

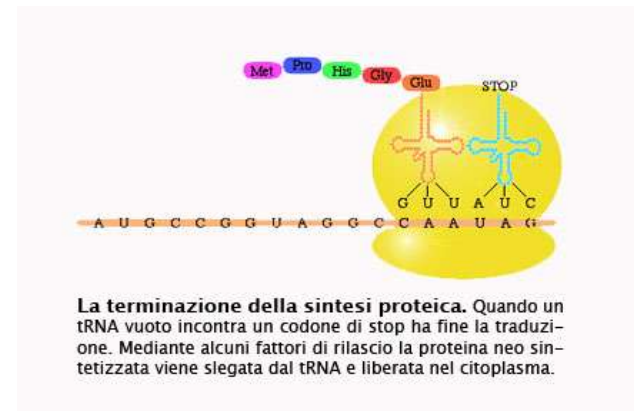
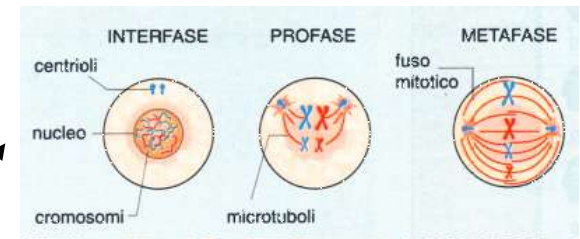
# LE PROTEINE

➤ POLIMERI LINEARI di 20 amminoacidi diversi



• La funzione plastica dei nutrienti è quella che permette la costruzione di nuova materia vivente, viene svolta principalmente dalle **proteine**, da alcuni **elementi inorganici** (per esempio, calcio e fosforo, necessari per la calcificazione ossea), e da **alcuni acidi grassi essenziali** (per esempio, acido linoleico, che entra a far parte delle membrane cellulari).

- Accrescimento aumento della massa corporea
- Turnover cellulare
- Riparazione tissutale
- I **tessuti maturi possono rimodellare il loro ECM** per adattarne la struttura ai carichi meccanici che deve sostenere e che ha sostenuto.



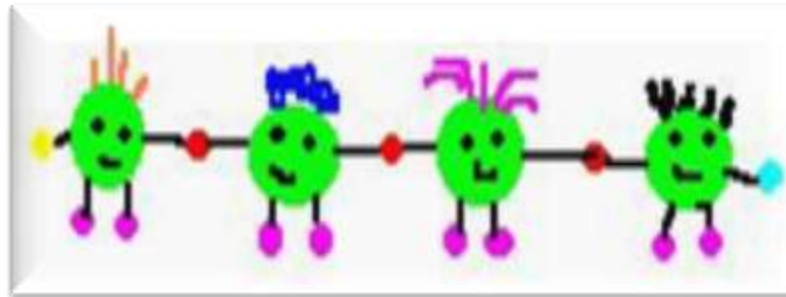
# PROTEINE

Le proteine sono i mattoni che costituiscono gli organismi viventi. Questa loro peculiare funzione, chiamata **plastica**, non è però l'unica. Le proteine sono infatti deputate anche alla sintesi di ormoni, enzimi e tessuti (in particolar modo quello muscolare).



•In condizioni di scarso apporto energetico, le proteine ricavate dagli alimenti o dal catabolismo muscolare, possono essere impiegate dal fegato, per fornire energia all'organismo.

- Dal punto di vista chimico le proteine sono macromolecole costituite da 22 unità fondamentali chiamate AMINOACIDI, che, come tanti anelli, si uniscono tra loro a formare una lunga catena.



- Otto di questi amminoacidi **sono essenziali** in quanto l'organismo non riesce a sintetizzarli a velocità sufficiente per far fronte alle richieste metaboliche.
- Tali amminoacidi (leucina, **isoleucina**, **lisina**, **metionina**, **valina**, **treonina**, **fenilalanina**, triptofano) devono pertanto essere introdotti con gli alimenti, onde evitare specifiche carenze nutrizionali. Nei primi due anni di vita diventano essenziali altri due amminoacidi, chiamati rispettivamente arginina e istidina.

# Dove possiamo trovare negli alimenti fonte di proteine?

- Molti alimenti sono ricchi in proteine: **la carne**, il **pesce**, ma anche il **mondo vegetale** ci offre un buon sostentamento: riso, frumento, granturco e sorgo sono ricchi di questi elementi.



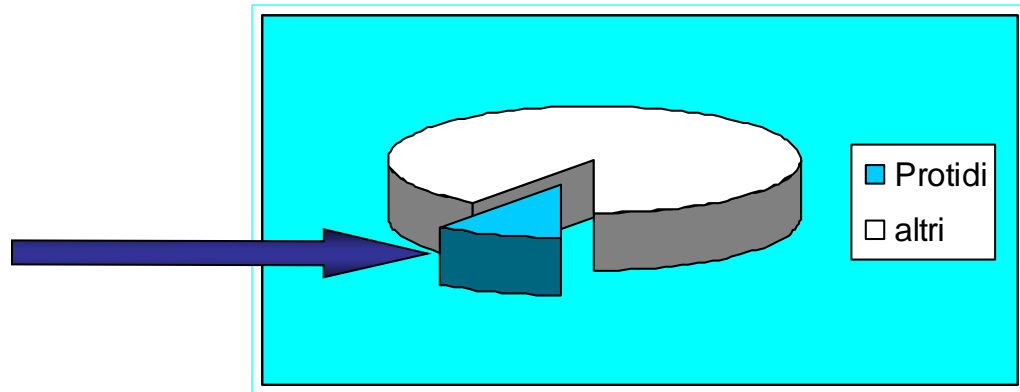
- Tuttavia alcuni studi dimostrano come le **proteine di origine vegetale**, nonostante siano in grado di assicurare la sopravvivenza, non riescono da sole a mantenere un tono fisico e mentale adeguato.

In una dieta equilibrata le proteine devono costituire il **10%** delle calorie totali:

nel periodo della **crescita** le “**proteine animali**” e “**vegetali**” dovrebbero essere **equamente ripartite**

in un **adulto** è considerato ottimale il consumo di: **1/3 di “proteine animali” e 2/3 di “proteine vegetali.**

I **protidi** nella ripartizione giornaliera:



# ALIMENTI E PROTEINE

# Alimenti ricchi di proteine

Negli alimenti di **origine animale** si possono trovare proteine "ad alto **valore biologico**": significa semplicemente che tali cibi contengono tutti gli aminoacidi "essenziali" nelle giuste proporzioni e quantità.

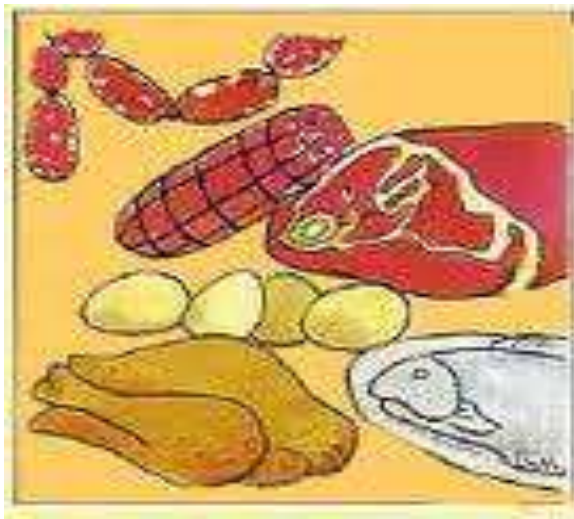
Le proteine presenti negli **alimenti vegetali** hanno invece un **profilo amminoacidico peggiore**, in quanto carenti di uno o più aminoacidi "essenziali".

Tale deficit può comunque essere colmato con facilità, associando tra loro alimenti vegetali di origine diversa (come la classica **pasta e fagioli**).



- GRUPPI DI ALIMENTI CONTENENTI  
PROTEINE





# Gruppo I

## carne- pesce-uova

- **Proteine di elevato valore biologico**
- Ferro
- Alcune vitamine del gruppo B (B1, B2, B3, B12)
- Lipidi
- Minerali

# La carne

Con il termine *carne* si intendono i muscoli striati e i tessuti strettamente connessi di:

- animali da macello (bovini, suini, ovini, caprini, equini)
- animali da cortile (pollame, tacchini, conigli)
- selvaggina

All'interno degli organismi di questi animali, altre parti che sono generalmente associate alla carne dal punto di vista merceologico sono le *frattaglie* (i principali organi interni), la *trippa* (stomaco e intestino) e le *animelle* (pancreas, timo, ghiandole salivari)

# Valori nutrizionali della carne

- Qualunque sia il tipo di carne che si scelga, sia esso di manzo, vitello, agnello e altro, l'apporto proteico che introduciamo nell'organismo è **molto consistente**.
- Si basti pensare per esempio che per 100 g di carne bovina è possibile coprire il 48% di fabbisogno giornaliero di proteine.
- La carne tuttavia è ricca anche in altri nutrienti quali vitamine idrosolubili ( B1, B2, B6, B12), nucleotidi con attività immunitaria e minerali come selenio, fosforo e ferro.

# Classificazione delle carni

Le carni destinate all'alimentazione possono essere classificate in alcuni modi, ad esempio **in base alla specie animale da cui provengono**. Importante è la classificazione **in base ai trattamenti subiti prima del consumo**. Si possono avere allora:

- **le carni fresche**, che abbiano subito soltanto trattamenti refrigeranti
- **le carni sterilizzate**, come la carne in scatola, per la cui preparazione è consentito l'uso di additivi (nitrati e nitriti, antiossidanti, addensanti, gelificanti, esaltatori di sapidità)
- **le carni salate e/o essiccate e/o affumicate e/o cotte**: i *salumi*, insaccati o non, che possono contenere numerosi additivi



# Composizione

La composizione della carne varia ovviamente a seconda della specie, dell'età, dello stato nutrizionale e dell'alimentazione dell'animale

Classe	range %
Acqua	50 - 79
Proteine	15 - 23
Composti azotati non proteici	1 - 2
Lipidi	2 - 30
Carboidrati	1.2
Sali minerali	1
Vitamine	tracce

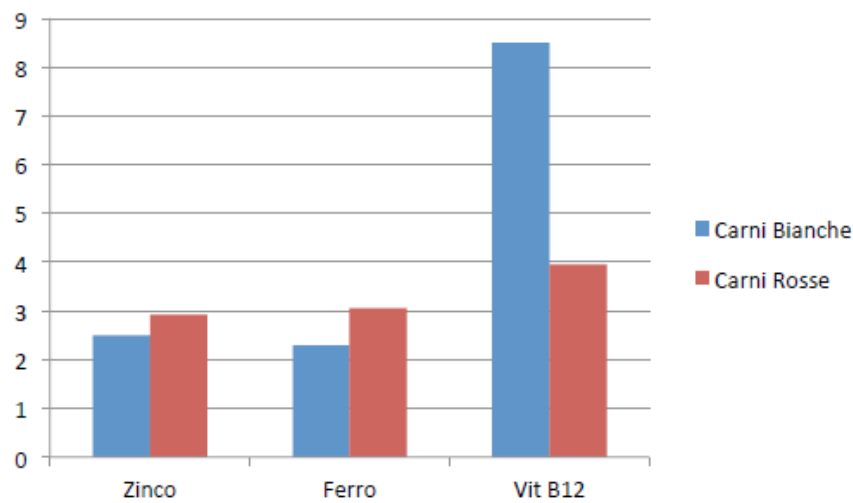
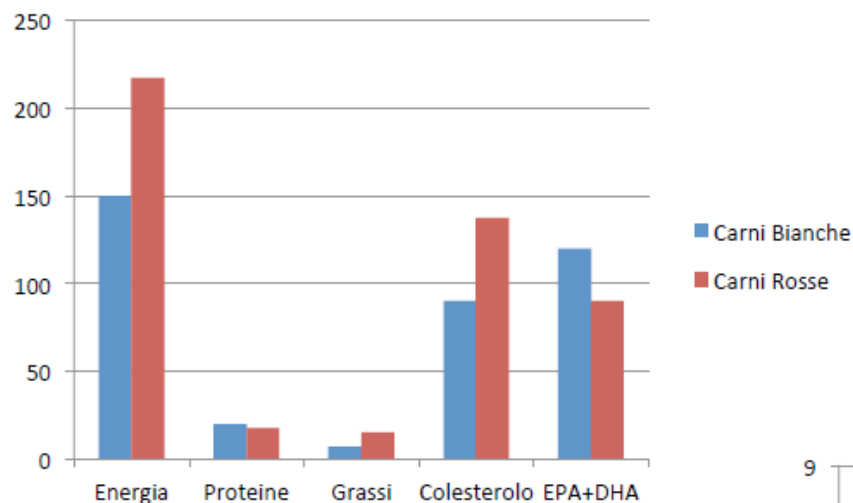
# Carne rossa o carne bianca

## Carne rossa: definizione

- La concentrazione di mioglobina è il maggiore determinante del colore della carne. Il gradiente di concentrazione di mioglobina va da 0.05% (pollo), a 0.1-0.3% (maiale e vitello), a 0.4-1.0% (bovino giovane) fino a 1.5-2.0% (bovino adulto).

In generale nel gruppo delle carni rosse sono comprese bovino, maiale, agnello e capra di allevamento. Le carni bianche sono rappresentate da pollame, tacchino e coniglio.

# Carne rossa e carne bianca: differenze contenuto dei principali nutrienti





# IL PESCE

## Caratteristiche nutrizionali

- **Proteine ad elevato valore biologico**
  - Lipidi ricchi in **omega-3**
    - Fosfolipidi
  - Sali minerali (calcio, iodio, fosforo)
    - Vitamine B, PP, A, D
  - **Il pesce azzurro** contiene molto **ferro**



### Proteine del pesce

Tra i vari peptidi contenuti nelle carni delle specie ittiche scarseggiano quelli sarcoplasmatici, in particolare le proteine globulari (come la *globulina*), e quelle del tessuto connettivo (fibre *collagene*, fibre *reticolari* e fibre *elastiche*). Quest'ultimo gruppo di proteine, che nella carne terrestre mantengono la compattezza anche previo cottura dell'alimento, è responsabile del prolungamento della permanenza gastrica e per questo riduce la digeribilità dell'alimento; le proteine del pesce invece, che ne contengono poche, risultano molto più digeribili rispetto a quelle della carne.

# LE UOVA

Di solito sono di GALLINA

Costituite da GUSCIO, ALBUME e TUORLO

## ALBUME

Acqua

**Proteine:** ovoalbumina, conalbumina, ovomucoide

**Lisozima:** ad azione antibatterica

## TUORLO

Acqua

**Proteine** (ricche di fosforo)

**Grassi** (fosfolipidi, trigliceridi, colesterolo)

**Sali minerali:** calcio, fosforo, ferro

**Vitamina** A, D, B1, B2, B12, PP



## L'UOVO: PROTEINE AD ALTO VALORE BIOLOGICO

Le uova sono una fonte concentrata di proteine

- contenenti tutti i **9 aminoacidi essenziali**
- ricche di **Aminoacidi Solforati**
- con **il più alto valore biologico** fra tutte le principali fonti di proteine animali

# UOVO

## ALTRE CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI

- Fonte di vitamine: **A, E, D, Gruppo B (B1, B2, PP, B12)**
- Fonte di Sali minerali: **magnesio, calcio, potassio, fosforo, zinco e ferro**
- Sono ricche in colina, **micronutriente** che gioca un ruolo importante nello sviluppo e nelle funzioni del cervello e del sistema nervoso
- Hanno proprietà antiossidanti grazie ai carotenoidi presenti nel tuorlo (**luteina e zeaxantina**)



# Gruppo II latte e derivati

- Proteine di elevato valore biologico
- Calcio e fosforo
- Alcune vitamine del gruppo B (B2, B12)
- Lipidi (prevalentemente saturi)

# LATTE

E' un alimento completo, **INDISPENSABILE** per la crescita



**Proteine: caseina e proteine del siero**

## Proteine del latte

Insieme a [grassi](#) e lattosio, le caseine sono uno dei principali componenti organici del [latte](#).

**Le caseine sono composte da diversi tipi di [proteine](#) legate insieme ad acqua, enzimi e [sali minerali](#) (principalmente calcio e fosforo) sottoforma di aggregati sferici chiamati micelle.**

Nel latte sono presenti diverse **proteine del siero**. Le più conosciute sono le **lattoalbumine** e le **lattoglobuline**, che rappresentano un'eccezionale fonte di [amminoacidi ramificati](#). Rispetto alle caseine hanno un profilo aminoacidico più completo, che conferisce loro un [valore biologico](#) addirittura superiore a quello delle [proteine dell'uovo](#).

Nel siero sono presenti anche [immunoglobuline](#), che derivano direttamente dal [plasma](#) sanguigno dell'animale e svolgono un'importante funzione immunitaria.



# Gruppo III/IV cereali e derivati legumi



- Carboidrati complessi (amido)
- Proteine di scarso o medio valore biologico
- Alcune vitamine del gruppo B (B1, B3)
- Fibra alimentare

**Legumi: carenti in metionina**

**Cereali: carenti in lisina**



# SOIA

La **soia** è una pianta erbacea annuale delle Papilionacee, proveniente dalla Cina e dal Giappone, molto diffusa e coltivata per il foraggio e per l'estrazione dell'olio. Rispetto ai **legumi nostrani**, presenta una ripartizione tra macronutrienti diversa, fino al **35% di proteine** e al **18% di grassi**, contro, rispettivamente, il **20% (proteine)** e il **2% (grassi)** di fagioli, ceci e lenticchie. Inoltre, accanto all'apporto nutrizionale di alto valore, la soia contiene anche gli **isoflavonoidi** ai quali è riconosciuta un'azione ipocolesterolizzante e di supporto alla produzione ormonale femminile. Grazie all'apporto notevole di lipidi, la soia produce derivati non solo proteici, ma anche con notevole componente di grassi, venendo a sostituire alimenti come il formaggio o l'olio.



# SOIA

- Inoltre la presenza di fitoestrogeni (estrogeni di origine vegetale) agisce come sostituto degli estrogeni naturali in situazioni di carenza, come la menopausa, contrastando l'insorgere dell'osteoporosi, la cui causa principale è appunto la riduzione della produzione degli estrogeni da parte del corpo femminile. Secondo uno studio dell'Università di Bologna, 60 grammi di proteine di soia sono la dose giornaliera necessaria per contrastare i sintomi più fastidiosi della menopausa.

Il valore biologico delle proteine isolate della soia non è particolarmente elevato (75 su 100); il problema principale è che tali proteine scarseggiano dell'aminoacido metionina e ciò ha un'influenza negativa sull'utilizzo degli altri aminoacidi nella sintesi proteica

**L'abbinamento di soia e cereali consente di superare le reciproche carenze**

**aminoacidiche.**

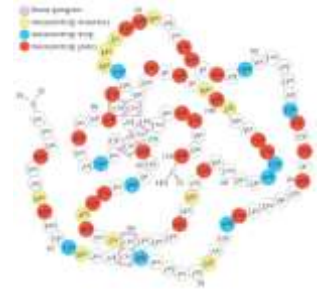
## Il contenuto proteico % degli alimenti è molto variabile

<b>Farina di frumento tipo 00</b>	<b>11,0 %</b>
<b>Pane di tipo integrale</b>	<b>7,5 %</b>
<b>Pasta di semola cruda</b>	<b>10,9 %</b>
<b>Fagioli freschi crudi</b>	<b>10,2 %</b>
<b>Lenticchie secche crude</b>	<b>22,7 %</b>
<b>Soia secca</b>	<b>36,9 %</b>
<b>Patate bollite</b>	<b>1,8 %</b>
<b>Carne bovina filetto</b>	<b>20,5 %</b>
<b>Carne di pollo petto</b>	<b>23,3 %</b>
<b>Prosciutto crudo disossato</b>	<b>26,9 %</b>
<b>Salame Milano</b>	<b>26,7 %</b>
<b>Cefalo muggine</b>	<b>15,8 %</b>
<b>Merluzzo o nasello fresco</b>	<b>17,0 %</b>
<b>Latte vaccino intero</b>	<b>3,3 %</b>
<b>Formaggio grana</b>	<b>33,9 %</b>

# **STRUTTURA GENERALE DELLE PROTEINE**

# Proteine

- **Le proteine sono composte da una o più catene polipeptidiche, ovvero composti lineari formati da amminoacidi legati uno di seguito all'altro.**



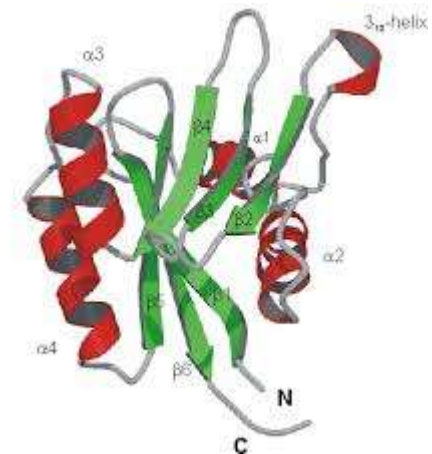
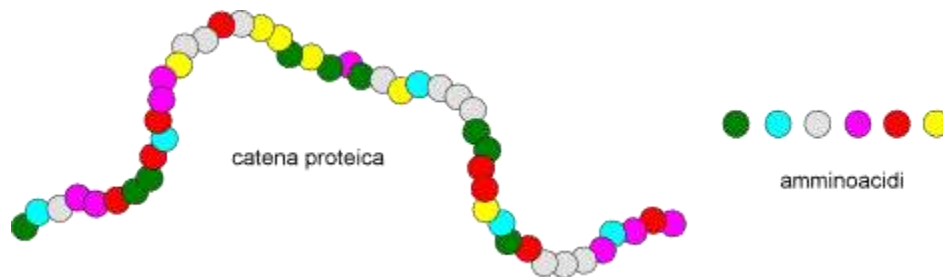
- Esistono centinaia di amminoacidi, ma solo **venti** di questi fanno parte delle proteine: un numero comunque sufficiente a formare le oltre **50000 differenti proteine** presenti nel corpo umano.
- Le proteine sono costituite da un minimo di 50 amminoacidi ad un massimo di qualche migliaio.
- Le catene più corte vengono dette **oligopeptidi** (numero di amminoacidi minore o uguale a 10) e **peptidi** (da 10 a 50 amminoacidi).

# Proteine e funzioni.

Ciascuna **proteina** svolge una o **più funzioni** nell'organismo, generalmente attraverso l'interazione specifica con altre molecole.

La **conformazione** (struttura tridimensionale) di ciascuna proteina determina il tipo di interazioni possibili e quindi la specifica funzione; essa dipende dalla **sequenza dei residui amminoacidici** contenuti nella proteina.

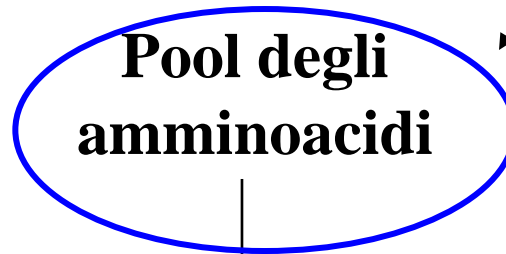
L'**abolizione** (denaturazione) **della conformazione proteica** determina la perdita della funzione.



# TURNOVER PROTEICO

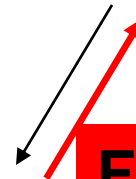
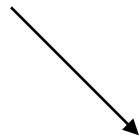
**Proteine alimentari**

**Proteine corporee**



**Funzione plastica**

**Pool di escrezione**

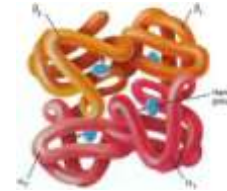


- **Tra le funzioni più importanti esercitate dalle proteine negli organismi ricordiamo:**

- 1. **funzione strutturale (collagene)**



- 2. **funzione di trasporto (emoglobina, apolipoproteine, albumina)**



- 3. **funzione di difesa e protezione (immunoglobuline, fibrinogeno)**



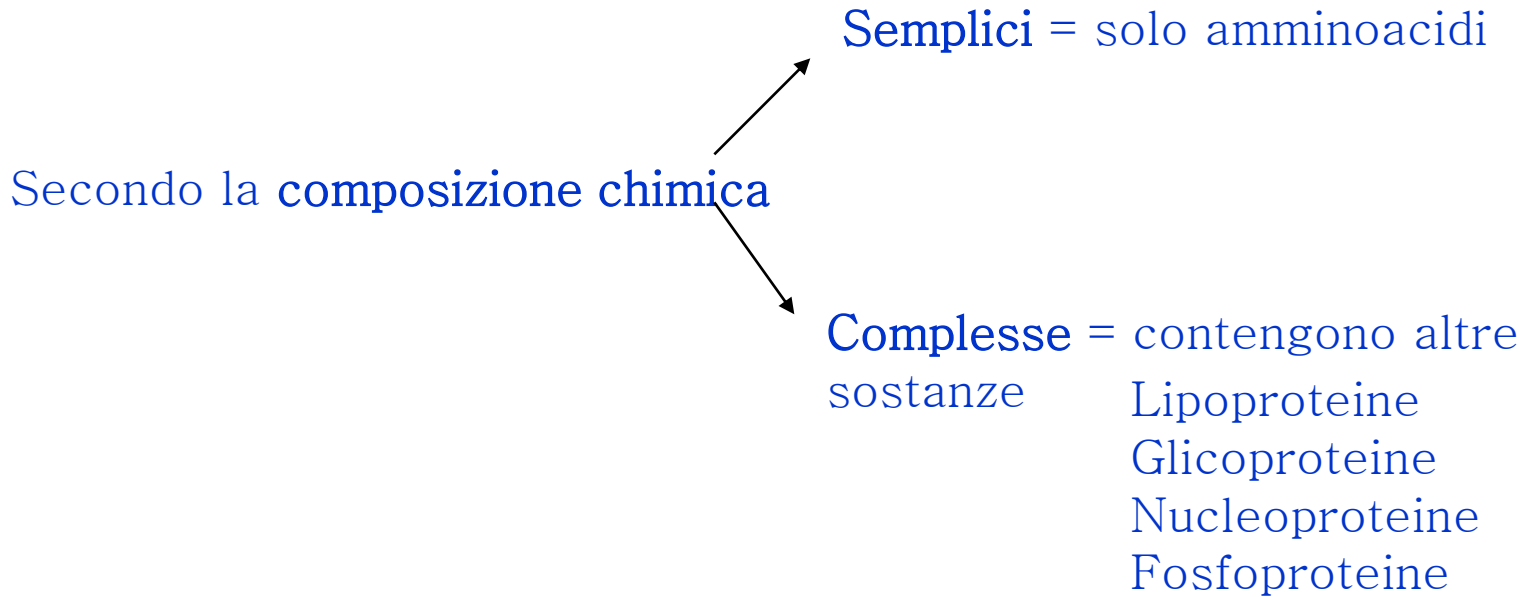
- 4. **funzione di controllo e regolazione (ormoni, recettori di diversi ormoni, fattori di trascrizione)**

- 5. **funzione catalitica (tutti gli enzimi)**



- 6. **funzione di movimento (actina, miosina).**

# Classificazione delle proteine



## Secondo l'importanza nutrizionale

Alto VB



Medio VB



Basso VB





# AMMINOACIDI

- **GLI AMMINOACIDI SONO GLI ELEMENTI STRUTTURALI DELLE PROTEINE**

- La caratteristica strutturale comune a tutte le **proteine** è di essere dei *polimeri lineari di amminoacidi*

La tipologia di amminoacidi presenti

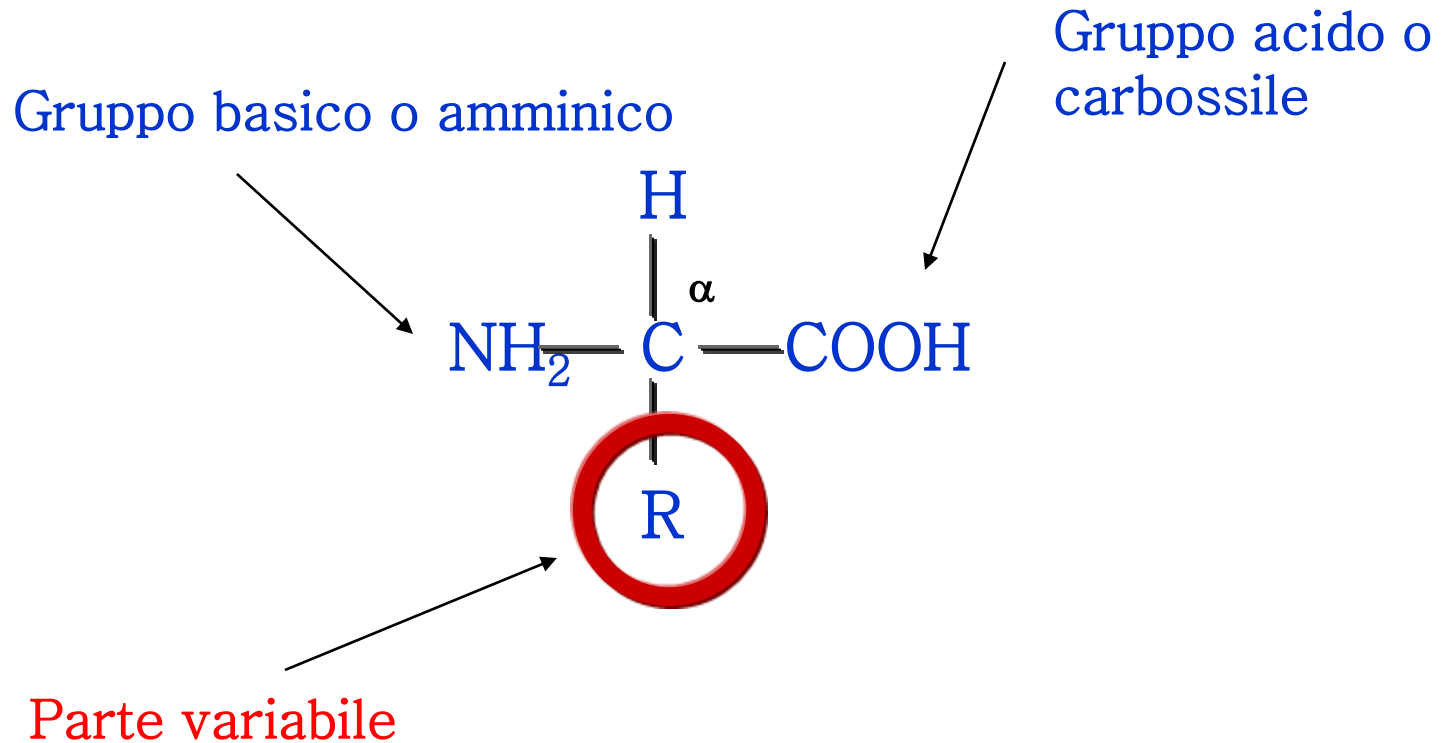


• Determina la **struttura tridimensionale della proteina**



• **Rende la proteina capace di svolgere specifiche funzioni biologiche**

# AMMINOACIDI

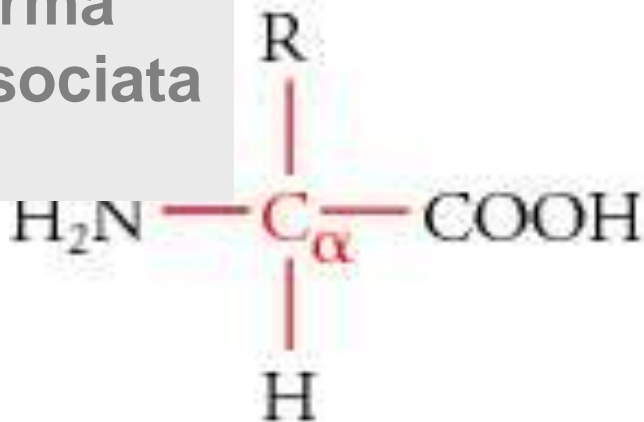


R = gruppo di atomi che formano una catena non molto lunga

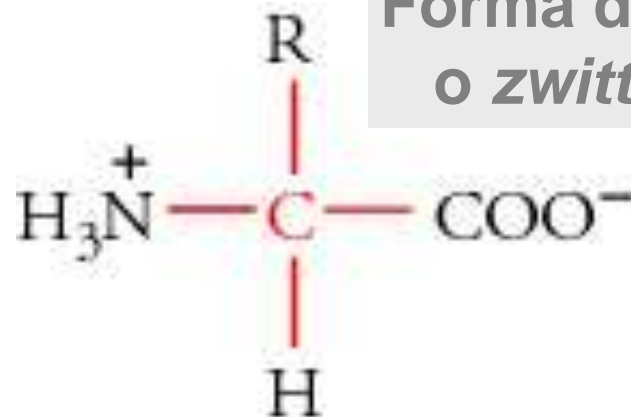
# Struttura dell'amminoacido

- **Proprietà fisiche e Punto Isoelettrico.** Questo comportamento dei gruppi protonabili principali e della catena laterale determina alcune caratteristiche fisiche degli **amminoacidi**, quali la **solubilità in acqua** e l'**elevato punto di fusione**.

Forma  
indissociata

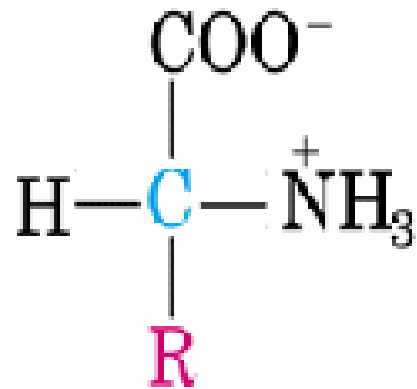


Forma dipolare  
o *zwitterion*

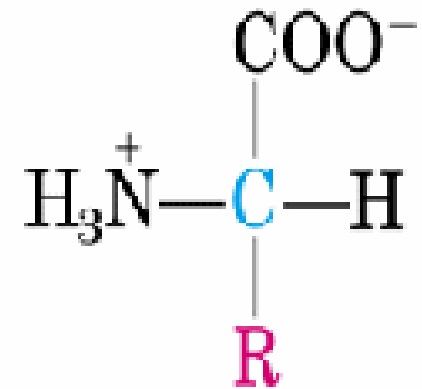


pH isoelettrico= carica netta neutra (6-8)

Da questa proiezione è facile osservare che il **carbonio  $\alpha$**  di tutti gli  $\alpha$ -amminoacidi (tranne glicina e prolina) lega **quattro residui diversi**; è quindi un **atomo chirale** o **asimmetrico**, che da luogo a due **configurazioni assolute diverse**, l'una l'immagine speculare dell'altra, definite **enantiomeri**. Nella **proiezione di Fisher**, l'**enantiomero L** ha il **gruppo amminico a sinistra**, l'**enantiomero D** a **destra**. Gli **enantiomeri L e D** possono essere distinti per la **proprietà fisica di ruotare il piano della luce polarizzata in senso opposto**.




**D Amminoacido**



**L Amminoacido**

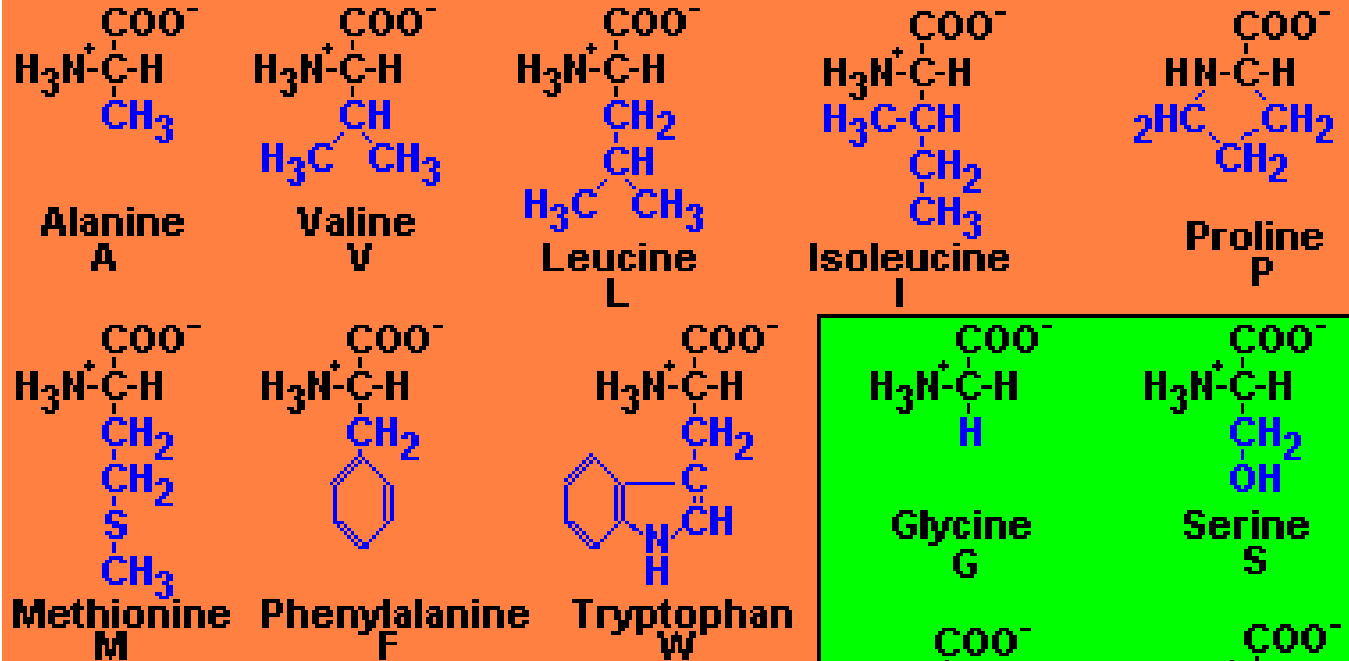
Gli  **$\alpha$ -amminoacidi** presenti nelle **proteine** appartengono tutti alla **serie L** e molti organismi viventi, tra cui l'uomo, non sono in grado di utilizzare gli amminoacidi della serie D.

- Ciò che sostanzialmente determina il ruolo di un amminoacido in una proteina è la *natura della catena laterale (-R)*.
  - Tali gruppi Funzionali
- 
- responsabili della struttura, delle funzioni e della carica elettrica delle proteine

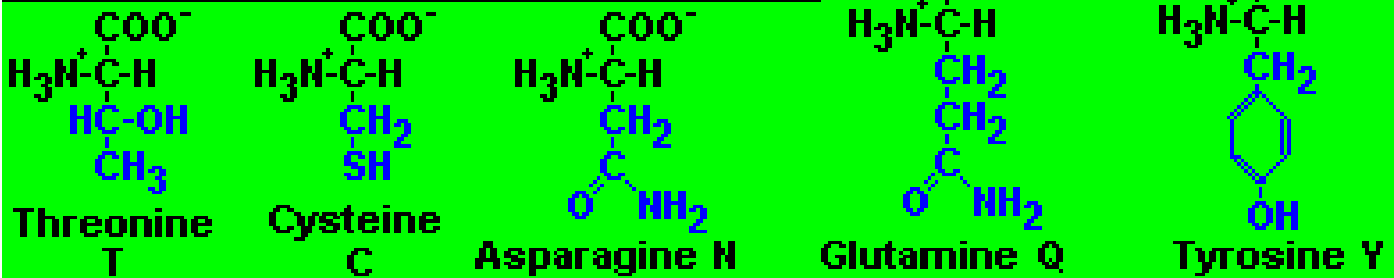
- Gli amminoacidi possono essere classificati in base alle *proprietà* delle loro *catene laterali* (-R), considerando la loro *polarità o non polarità* al pH fisiologico e quindi la tendenza ad interagire con l'acqua
- Gli amminoacidi con catene laterali cariche, idrofiliche, sono generalmente esposti sulla superficie delle proteine
- I residui idrofobici, non polari, si trovano in genere all'interno delle proteine, protetti dal contatto con l'acqua

Carica degli aminoacidi standard

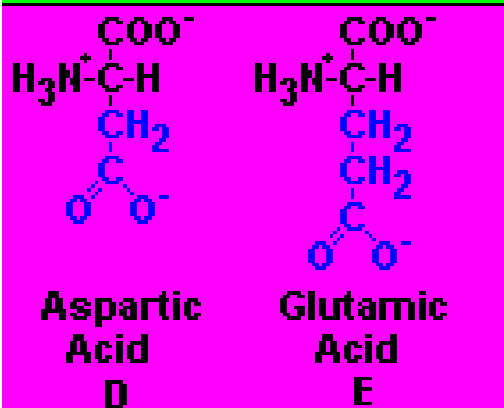
Apolari idrofobici



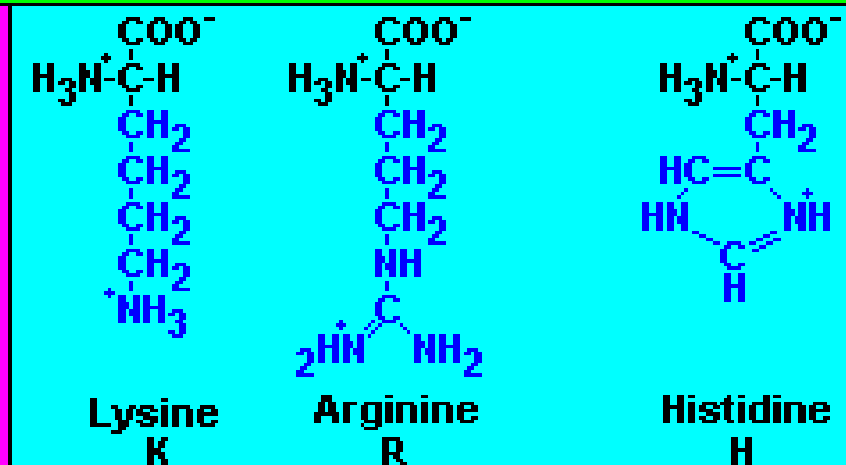
Polari neutri



Polari acidi



Polari basici



# **La varietà funzionale delle proteine è determinata da diversi fattori:**

- 1) dal numero di aminoacidi**
- 2) dal tipo di aminoacidi,**
- 3) dal modo con cui essi si concatenano,**
- 4) dalla disposizione spaziale**
- 5) dalla forma delle catene polipeptidiche**



# Aminoacidi essenziali.

**I 20  $\alpha$ -amminoacidi che costituiscono le proteine sono distinti:**

**in essenziali e non essenziali in base alla possibilità per le nostre cellule di sintetizzarli a partire da altri substrati. Otto amminoacidi sono essenziali e devono necessariamente essere assunti con l'alimentazione. Per tutti gli altri esistono sistemi enzimatici che ne rendono possibile la biosintesi endogena.**

# AMINOACIDI ESSENZIALI (Circa il 40% delle proteine umane)

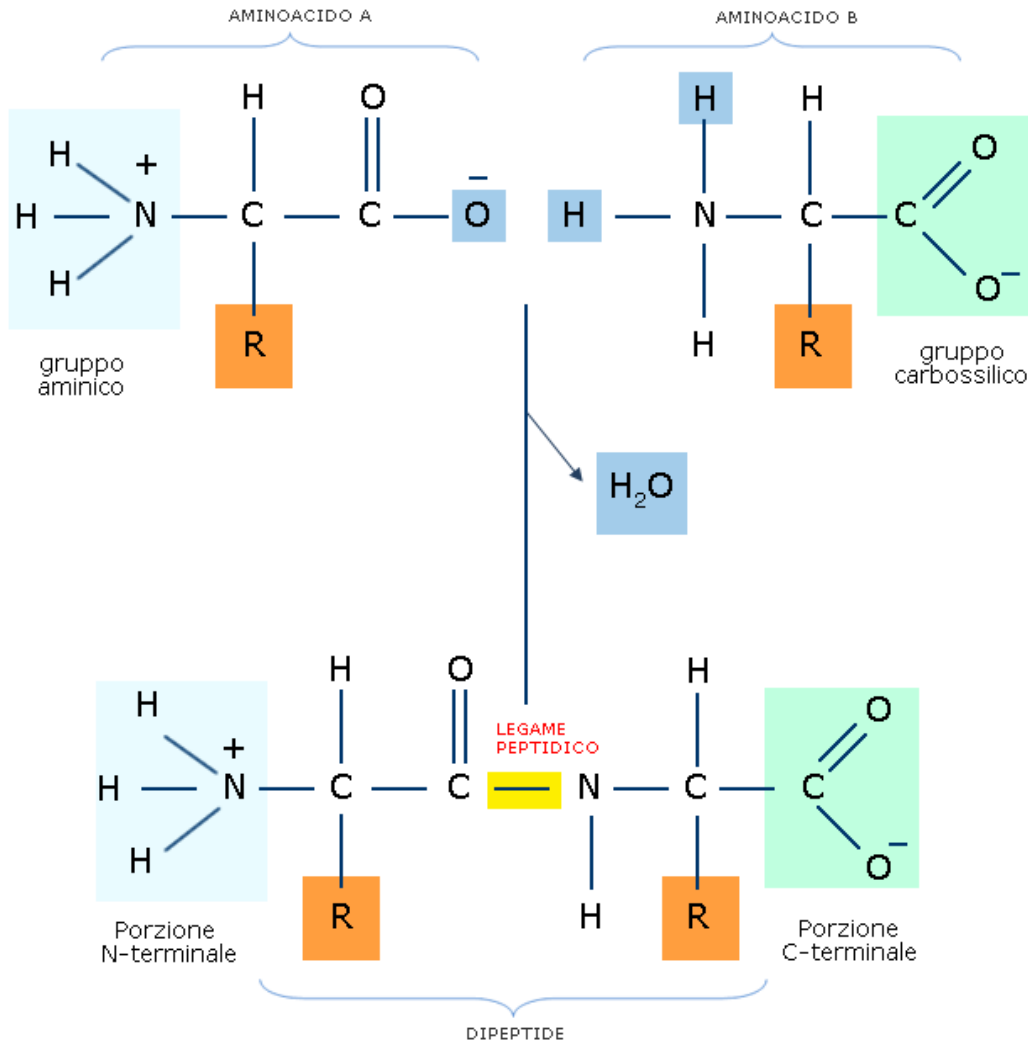
Tipo Chimico	Fonte Alim. Princ.	Funzioni (o precursori)
<b>RAMIFICATI</b> Isoleucina Leucina Valina	LEGUMI, CARNI	Regioni idrofobiche di proteine
<b>AROMATICI</b> Fenilalanina Tirosina* Tryptofano	UOVA, LATTE, VEGETALI	Epinefrina, Tiroxina Serotonina, Ac. Nicotinico
<b>BASICI</b> Istidina Lisina	CARNI, PESCI, LEGUMI	Struttura terziaria Collagene ed Elastina
<b>NEUTRI</b> Treonina	CARNI, PESCI, LEGUMI	?
<b>SOLFORATI</b> Cisteina* Metionina	UOVA, CEREALI	Struttura terziaria proteine Ponti disolfuro Cheratina e altre proteine strutturali

\* semiessenziali

- LA MOLECOLA PROTEICA

Un polimero costituito da monomeri  
amminoacidici legati dal legame  
peptidico

# LEGAME PEPTIDICO

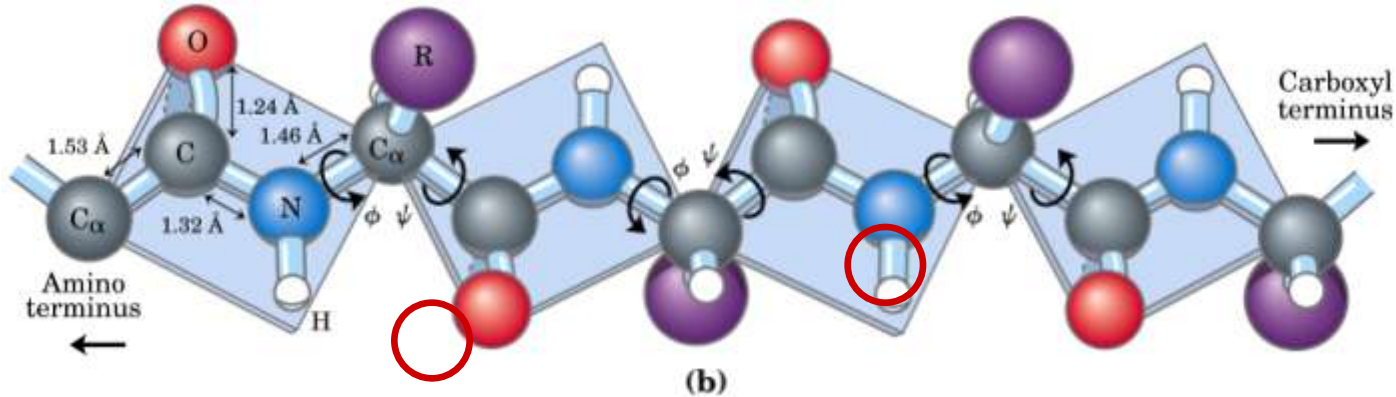


Gli aminoacidi sono uniti dal **legame peptidico** in cui **il gruppo carbossilico** di un aminoacido reagisce con **quello amminico di un altro aminoacido** con eliminazione di una molecola d'acqua.

Più aminoacidi si possono unire a formare **catene lineari**, in cui entrambi i gruppi funzionali di ciascun residuo aminoacidico sono coinvolti in legami peptidici.

La **formazione di peptidi** deriva dalla **concatenazione di più α-amminoacidi** attraverso **legami ammidici (o peptidici)**

# Il legame peptidico è rigido e planare



Carattere di “doppi legami parziali”

Rigidi e planari

Configurazione *trans*

Non portano cariche, ma sono polari

Energia di legame molto alta

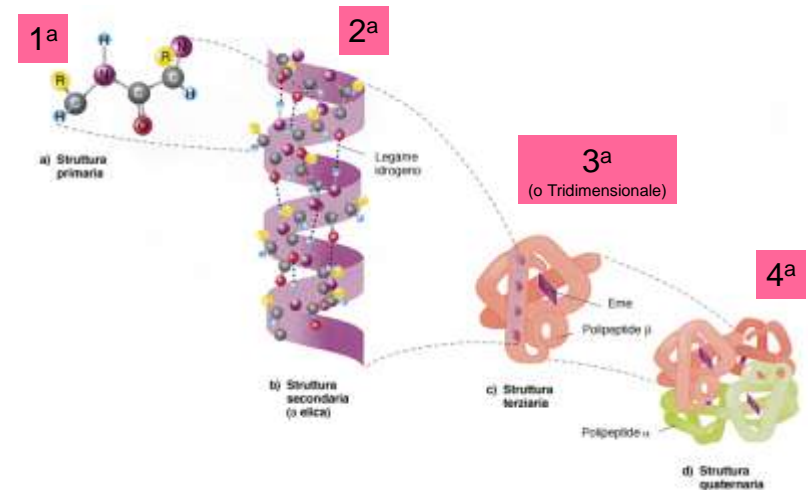
Rompibile mediante ebollizione e azione prolungata di acidi o basi forti

Gli enzimi proteolitici possono rompere selettivamente tali legami

# Livelli di organizzazione delle proteine

- **Struttura primaria** (descrive la sequenza degli aminoacidi)
  - **Sempre lineare**
- **Struttura secondaria** (descrive la conformazione della catena)
  - **$\alpha$ -elica o  $\beta$ -a pieghe**
- **Struttura terziaria** (descrive la tridimensionalità della catena)
  - Relazioni locali o remote dei gruppi R
  - Proteine globulari e fibrose(**collagene**)
- **Struttura quaternaria**
  - **Descrive le interazioni fra più catene proteiche**

La sola sequenza di a.a. determina la struttura della proteina



Le proteine hanno **4 LIVELLI DI STRUTTURA**

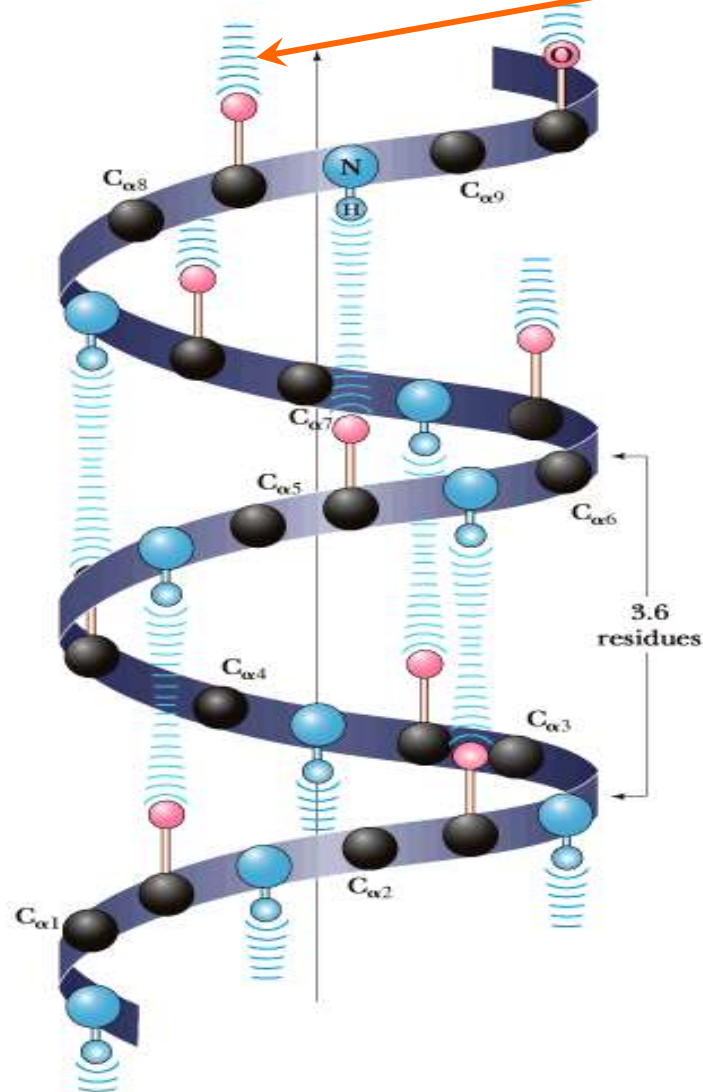
## Struttura primaria:

è data dalla sequenza amminoacidica nella catena polipeptidica.



# Struttura secondaria $\alpha$ -elica

Legame H



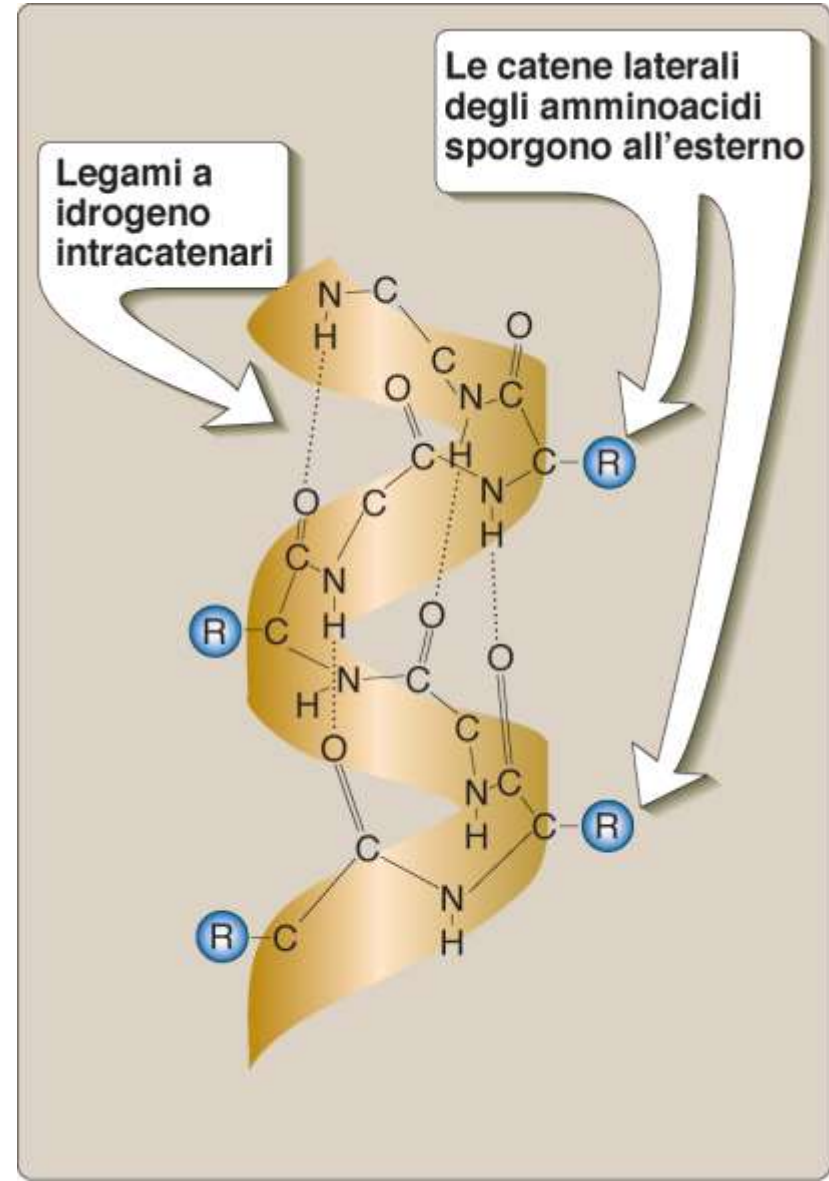
## $\alpha$ -elica

- ponte-H ogni 3,6 aminoacidi
- Il legame H si instaura tra l'H dell'azoto amidico e l'O del gruppo carbonilico



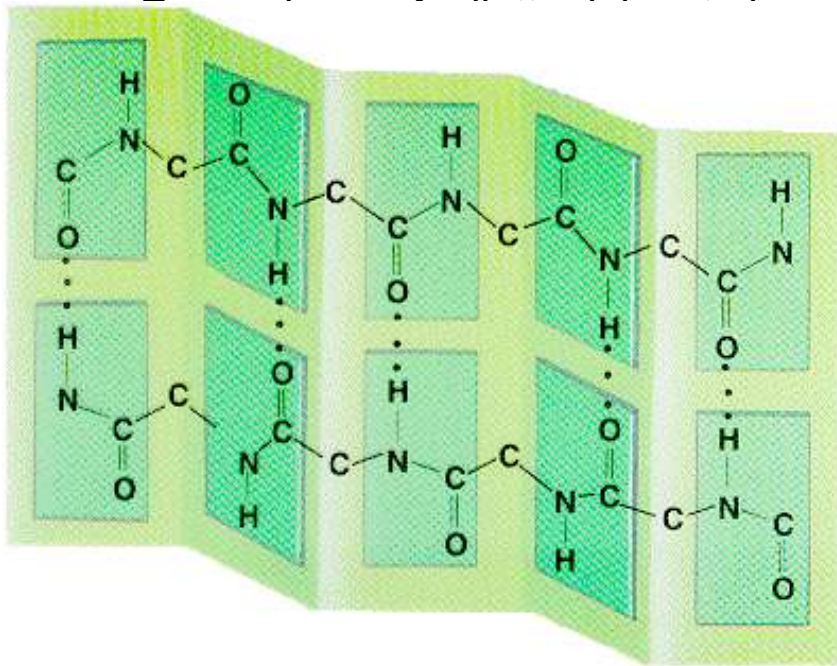
# Struttura secondaria $\alpha$ -elica

- **Legami ad idrogeno co-lineari col 4° aminoacido sopra e sotto nella stessa catena**
  - Niente legami ad idrogeno con l'esterno
- Gruppi R proiettati in fuori ortogonalmente
- Sempre destrogira
- Alcuni aminoacidi (prolina) rompono l' $\alpha$ -elica causando un piegamento della catena
- Non sono presenti AA polari carichi

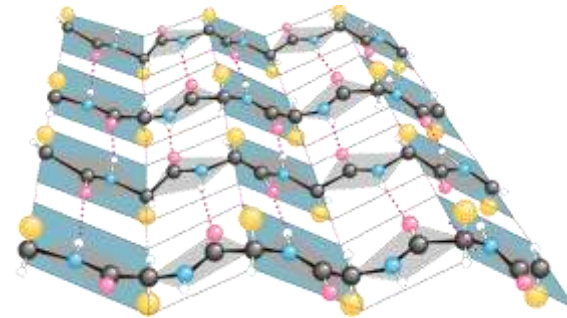


# Struttura secondaria $\beta$ a pieghe

- Legami ad idrogeno fra aminoacidi di catene diverse o aminoacidi remoti della stessa catena



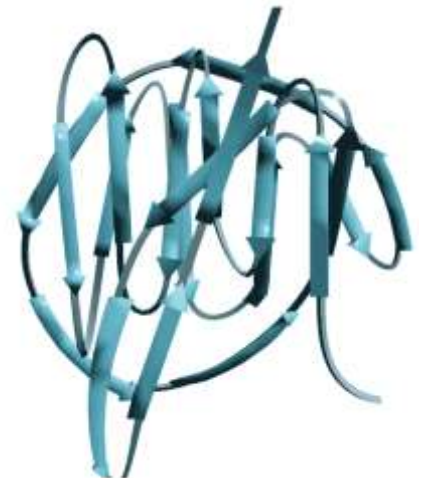
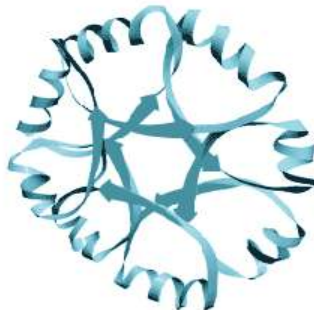
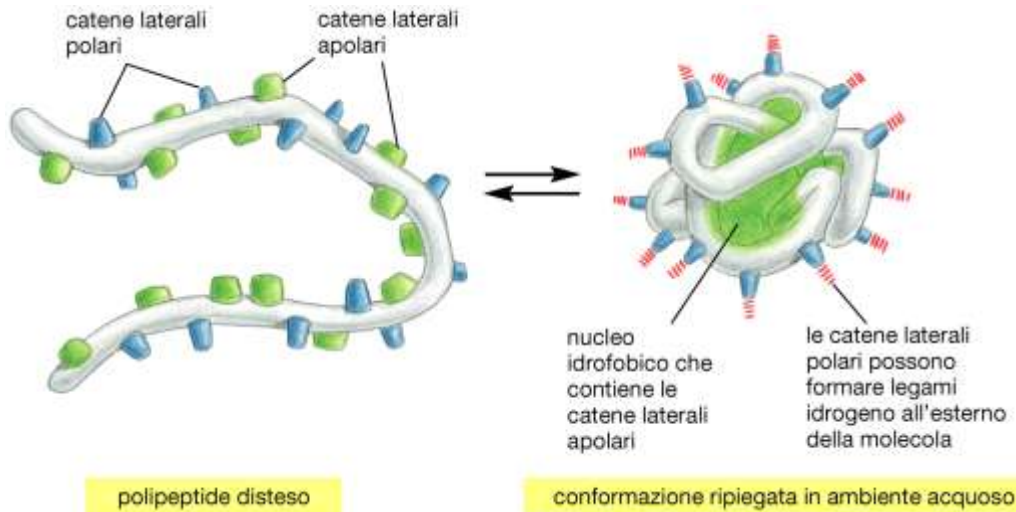
Le catene adiacenti sono antiparallele



Nel foglietto beta diversi segmenti della catena polipeptidica, che hanno una disposizione distesa sono **paralleli tra loro (con decorso antiparallelo)**. La struttura è stabilizzata da legami idrogeno tra i gruppi NH e CO di segmenti adiacenti. L'affiancamento di diversi segmenti della catena polipeptidica dà origine a strutture indicate con il termine di foglietti beta (beta sheet) ondulati a causa degli angoli di legame.

# Struttura terziaria nelle proteine globulari

- La molecola è molto compatta: nel suo interno vi è posto per sole 4 molecole d'acqua.
- Tutti i gruppi R polari dei residui aminoacidici sono rivolti verso la superficie idratata.
- Quasi tutti i gruppi R non polari o idrofobici sono nell'interno della molecola nascosti all'acqua.
- I residui di prolina sono solo nei punti di ripiegamento.



# Struttura terziaria:

E' data dalla combinazione di più regioni ad alfa-elica e/o beta-foglietto collegate tra loro da segmenti che formano delle anse.

Le regioni ad ansa costituiscono in genere il **sito funzionale** della proteina.

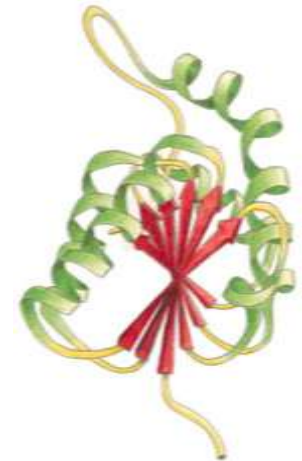
La struttura terziaria è stabilizzata da legami secondari che si stabiliscono tra le catene laterali degli aminoacidi; in alcune proteine abbiamo un legame covalente, **il ponte disolfuro**, che si stabilisce fra due catene laterali di cisteina.



(A)



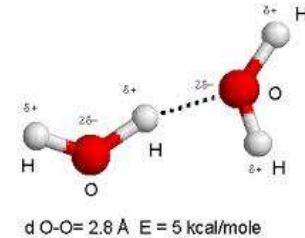
(C)



(B)

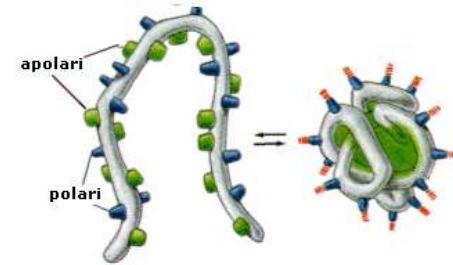
# Stabilizzazione della struttura terziaria

- Legami idrogeno fra gruppi peptidici, come nell'alfa elica e beta struttura



- Legami a idrogeno fra gruppi R

- Interazioni idrofobiche fra gruppi R non polari



- Legami elettrostatici tra gruppi R carichi positivamente e negativamente

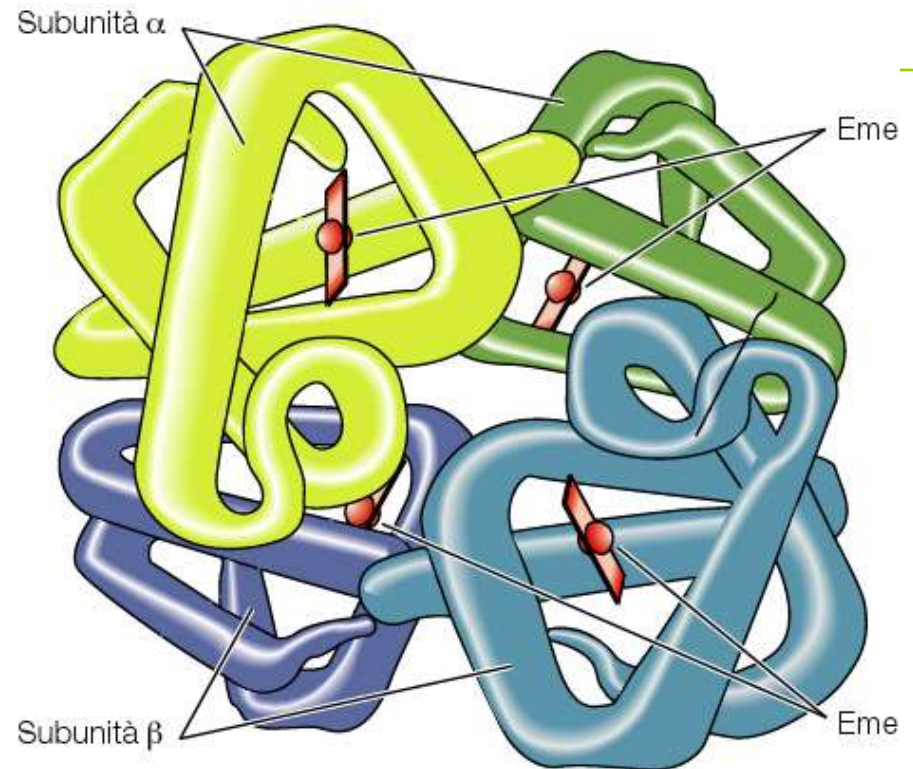
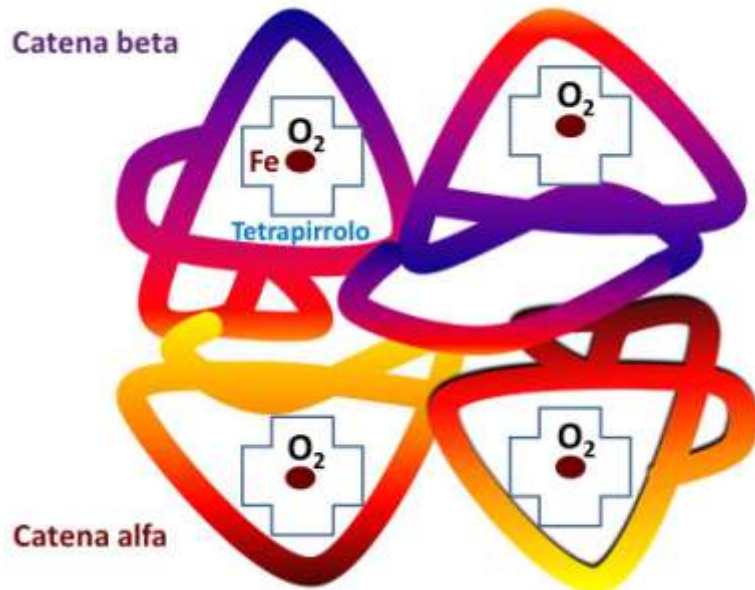
- In alcuni casi ponti disolfuro





# Struttura quaternaria:

la proteina è formata da più catene polipeptidiche (**subunità**) unite con lo stesso tipo di legami che stabilizzano le struttura terziaria. Per esempio l'Hb è un tetramero formato da due subunità identiche alfa e due beta disposte simmetricamente.

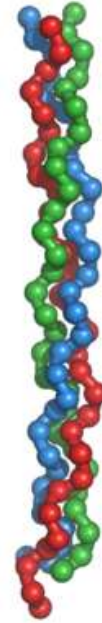


# IMPORTANZA DELLA STRUTTURA TERZIARIA

## PROTEINE FIBROSE

**Sono caratterizzate da una organizzazione longitudinale**

- Un'unica struttura secondaria ( $\alpha$ -elica,  $\beta$ -foglietto, elica collagenica)
- Insolubili in acqua
- funzione strutturale (es. collagene, alfa-cheratina)
- Legami covalenti crociati tra le catene  
resistenza ed elasticità



## PROTEINE GLOBULARI

**Sono caratterizzate da una organizzazione globulare compatta;**

**solubili in acqua;**

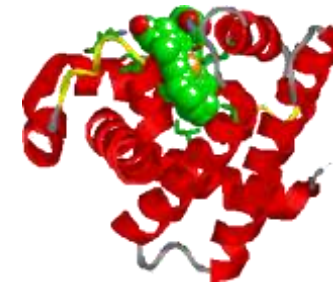
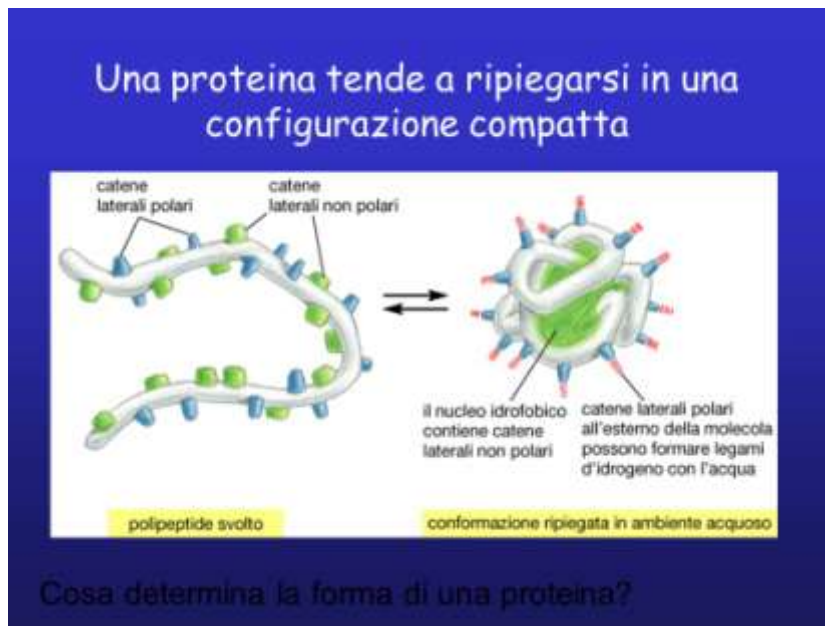
**presenza di più tipi di struttura secondaria;**

**funzione dinamica (es. enzimi, anticorpi, ormoni, proteine di trasporto e deposito)**



# Proteine globulari

- In **soluzione acquosa** le proteine globulari hanno una struttura compatta: le catene laterali *idrofobiche* si trovano nella *parte interna* della molecola mentre i *gruppi idrofilici* in genere si trovano *in superficie*.
- In un **ambiente non polare** (lipidico), per esempio una membrana, la disposizione è opposta: catene laterali idrofiliche all'interno, *amminoacidi idrofobici* sulla *superficie* della molecola.

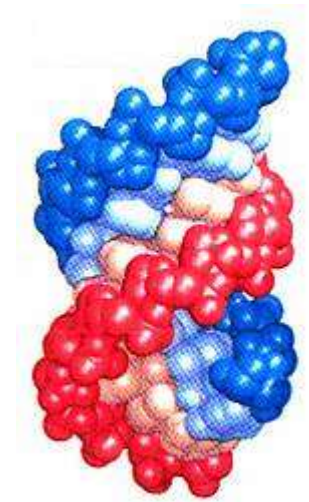


Mioglobina

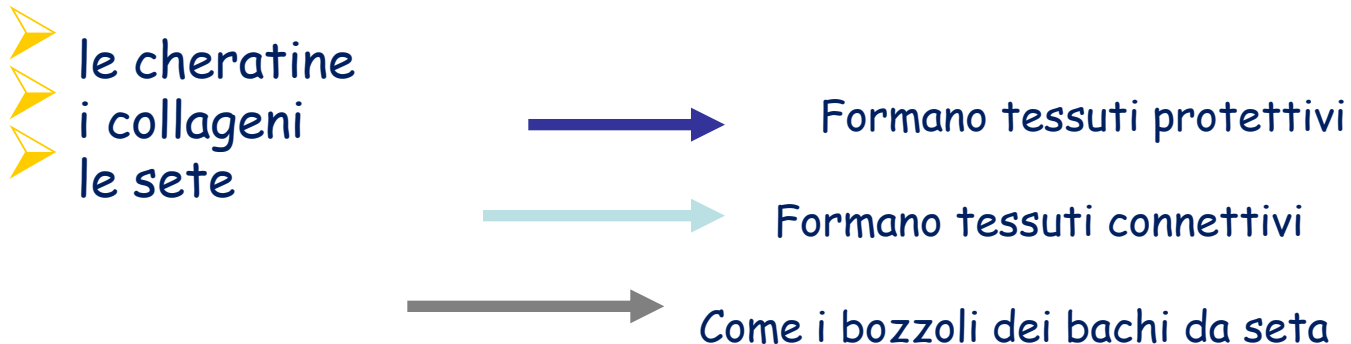


# Le Proteine Fibrose

- ,
- insolubili in acqua,
- **Assolvono ruoli strutturali**



Si dividono in tre categorie:



# Il Collagene

❑ Costituente del **tessuto connettivo**, insieme a elastina, fibrillina e proteoglicani, tutti prodotti da fibroblasti, condroblasti, osteoblasti

❑ La proteina + abbondante nei mammiferi (25% del loro peso): presente in cartilagine, tendini, legamenti, osso, matrice extracellulare, membrane basali, cornea e cristallino.

❑ Filogeneticamente molto antico:

già presente nei Poriferi

(600 milioni di anni fa)

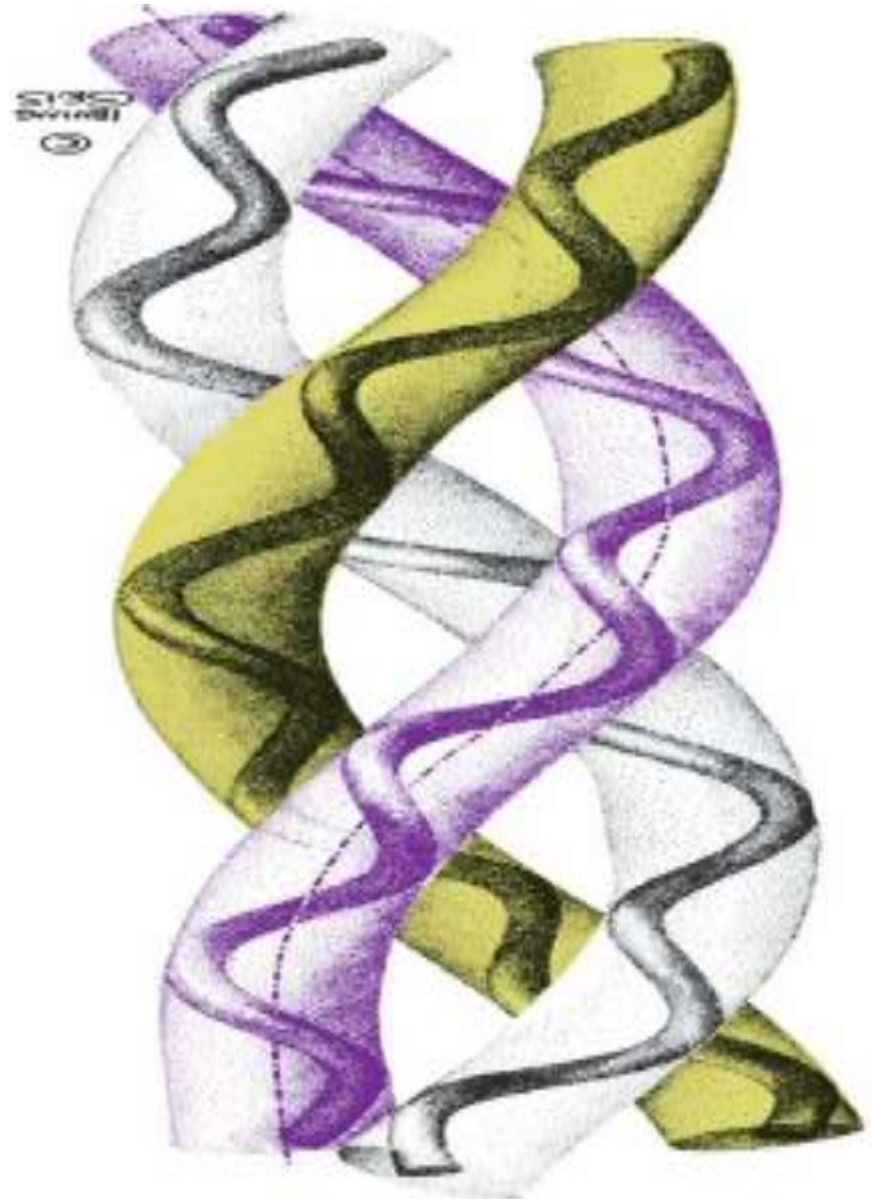
❑ >10 tipi diversi, codif. da almeno 18 geni; 30% dei residui aa. è Gly

❑ Insolita composizione aa: 30% Gly, 20% Pro e OH-Pro (basso valore nutrizionale)



# COLLAGENE

- • Tripletta Gly-X-Y
- – X: Pro; Y: Hypro
- • Superavvolgimento destrorso di
- tre catene polipeptidiche
- sinistrorse.
- • **Necessità di idrossilare la**
- **prolina per aumentare la**
- **stabilità**
- • Nella matrice si organizza in
- fibrille e fibre stabilizzate da
- legami covalenti
- • I collagene costituiscono una
- famiglia di proteine



# COLLAGENE

