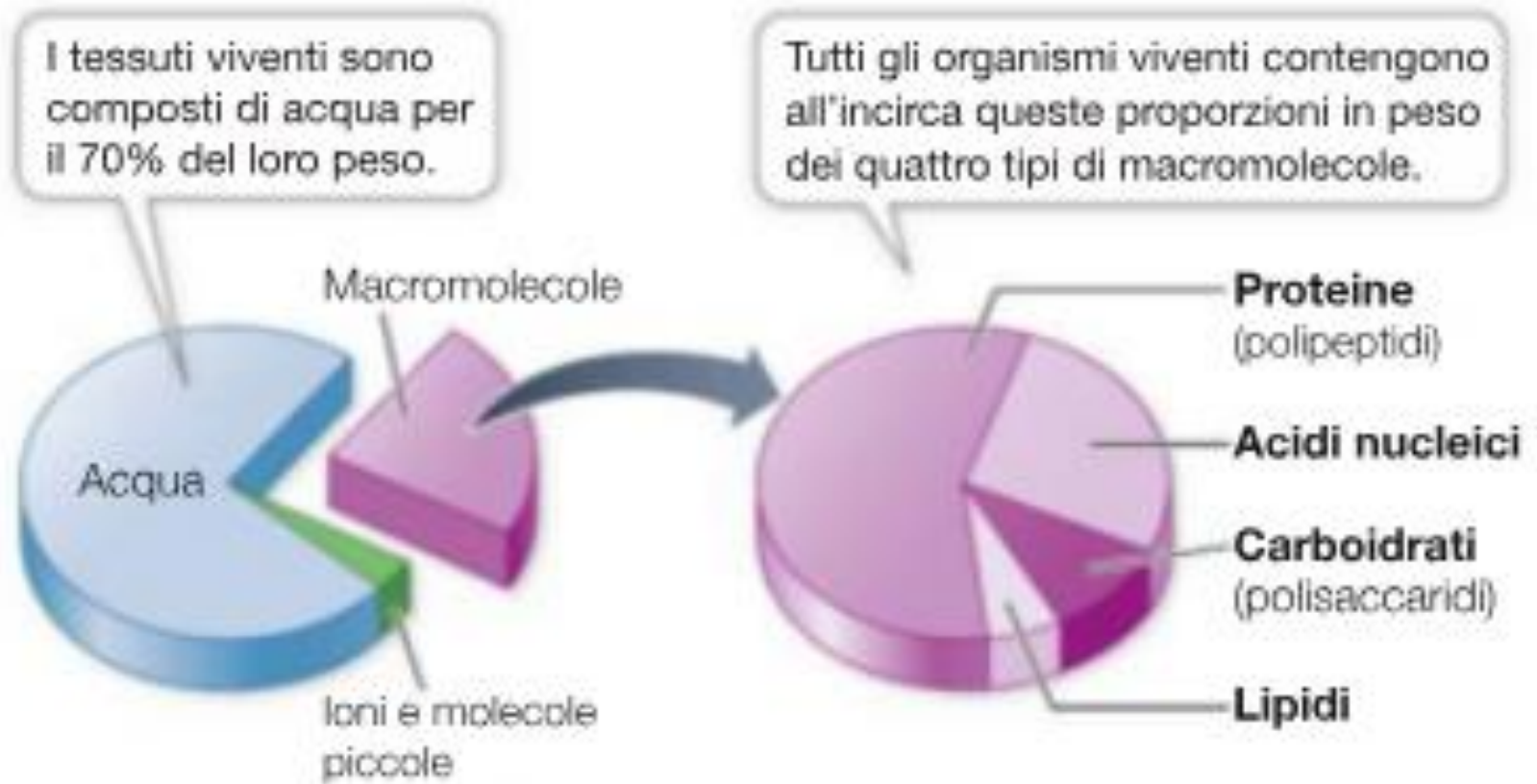


# LE MACROMOLECOLE DEGLI ORGANISMI VIVENTI

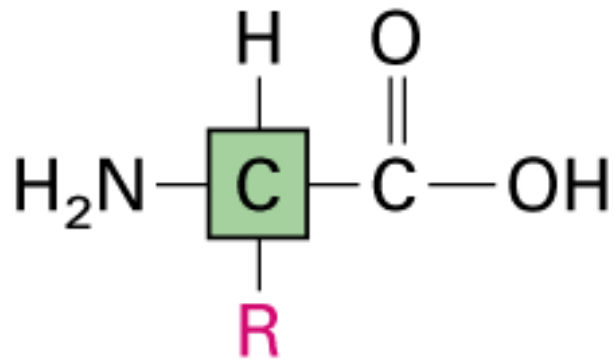


# **Proteins, Carbohydrates, and Lipids**

© Sinauer Associates, Inc.

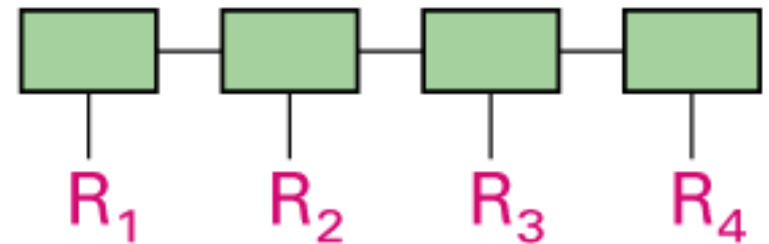
# LA PROTEINA E' UN POLIMERO DI AMMINOACIDI

MONOMERO



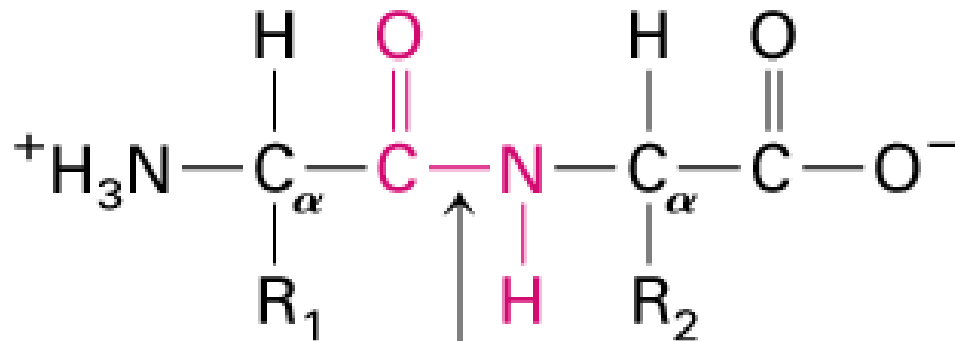
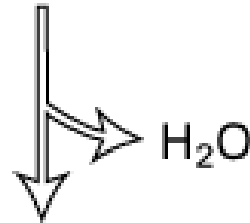
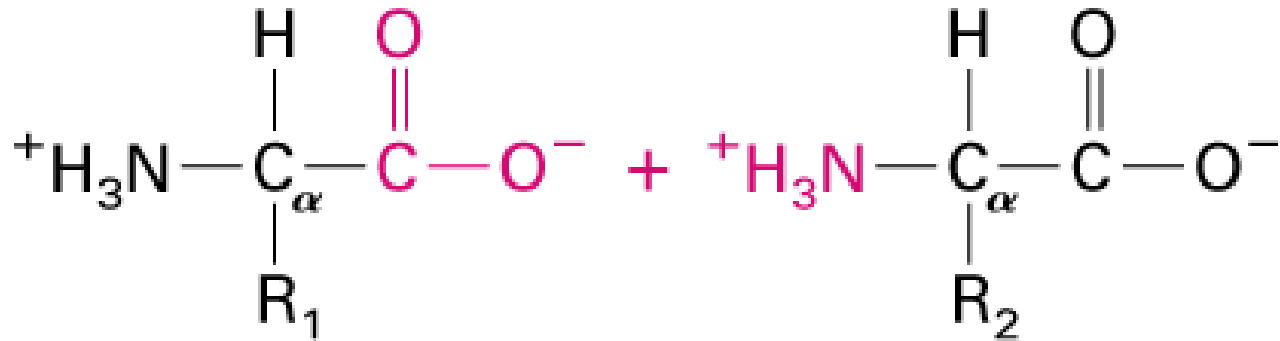
amminoacido

POLIMERO



proteina

# GLI AMMINOACIDI SONO LEGATI DAL LEGAME PEPTIDICO



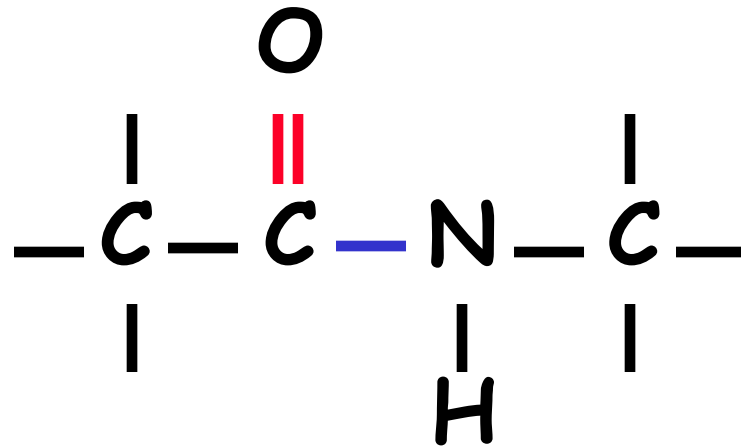
↑  
LEGAME  
PEPTIDICO

Il legame peptidico ha una struttura rigida planare. Sono vincolati sullo stesso piano:  $C_{\alpha}-C-N-C_{\alpha}$

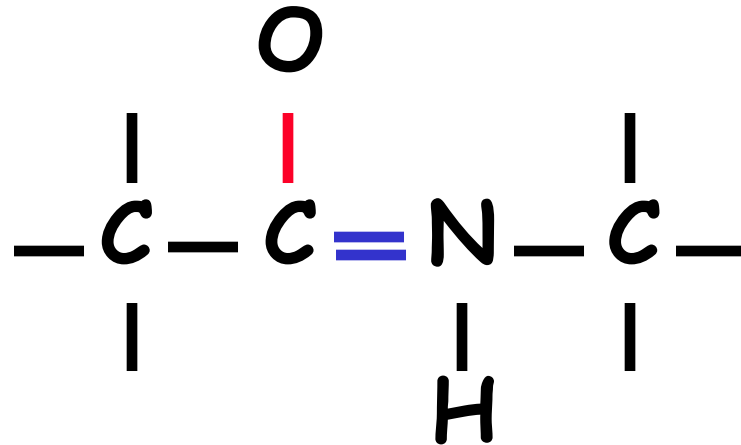
Le lunghezze dei legami C-O ed C-N sono intermedie tra quelle di un semplice ed un doppio legame.

Tra gli atomi che formano il legame peptidico esiste uno sbilanciamento di cariche.

# IL LEGAME PEPTIDICO HA UN ORBITALE DELOCALIZZATO



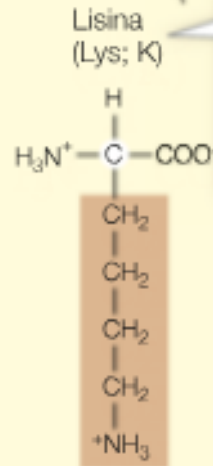
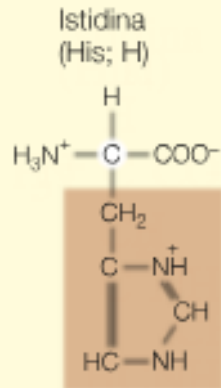
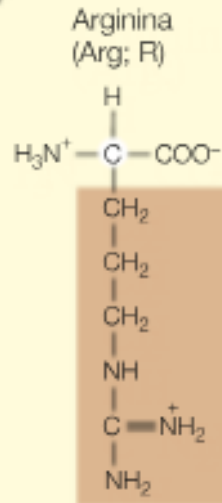
# IL LEGAME PEPTIDICO HA UN ORBITALE DELOCALIZZATO



# I 20 AMMINOACIDI

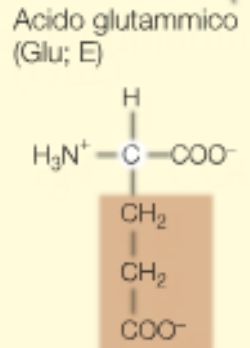
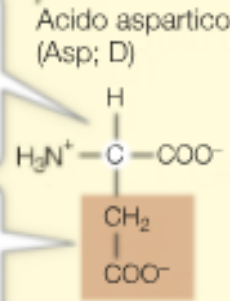
## (A) Amminoacidi con catene laterali idrofiliche e dotate di carica elettrica

### Carica positiva $+$



Gli amminoacidi sono indicati sia dall'abbreviazione a tre lettere sia da quella a lettera singola.

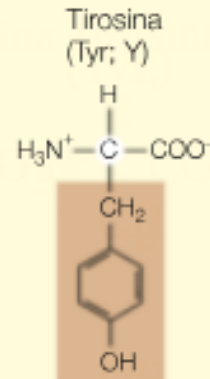
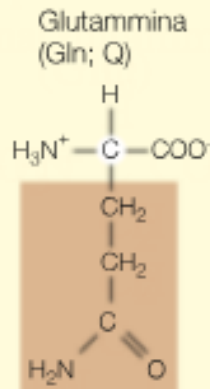
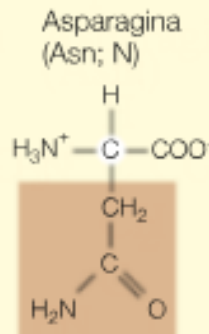
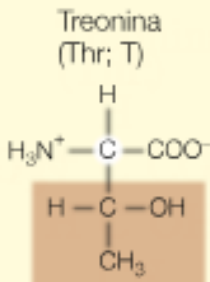
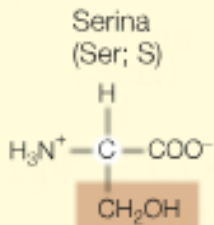
### Carica negativa $-$



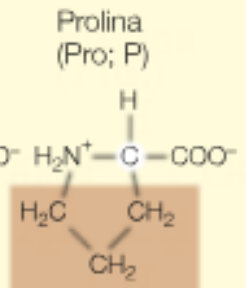
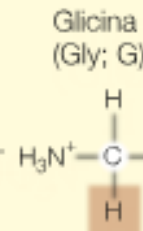
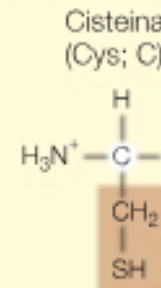
La struttura generale è la stessa in tutti gli amminoacidi...

...ma la catena laterale è differente in ognuno.

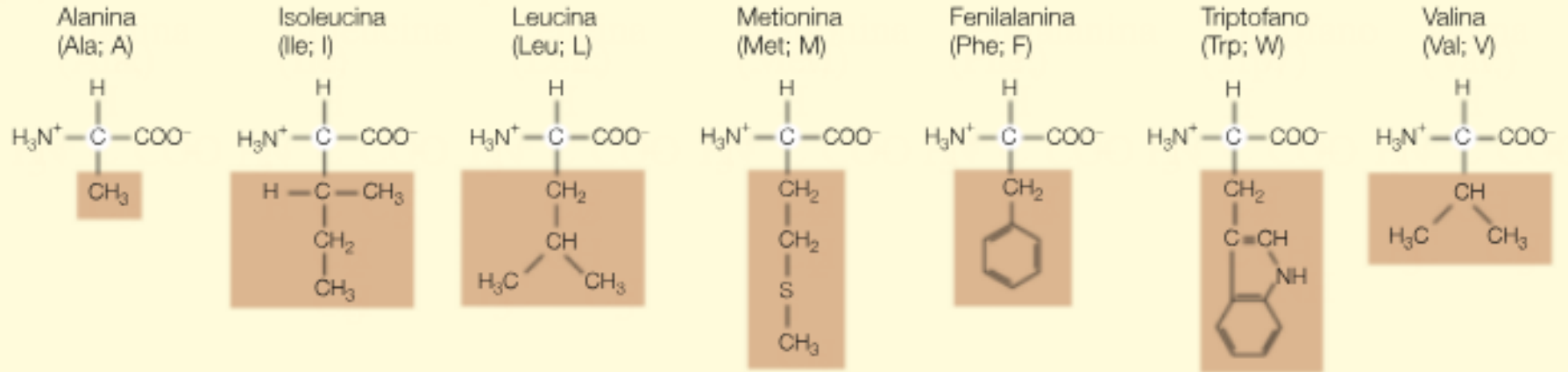
## (B) Amminoacidi con catene laterali polari ma prive di carica (idrofiliche)



## (C) Casi speciali



**(D) Amminoacidi con catene laterali apolari idrofobiche**



# QUANTE PROTEINE SONO TEORICAMENTE OTTENIBILI?

Quanti dipeptidi?.....  $20^2$

Quanti tripeptidi?.....  $20^3$

Quante proteine di 150 amminoacidi?.....  $20^{150}$

# LE PROTEINE SONO UNA CLASSE DI COMPOSTI MOLTO VERSATILE

EMOGLOBINA

trasporto

DNA POLIMERASI

enzima

MELANINA

protettiva

Na-K ATPasi

enzima

ANTICORPI

difesa

GH

ormone

INSULINA

ormone

CD4

recettore

CHERATINA

protettiva

MIOSINA

contrattile

ACTINA

contrattile

# LE PROTEINE POSSONO ESSERE CLASSIFICATE IN 10 GRUPPI

Enzimatiche

Di difesa

Strutturali

Di riserva

Contrattili

Tossine

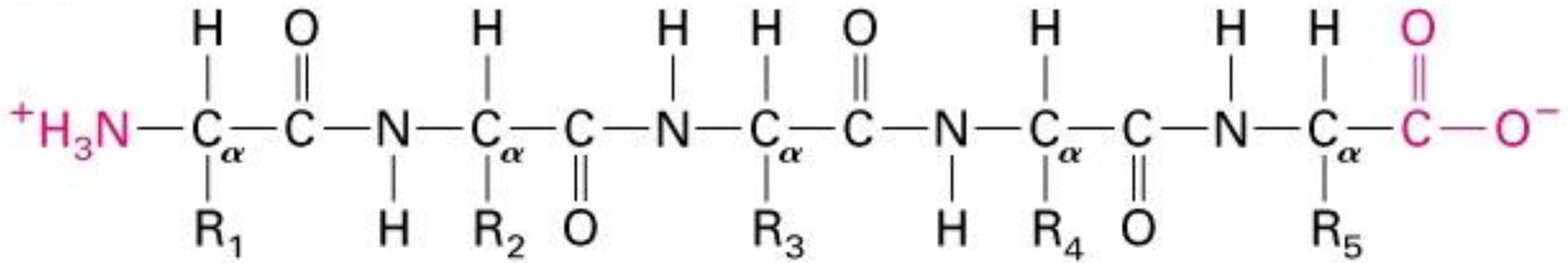
Segnalazione

Regolatorie

Trasportatrici

Recettoriali

OGNI PROTEINA HA UNA ESTREMITA' **N** ED UNA **C**



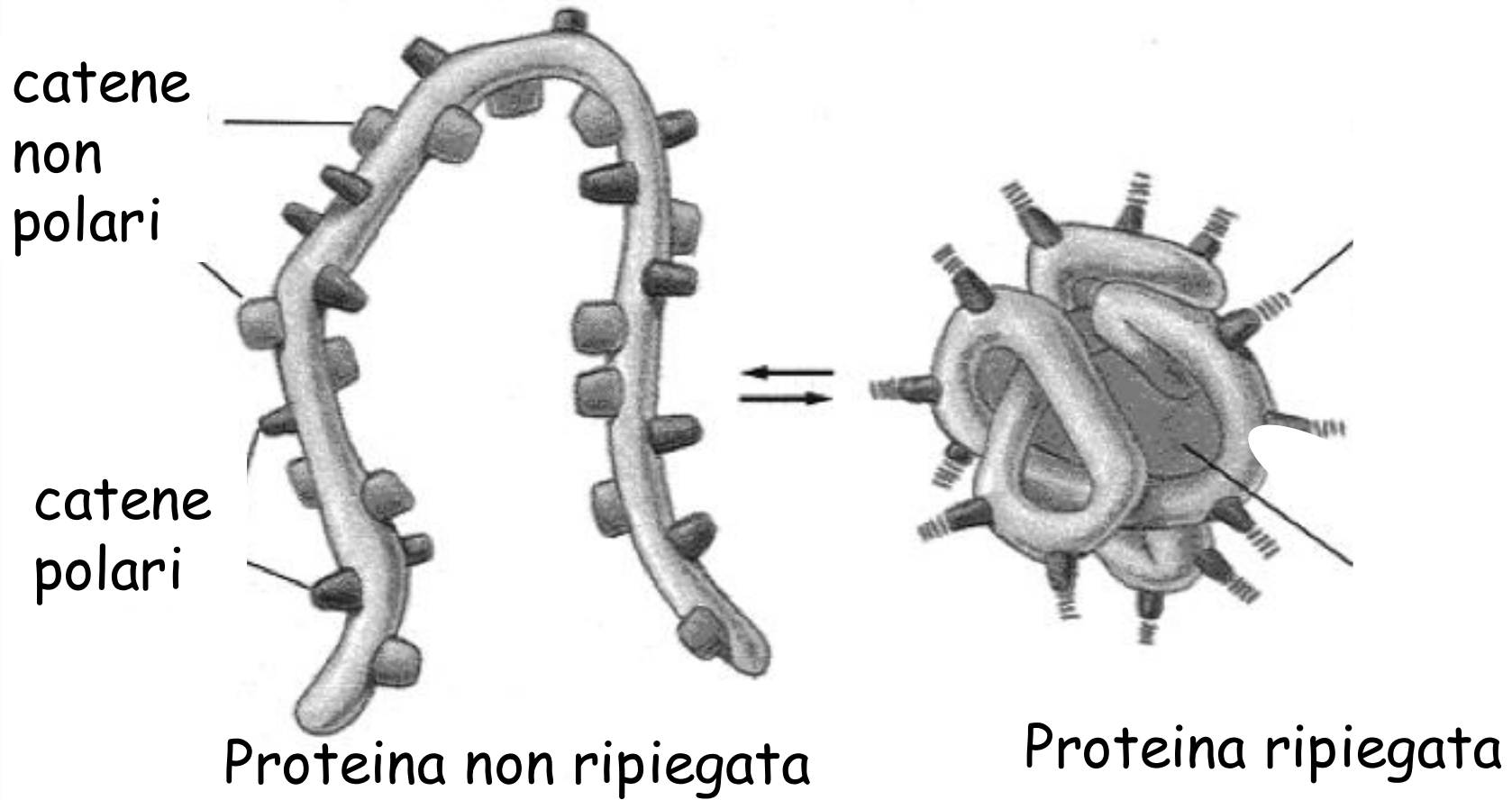
estremità **N**

estremità **C**

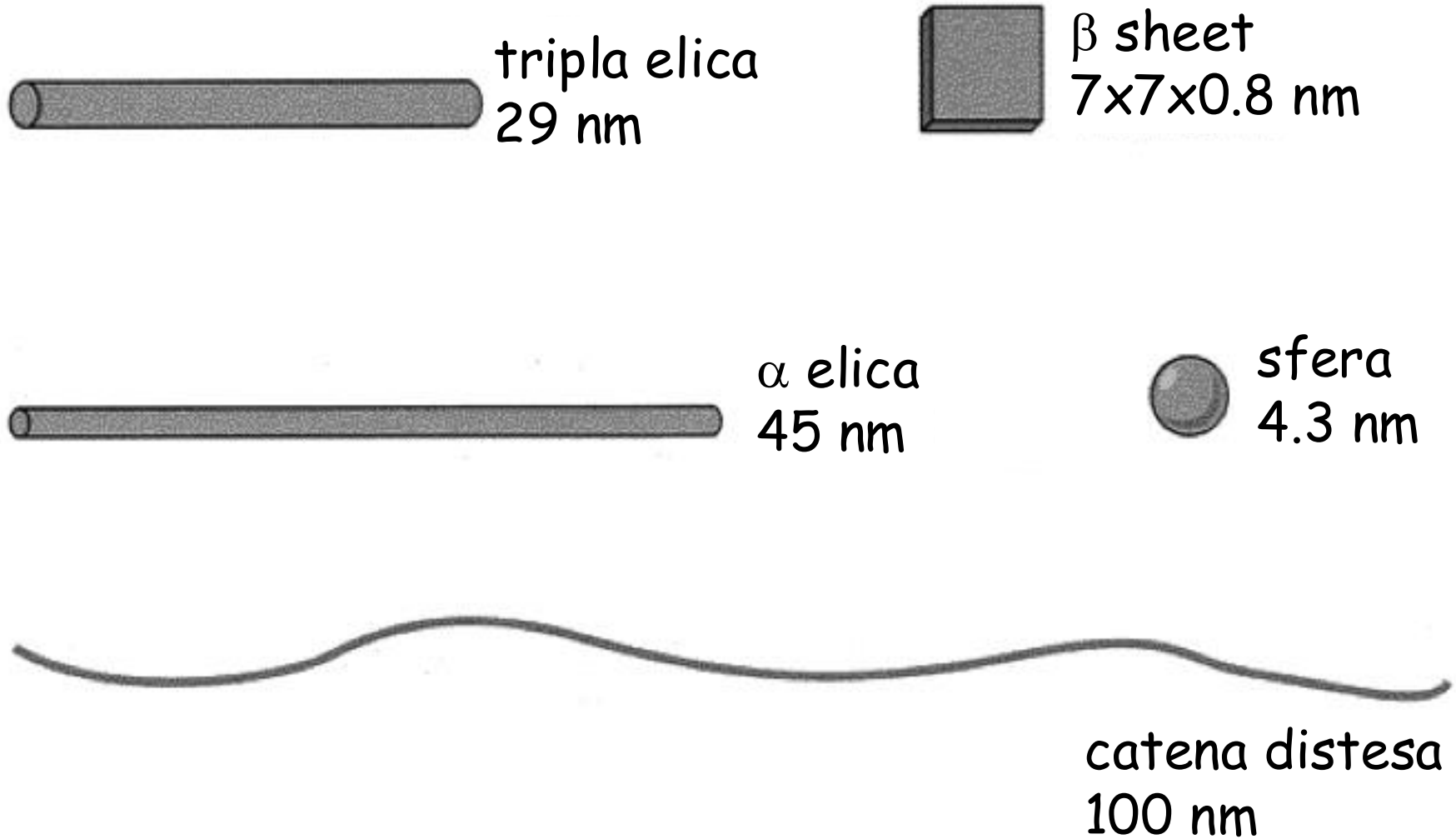
**IL RIPIEGAMENTO DELLA MOLECOLA  
PROTEICA DIPENDE DALLA SEQUENZA  
DEGLI AMMINOACIDI.**

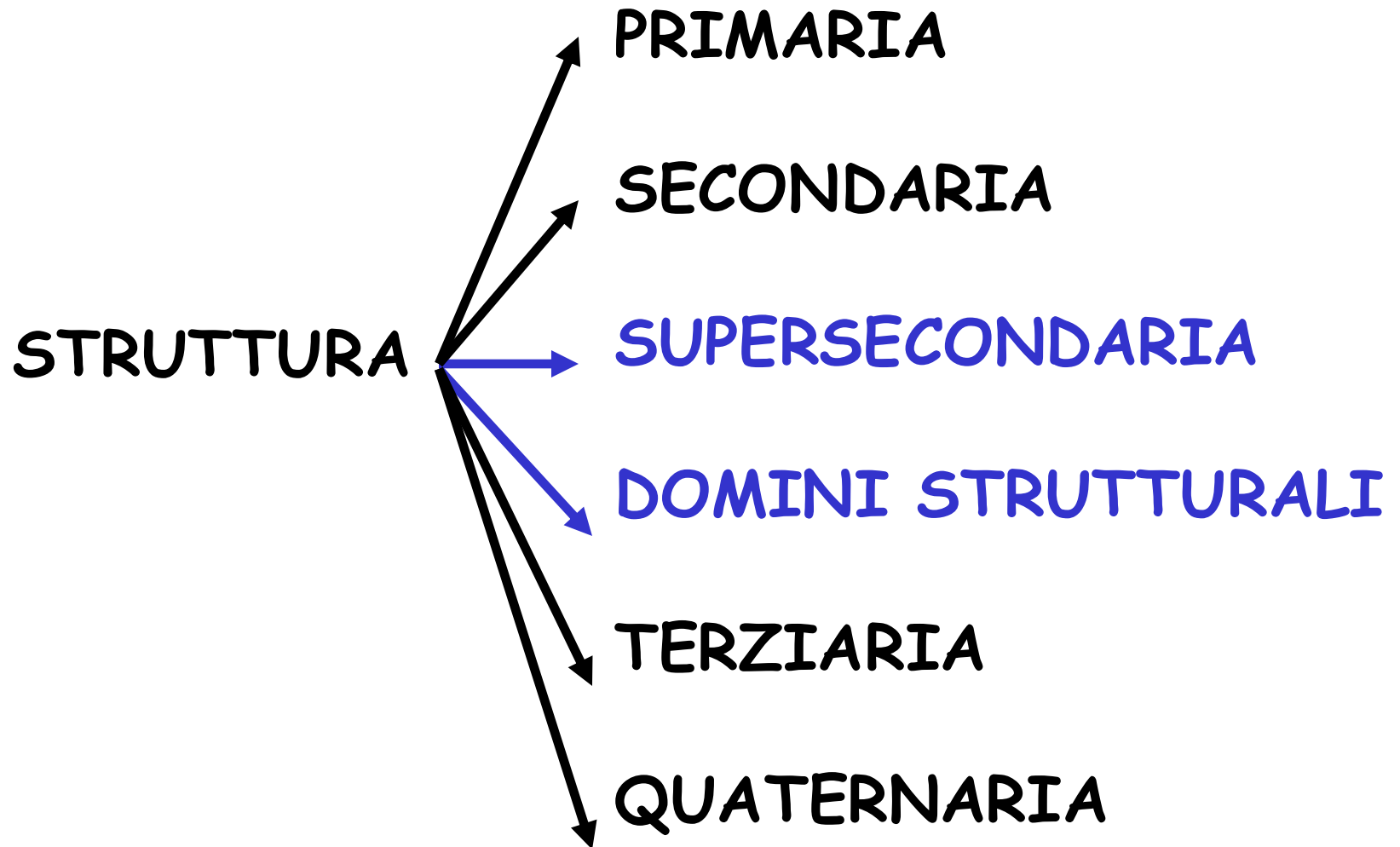
**TALUNI MODI DI RIPIEGARSI SI  
RISCONTRANO FREQUENTEMENTE.**

# IL RIPIEGAMENTO DI UNA PROTEINA DIPENDE DALL'INTERAZIONE DELLE CATENE LATERALI DEGLI AMMINOACIDI CON L'ACQUA



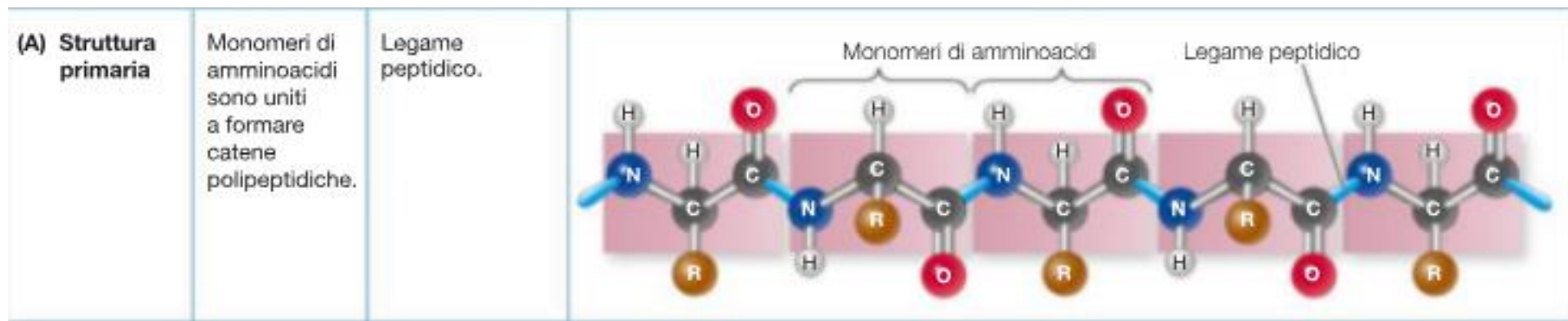
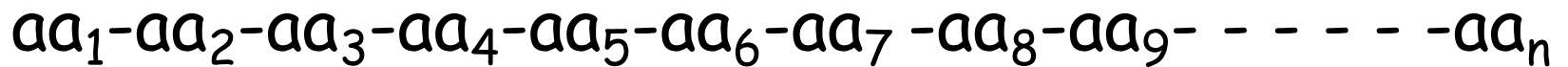
# LE PROTEINE ASSUMONO DIVERSE FORME





# STRUTTURA PRIMARIA E' :

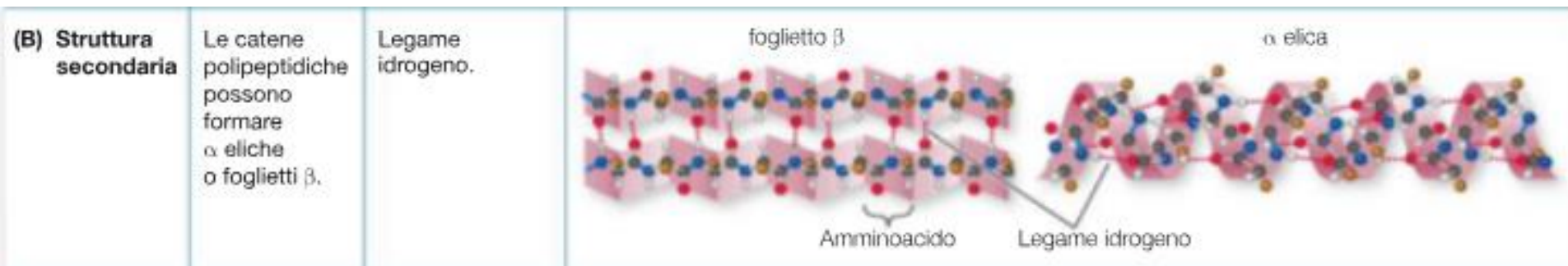
La sequenza di amminoacidi della proteina.



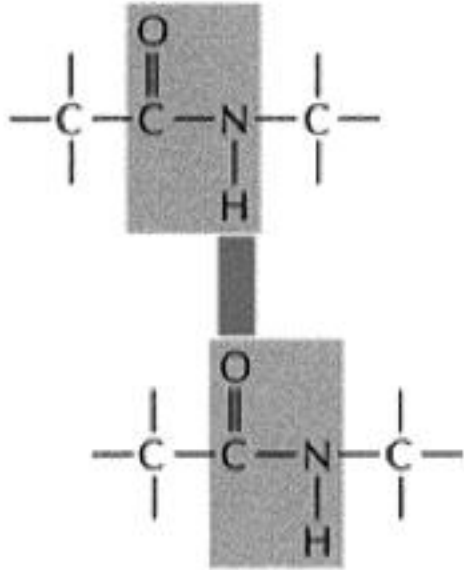
# STRUTTURA SECONDARIA E' :

Ripiegamento comune a molte proteine.

Dovuto a ponti a idrogeno.

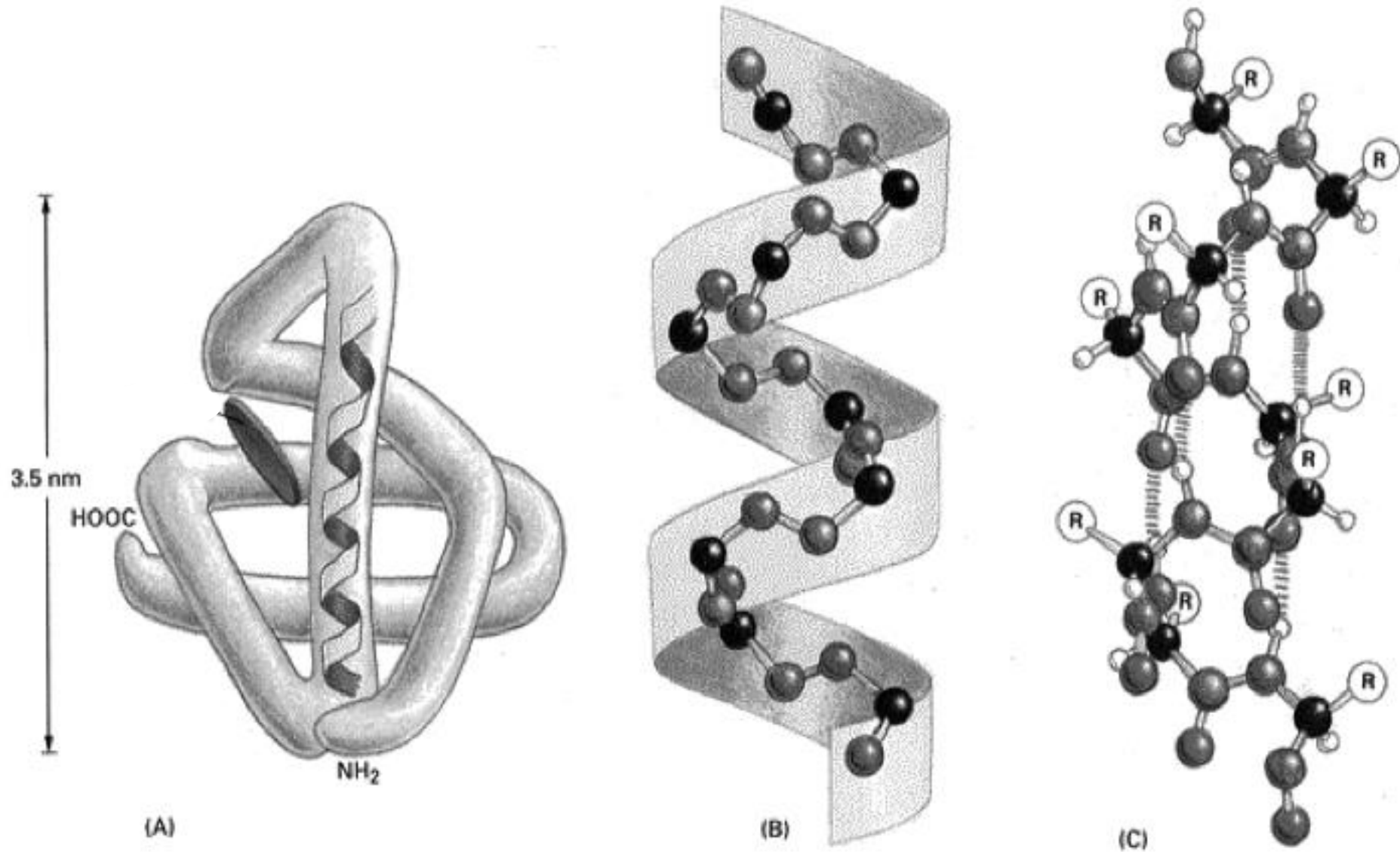


**PONTI A IDROGENO SI FORMANO TRA C=O ED N-H DEL LEGAME PEPTIDICO.**

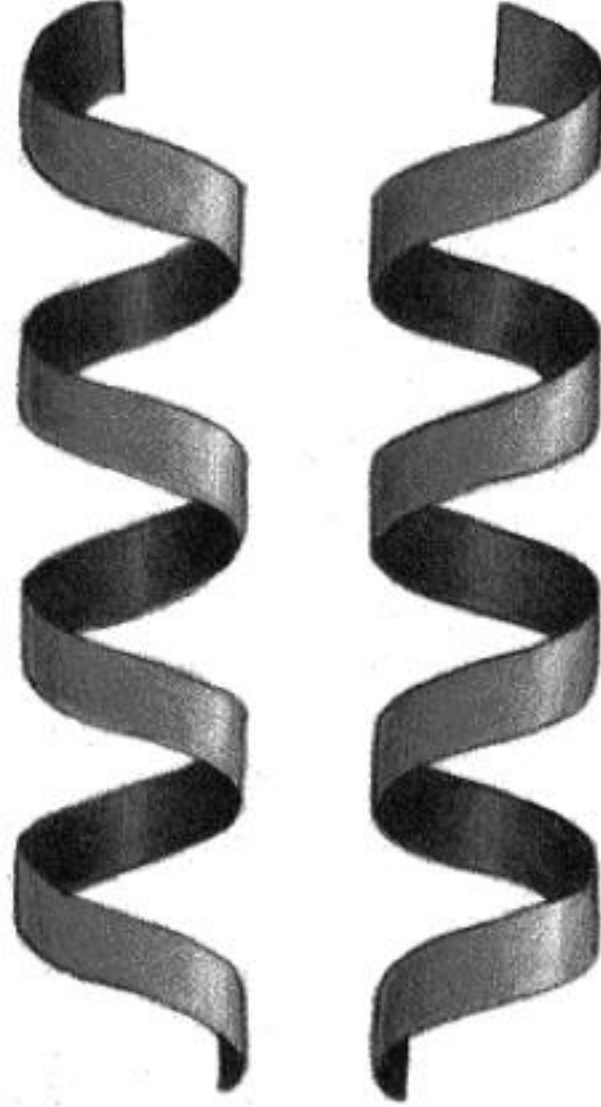


**PONTI A IDROGENO**

# LA $\alpha$ -ELICA E' LA PRINCIPALE STRUTTURA SECONDARIA

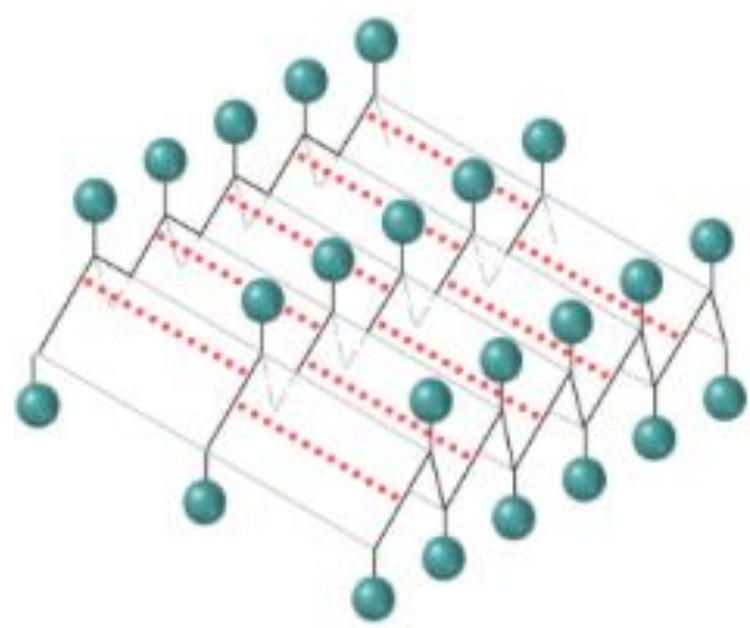
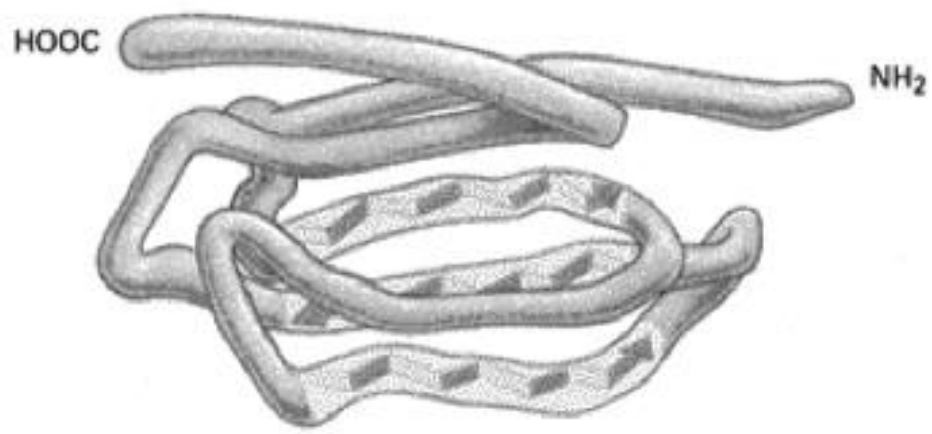


# ELICHE

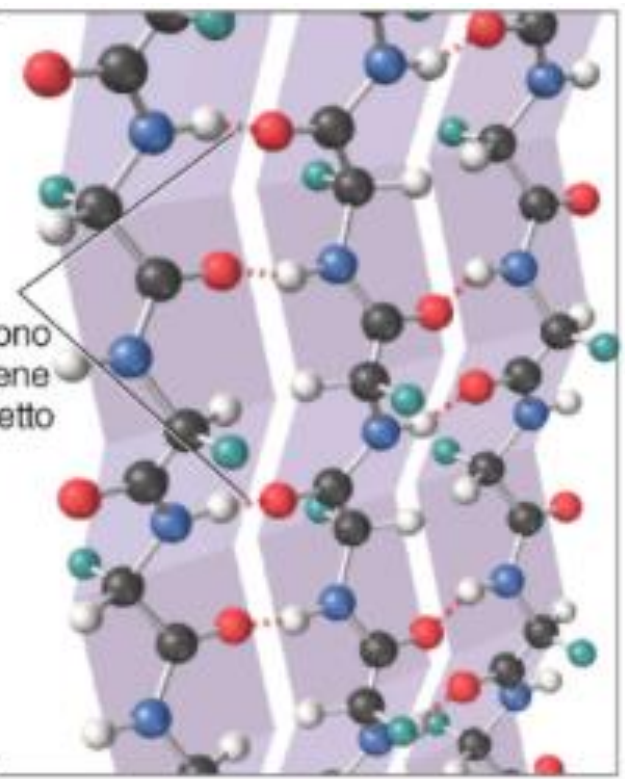


# LA $\beta$ -CHERATINA E' UN' ALTRA STRUTTURA SECONDARIA

2.5 nm



I legami a idrogeno tendono insieme le catene vicine nel foglietto  $\beta$ -ripiegato

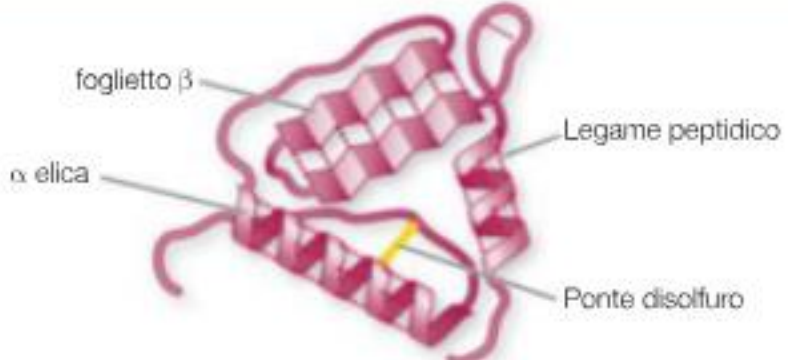


(b) Un foglietto  $\beta$ -ripiegato si forma quando una catena polipeptidica si ripiega su se stessa (frecce); la metà dei gruppi R è proiettata al di sopra del foglietto e l'altra metà al di sotto.

# STRUTTURA TERZIARIA E' :

Ripiegamento tipico di ogni proteina.

Dovuto ai legami tra le catene laterali degli amminoacidi.

<p>(C) <b>Struttura terziaria</b></p>	<p>I polipeptidi si ripiegano, dando origine a forme specifiche.</p>	<p>Legami idrogeno; ponti disolfuro; interazioni idrofobiche.</p>	 <p>The diagram illustrates a complex three-dimensional protein structure. It features a prominent <math>\alpha</math> helix on the left, a <math>\beta</math> sheet on the right, and a disulfide bridge (yellow rod) connecting two parts of the chain. Labels with leader lines identify: 'foglietto <math>\beta</math>' (beta sheet), 'Legame peptidico' (peptide bond), 'Ponte disolfuro' (disulfide bridge), and '<math>\alpha</math> elica' (alpha helix).</p>
---------------------------------------	--	---	--

# TRA GLI AMMINOACIDI SI TROVANO TUTTI I TIPI DI INTERAZIONI DEBOLI

lys - glu

legame ionico

arg - glu

legame ionico

tyr - glu

ponte a idrogeno

phe - phe

legame idrofobico

ileu - ileu

legame idrofobico

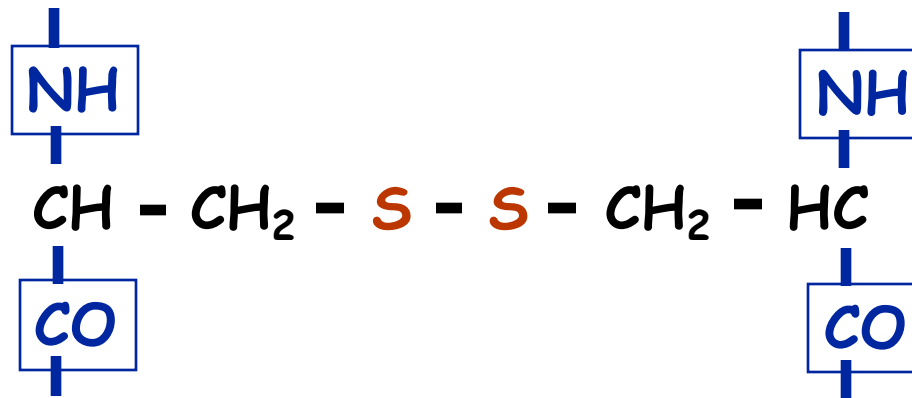
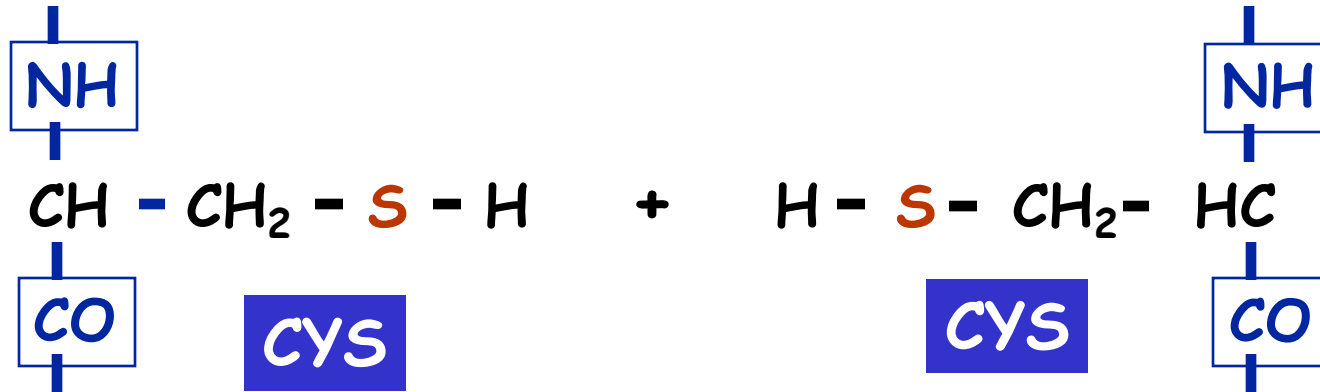
ala - ala

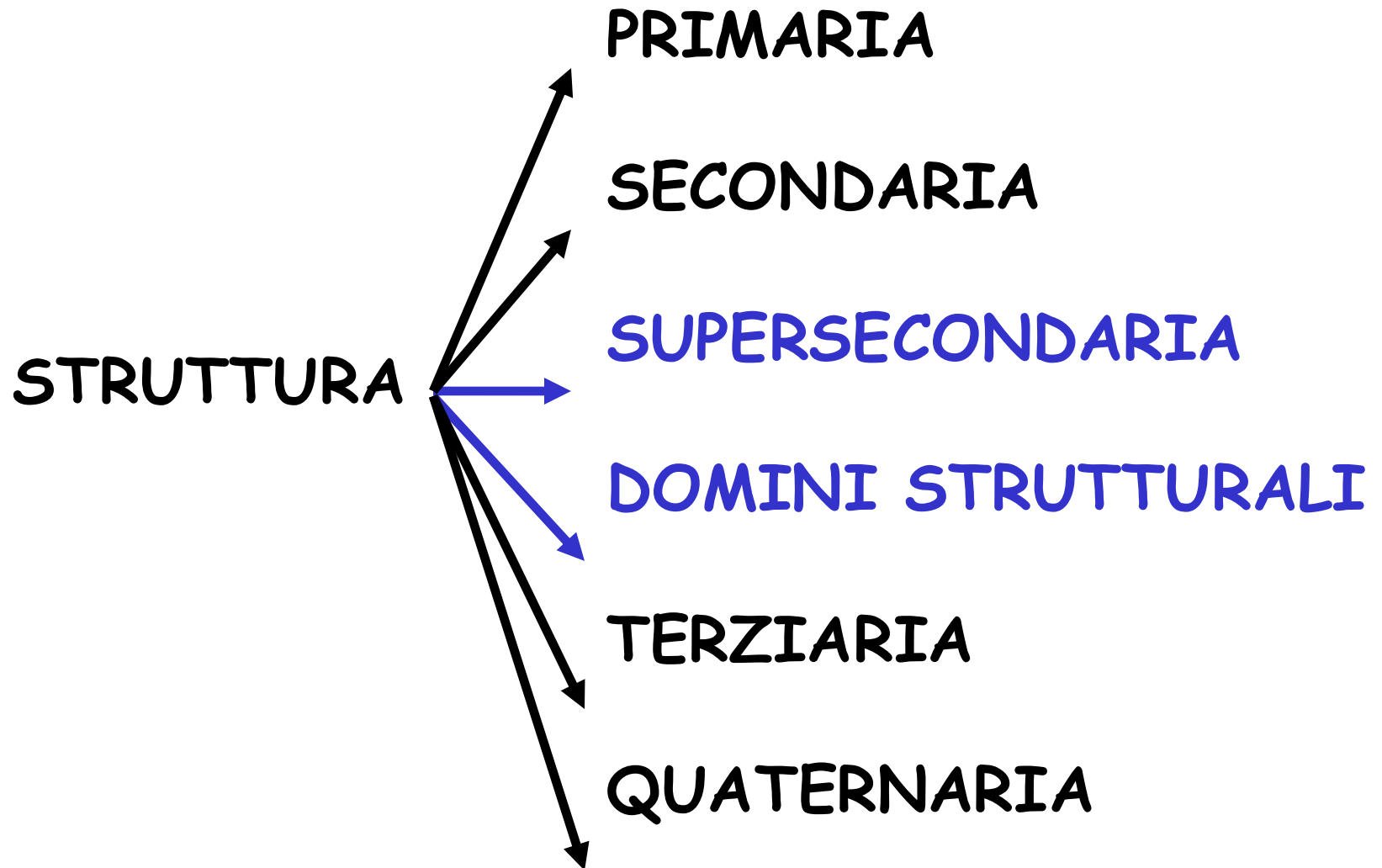
forze di Van der Waals

ser - ser

forze di Van der Waals

# IL PONTE DISOLFURO E' L' UNICO TIPO DI INTERAZIONE FORTE TRA AMMINOACIDI





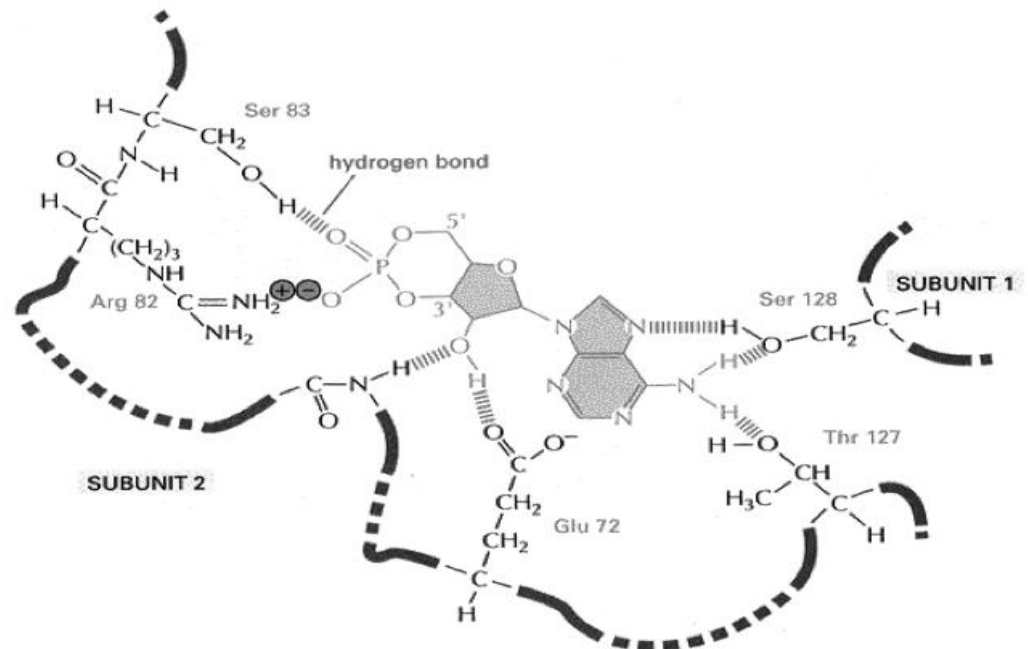
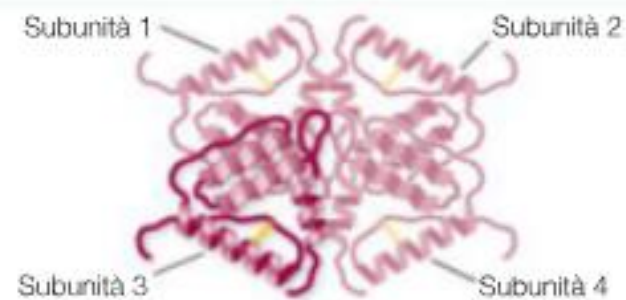
# STRUTTURA QUATERNARIA E' :

## L'interazione tra le subunità

(D) **Struttura quaternaria**

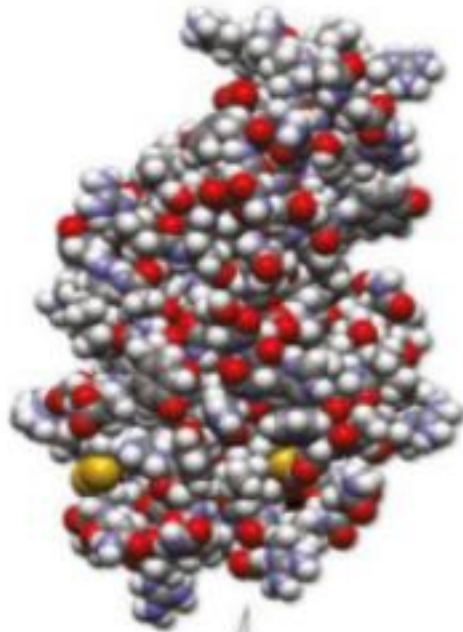
Due o più polipeptidi possono aggregarsi formando grandi molecole proteiche.

Legami idrogeno; ponti disolfuro; interazioni idrofobiche; interazioni ioniche.



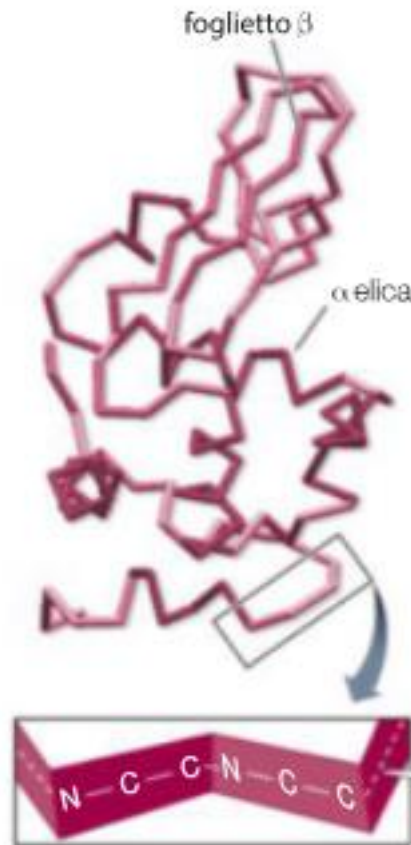
# LE PROTEINE POSSONO ESSERE DESCRITTE CON DIVERSI MODELLI

(A) Modello a spazio pieno



Una rappresentazione realistica del lisozima mostra che i suoi atomi riempiono molto densamente lo spazio.

(B) Modello a bastoncini



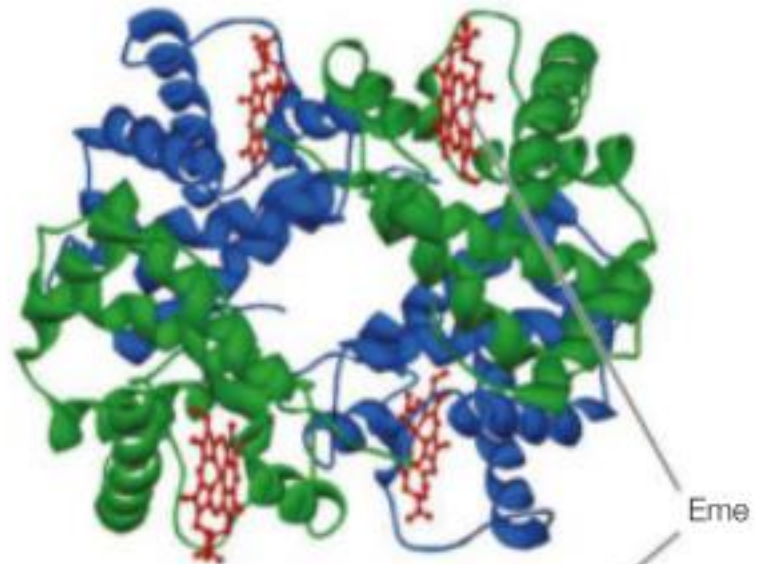
(C) Modello a nastro



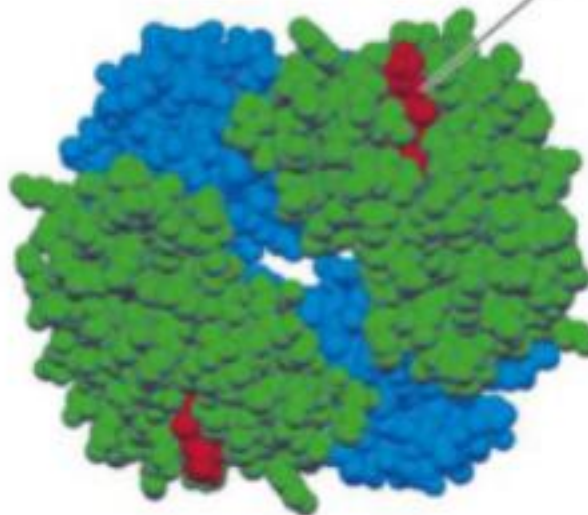
L'ossatura del lisozima consiste di una serie ripetitiva di unità  $N-C-C$  tante quanti sono gli amminoacidi.

# L'EMOGLOBINA

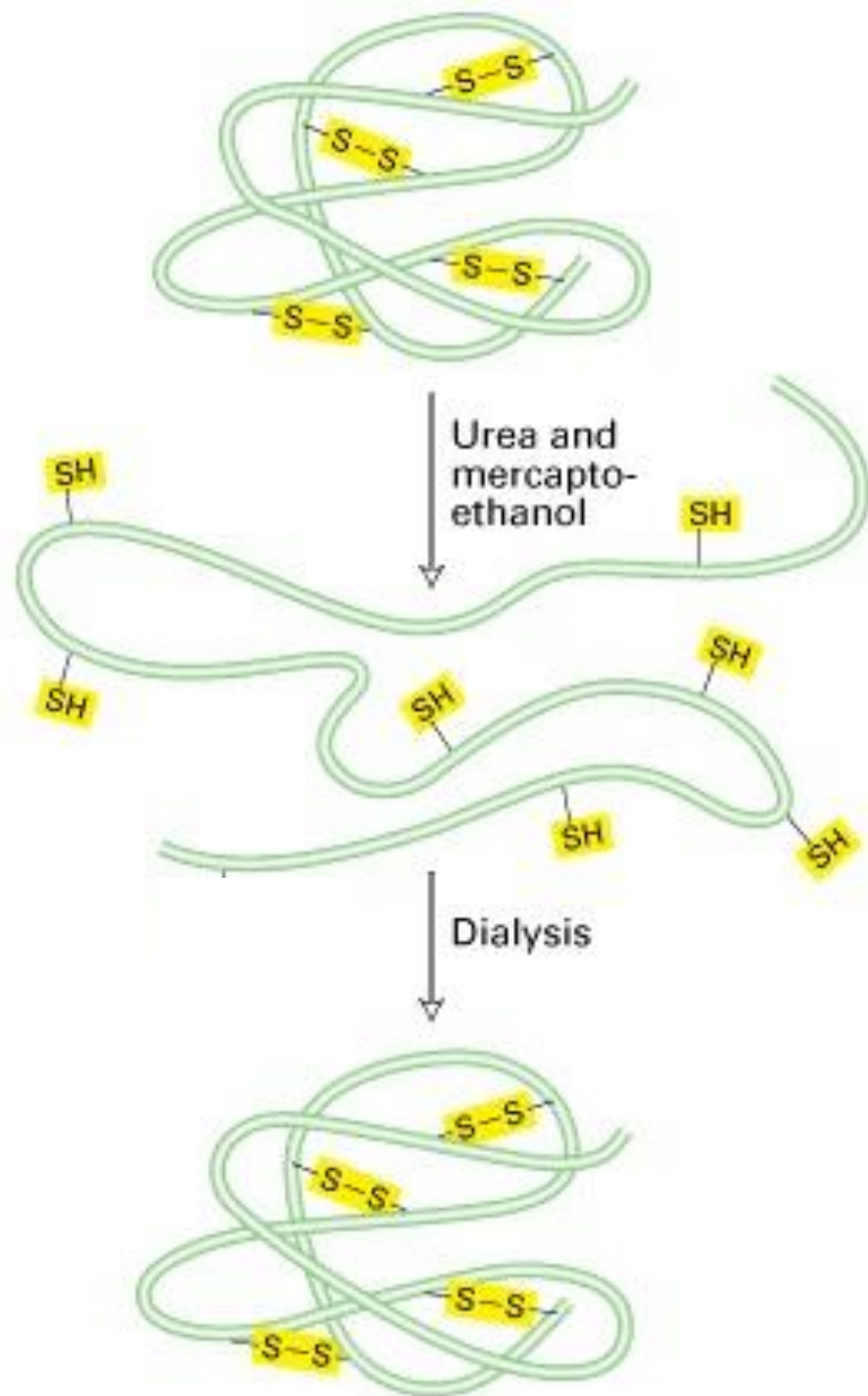
(A) Modello a nastro



(B) Modello a spazio pieno



La struttura primaria determina la struttura secondaria



LE STRUTTURE SUPERSECONDARIE SONO SEQUENZE  
ORDINATE DI STRUTTURE SECONDARIE

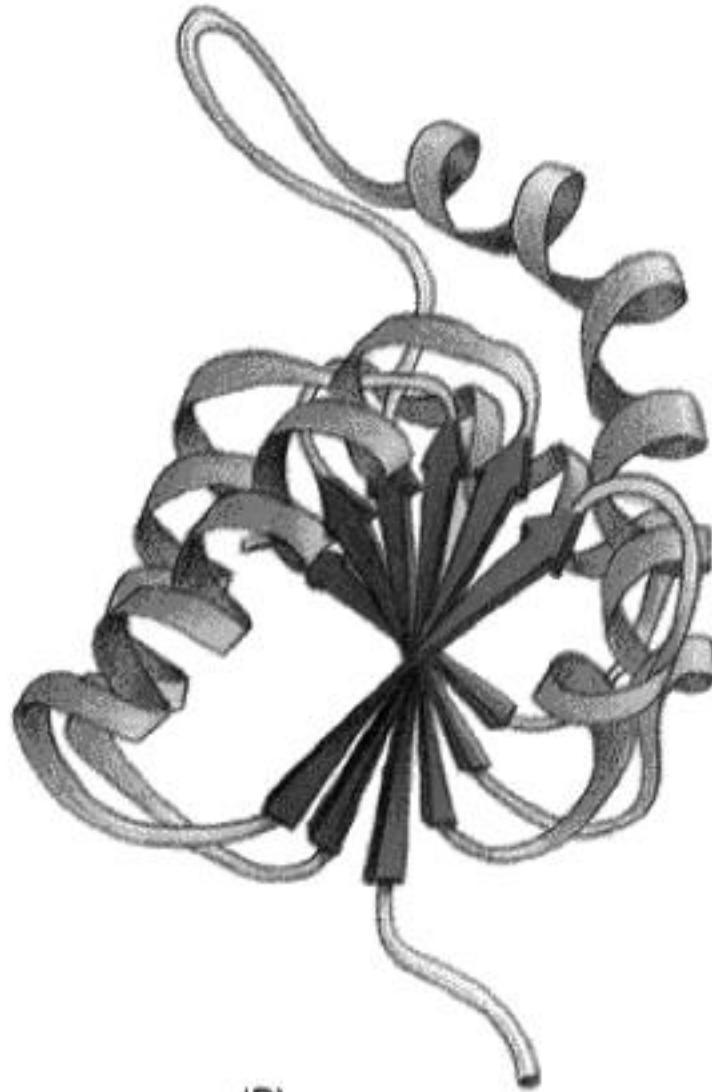


**ROSSMANN-FOLD**

# DOMINI STRUTTURALI SONO REGIONI DELLE PROTEINE A STRUTTURA (E FUNZIONE) DEFINITA



(A)



(B)

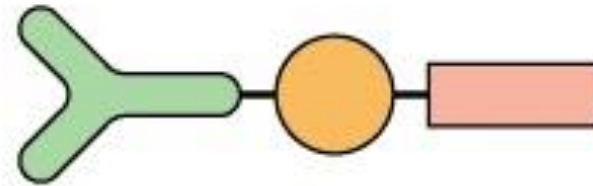


(C)

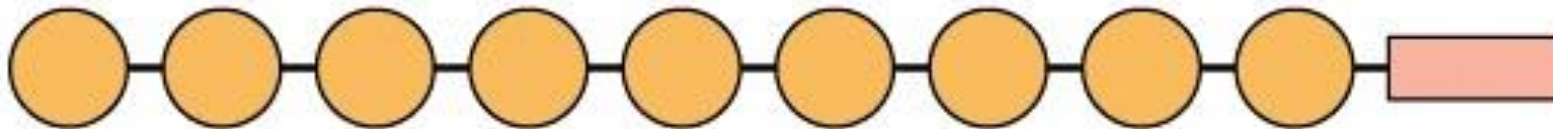
# LE PROTEINE HANNO UNA STRUTTURA MODULARE



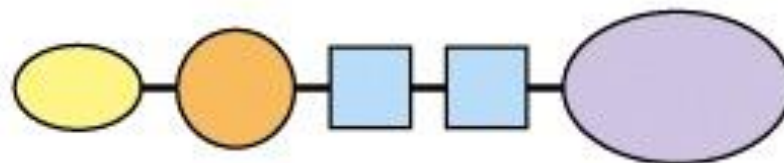
**EGF**



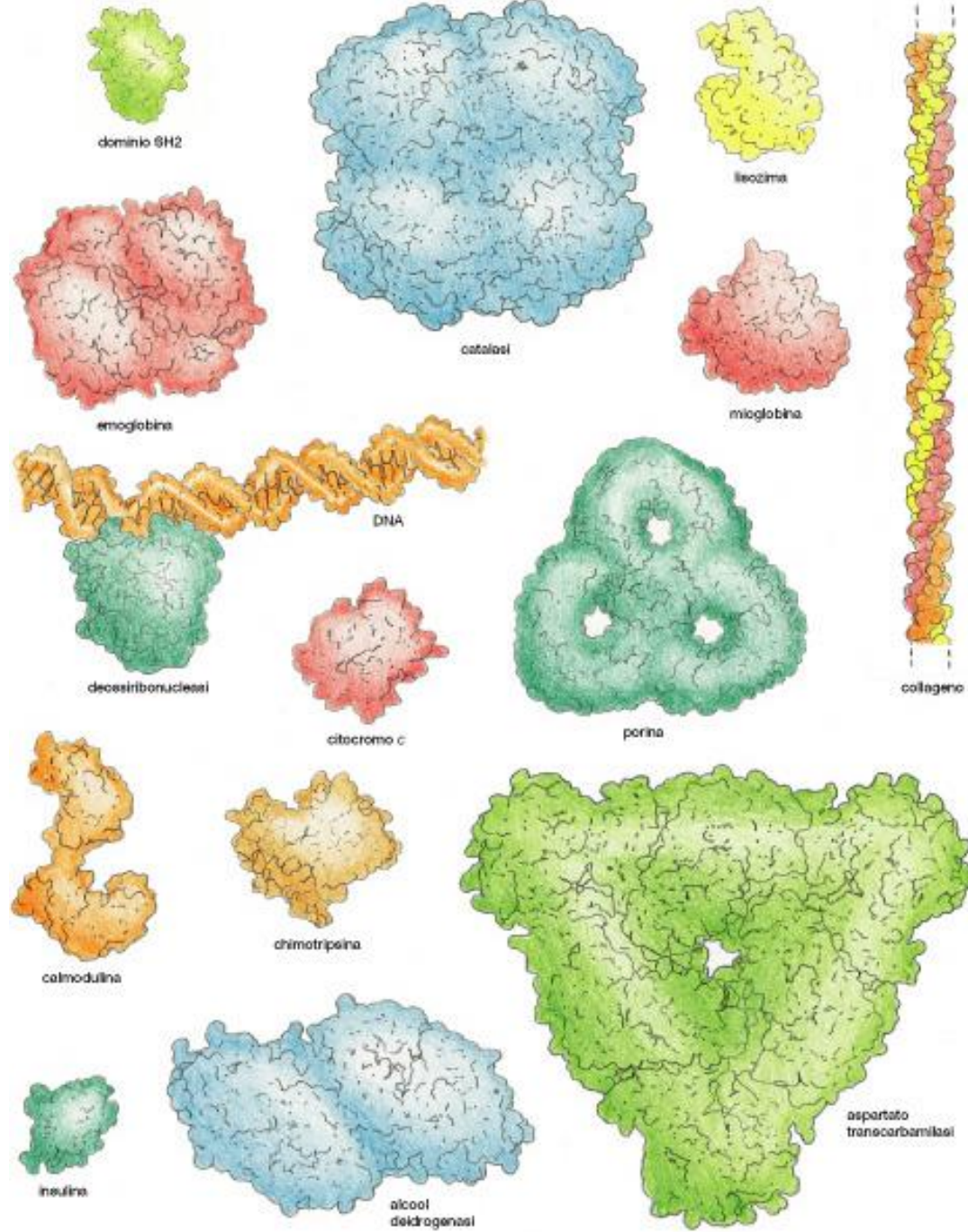
**Neu**



**EGF precursor**

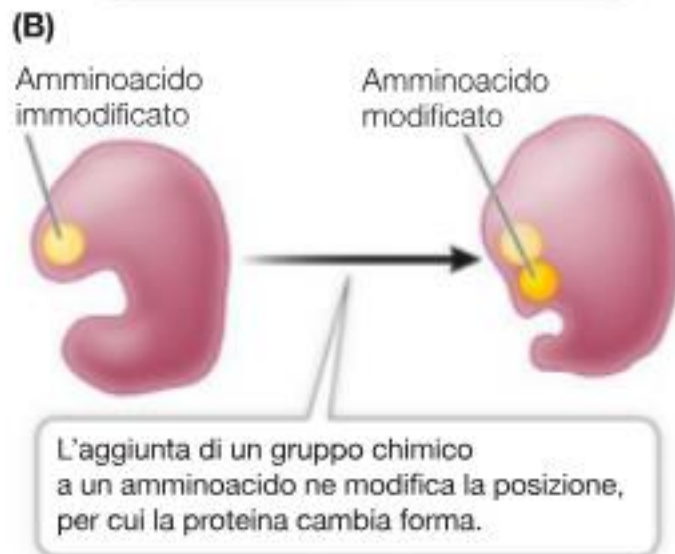
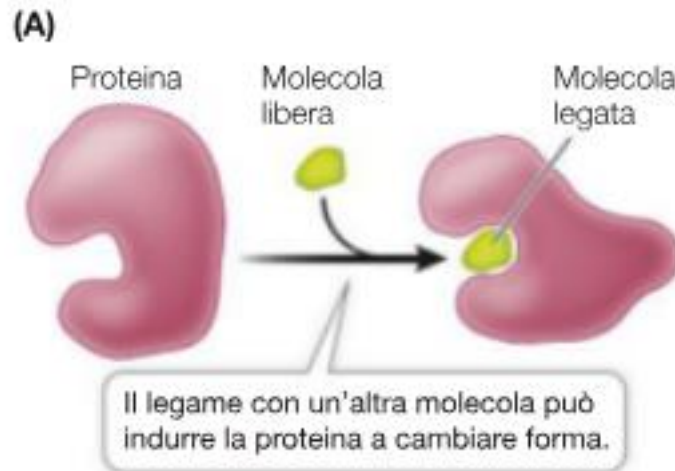


**TPA**



5 nm

# LA FORMA DELLE PROTEINE PUO' CAMBIARE



# COME SI ANALIZZA LA STRUTTURA DI UNA PROTEINA?

**Cristallografia ai raggi X**

**Risonanza magnetica nucleare**