

2. Dalla chimica alla cellula



Gli atomi reagiscono tra loro formando legami chimici

Molti ioni rivestono grande importanza in tutti gli organismi viventi.

Nome	Simbolo	Ruolo
Sodio	Na ⁺	Presente nei fluidi corporei; importante nella contrazione muscolare e nella conduzione nervosa.
Cloro	Cl ⁻	Presente nei fluidi corporei.
Potassio	K ⁺	Presente soprattutto all'interno delle cellule; importante nella contrazione muscolare e nella conduzione nervosa.
Fosfato	PO ₄ ³⁻	Presente nelle ossa e nei denti; componente della molecola ad alta energia ATP.
Calcio	Ca ²⁺	Presente nelle ossa e nei denti; importante nella contrazione muscolare e nella conduzione nervosa.
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	Importante nel bilancio acido-base.

E NELLA PIANTA?

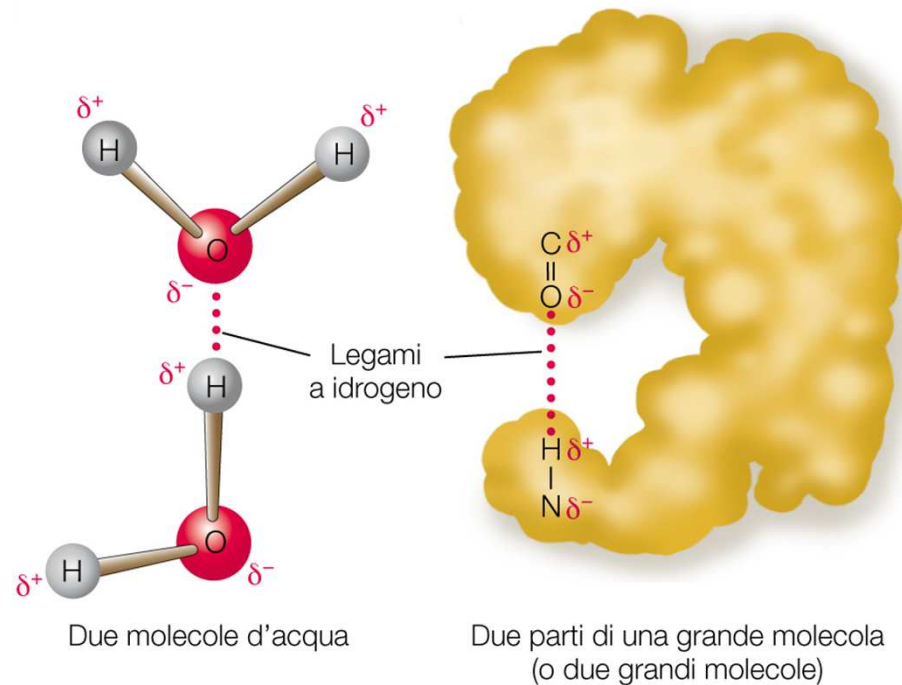
Cercatelo voi per l'esame.

Ioni importanti nel corpo umano

Le proprietà dell'acqua sono utili alla vita

La **coesione** e l'**adesione** mantengono le molecole d'acqua unite tra loro e ad altre molecole polari importanti per la vita.

Per questo motivo, l'acqua è un eccellente mezzo di trasporto per i nutrienti e le sostanze di rifiuto.

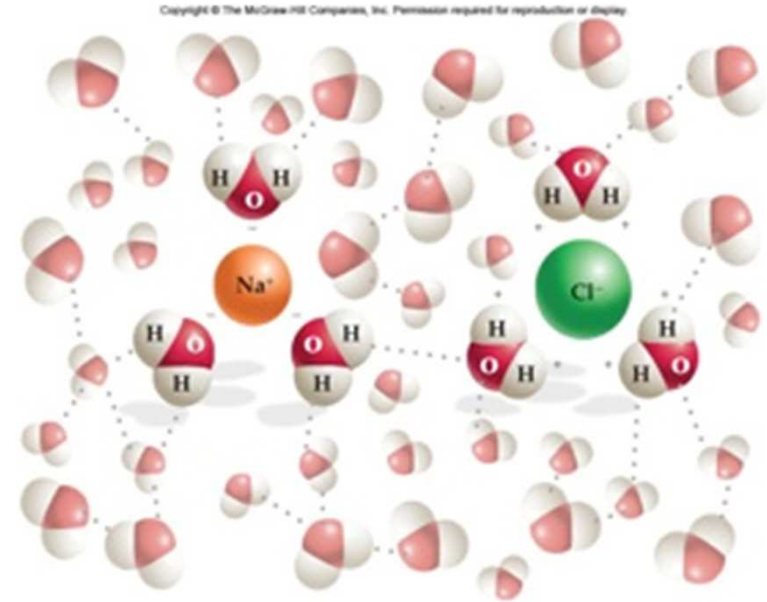


Le proprietà dell'acqua sono utili alla vita

A causa della sua polarità, l'acqua è un **buon solvente**. È infatti in grado di sciogliere altre sostanze polari.

Le molecole *idrofile*, come il sale, attirano l'acqua.

Le molecole *idrofobiche*, invece, non attraggono l'acqua.



Un sale ionico, NaCl (cloruro di sodio) in acqua si scioglie (le linee punteggiate indicano i legami a idrogeno).

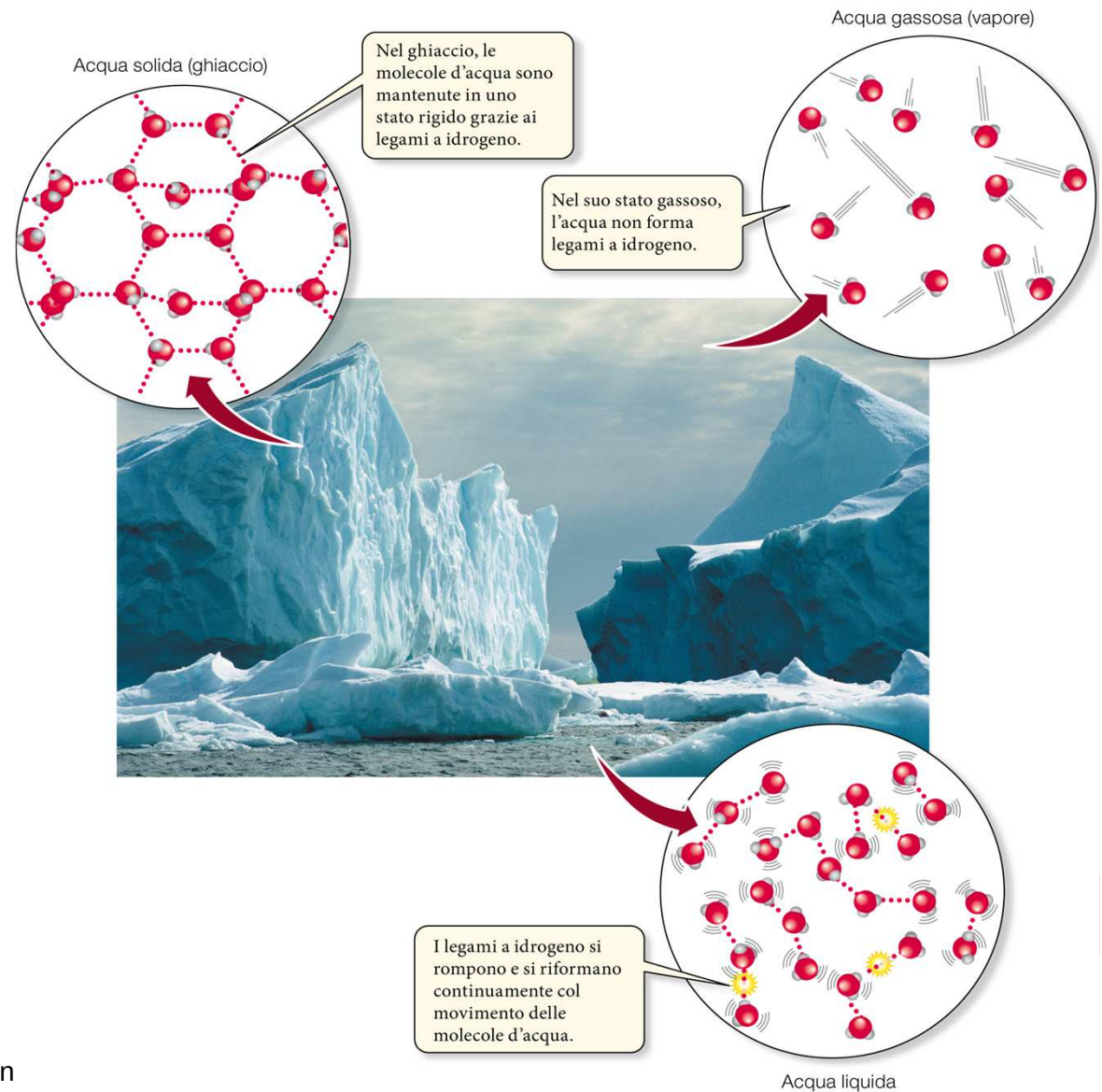
Le proprietà dell'acqua sono utili alla vita

L'acqua e il ghiaccio hanno una **densità diversa**.

A causa della sua struttura cristallina, *l'acqua in forma solida è meno densa* di quella in forma liquida.

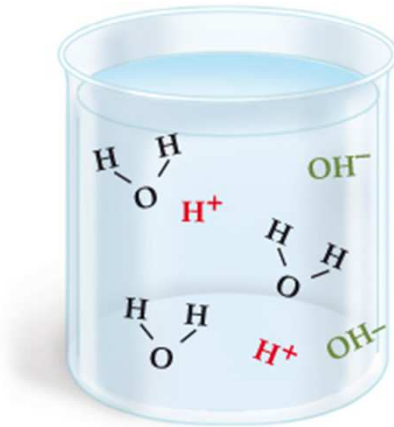
Ciò è dovuto alla presenza di spazi vuoti tra le molecole di ghiaccio.

Il fatto che il ghiaccio galleggi sull'acqua ha importanti implicazioni per la vita. Per esempio, la superficie ghiacciata di uno stagno consente agli organismi di sopravvivere nell'ambiente sottostante.



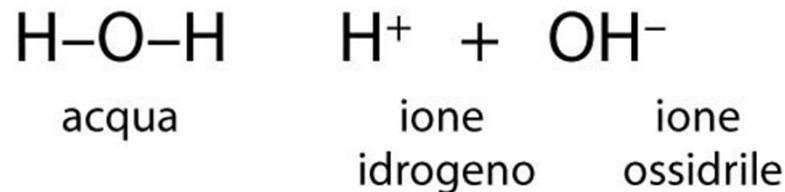
Gli organismi viventi tollerano un intervallo di pH ristretto

L'acqua è un liquido polare; quando si dissocia, l'acqua pura rilascia un identico numero di **ioni idrogeno (H^+)** e di **ioni ossidrilici (OH^-)**.



Normalmente, soltanto poche molecole di acqua sono nello stato dissociato.

La *concentrazione* degli ioni H^+ è uguale a quella degli ioni OH^- e corrisponde a 10^{-7} moli/litro.



Gli organismi viventi tollerano un intervallo di pH ristretto

L'**acidità** è un eccesso di ioni idrogeno.

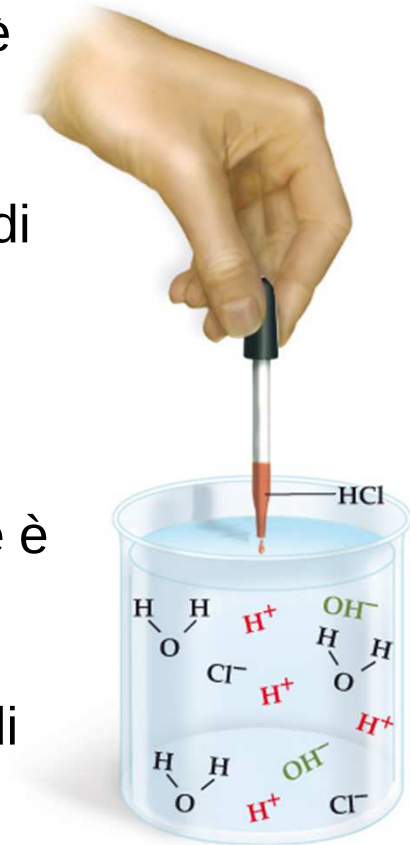
$\text{pH} < 7 \Rightarrow$ gli ioni H^+ sono più degli ioni $\text{OH}^- \Rightarrow$ la soluzione è acida

Un **acido** è una sostanza che aumenta la concentrazione di *ioni H^+* in una soluzione.

La **basicità** è un eccesso di ioni ossidrile.

$\text{pH} > 7 \Rightarrow$ gli ioni H^+ sono meno degli ioni $\text{OH}^- \Rightarrow$ la soluzione è basica (o alcalina)

Una **base** è una sostanza che aumenta la concentrazione di *ioni OH^-* in una soluzione.



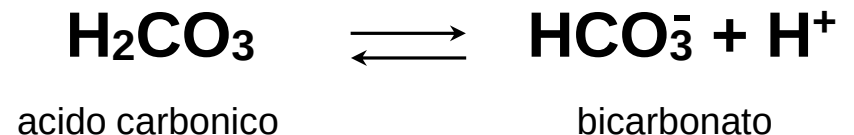
Gli organismi viventi tollerano un intervallo di pH ristretto

In tutti gli organismi viventi, il valore del pH dei fluidi corporei deve essere mantenuto entro determinati e ristretti **limiti fisiologici**.

Per esempio, un essere umano in buona salute avrà un *pH del sangue* compreso tra valori del 7,35 e del 7,45. Se il pH aumenta e supera il 7,45 ci troviamo in condizione di **alcalosi** del sangue, se scende sotto il 7,35 in condizione di **acidosi**. Qual è il Ph DELLA VITE?

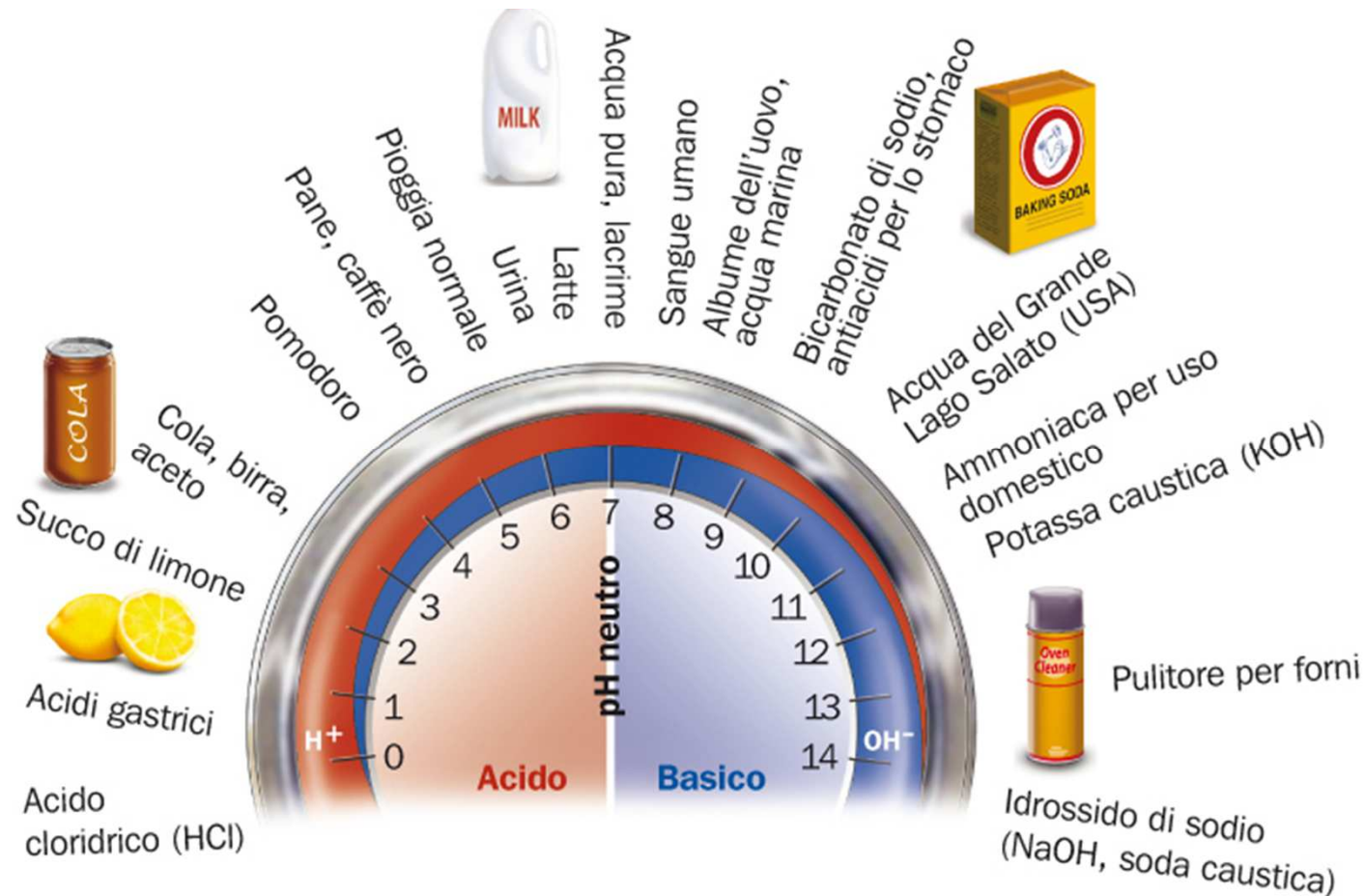
Un **tampone** è una sostanza (o più spesso una combinazione di sostanze) che aumenta la resistenza ai cambiamenti del pH quando in una soluzione vengono aggiunti o sottratti ioni OH^- e H^+ .

Il **sistema acido carbonico/bicarbonato** è il sistema tampone che mantiene il pH del sangue entro limiti fisiologici. Qual è il tampone DELLA VITE? Tartarico?



Gli organismi viventi tollerano un intervallo di pH ristretto

La **scala del pH** misura il *grado di acidità o di basicità* di una soluzione.



Gli organismi viventi tollerano un intervallo di pH ristretto

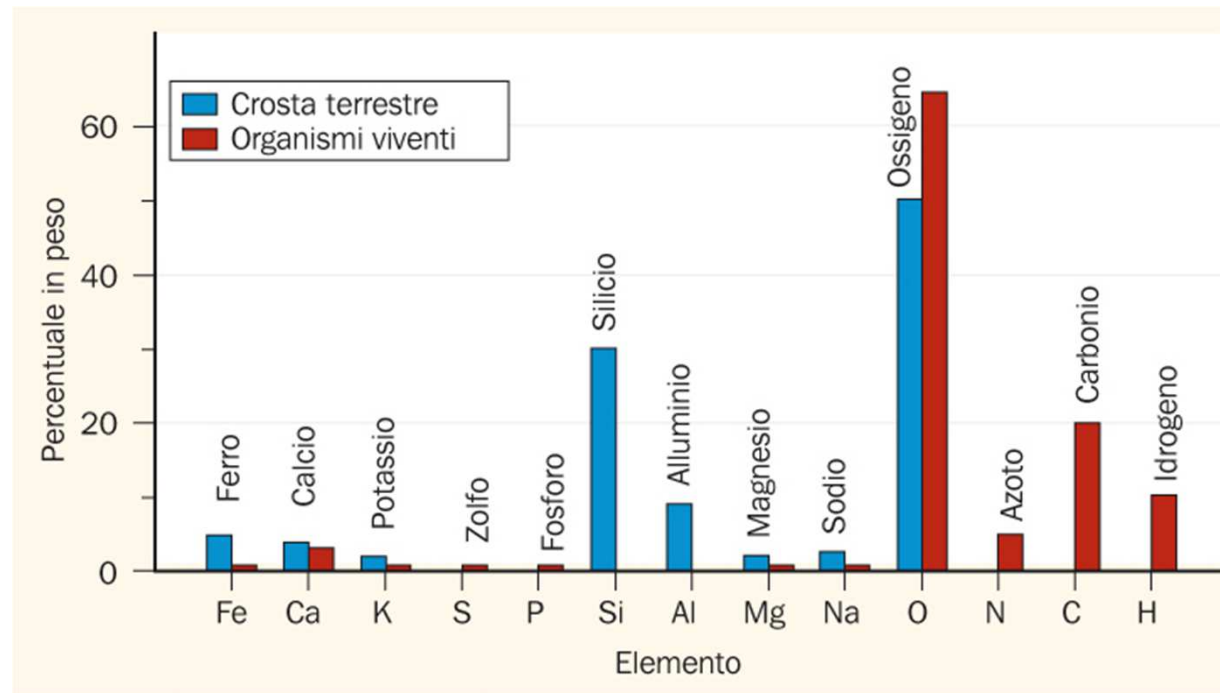
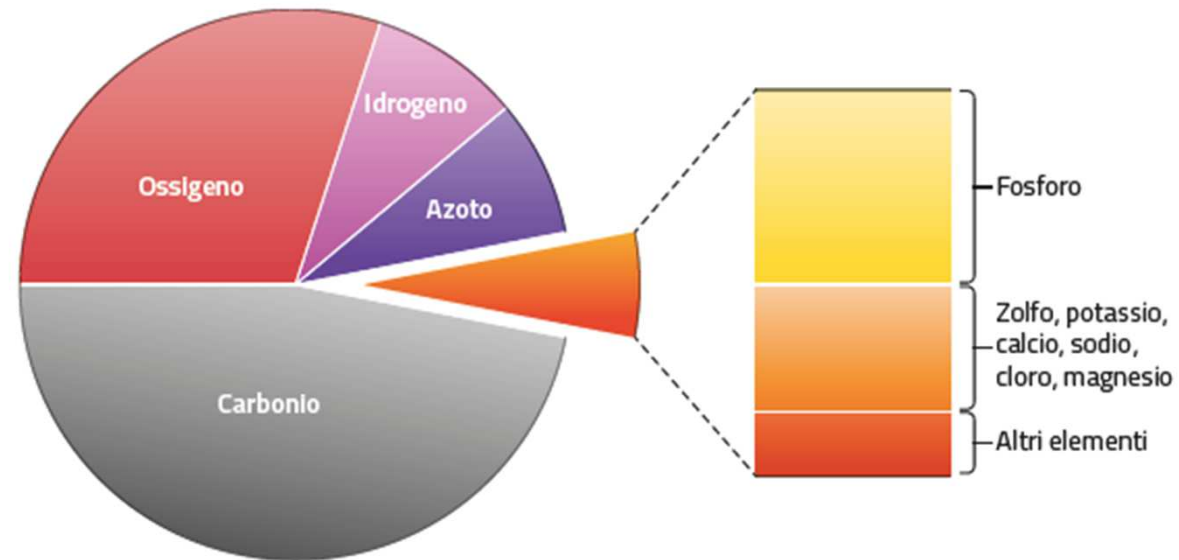
Le **deposizioni acide** hanno un pH inferiore a 5 e si formano quando una sostanza inquinante, come l'anidride solforosa (SO_2), si combina con l'acqua.

Questa reazione provoca la formazione di *sostanze acide nocive*, come l'acido solforico.



Gli elementi chimici nei viventi

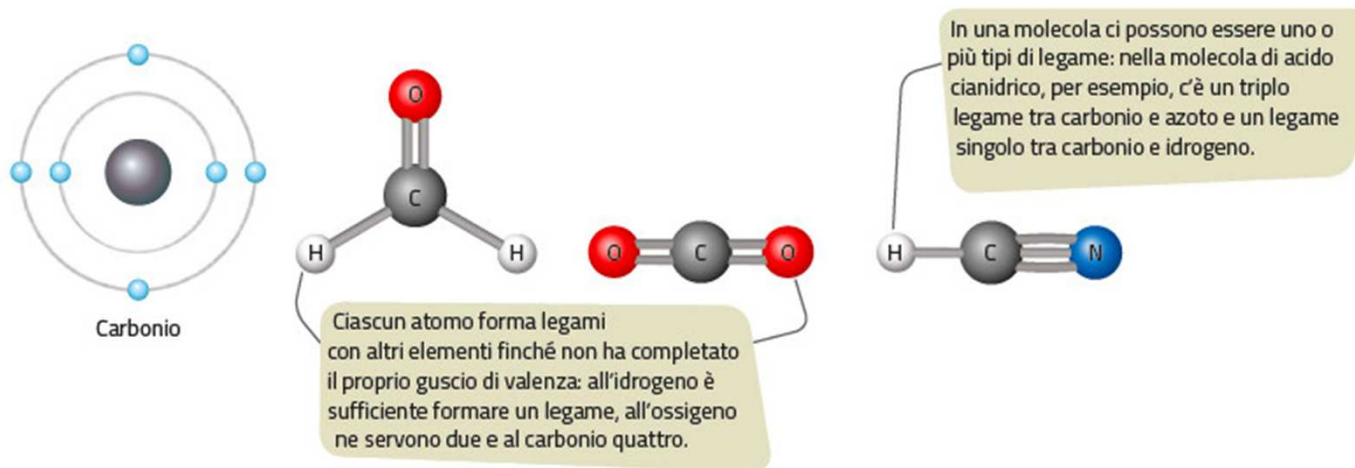
Gli elementi chimici più abbondanti negli organismi sono **carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, fosforo e zolfo**.



Le catene carboniose

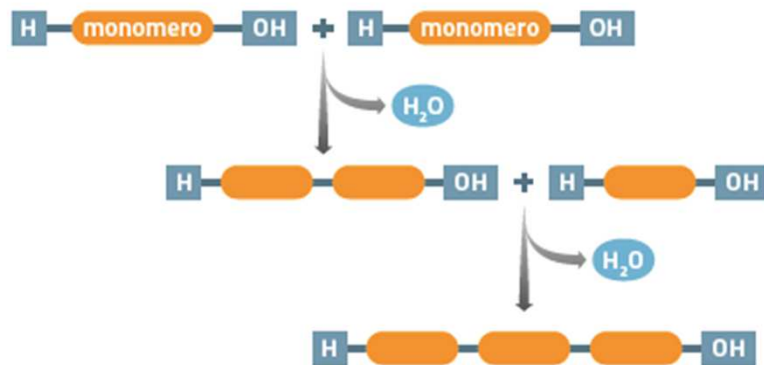
Un atomo di carbonio forma **legami covalenti** (semplici, doppi o tripli) con altri atomi di carbonio o di elementi diversi. Gli **idrocarburi** sono composti organici formati solo da carbonio e idrogeno.

Legando insieme decine o centinaia di atomi di carbonio si ottengono **catene carboniose** di lunghezza variabile.



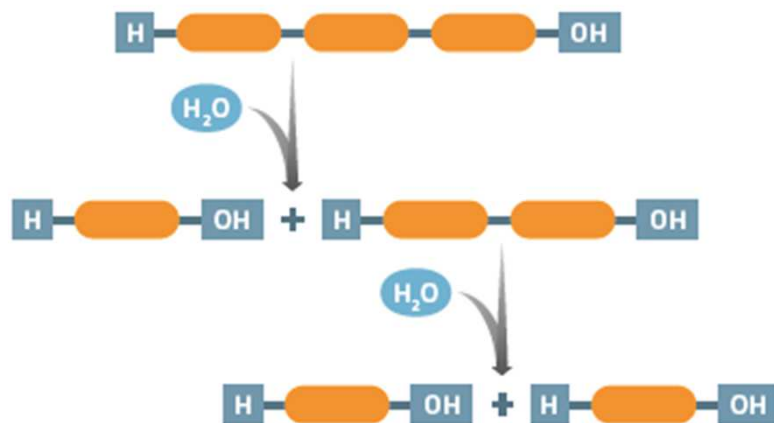
Le macromolecole biologiche

A Condensazione



Le macromolecole sono **polimeri** ottenuti per assemblaggio di molecole più piccole chiamate **monomeri**.

B Idrolisi



I monomeri si assemblano grazie a reazioni di **condensazione** e si separano con reazioni di **idrolisi**.

I carboidrati

I **carboidrati** sono biomolecole formate da carbonio, idrogeno e ossigeno. Costituiscono la principale fonte di energia per gli esseri viventi e hanno anche una funzione strutturale nelle cellule.

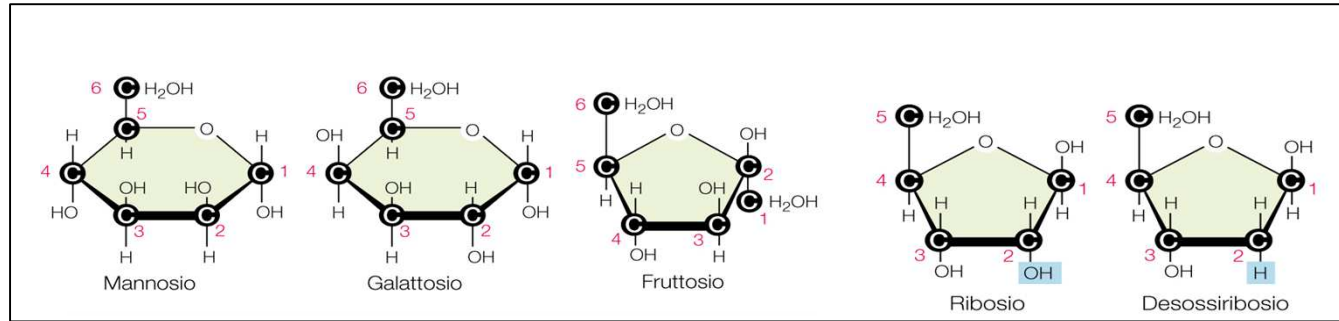


Sono classificati in base al numero di monomeri da cui sono formati:

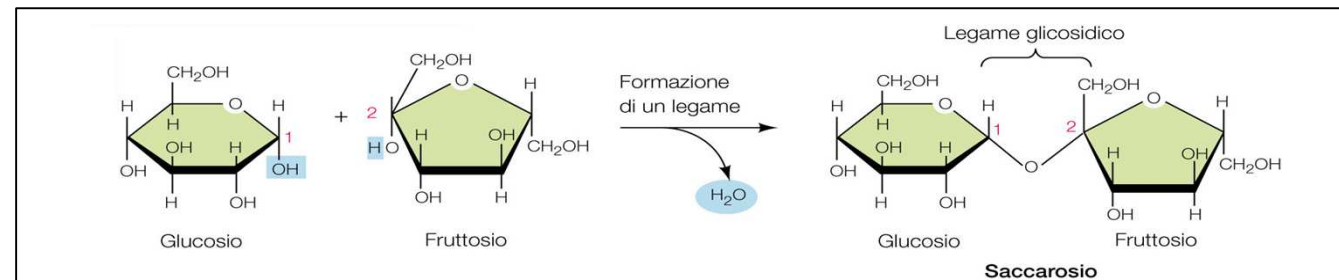
- **monosaccaridi;**
- **disaccaridi;**
- **polisaccaridi.**

I carboidrati formano legami glicosidici

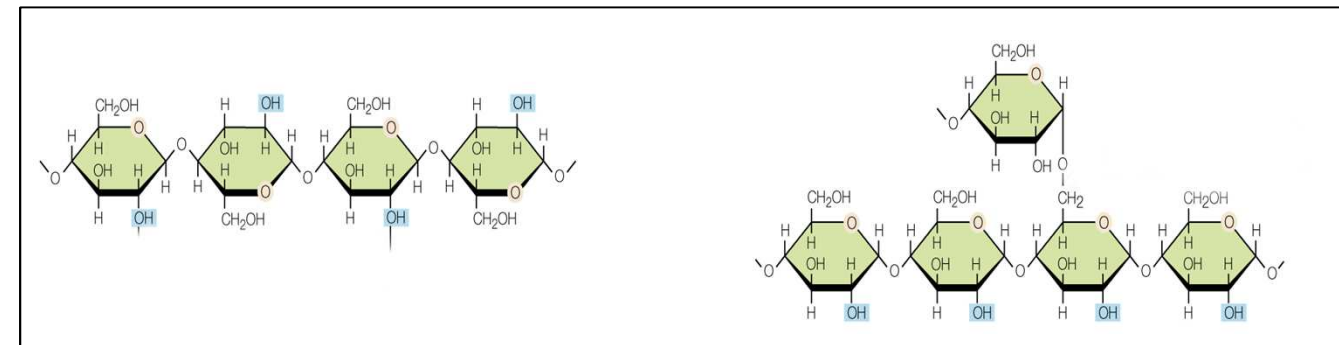
Monosaccaridi



Disaccaridi

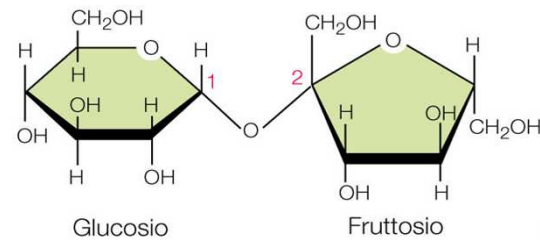
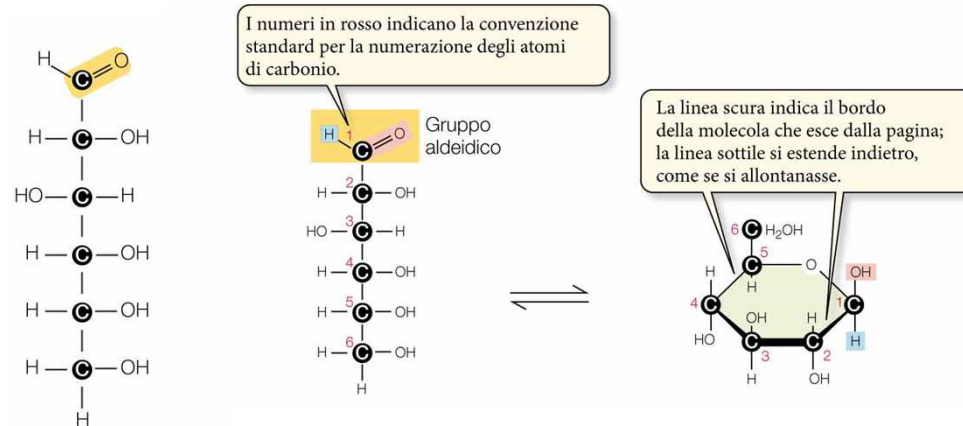


Polisaccaridi

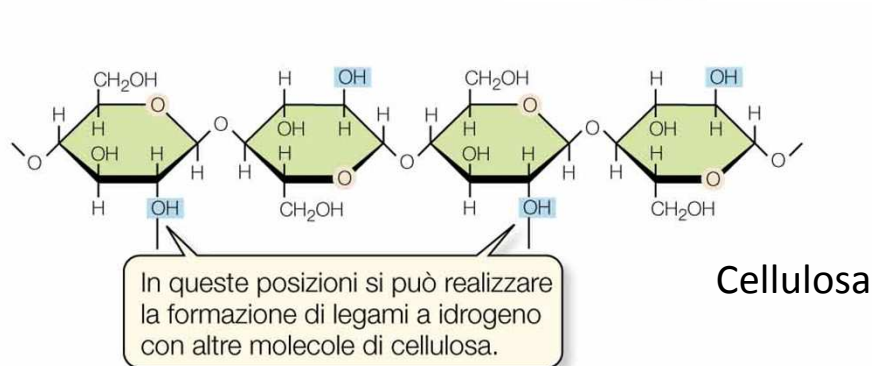


Il glucosio e i suoi derivati

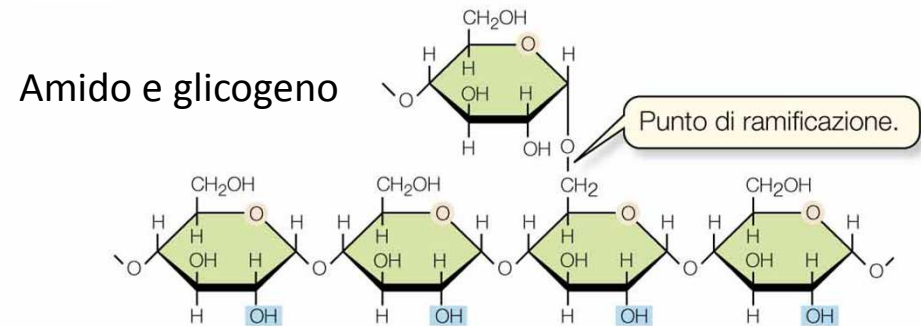
Glucosio



Saccarosio



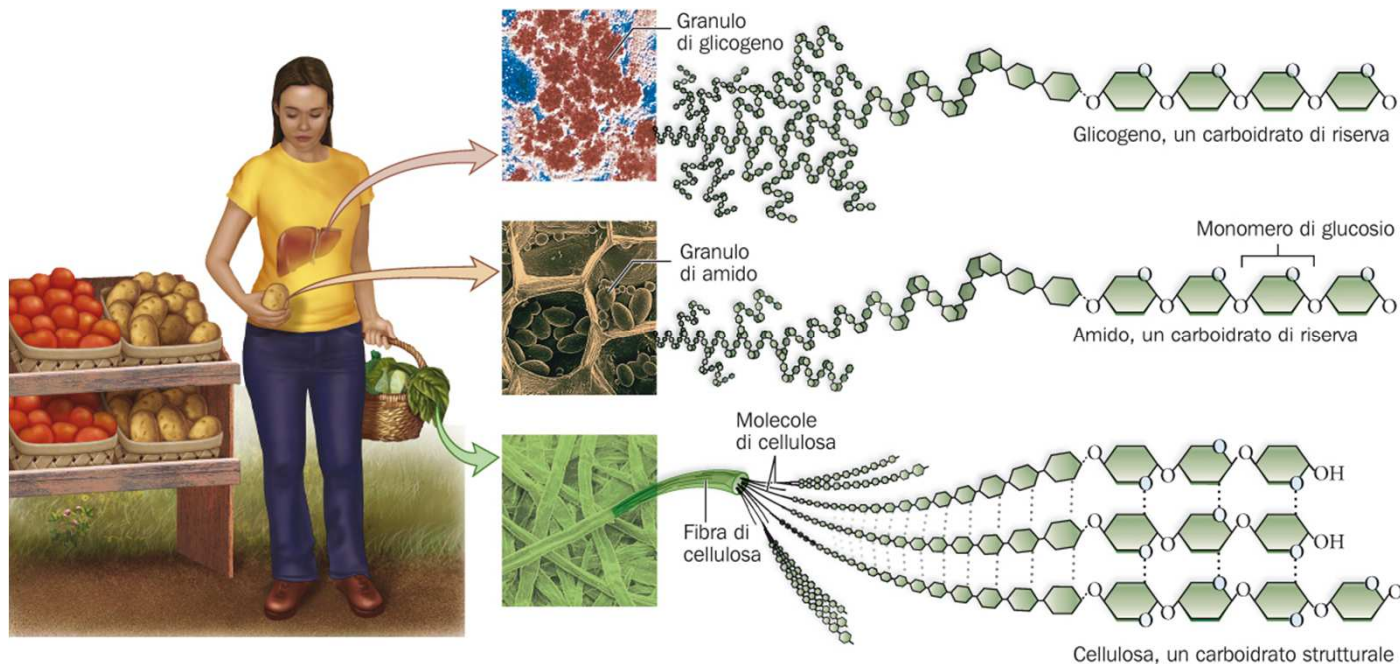
Cellulosa



Amido e glicogeno

I polisaccaridi

I polisaccaridi sono i polimeri dei monosaccaridi. Sono *carboidrati complessi* con funzioni strutturali e di riserva. L'**amido** è la forma in cui il glucosio è immagazzinato nelle piante; il **glicogeno** negli animali e nei funghi. La **cellulosa** è un polisaccaride con funzione strutturale contenuto nelle piante; la **chitina** in alcuni animali e funghi.



I lipidi

I **lipidi** sono composti organici con due caratteristiche comuni:

- sono insolubili nei solventi polari come l'acqua;
- liberano una grande quantità di energia.



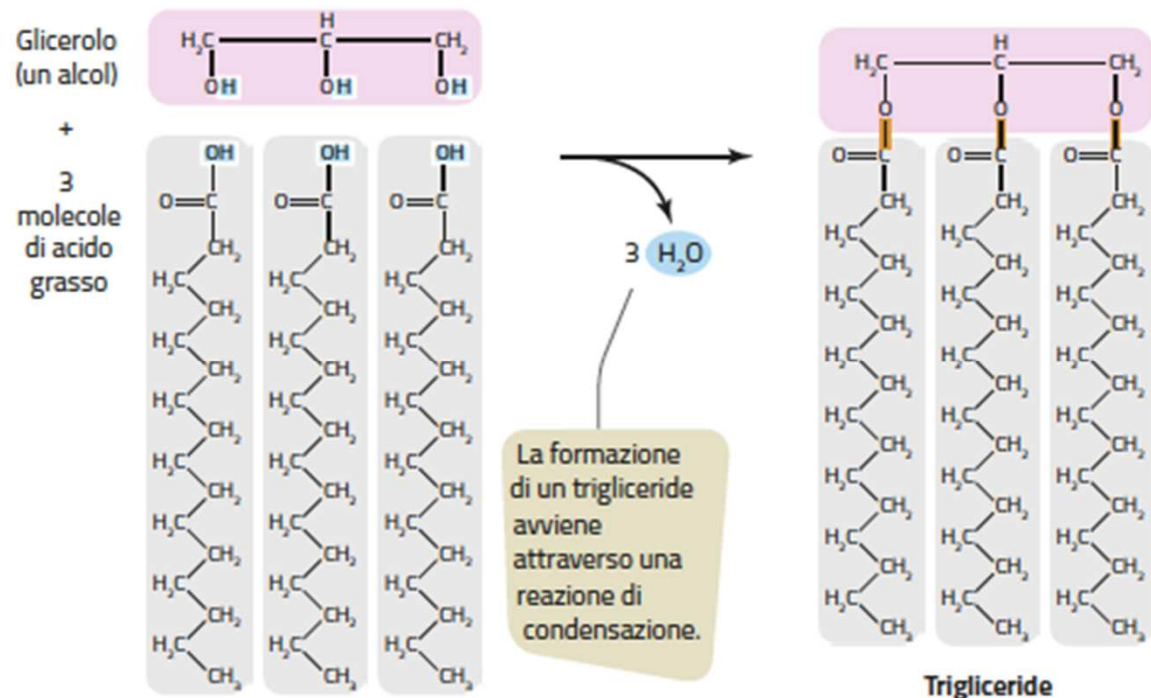
Le funzioni principali dei lipidi sono:

- **riserva energetica;**
- **isolante termico.**

Acidi grassi e trigliceridi

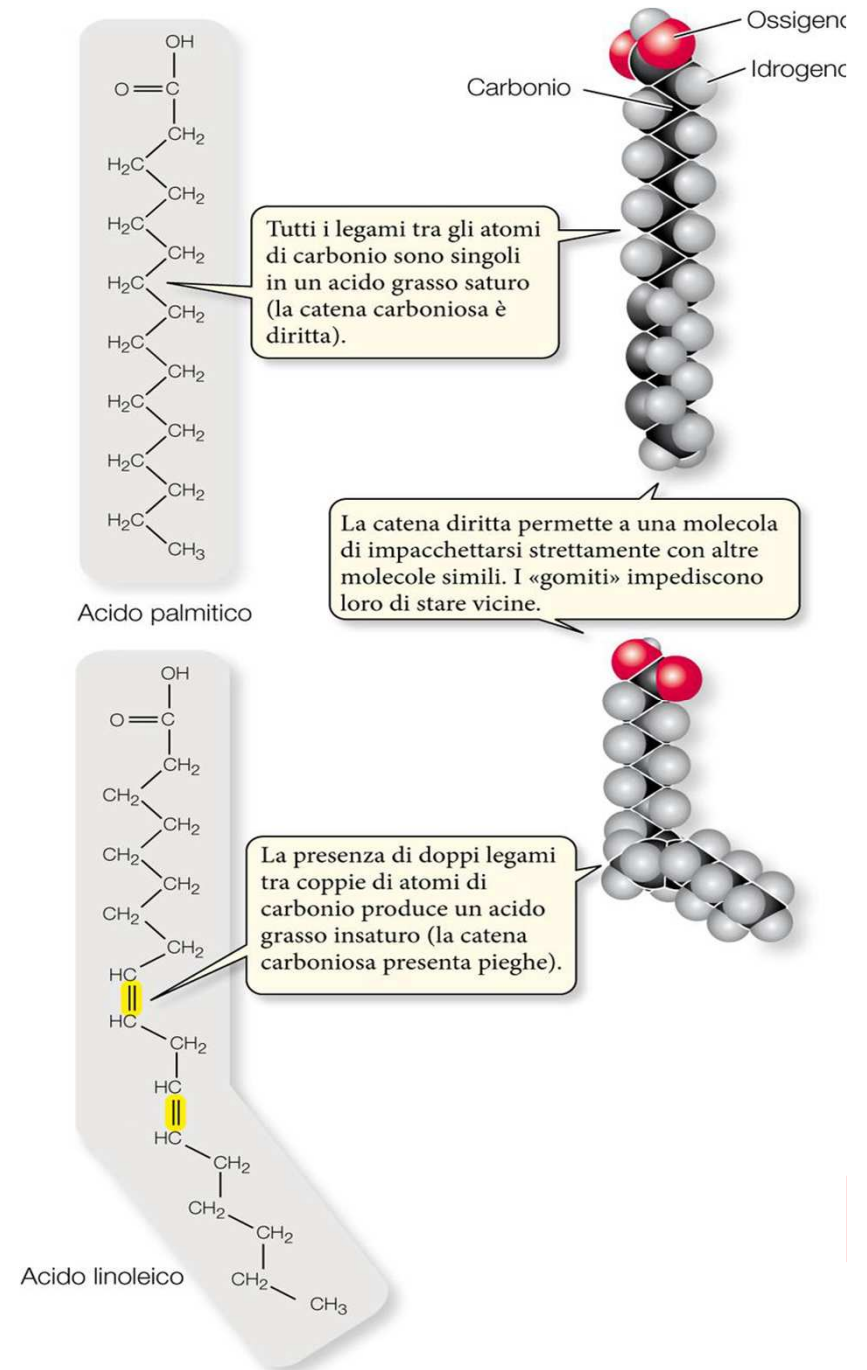
I lipidi più semplici sono gli **acidi grassi**. Hanno una zona polare (testa) e una zona apolare (coda).

I **trigliceridi** derivano dalla condensazione di una molecola di glicerolo con tre molecole di acidi grassi.



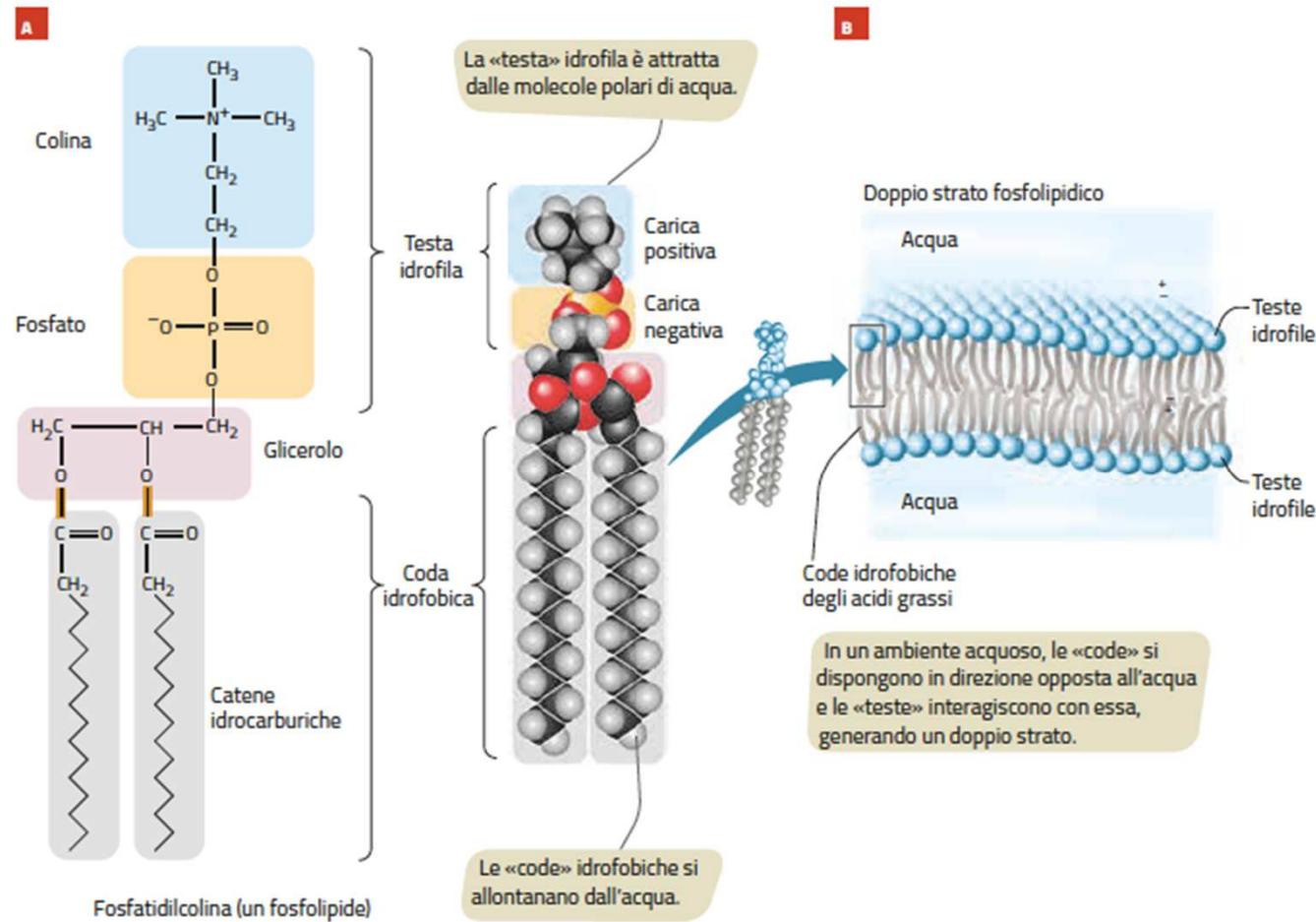
Gli acidi grassi

Gli acidi grassi possono essere **saturi** o **insaturi**, in base alla presenza o meno di doppi legami che piegano la catena carboniosa.



Fosfolipidi e membrane cellulari

I **fosfolipidi** sono costituiti da catene di acidi grassi unite a una molecola di glicerolo e a un gruppo fosfato.



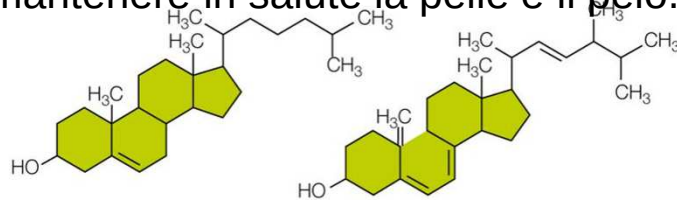
Formano il doppio strato fosfolipidico delle membrane cellulari.

Altri tipi di lipidi

I **carotenoidi**, gli **steroidi**, le **vitamine** e le **cere** sono lipidi che svolgono compiti di conversione di energia, regolazione e protezione.

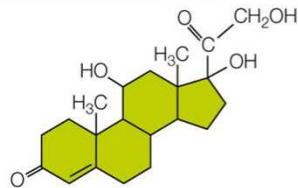
Gli **steroidi** possono avere la funzione di stabilizzare la membrana esterna delle cellule, oppure funzioni ormonali.

Le **cere** formano uno strato protettivo che riduce la perdita di acqua; in molti animali servono a proteggere e mantenere in salute la pelle e il pelo.

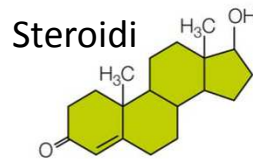


Il **colesterolo** è un costituente delle membrane e da esso derivano gli ormoni steroidei.

La **vitamina D₂** si può produrre nella pelle grazie alla luce su un derivato del colesterolo.

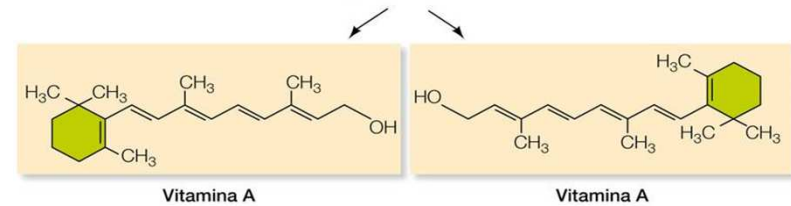
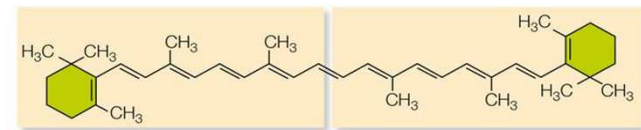


Il **cortisolo** è un ormone secreto dalle ghiandole surrenali.



Il **testosterone** è un ormone sessuale maschile.

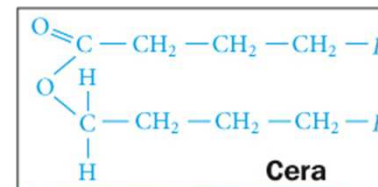
β -carotene



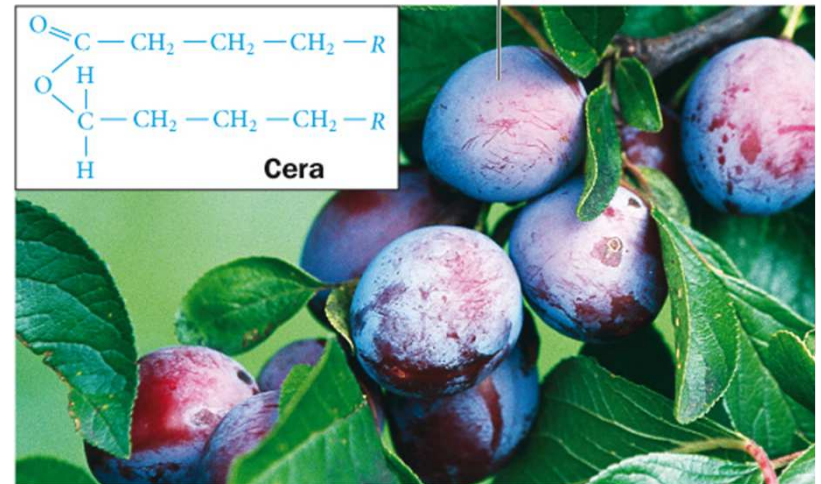
Vitamina A

Vitamina A

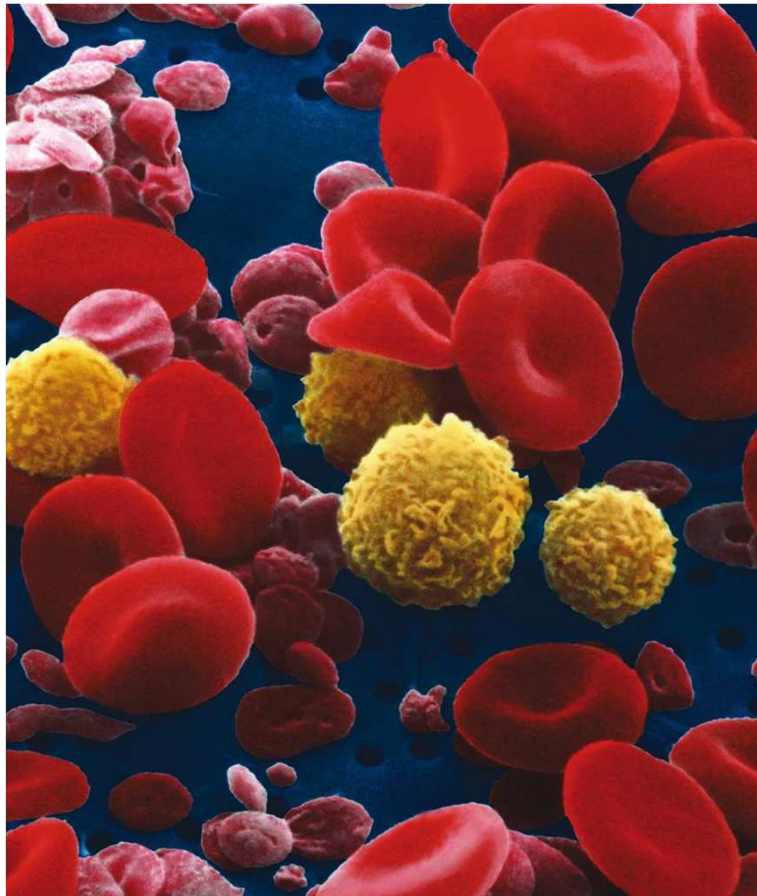
Patina cerosa



Cera



Le proteine: cosa sono



L'emoglobina è una proteina presente nei globuli rossi

Le proteine sono polimeri di **amminoacidi**.

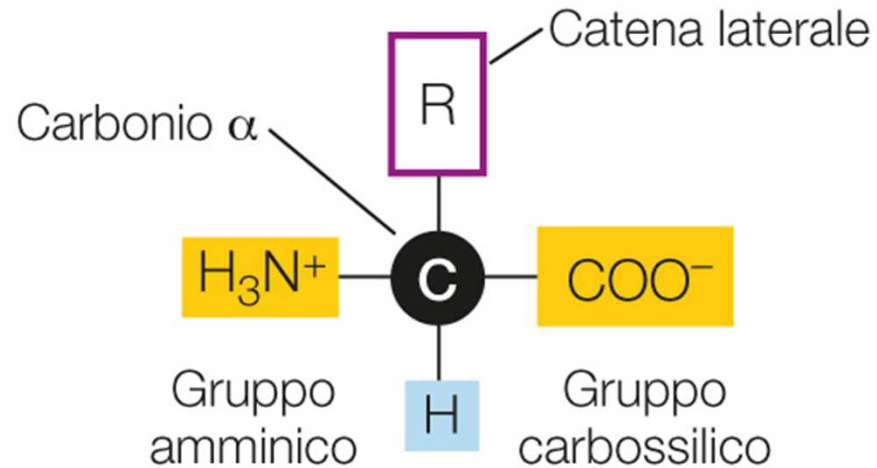
Gli amminoacidi sono 20.

Gli amminoacidi si uniscono per formare lunghe **catene polipeptidiche**.

Le proteine svolgono molte funzioni

Proteina	Funzione
Enzimi	Accelerano le reazioni cellulari.
Proteine strutturali	Conferiscono stabilità e partecipano al movimento.
Proteine di difesa	Riconoscono ed eliminano le sostanze estranee all'organismo.
Proteine di segnalazione	Controllano i processi cellulari.
Proteine recettore	Ricevono e trasmettono i segnali cellulari.
Trasportatori di membrana	Regolano il passaggio di sostanze attraverso le membrane cellulari.
Proteine di trasporto	Legano e trasportano sostanze all'interno dell'organismo.

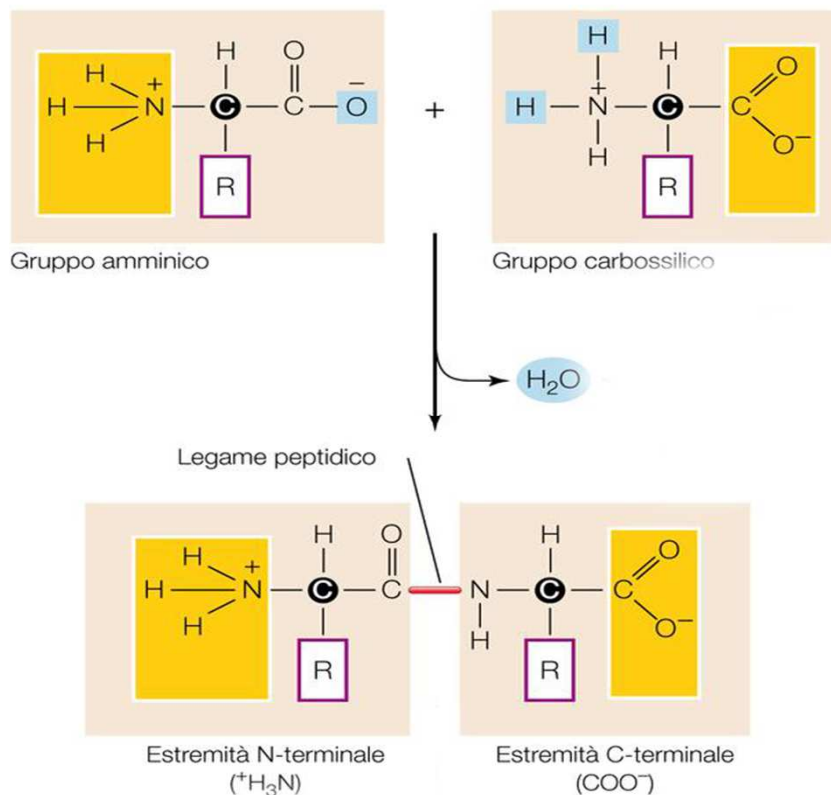
Gli amminoacidi



- **gruppo amminico**
(NH₃⁺)
- **gruppo carbossilico**
(COO⁻)
- **catena laterale**
- **atomo di idrogeno**

La struttura primaria

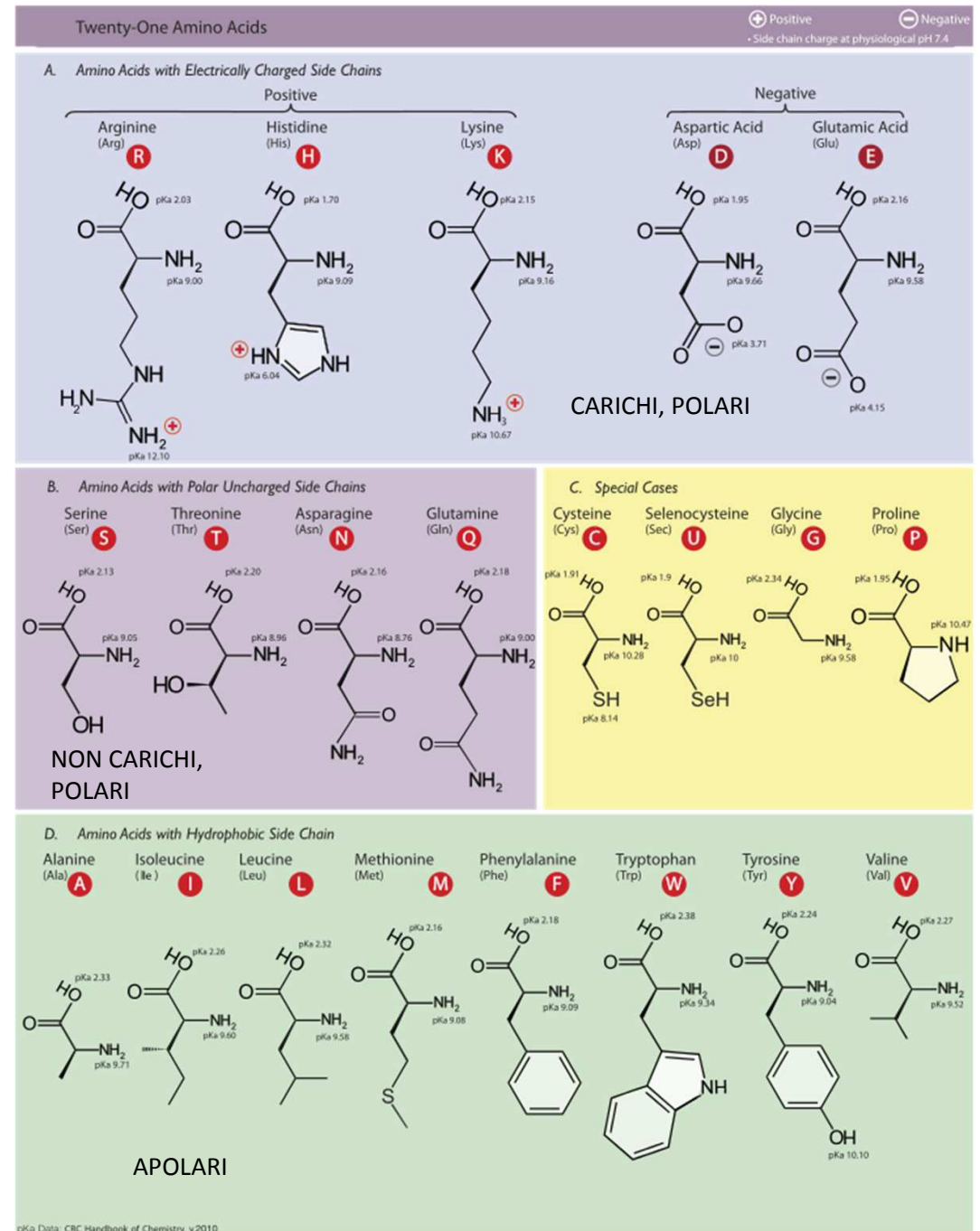
La sequenza di amminoacidi nella catena polipeptidica costituisce la **struttura primaria** di una proteina.



I gruppi funzionali di due amminoacidi reagiscono tra loro dando origine a un legame peptidico.

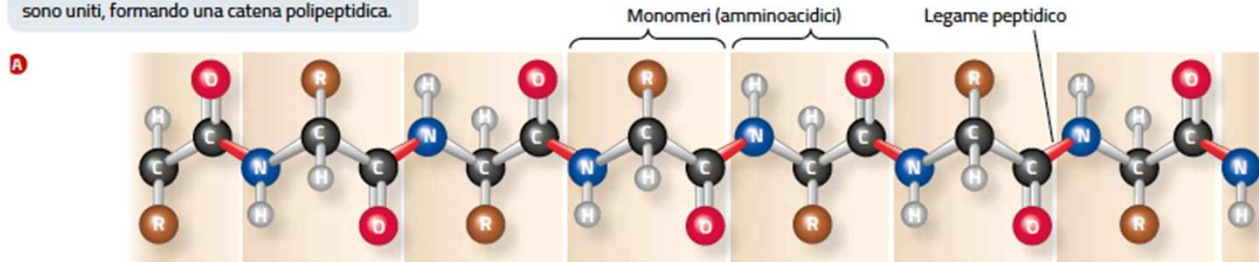
L'ossatura di una catena polipeptidica è formata dalla successione regolare di $-N-C-C-N-$.

Ogni aminoacido ha proprietà chimiche e ingombro sterico diversi.

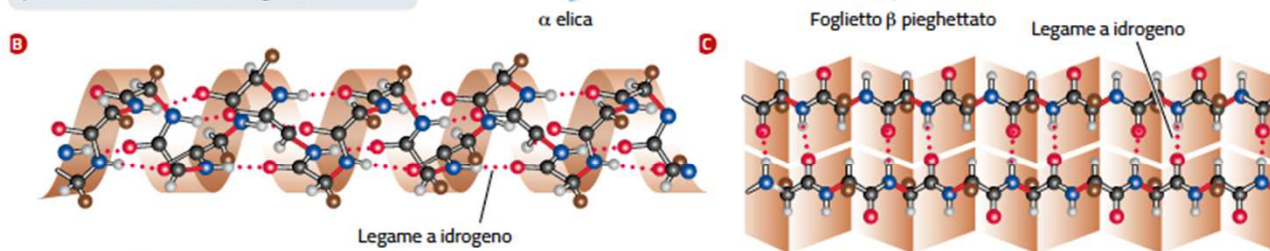


La struttura secondaria

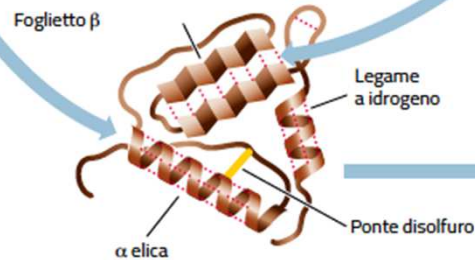
Struttura primaria. I monomeri amminoacidici sono uniti, formando una catena polipeptidica.



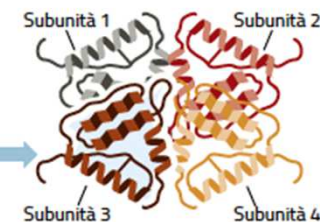
Struttura secondaria. Le catene polipeptidiche possono formare α eliche e foglietti β .



Struttura terziaria. Il polipeptide si ripiega, generando una specifica forma tridimensionale. I ripiegamenti sono stabilizzati da legami, tra cui legami a idrogeno e ponti disolfuro.



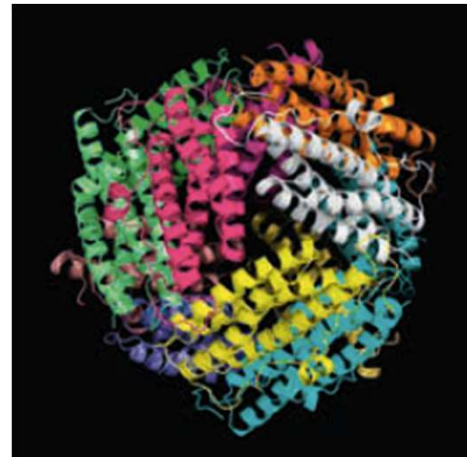
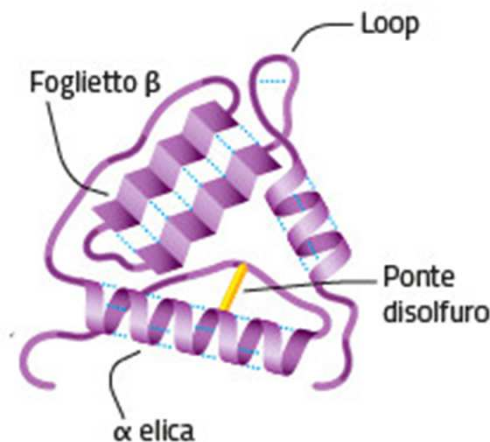
Struttura quaternaria. Due o più polipeptidi si associano a formare molecole proteiche più grandi. La molecola ipotetica qui raffigurata è un tetramero costituito da quattro subunità polipeptidiche.



La struttura terziaria

La **struttura terziaria** produce una macromolecola con una precisa forma tridimensionale, la cui superficie esterna presenta gruppi funzionali capaci di svolgere particolari reazioni chimiche con altre molecole specifiche.

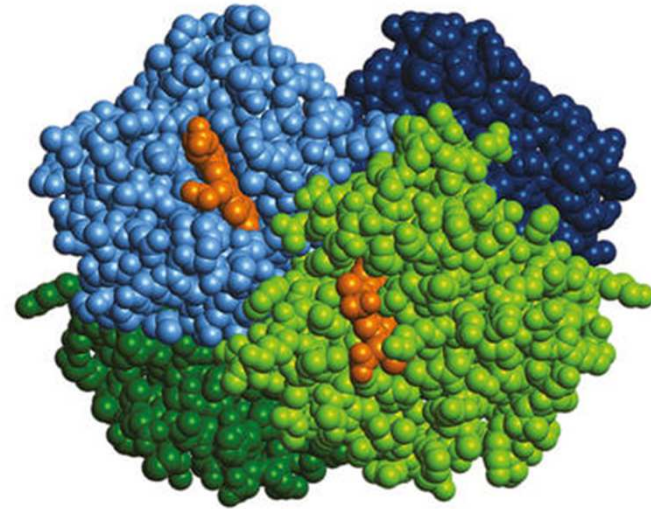
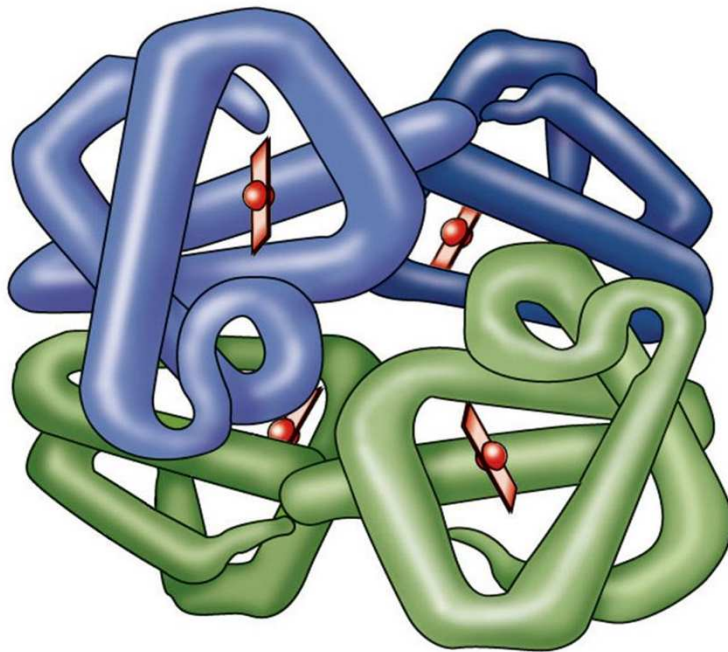
I responsabili della struttura terziaria sono le interazioni tra i gruppi R.



In base alla loro struttura terziaria le proteine si dividono in **proteine fibrose** e **proteine globulari**.

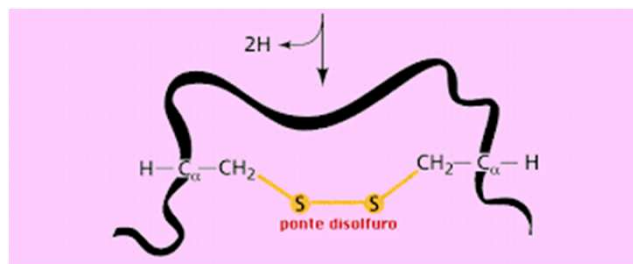
La struttura quaternaria

La **struttura quaternaria** è il risultato del modo in cui le subunità polipeptidiche si legano insieme e interagiscono fra loro.



Proprietà e funzioni delle proteine

La **forma** e le proprietà chimiche delle proteine determinano la loro funzione. L'alterazione della struttura tridimensionale di una proteina è detta **denaturazione** ed è spesso accompagnata dalla perdita della sua normale funzionalità biologica



Gli enzimi

Gli **enzimi** sono proteine che accelerano le reazioni cellulari. Ogni reazione è catalizzata da uno specifico enzima, che lega il substrato nel proprio sito attivo.

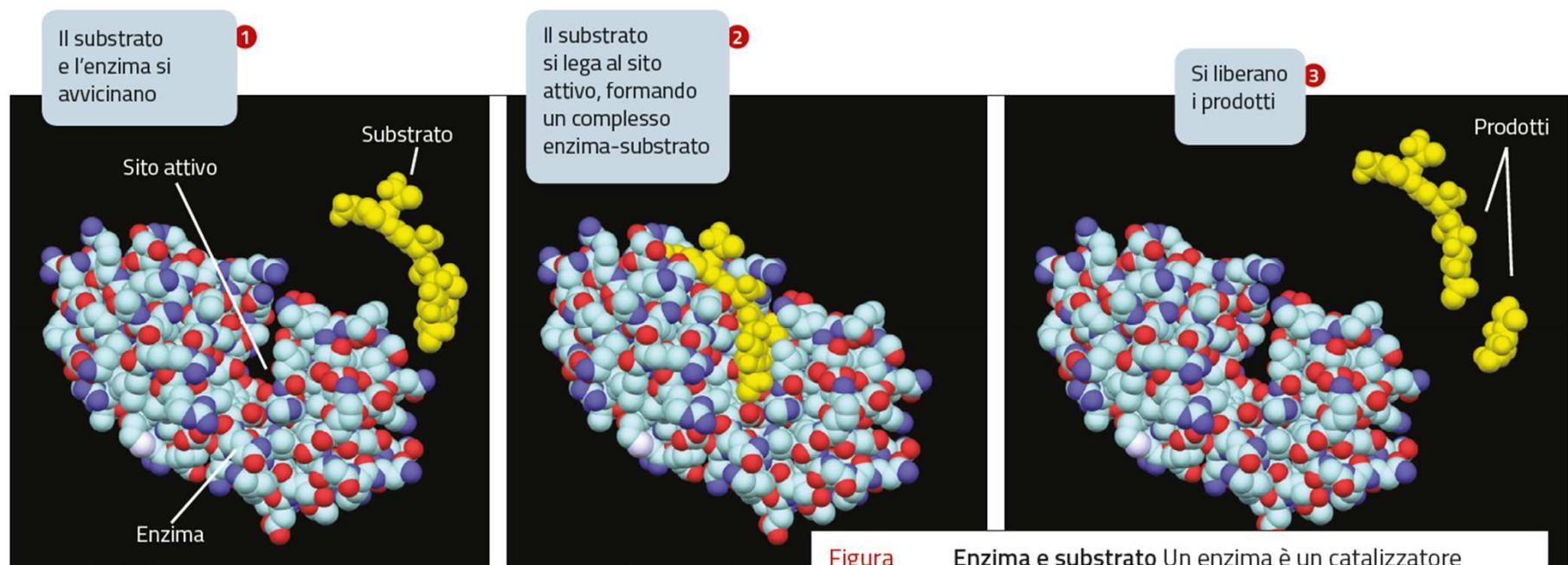
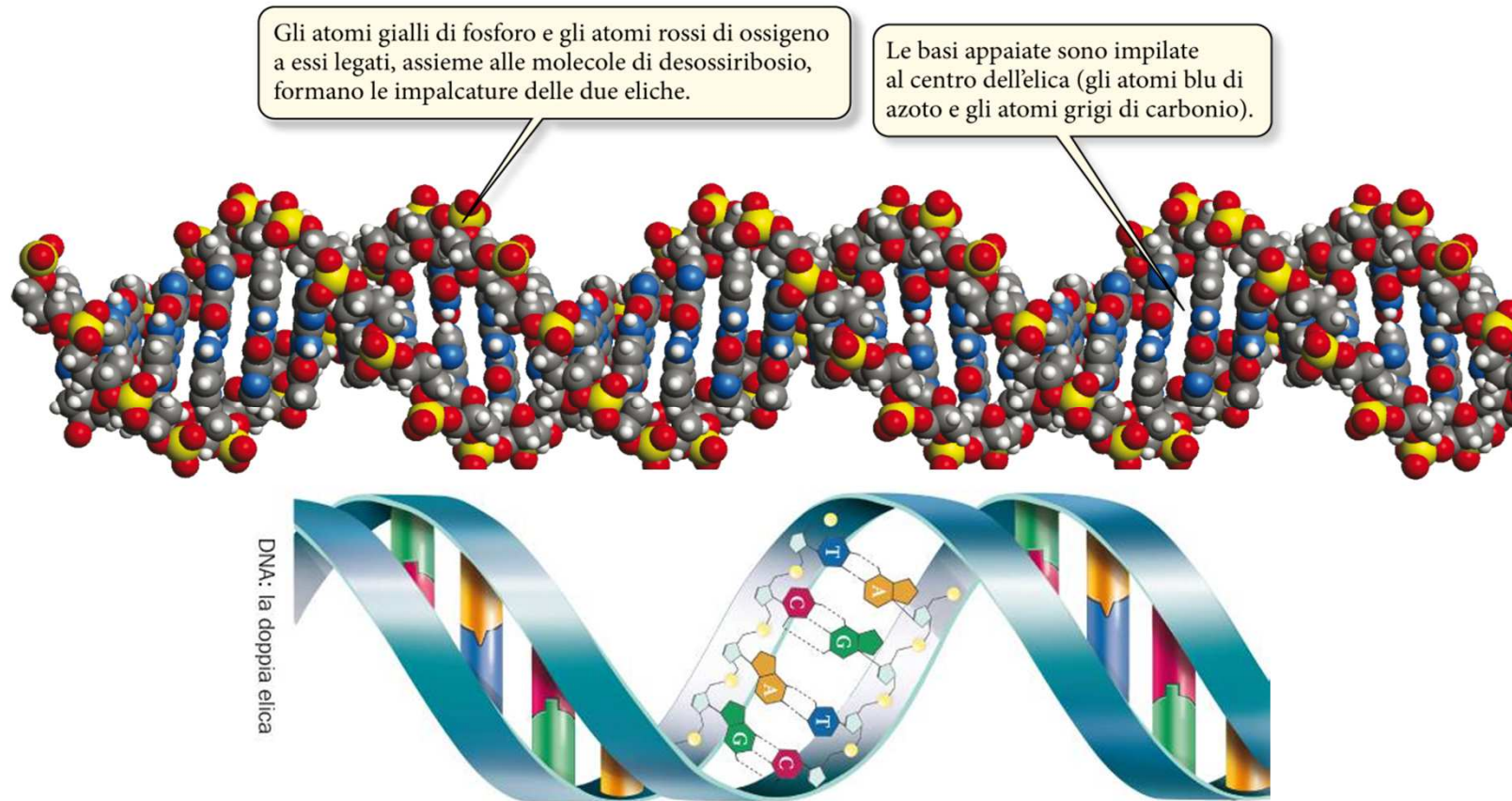


Figura Enzima e substrato Un enzima è un catalizzatore proteico dotato di un sito attivo capace di legarsi a una o più molecole di substrato.

Gli acidi nucleici: cosa sono

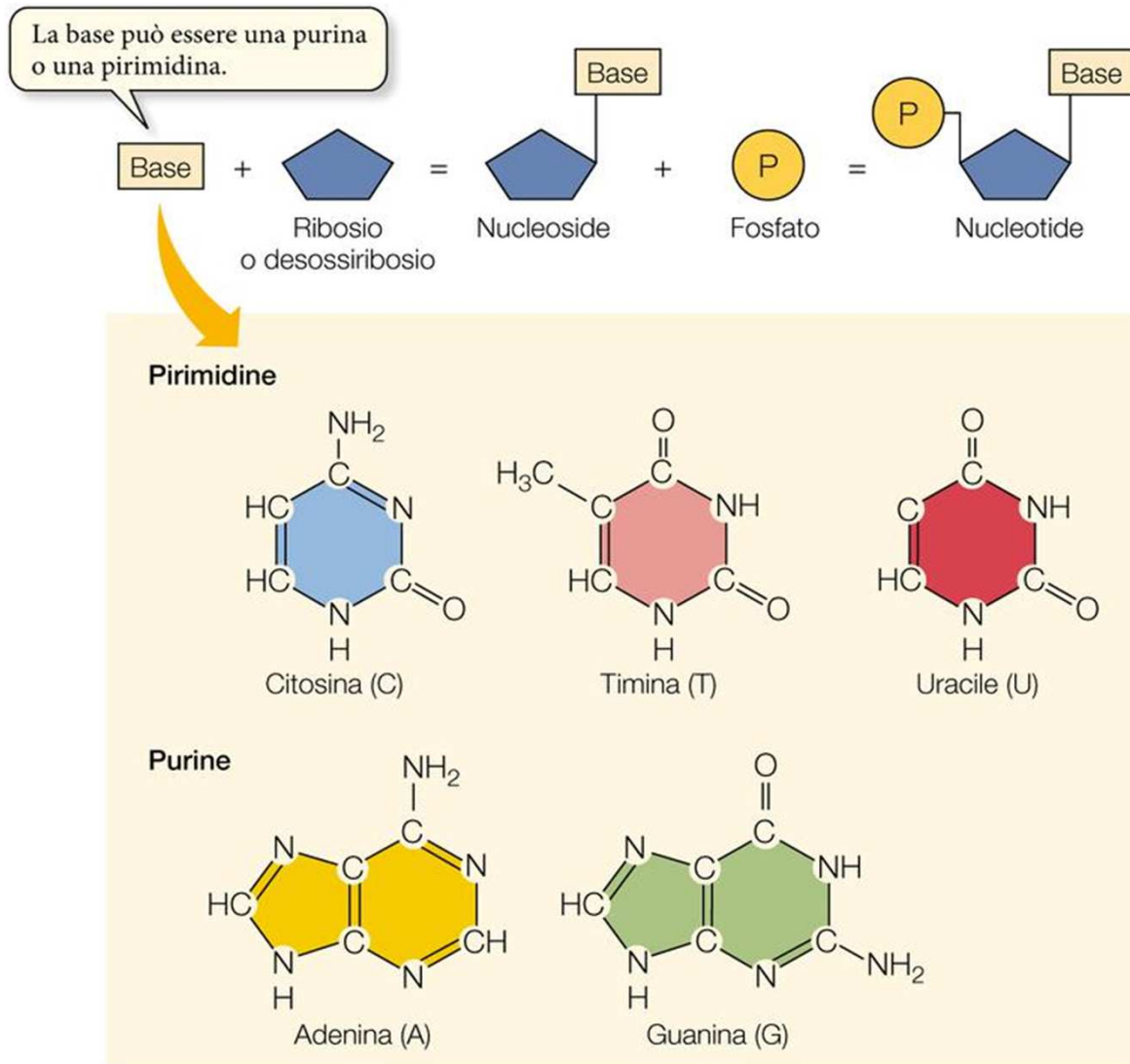


Gli acidi nucleici sono polimeri formati da **nucleotidi**.

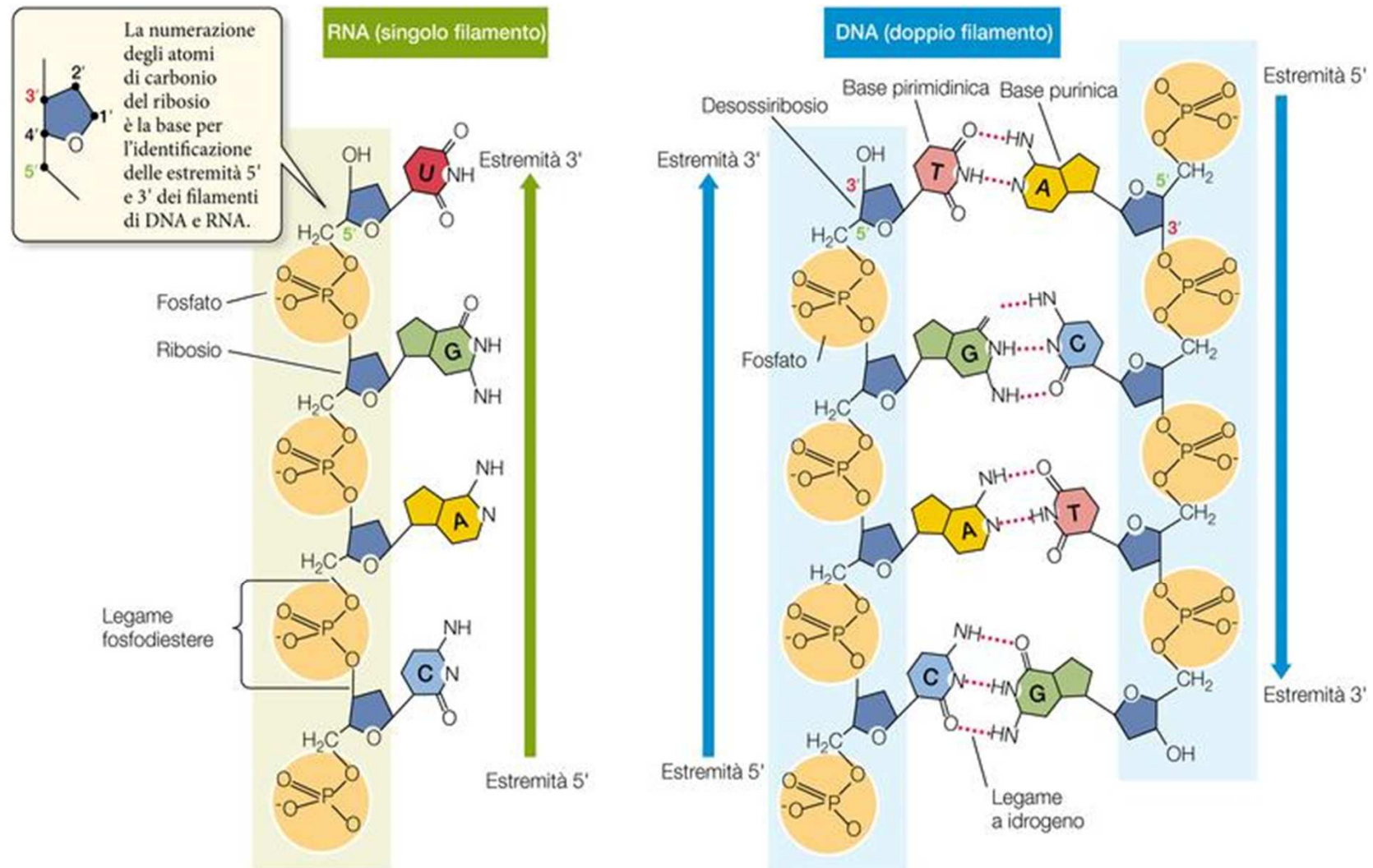
Esistono due tipi di acidi nucleici: il **DNA** e l'**RNA**.

L'informazione genetica contenuta nel DNA risiede nella sequenza dei nucleotidi che costituiscono la doppia elica.

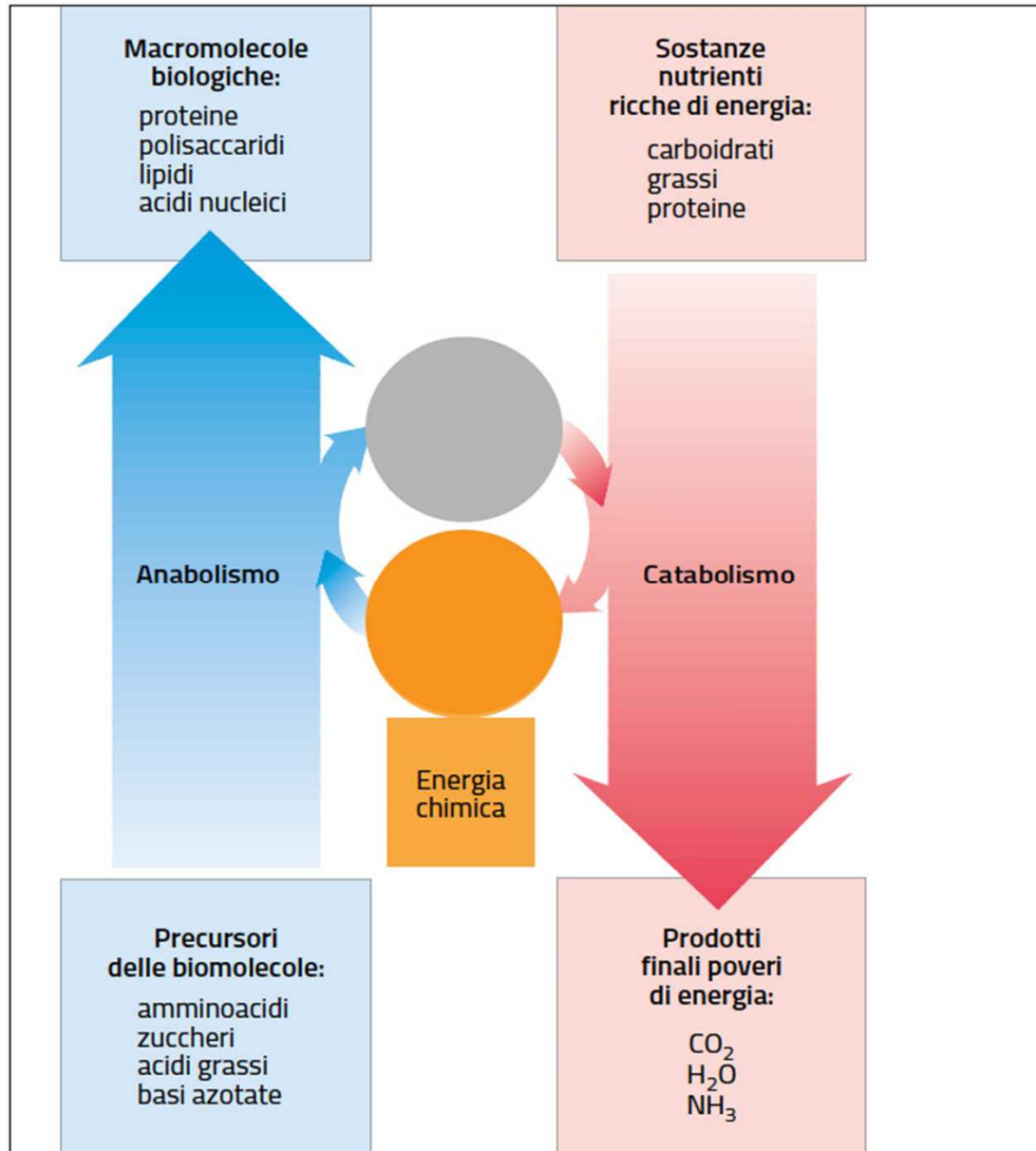
I monomeri: le basi azotate



I polimeri: DNA e RNA



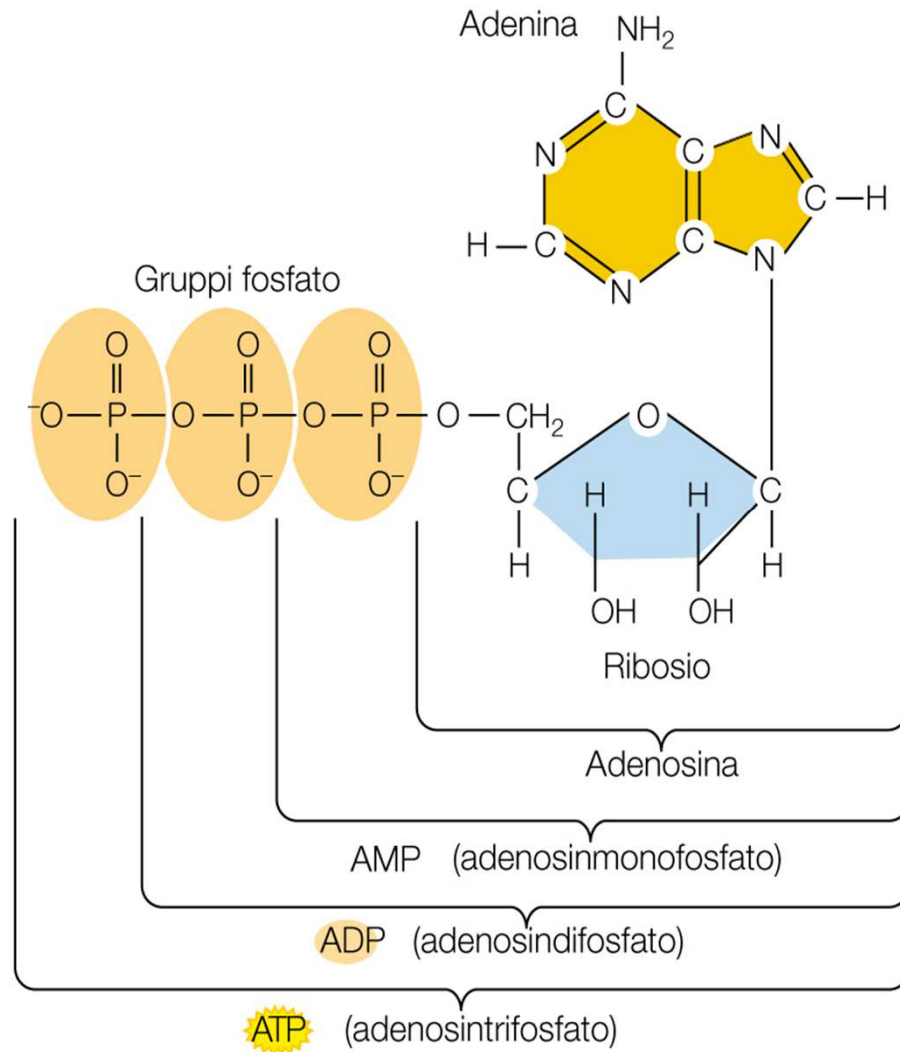
L'energia e il metabolismo



Gli organismi ricavano **energia** dall'ambiente e la trasformano all'interno delle cellule per utilizzarla secondo le proprie esigenze.

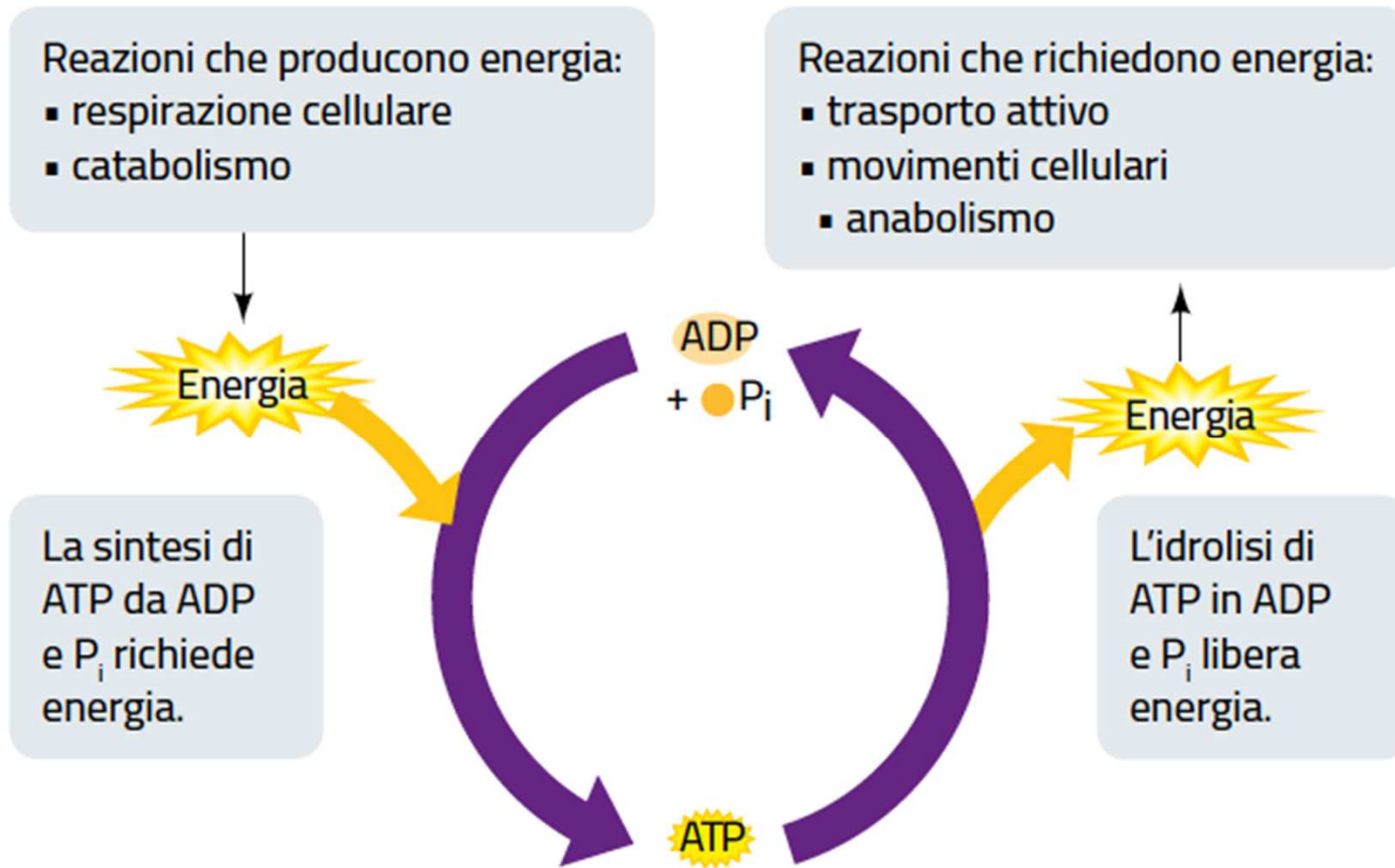
Le reazioni anaboliche sintetizzano molecole complesse, le reazioni cataboliche le scindono in molecole più semplici; anabolismo e catabolismo costituiscono il metabolismo.

La molecola dell'energia: l'ATP



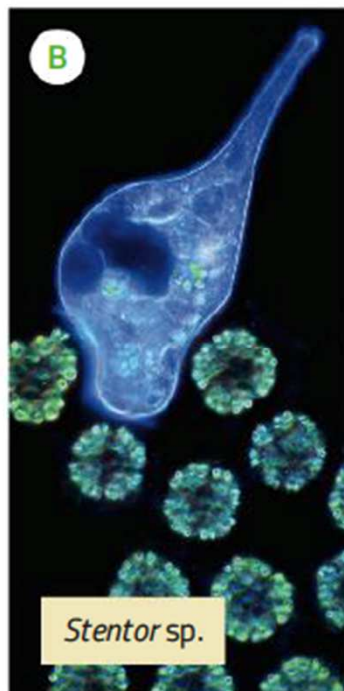
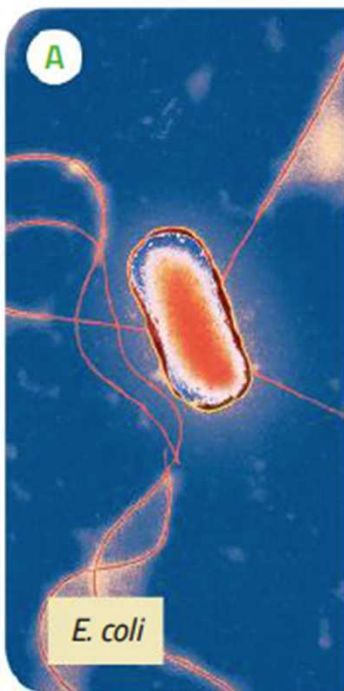
Le cellule sintetizzano molecole di **ATP** utilizzando l'energia prodotta dalle reazioni cataboliche, e poi le idrolizzano per attivare le reazioni anaboliche.

L'accoppiamento energetico



Le caratteristiche di tutti i viventi

Le forme di vita sono diversificate, abbondanti e diffuse su tutta la Terra, e spaziano dai batteri microscopici alle piante giganti.



Le caratteristiche di tutti i viventi

Tutti gli organismi viventi condividono alcune caratteristiche di base:

- ordine
- risposta agli stimoli
- regolazione dell'ambiente interno
- scambio di materia ed energia con l'ambiente
- crescita
- riproduzione e sviluppo
- ereditarietà genetica
- adattamento evolutivo

Autotrofo



Eterotrofo



Le caratteristiche dei viventi



Una foglia vista al microscopio mostra tante piccole celle collegate tra loro, le cellule.



Gli animali assorbono energia dal cibo, mentre le piante la ricavano dalla luce solare.

1. Formati da **cellule**
2. Assorbono e consumano **energia**
3. Si **riproducono**
4. Si sono **adattati** all'ambiente
5. Rispondono agli **stimoli**



Gli organismi si riproducono e generano individui simili a loro, a cui trasmettono le proprie caratteristiche.

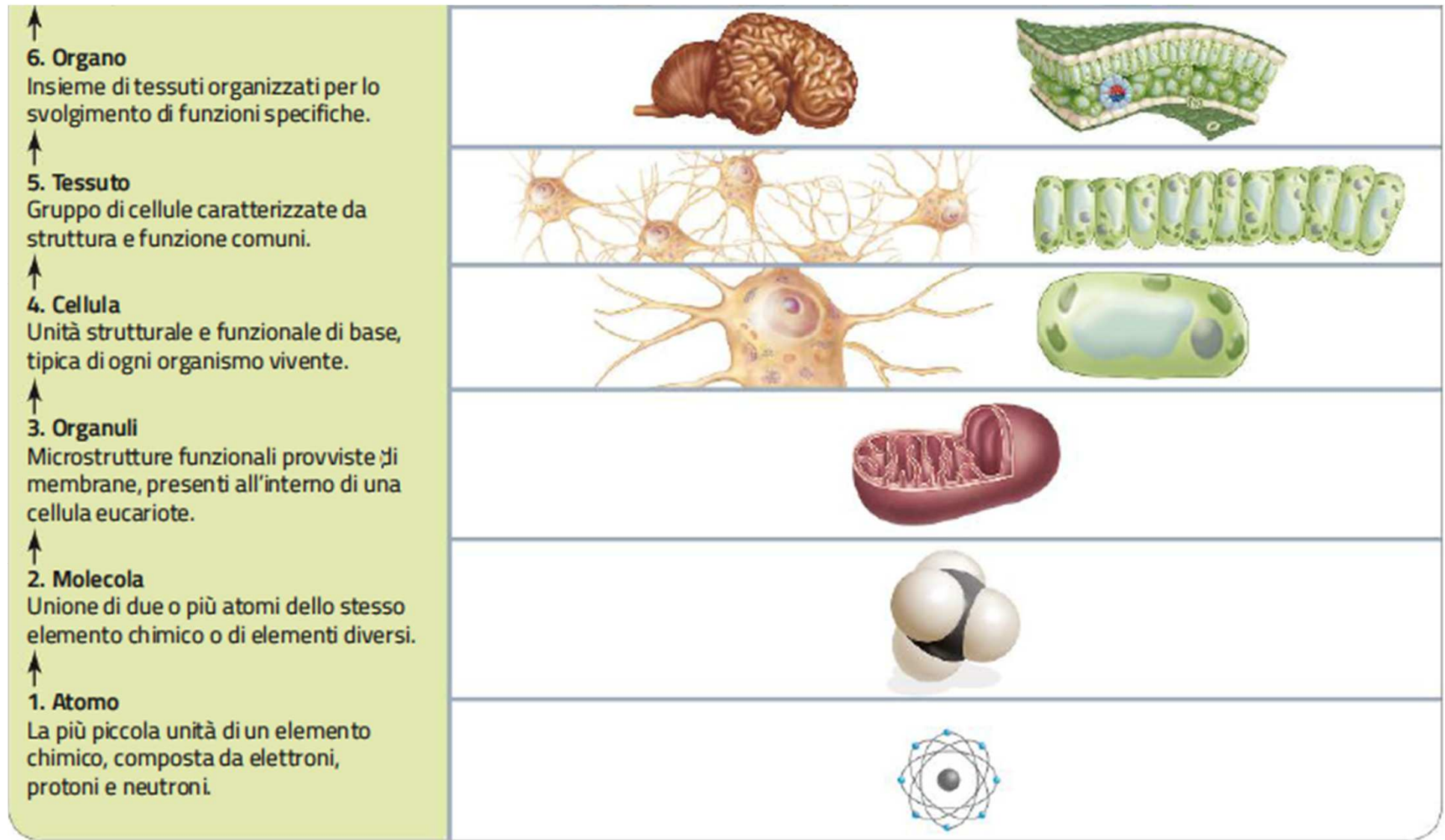


Le stelle alpine si sono adattate al freddo mediante peli sulle foglie, sui petali e sul fusto.



Gli uccelli migratori rispondono allo stimolo del freddo invernale mediante migrazioni verso le zone tropicali.

Classificare i viventi



Classificare i viventi

12. Biosfera

Porzione della crosta terrestre, delle acque e dell'atmosfera abitata da forme viventi.



11. Ecosistema

Comprende la comunità dei viventi e l'ambiente fisico.



10. Comunità

Popolazioni che interagiscono in una determinata area.



9. Popolazione

Insieme di organismi della stessa specie che vivono in una determinata area.



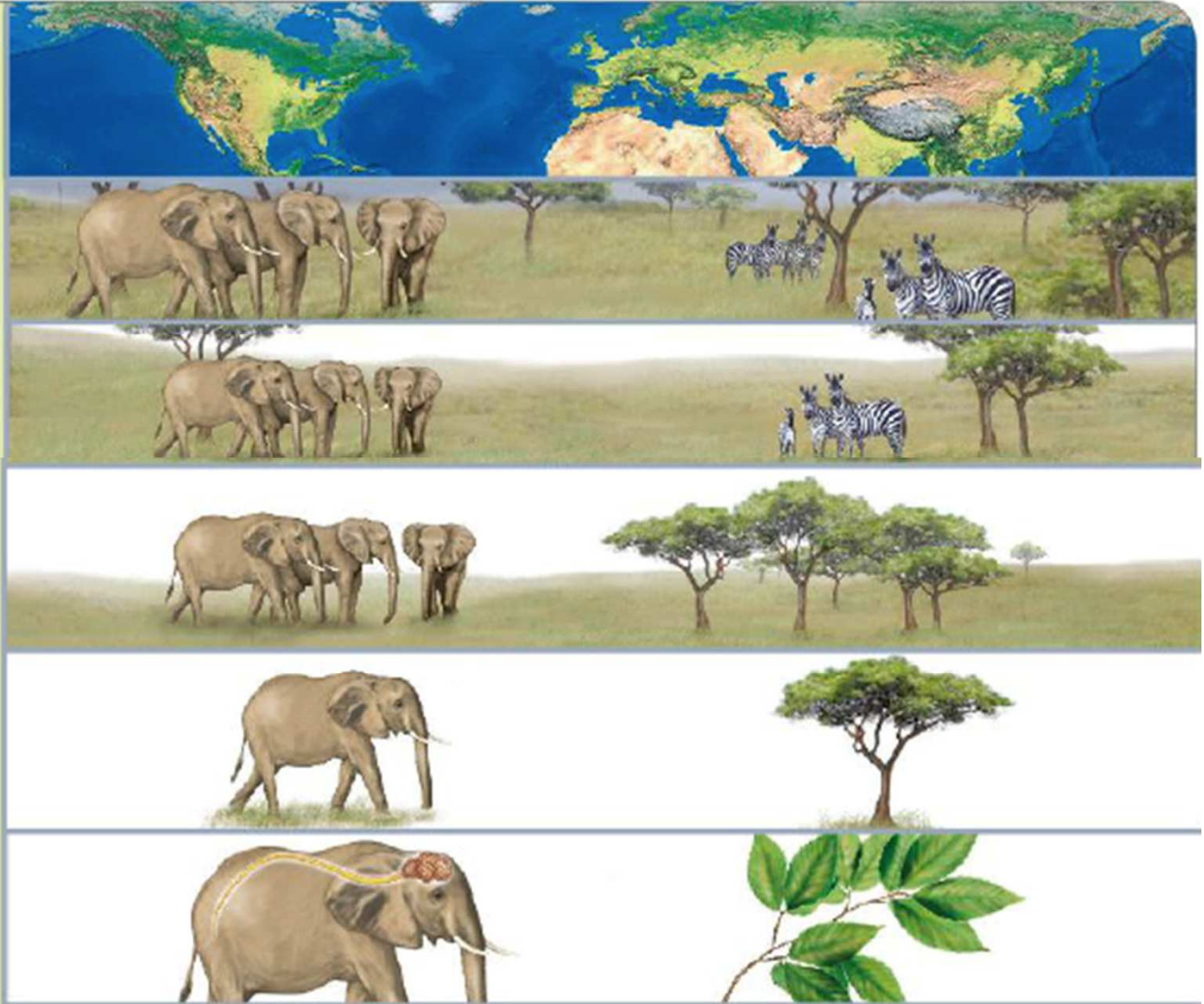
8. Organismo

Individuo singolo; gli individui delle specie complesse contengono sistemi di organi.



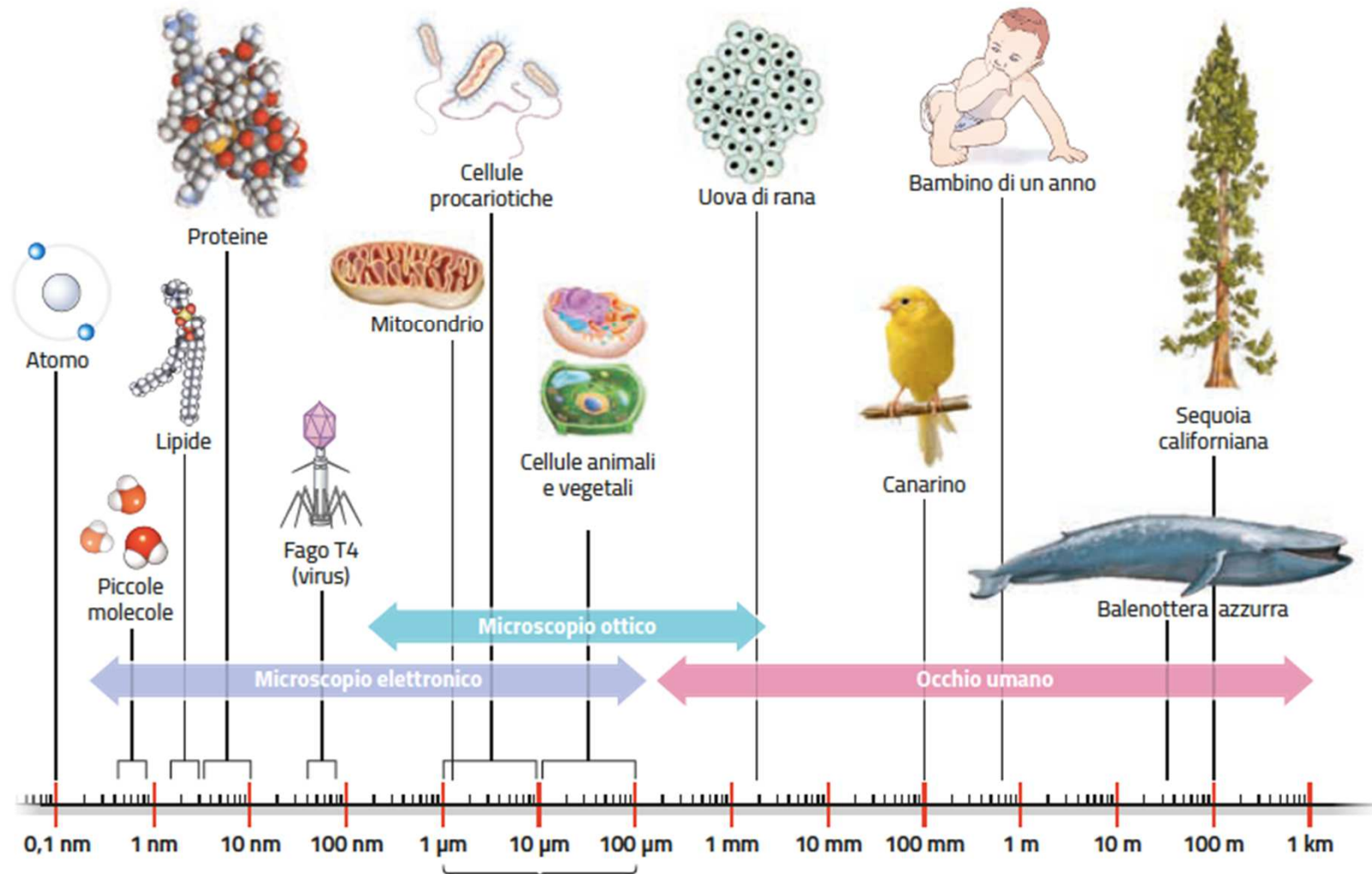
7. Sistema di organi

Insieme di diversi organi che lavorano insieme per svolgere funzioni complesse.



L'unità elementare della vita

Tutti gli organismi sono formati da una o più **cellule**. Le cellule hanno **piccole dimensioni**.



Il diametro della maggior parte delle cellule è compreso nell'intervallo da 1 a 100 µm.

Questa scala è logaritmica: ogni unità è 10 volte maggiore di quella che la precede.

Louise cosmic eye

<https://www.youtube.com/watch?v=8Are9dDbW24>

L'evoluzione della Terra

È probabile che l'atmosfera della Terra primordiale fosse formata esclusivamente da elio e idrogeno.

In seguito, le emissioni dei vulcani e dei geyser portarono alla formazione di una nuova **atmosfera priva di ossigeno**, che favorì la formazione degli oceani.



La storia della vita sulla Terra

4,6 → 3,8 miliardi di anni fa
La Terra si forma, passa allo stato fuso e poi si solidifica la crosta. L'atmosfera primordiale viene persa e sostituita dai gas esalati dal sottosuolo, ma non c'è ossigeno nell'aria. Si forma l'idrosfera per condensazione del vapore acqueo.



3,8 → 2,8 miliardi di anni fa
Compaiono i primi organismi unicellulari, che vivono nelle acque calde dei mari primordiali. Si sviluppano le prime forme di vita capaci di liberare ossigeno, che si accumula lentamente nell'aria.

700 → 600 milioni di anni fa
C'è una rapida diversificazione di forme di vita complesse, che popolano le acque marine e raggiungono grandi dimensioni. Compaiono i primi vertebrati, cioè i pesci.

300 milioni di anni fa
Avviene la conquista della terraferma da parte di vegetali e animali. Vaste foreste coprono i continenti, popolati da forme di vita di ogni genere.

27
Abbondanti resti fossili di forme viventi acquatiche

28
Prime piante terrestri
Primi animali terrestri

29
Foreste che formeranno i giacimenti di carbone
Abbondanti insetti
Primi mammiferi
Dominano i dinosauri

30
Primi uccelli
Prime piante con i fiori
Grande diffusione dei mammiferi

3-1 milioni di anni fa
Compaiono i primi ominidi, ovvero gli antenati dell'uomo.

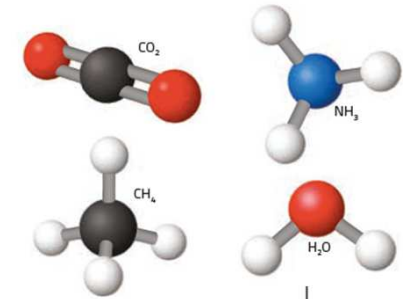
Primi ominidi



In questo schema ogni giorno rappresenta 150 milioni di anni.

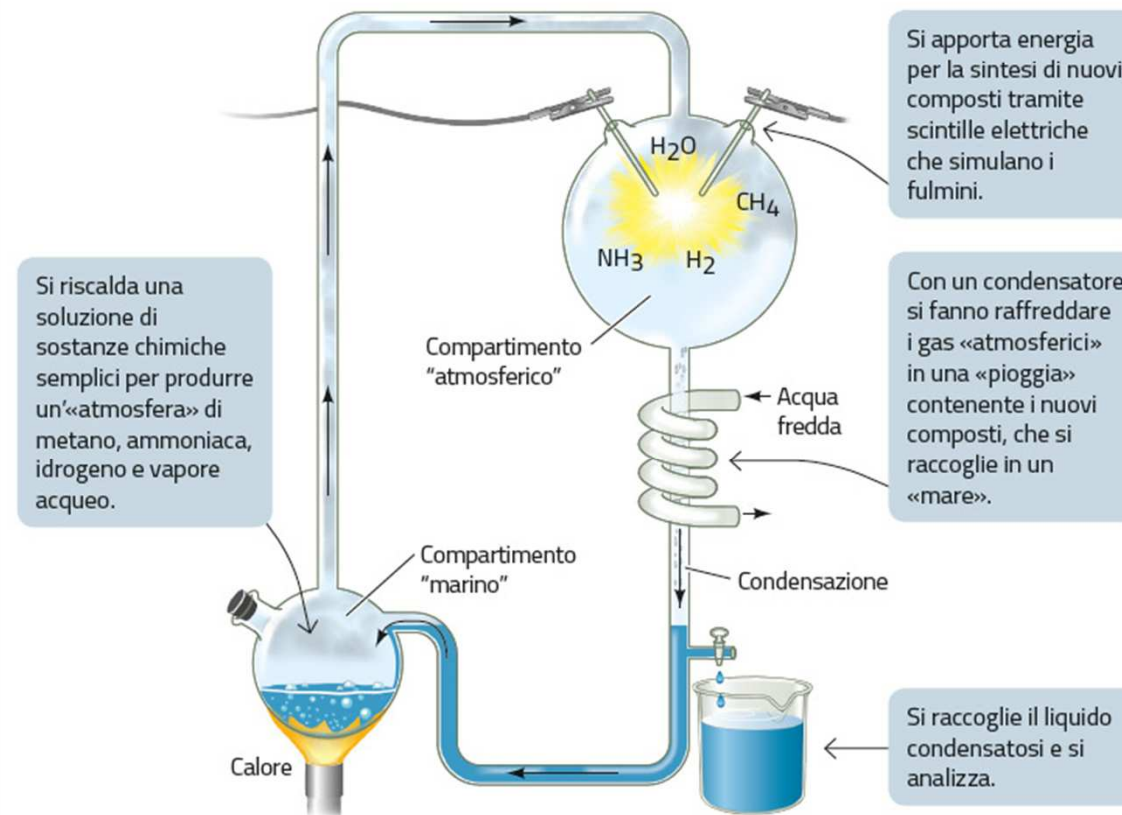
L'esperimento di Miller-Urey

Secondo la teoria di Oparin, la comparsa della vita sulla Terra è stata preceduta da una lunga serie di eventi, che prende il nome di **evoluzione chimica**. Miller e Urey confermarono attraverso un **esperimento** l'ipotesi di Oparin, dimostrando che le molecole organiche possono formarsi spontaneamente a partire dalla materia inorganica



Ipotesi

Si possono formare composti chimici organici in condizioni simili a quelle presenti nell'atmosfera primordiale terrestre.



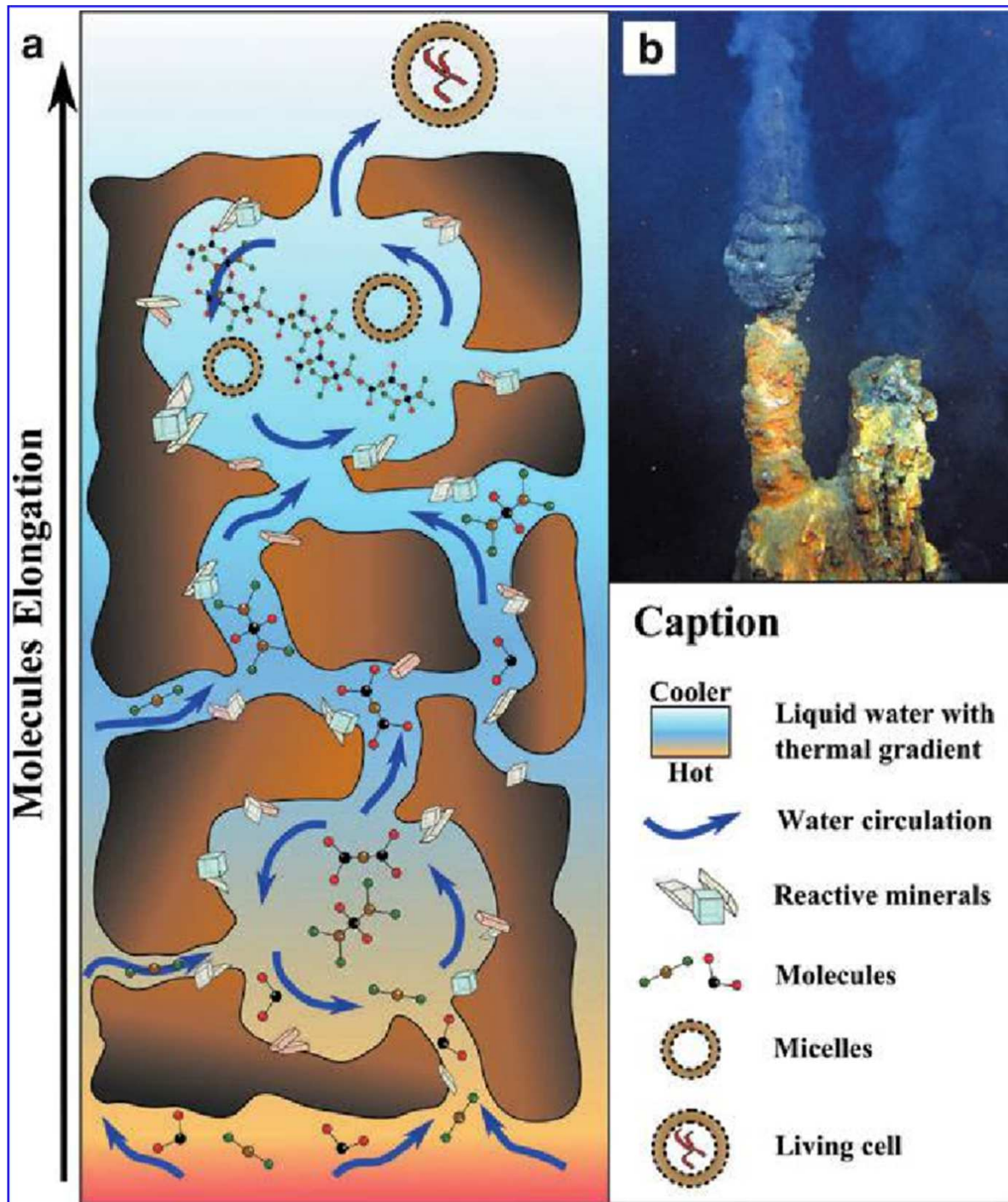
Risultati



Alla fine le reazioni nel liquido di condensazione hanno formato composti chimici organici, tra cui amminoacidi.

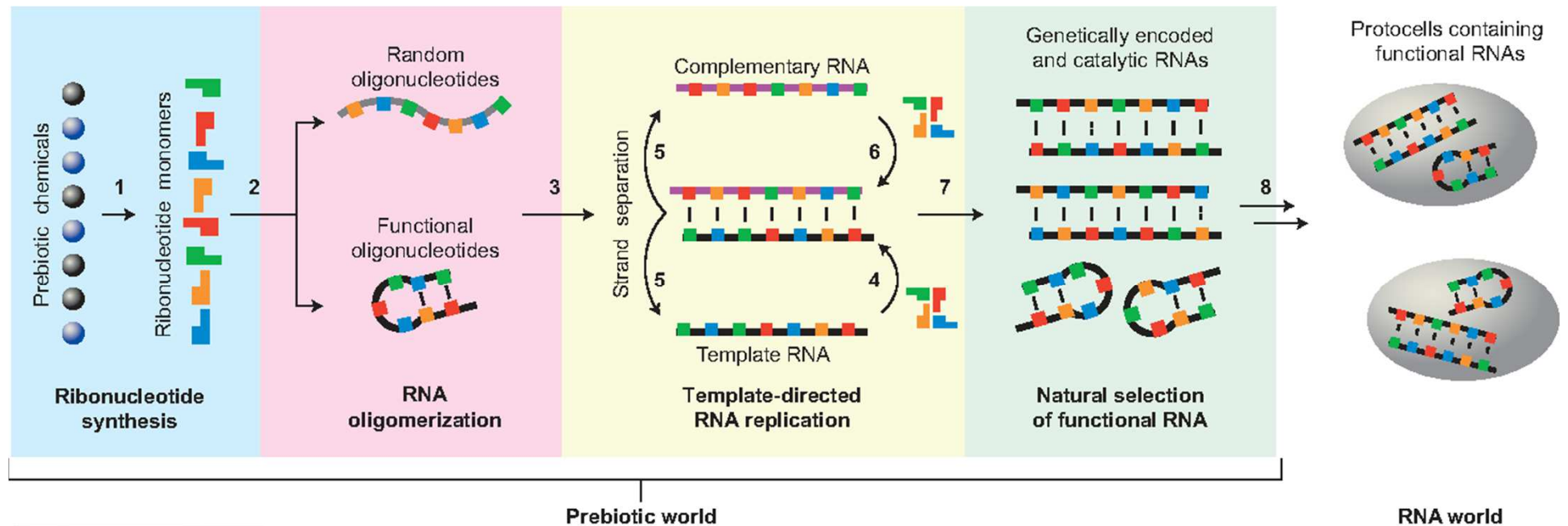
Conclusione

Le unità chimiche costitutive della vita potrebbero essersi generate nell'atmosfera che probabilmente esisteva sulla Terra primordiale.



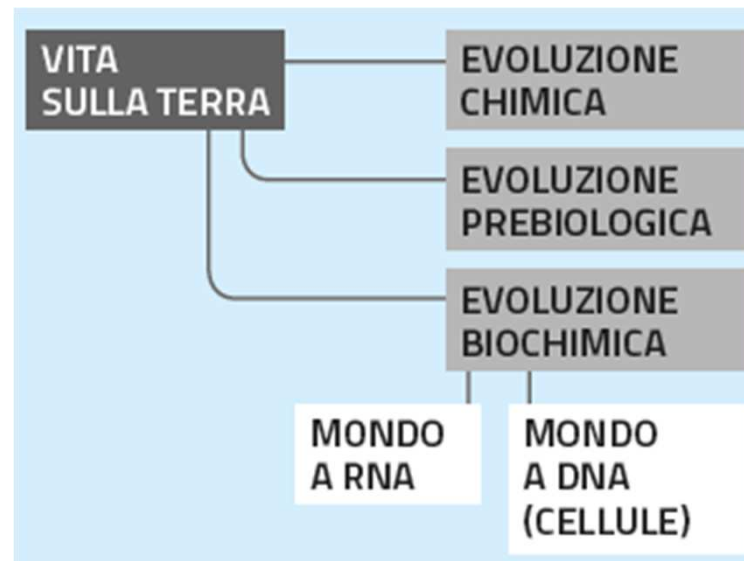
Evoluzione prebiologica: secondo Oparin, le biomolecole sono diventate più numerose e hanno iniziato a combinarsi, dando luogo a piccoli sistemi (*coacervati*).

The RNA world



Dalle biomolecole alle prime cellule

Evoluzione biochimica: l'RNA svolge il ruolo di catalizzatore e memoria genetica, poi compare il DNA e l'RNA si specializza.



Una teoria alternativa

Secondo la **teoria della panspermia** le forme di vita terrestri sono troppo complesse per essersi formate spontaneamente.

La vita andrebbe quindi avuto origine nell'Universo e sarebbe giunta sulla Terra grazie a corpi celesti come comete o meteoriti.



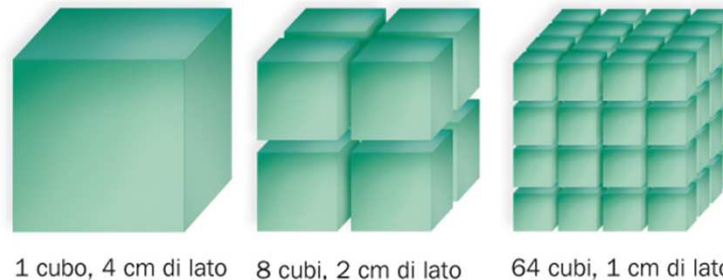
Le cellule sono le unità di base della vita

La **teoria cellulare** si basa su tre affermazioni:

- La cellula è l'unità di base dei viventi;
- Tutti gli organismi viventi sono costituiti da cellule (essi possono essere *unicellulari* o *pluricellulari*);
- Nuove cellule possono derivare soltanto da cellule preesistenti.

Le cellule hanno piccole dimensioni

Le cellule sono piccole per ottimizzare il **rapporto superficie/volume**; ciò consente alla cellula di ottenere una superficie di scambio con l'esterno adeguata per il passaggio di nutrienti e scarti.



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

Volumi ridotti ➡ Superfici più ampie

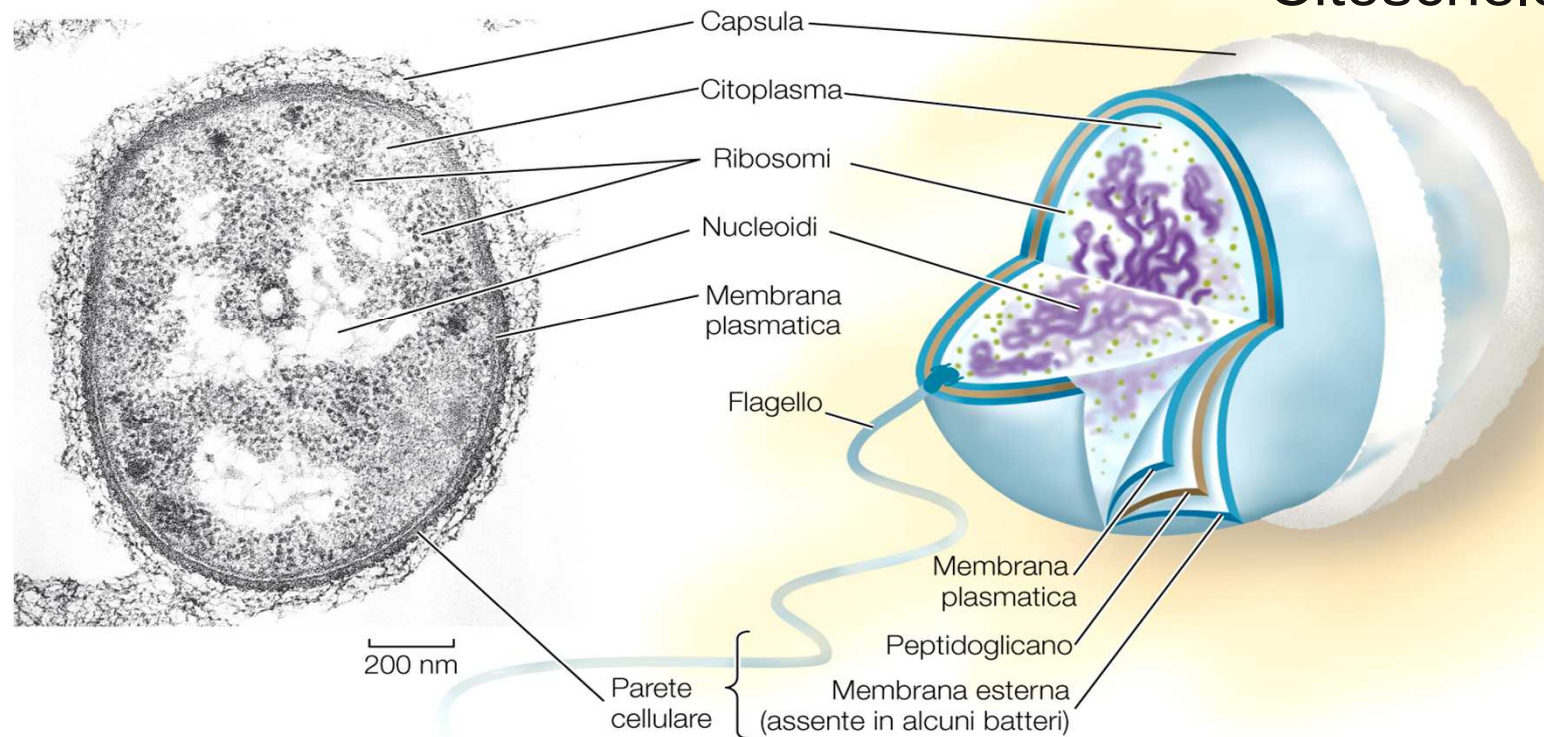
Valonia ventricosa,



Le cellule procariotiche

Le **cellule procariotiche** hanno una struttura comune: una **membrana** che racchiude il **citoplasma**, all'interno del quale si trova il **nucleoide** (DNA).

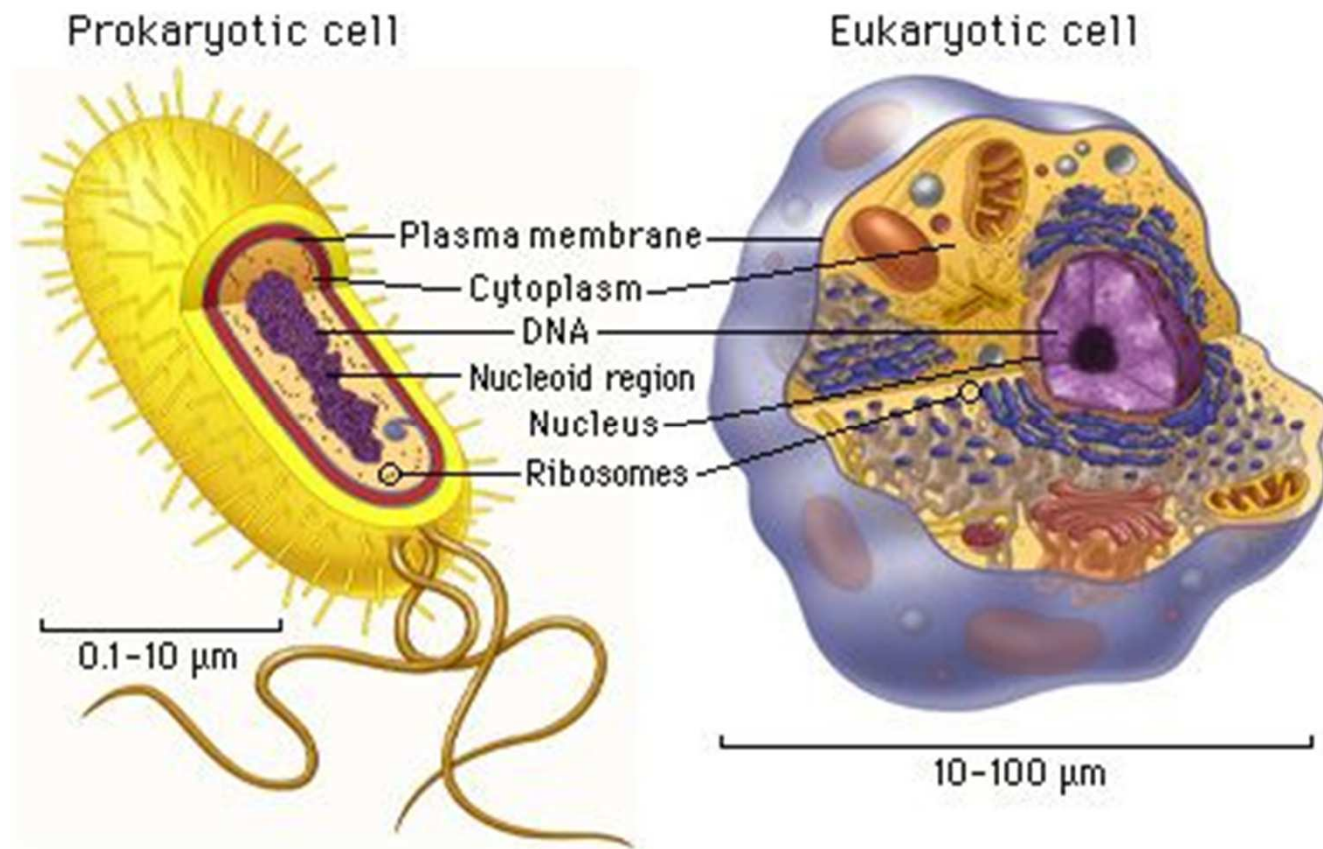
- Parete cellulare e capsula
- Membrane interne
- Flagelli e pili
- Citoscheletro



Le cellule eucariotiche

Le **cellule eucariotiche** sono delimitate da una membrana plasmatica e contengono citoplasma, ribosomi e DNA.

Hanno tuttavia dimensioni maggiori di quelle procariotiche, fino a dieci volte di più, e il loro citoplasma è suddiviso in compartimenti interni delimitati da membrana chiamati **organuli**.



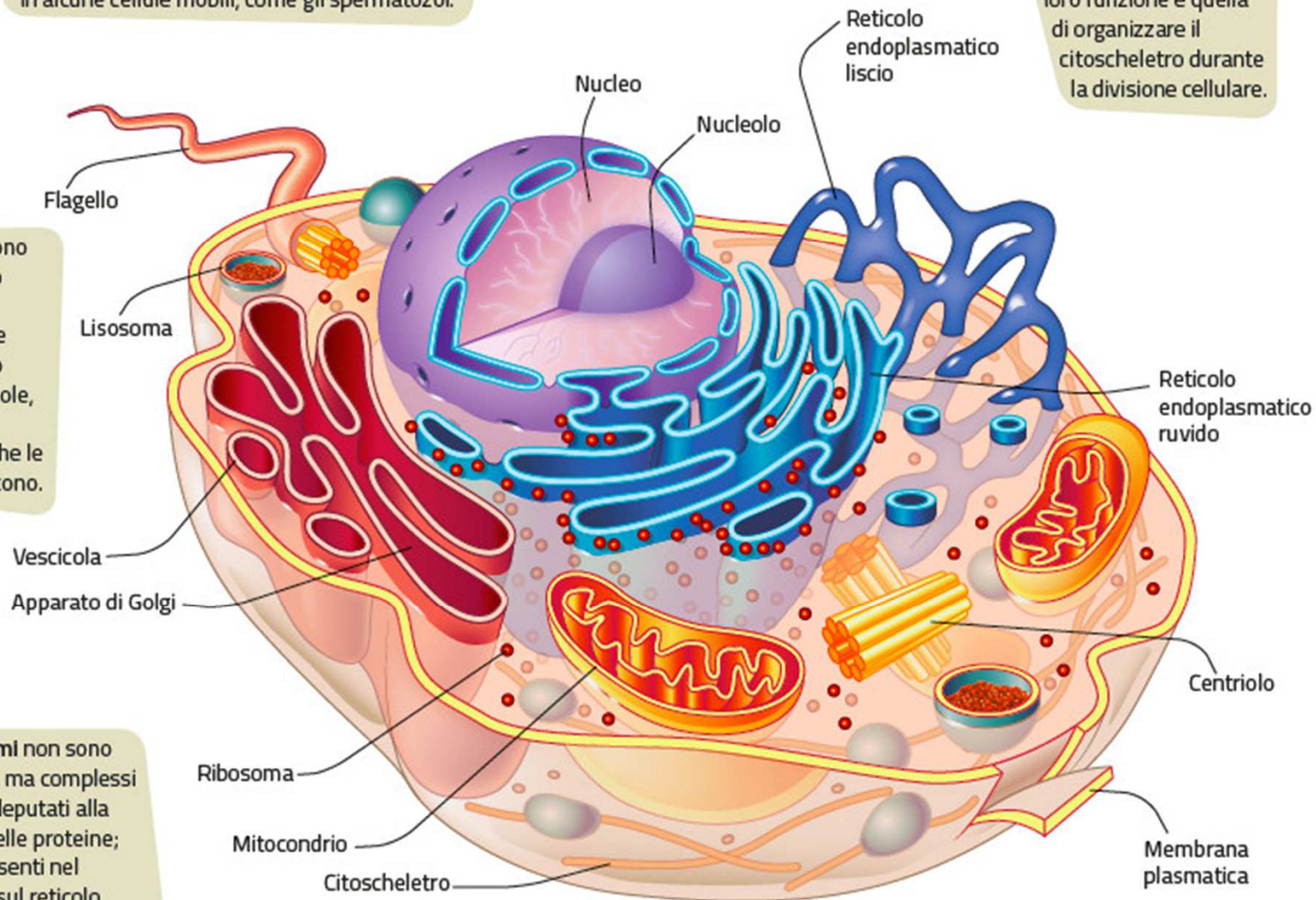
La cellula animale

Il **flagello** è una struttura che permette il movimento; è indispensabile per gli eucarioti a vita libera, mentre nei pluricellulari si trova solo in alcune cellule mobili, come gli spermatozoi.

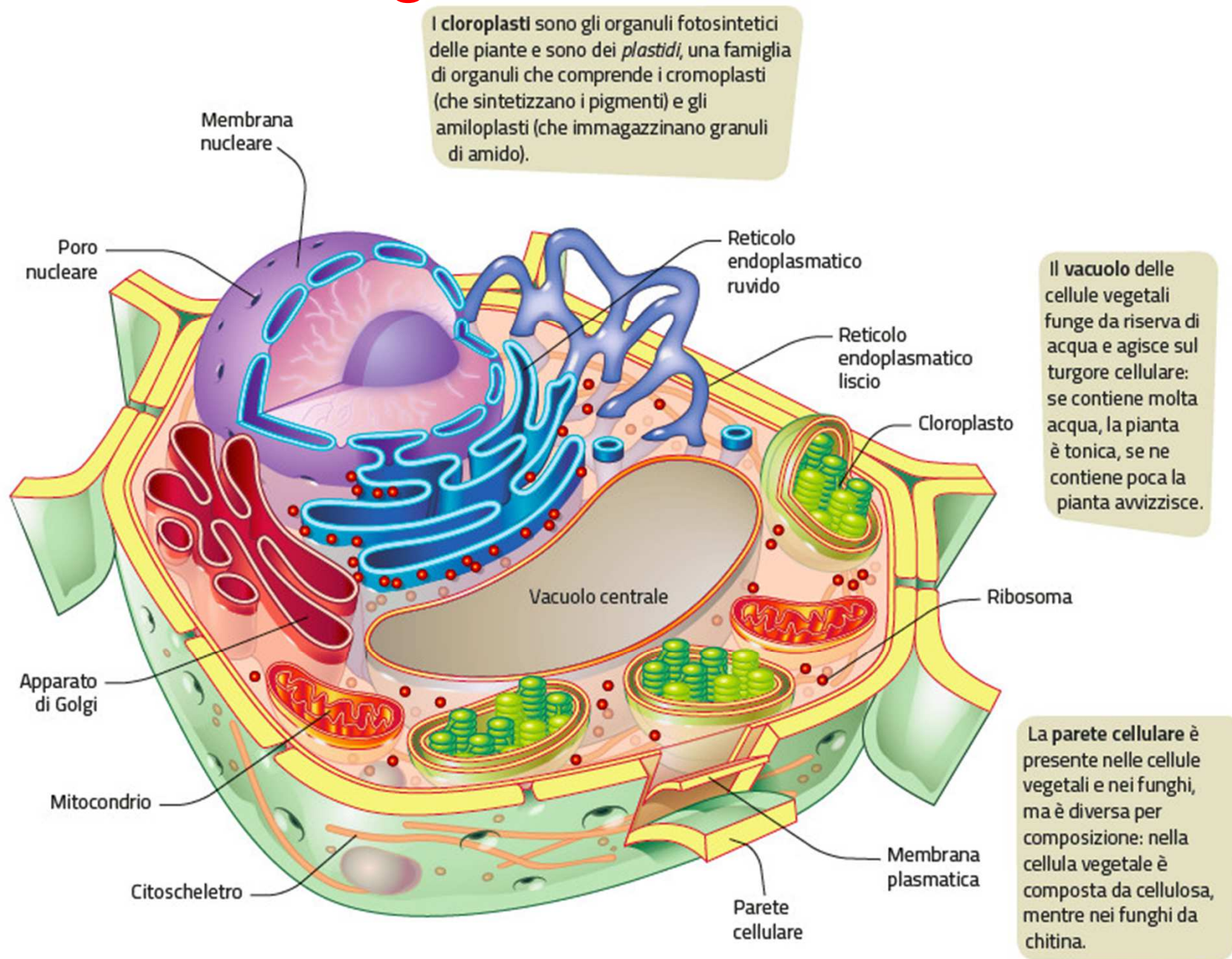
I **centrioli** non si trovano nelle piante e in gran parte dei funghi; la loro funzione è quella di organizzare il citoscheletro durante la divisione cellulare.

I **lisosomi** sono presenti solo nelle cellule animali, dove demoliscono molte molecole, liberando i monomeri che le costituiscono.

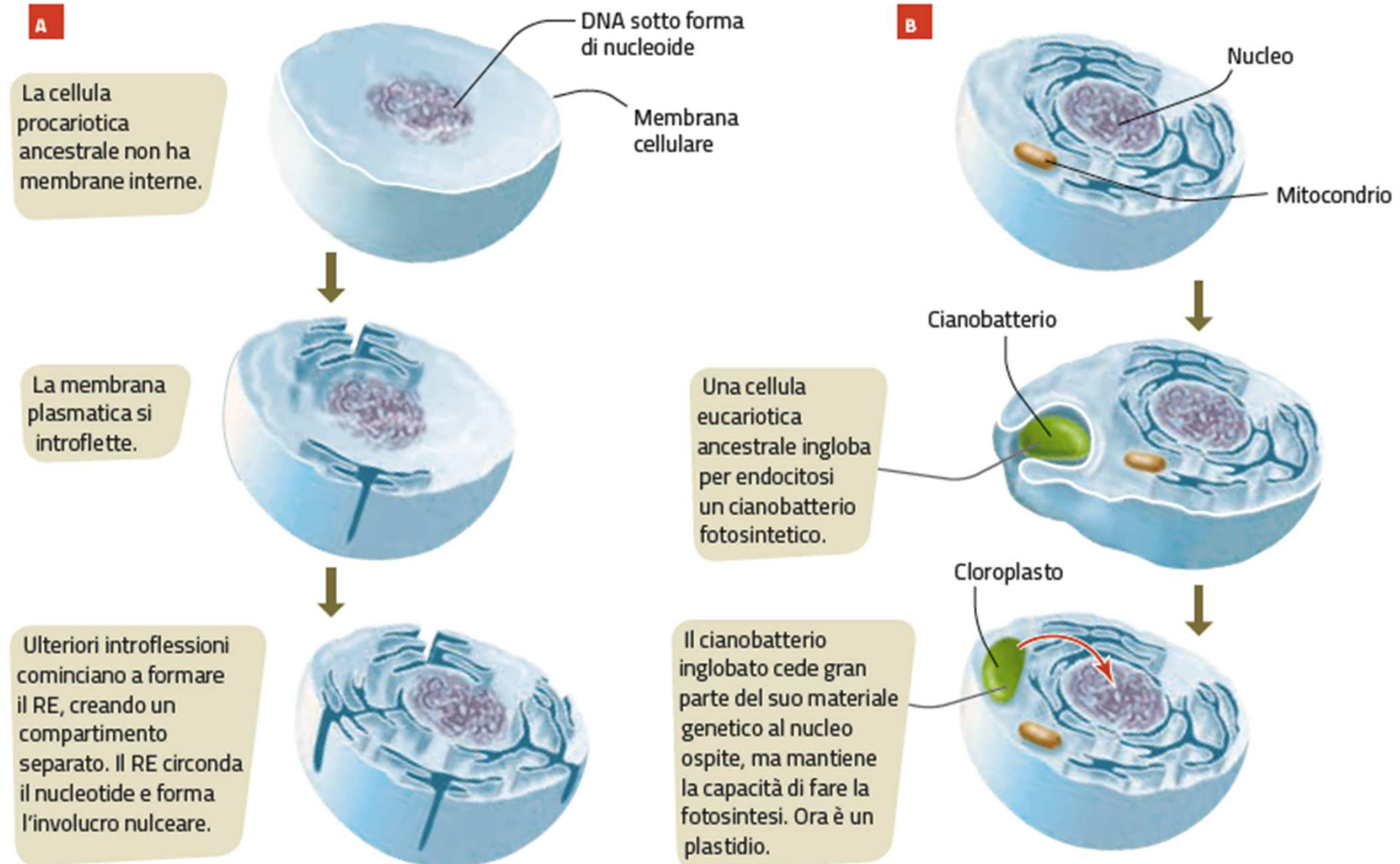
I **ribosomi** non sono organuli, ma complessi proteici deputati alla sintesi delle proteine; sono presenti nel citosol e sul reticolo endoplasmatico ruvido.



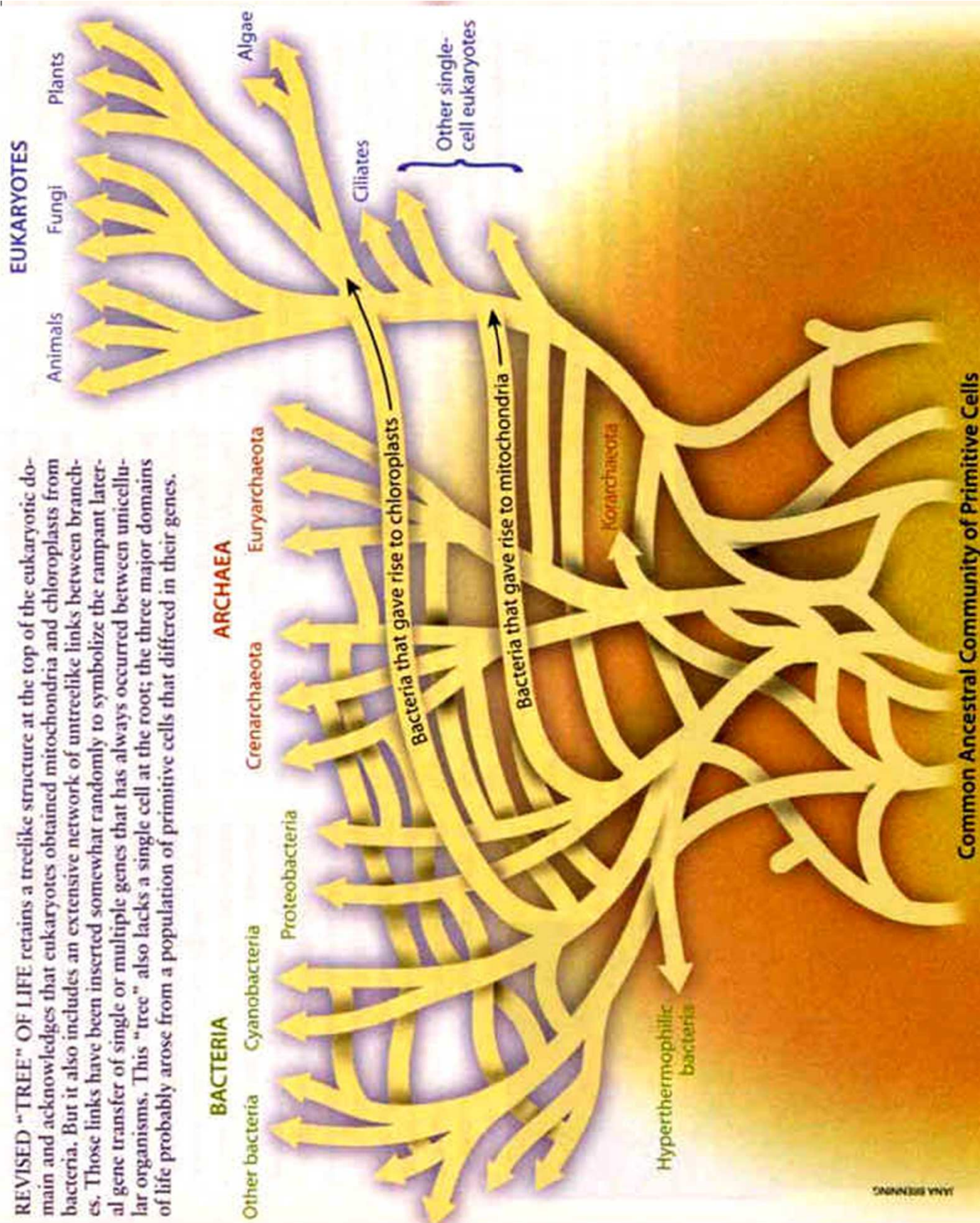
La cellula vegetale

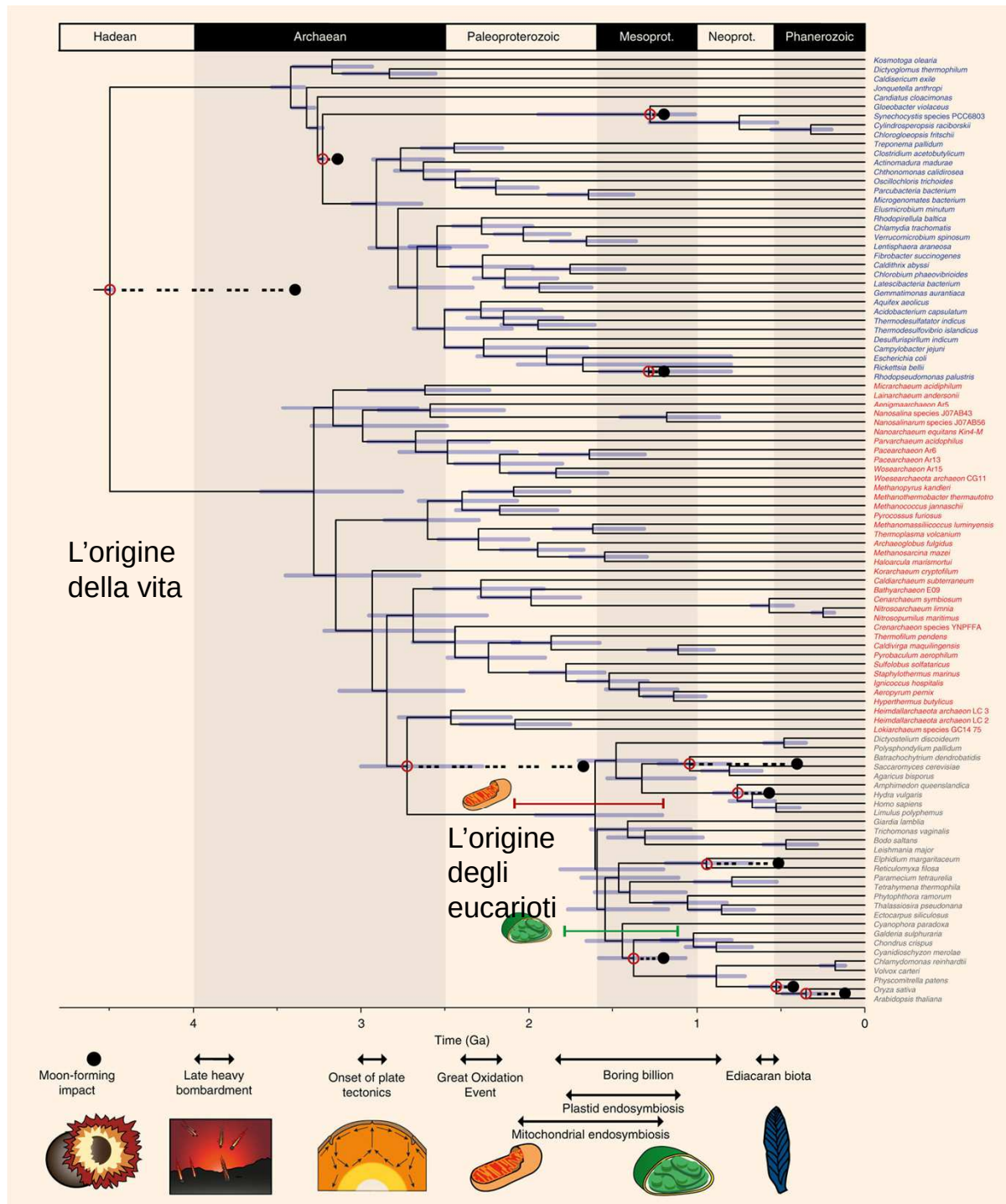


L'origine degli organuli



REVISED "TREE" OF LIFE retains a treelike structure at the top of the eukaryotic domain and acknowledges that eukaryotes obtained mitochondria and chloroplasts from bacteria. But it also includes an extensive network of untreetlike links between branches. Those links have been inserted somewhat randomly to symbolize the rampant lateral gene transfer of single or multiple genes that has always occurred between unicellular organisms. This "tree" also lacks a single cell at the root; the three major domains of life probably arose from a population of primitive cells that differed in their genes.





“It is rather humbling to think we belong to a lineage that is billions of years younger than life itself,” Professor Davide Pisani said.