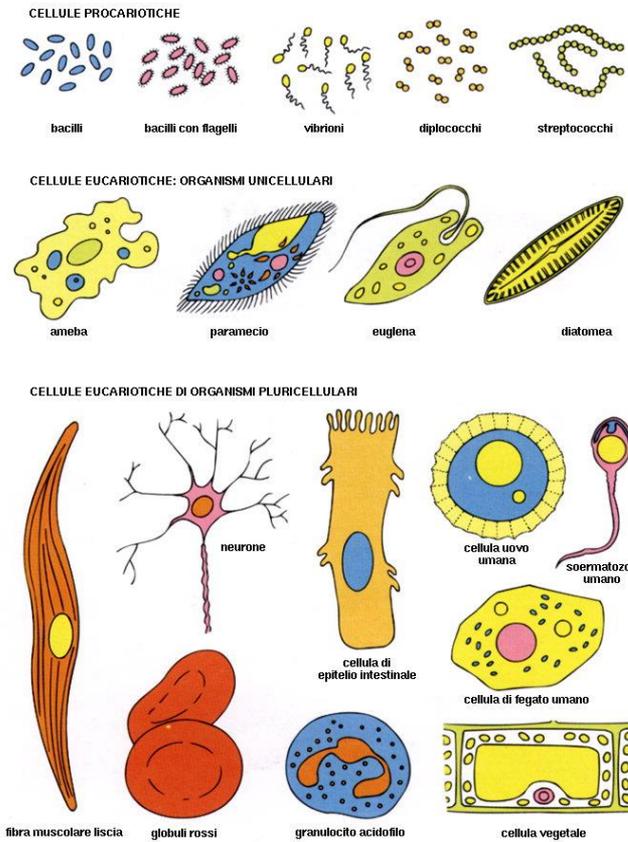
### Funzione generale: trasformazioni energetiche

Cloroplasti (nelle piante e in alcuni protisti)	Conversione di energia luminosa in energia chimica contenuta negli zuccheri
Mitocondri	Conversione di energia chimica degli alimenti in energia chimica racchiusa in molecole di ATP

### Funzioni generali: sostegno, movimento e comunicazione tra cellule

Citoscheletro (compresi ciglia, flagelli e centrioli delle cellule animali)	Mantenimento della forma cellulare; ancoraggio per gli organuli; movimento degli organuli nelle cellule; movimento cellulare
Pareti cellulari (nelle piante, nei funghi e in alcuni protisti)	Mantenimento della forma cellulare e sostegno scheletrico; protezione delle superfici; fissaggio delle cellule nei tessuti
Matrice extra-cellulare (nelle cellule animali)	Protezione superficiale; fissaggio delle cellule nei tessuti
Giunzioni cellulari	Comunicazione tra cellule; fissaggio delle cellule nei tessuti

- ❖ Le DIMENSIONI delle cellule sono dell'ordine di alcune DECINE di MICRON per le cellule EUCARIOTICHE e di ALCUNI MICRON per quelle PROCARIOTICHE.
- ❖ Le DIMENSIONI e la FORMA delle cellule variano a seconda delle loro FUNZIONI.
- ❖ La FORMA, nelle cellule EUCARIOTICHE è in relazione alla loro funzione: la FISIOLOGIA influisce sulla MORFOLOGIA



## PROKARYOTIC AND EUKARYOTIC CELLS

0.4 mm diam. of the smallest prokaryotes: Nanoarchaeum and Mycoplasma

**1 - 5  $\mu\text{m}$  range size for most Prokaryotes**

2  $\mu\text{m}$  Escherichia coli - a bacterium

**3  $\mu\text{m}$  av. length of Mitochondrion**

**4  $\mu\text{m}$  av. diameter of a yeast cell (Saccharomyces), a very small eukaryotic cell**

2 - 10  $\mu\text{m}$  range length of Chloroplasts

**3 - 10  $\mu\text{m}$  range of diameters of most eukaryotic Nuclei**

7  $\mu\text{m}$  Human red blood cell

**10 - 30  $\mu\text{m}$  most Eukaryotic animal cells**

**10 - 100  $\mu\text{m}$  most Eukaryotic plant cells**

100  $\mu\text{m}$  Human Egg

500  $\mu\text{m}$  biggest bacteria Epulopiscium and Thiomargarita

up to 800  $\mu\text{m}$  large Amoeba

1 mm diameter of the squid giant nerve cell

120 mm diameter of an ostrich egg (some dinosaur eggs were much larger)

3 m Length of a nerve cell of giraffe's neck

## Pluricellular organisms

0.2 - 0.5 mm small arthropods

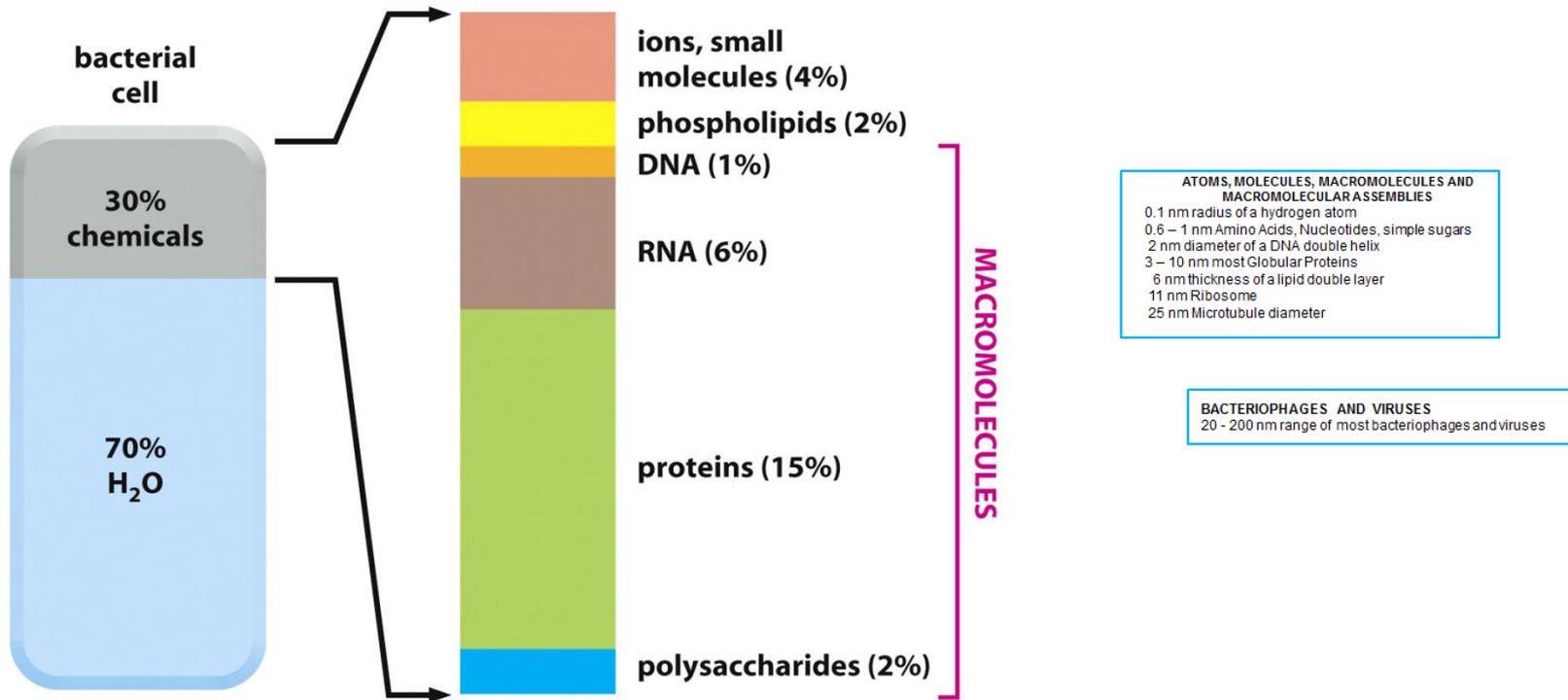
1 mm length of *Caenorhabditis elegans*, (50  $\mu\text{m}$  diameter) about 1000 cells

1 mm smallest angiosperms (*Lemnaceae*)

1,7 m height of **Homo sapiens**, nearly  **$10^{14}$  cells**

30 m length of *Balaenoptera musculus*

100 m height of the tallest trees (*Sequoia sempervirens*, *Eucalyptus regnans*)

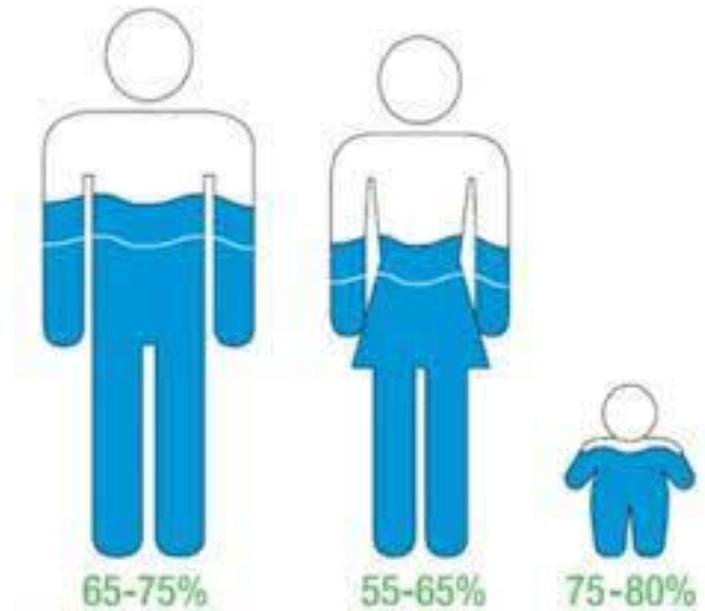
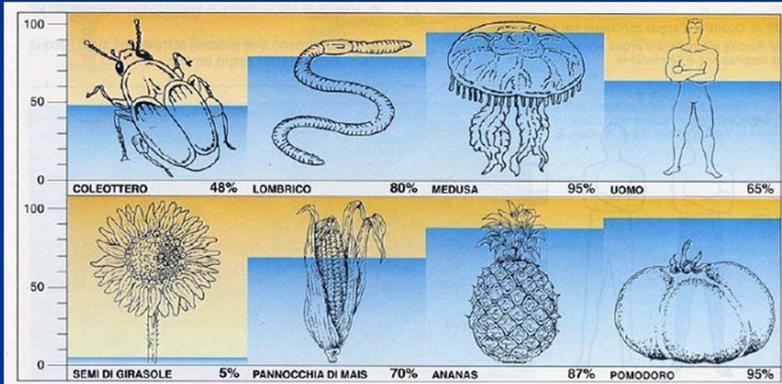


**Table 2-3 Approximate Chemical Compositions of a Typical Bacterium and a Typical Mammalian Cell**

COMPONENT	PERCENT OF TOTAL CELL WEIGHT	
	<i>E. COLI</i> /BACTERIUM	MAMMALIAN CELL
H <sub>2</sub> O	70	70
Inorganic ions (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , etc.)	1	1
Miscellaneous small metabolites	3	3
Proteins	15	18
RNA	6	1.1
DNA	1	0.25
Phospholipids	2	3
Other lipids	-	2
Polysaccharides	2	2
Total cell volume	2 × 10 <sup>-12</sup> cm <sup>3</sup>	4 × 10 <sup>-9</sup> cm <sup>3</sup>
Relative cell volume	1	2000

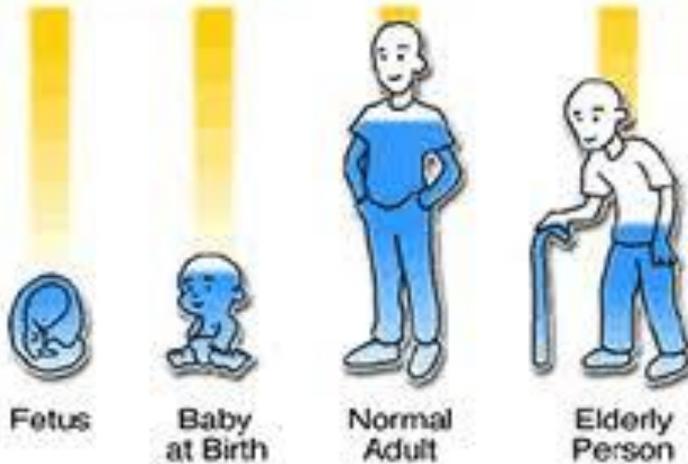
Proteins, polysaccharides, DNA, and RNA are macromolecules. Lipids are not generally classed as macromolecules even though they share some of their features; for example, most are synthesized as linear polymers of a smaller molecule (the acetyl group on acetyl CoA), and they self-assemble into larger structures (membranes). Note that water and protein comprise most of the mass of both mammalian and bacterial cells.

# Tutti gli esseri viventi contengono percentuali variabili d'acqua



## Percent of Water in the Human Body

100% 80% 70% 50%



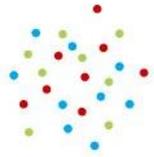
**SUBUNITS**

→  
covalent bonds

**MACROMOLECULES**

→  
noncovalent bonds

**MACROMOLECULAR ASSEMBLIES**



e.g., sugars, amino acids,  
and nucleotides



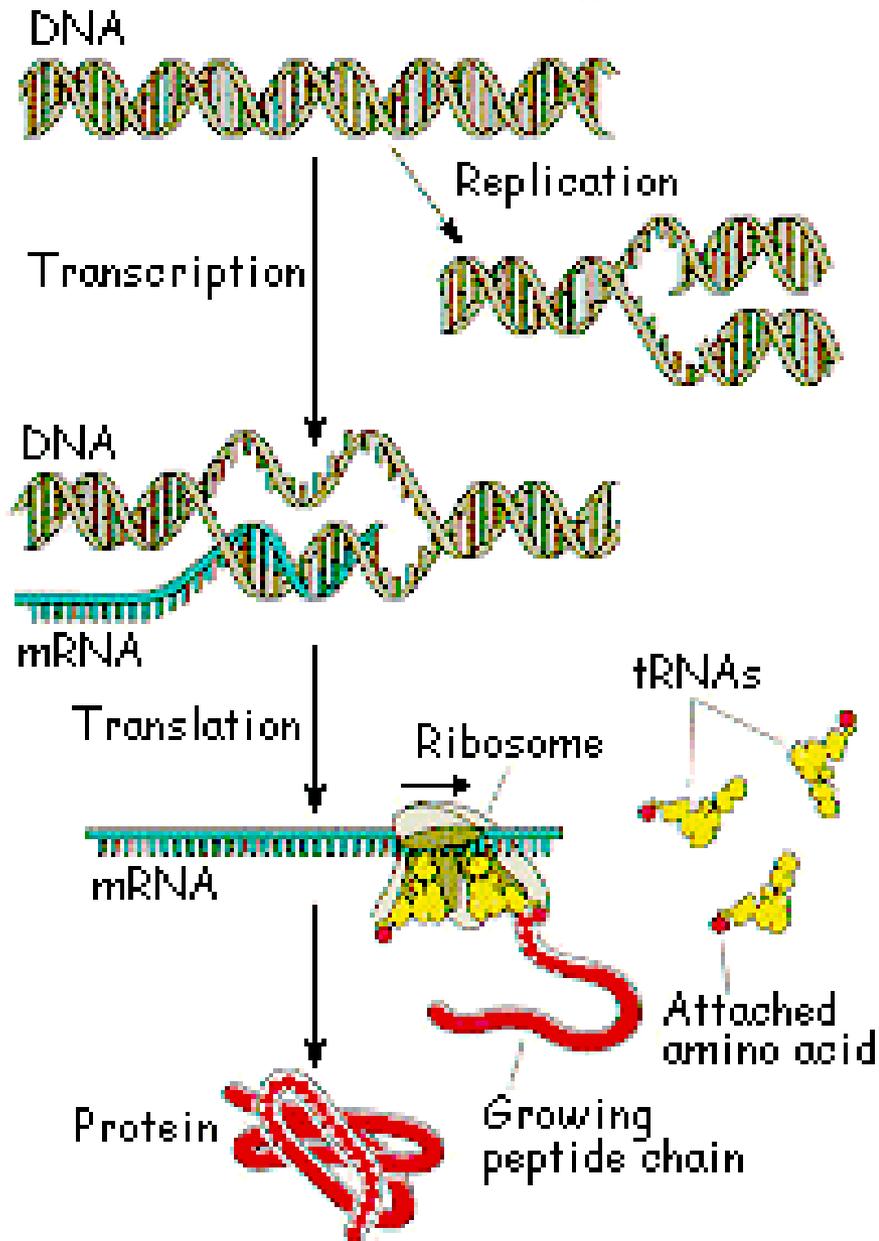
e.g., globular proteins  
and RNA



30 nm

e.g., ribosome

# **Il flusso dell'informazione genetica**



## IL FLUSSO DELL'INFORMAZIONE GENETICA

A. La **replicazione** del DNA trasmette l'informazione genetica alle cellule figlie.

B. L'**espressione genica**, cioè l'attuazione dell'informazione genetica, avviene attraverso due stadi fondamentali:

1. La **trascrizione** dei geni in corrispondenti sequenze di RNA.

2. La **traduzione** dell'informazione passata agli RNA in polipeptidi, ad opera dei ribosomi, attraverso la mediazione degli amminoacil-tRNA che decodificano le sequenze degli mRNA secondo il codice genetico.

