

Gli acidi nucleici e l'origine della vita

Gli acidi nucleici sono polimeri composti da monomeri detti **nucleotidi**.

Ogni nucleotide è formato da uno **zucchero pentoso**, da un **gruppo fosfato** e da una **base azotata**.

Le basi azotate assumono 2 forme chimiche: una struttura ad **anello semplice** chiamata **pirimidina** o una a **doppio anello** detta **purina**.

Sia il DNA sia l'RNA possono contenere solo **4 tipi di nucleotidi**.

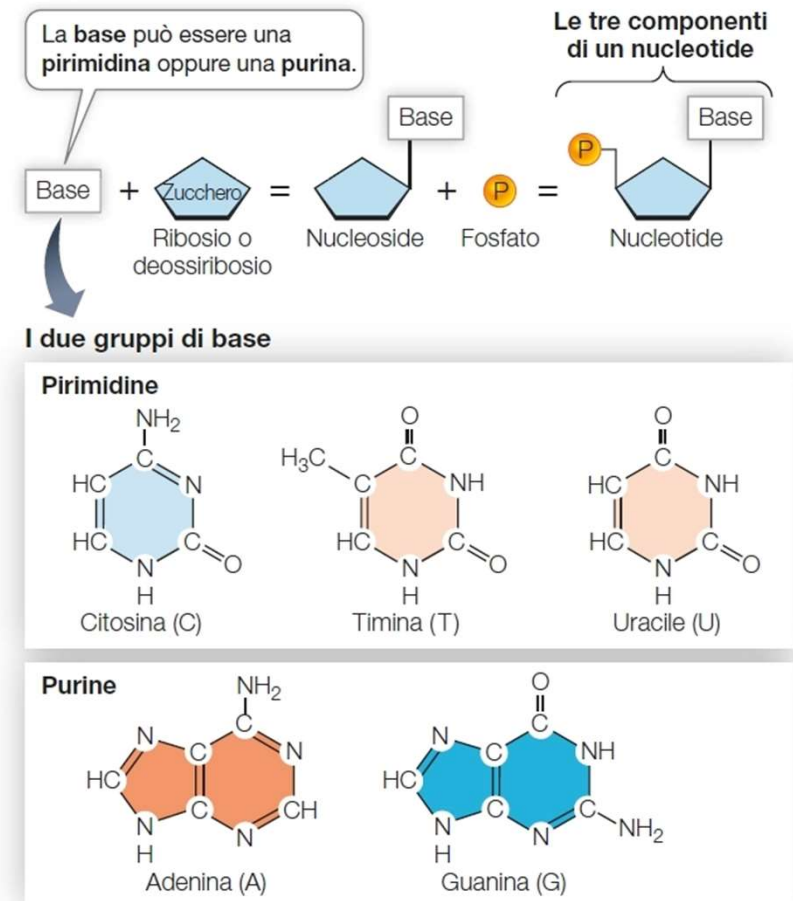


Figura 4.1 I nucleotidi hanno tre componenti I monomeri nucleotidici sono le unità costitutive dei polimeri di DNA e RNA. Le basi si dividono in due gruppi: pirimidine e purine.

Gli acidi nucleici e l'origine della vita

I nucleotidi del DNA però sono diversi da quelli dell'RNA per due ragioni:

- nel **DNA** lo zucchero è il **desossiribosio**, mentre nell'**RNA** è presente il **ribosio**, che ha un atomo di ossigeno in più;
- nel **DNA** compaiono le 4 basi azotate **adenina** (A), **citrosina** (C), **guanina** (G) e **timina** (T).

Nell'**RNA** al posto della base timina c'è la base **uracile** (U): le altre tre sono le stesse del DNA.

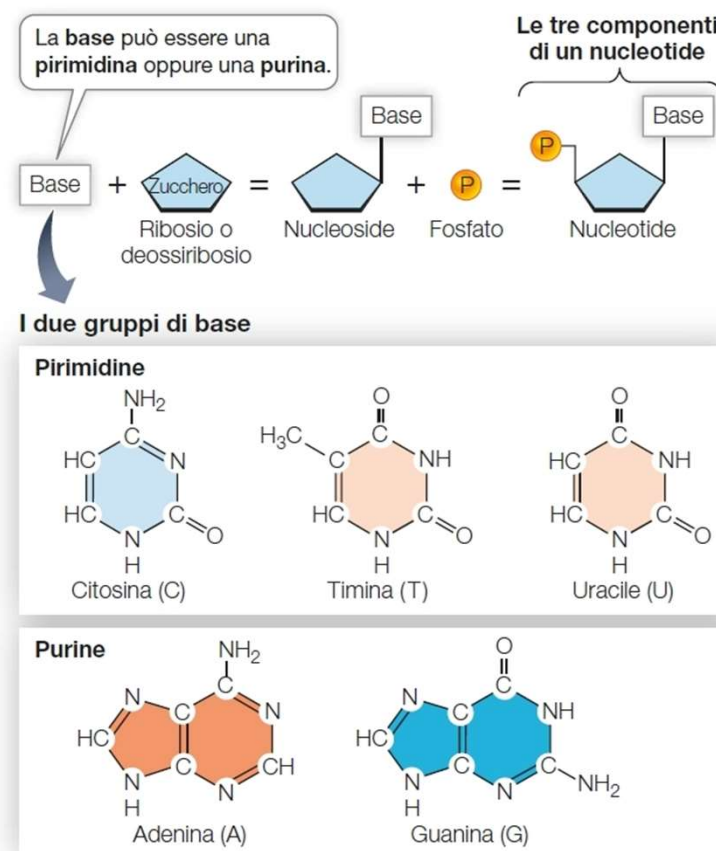


Figura 4.1 I nucleotidi hanno tre componenti I monomeri nucleotidici sono le unità costitutive dei polimeri di DNA e RNA. Le basi si dividono in due gruppi: pirimidine e purine.

- ▶ Attività 4.1 Componenti costitutivi degli acidi nucleici
Nucleic Acid Building Blocks
- ▶ Animazione 4.1 Acidi nucleici
Nucleic Acids

La **struttura** del DNA e dell'RNA consiste in una catena di nucleotidi uniti da **legami covalenti** tra lo zucchero di un nucleotide e il fosfato di quello successivo.

Lo scheletro della catena risulta quindi formato da **zuccheri e gruppi fosfato alternati**. Le **basi sono attaccate allo zucchero e sporgono rispetto alla catena polinucleotidica**.

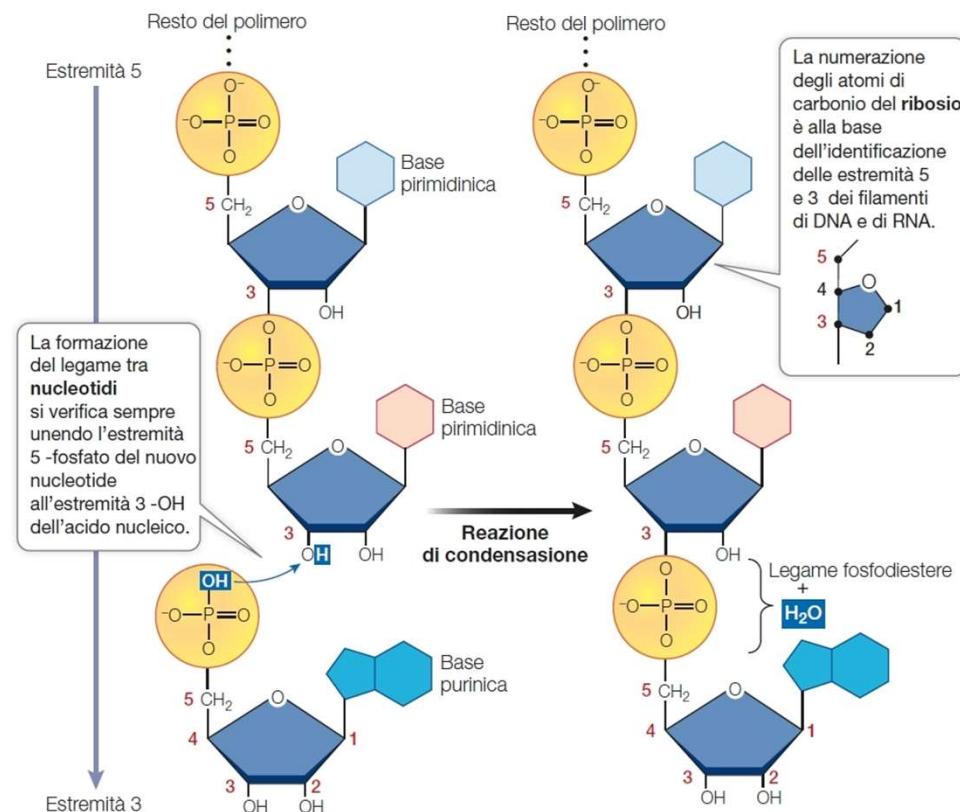
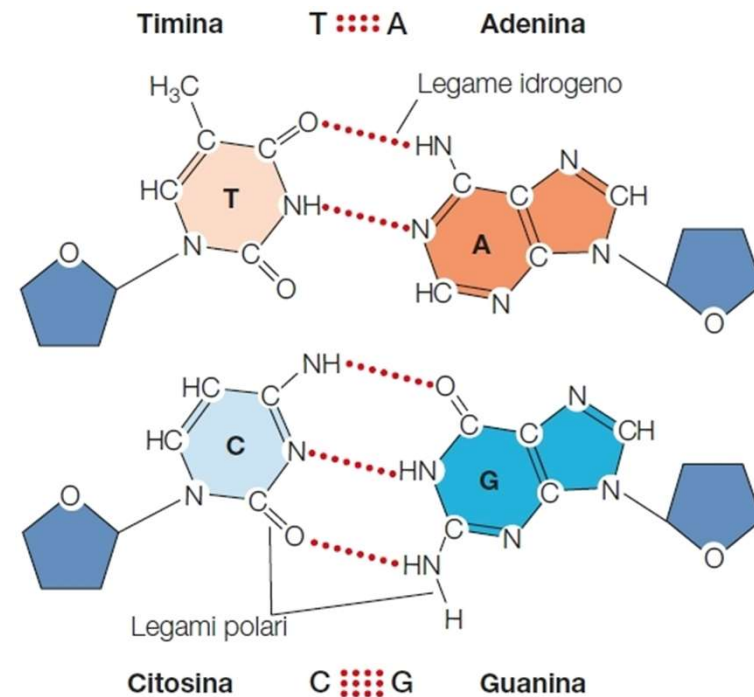


Figura 4.2 Come si legano tra loro gli acidi nucleici

L'allungamento di un acido nucleico (in questa figura un RNA) procede in direzione 5' (fosfato) – 3' (ossidril). Si noti che il nucleotide aggiunto all'inizio non è un monofosfato ma un trifosfato. I dettagli di questo processo saranno descritti nel Capitolo 13.

Mentre le molecole di **RNA** sono per lo più formate da un'unica **catena polinucleotidica**, il **DNA** è di solito a **doppio filamento**; le sue 2 catene polinucleotidiche sono tenute insieme da legami a idrogeno fra le **rispettive basi azotate**.

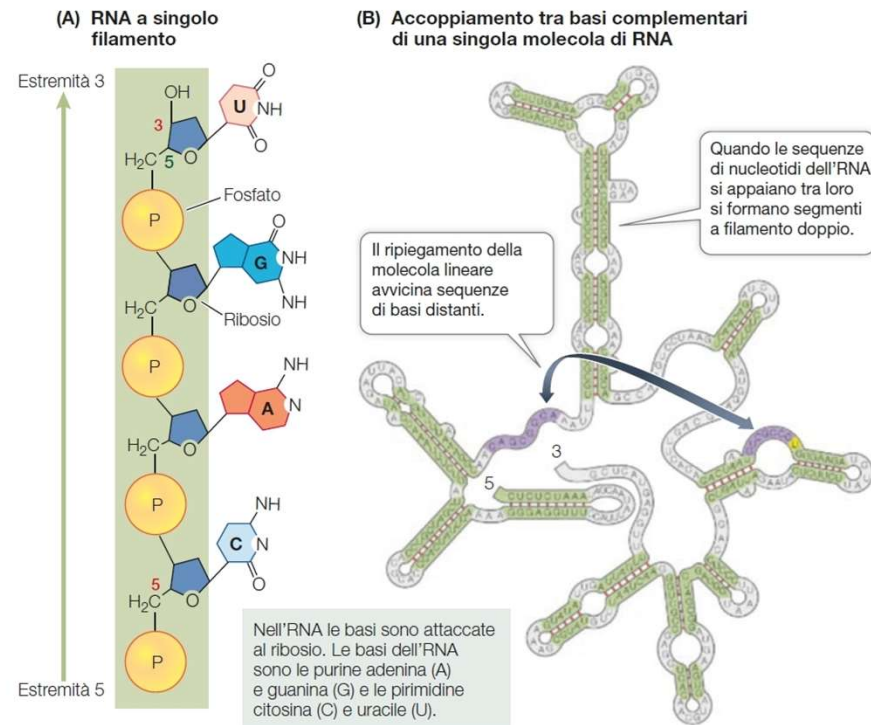
L'**appaiamento delle basi** avviene grazie alla formazione di **legami a idrogeno** e non è casuale: l'**adenina** si appaia sempre alla **timina**, mentre la **guanina** si appaia sempre alla **citrosina**. Si dice quindi che **A e T** sono **complementari tra loro**, come anche **C e G**. La complementarietà dipende dalle dimensioni e dalla composizione delle basi azotate che condizionano i legami a idrogeno che si possono formare.



I due filamenti corrono in **direzioni opposte**; tale orientamento antiparallelo permette loro di adattarsi l'uno all'altro nello spazio. Il DNA è una **molecola informazionale**: essa contiene infatti le informazioni per costruire correttamente tutte le catene polipeptidiche da cui derivano le proteine di un organismo. L'informazione del DNA è codificata nella **sequenza delle basi azotate**, che formano i suoi filamenti

Figura 4.3 RNA (A) L'RNA ha di solito un filamento singolo. (B) Quando il filamento di RNA si ripiega su se stesso, i legami idrogeno tra sequenze complementari possono stabilizzarlo in una configurazione tridimensionale con caratteristiche superficiali complesse.

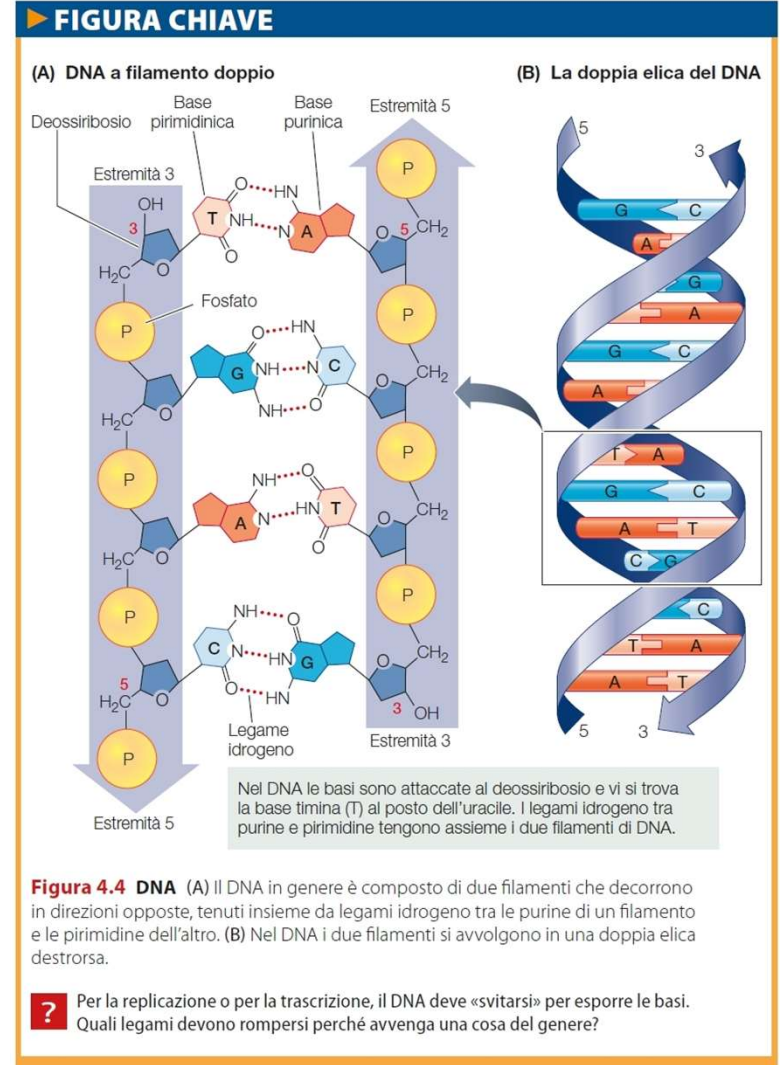
? Cosa succederebbe se una molecola di RNA ripiegata venisse riscaldata? Ripassa gli effetti del riscaldamento sui legami idrogeno.



Per stabilire la struttura del DNA, biofisici e biochimici utilizzarono la cristallografia a raggi X.

I campioni di DNA opportunamente preparati vennero analizzati dalla cristallografa **Rosalind Franklin** del King's College di Londra.

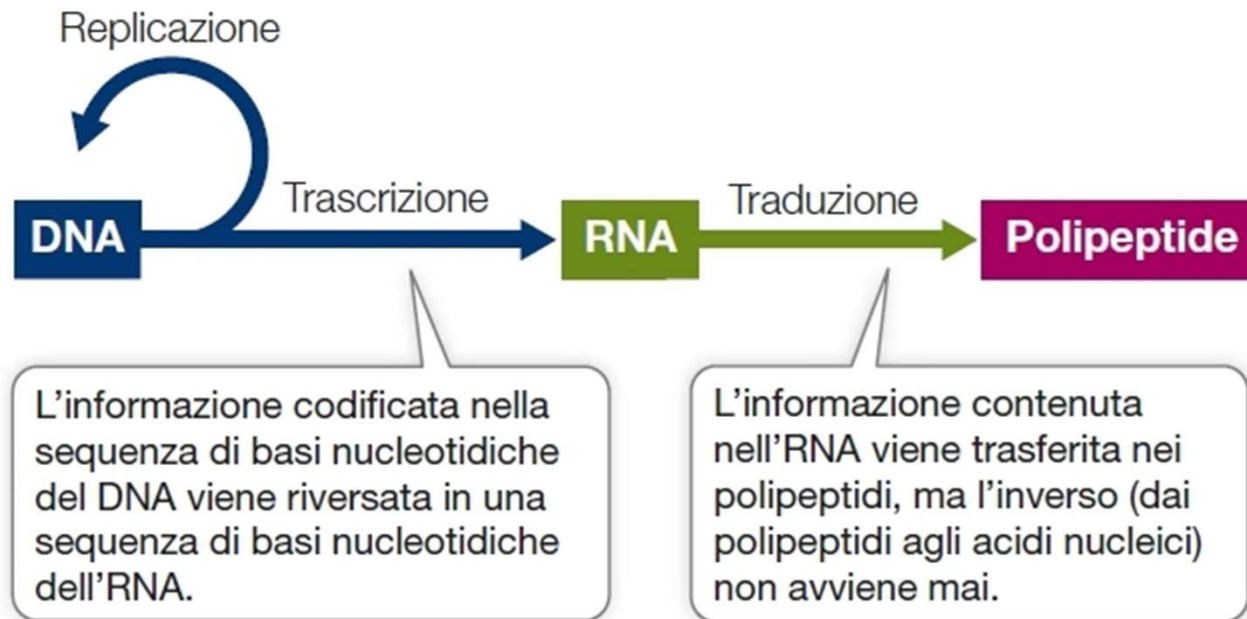
I dati della Franklin suggerivano che il DNA fosse una doppia elica (cioè a doppio filo) con **10 nucleotidi ogni intero giro**.



L'**informazione contenuta nella molecola di DNA** non dipende solo dal numero e tipo di basi azotate, ma anche dall'**ordine in cui sono disposte**: per esempio, l'informazione codificata nella sequenza TCAG è diversa da quella della sequenza CCAG.

DOGMA CENTRALE

L'informazione genetica fluisce dal DNA all'RNA e ai polipeptidi, come indicato dalle frecce.



Il DNA si **duplica** secondo un modello di tipo **semiconservativo** in cui ogni molecola di DNA contiene un intero filamento vecchio e uno neosintetizzato.

La **trascrizione** è il processo attraverso il quale si forma una **molecola di RNA** a partire da uno stampo di **DNA**.

Avviene in 3 tappe: inizio, allungamento e terminazione, e negli eucarioti coinvolge varie proteine regolatrici.

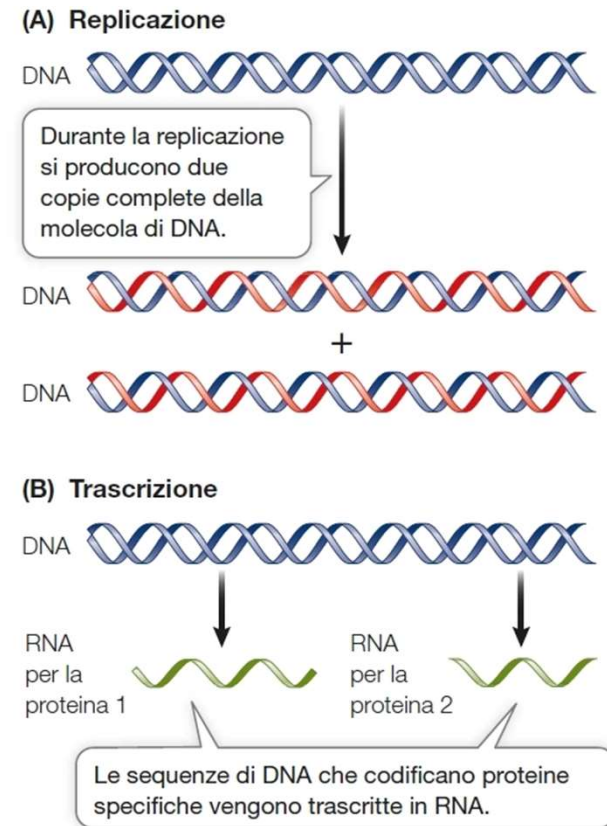


Figura 4.5 Replicazione e trascrizione Il DNA di solito viene replicato completamente (A) ma trascritto solo in parte (B). I trascritti di RNA derivano da geni che codificano proteine specifiche. La trascrizione di geni diversi avviene in tempi diversi e, negli organismi pluricellulari, in cellule diverse del corpo.

? Cosa determina che una certa cellula trascriva una sequenza di DNA nell'RNA?

Dopo la trascrizione l'RNA messaggero viene **tradotto** nei **ribosomi** dove viene sintetizzata la proteina.

Il **codice** che permette alla sequenza di nucleotidi di guidare la formazione di una sequenza di aminoacidi si chiama **codice genetico**.

		Seconda lettera					
		U	C	A	G		
Prima lettera	U	UUU Fenilalanina UUC UUA Leucina UUG	UCU Serina UCC UCA UCG	UAU Tirosina UAC UAA STOP UAG STOP	UGU Cisteina UGC UGA STOP UGG Triptofano	U C A G	Terza lettera
	C	CUU Leucina CUC CUA CUG	CCU Prolina CCC CCA CCG	CAU Istidina CAC CAA Glutamina CAG	CGU Arginina CGC CGA CGG	U C A G	
	A	AUU Isoleucina AUC AUA AUG Metionina; INIZIO	ACU Treonina ACC ACA ACG	AAU Asparagina AAC AAA Lisina AAG	AGU Serina AGC AGA Arginina AGG	U C A G	
	G	GUU Valina GUC GUA GUG	GCU Alanina GCC GCA GCG	GAU Acido aspartico GAC GAA Acido glutammico GAG	GGU Glicina GGC GGA GGG	U C A G	

Figura 3.7 Il codice genetico
L'informazione genetica è codificata nell'RNA sotto forma di unità di tre lettere (codoni), formate dalle basi uracile (U), citosina (C), adenina (A) e guanina (G). Per decifrare un codone, si ricerca la prima lettera nella colonna a sinistra, quindi si scorre orizzontalmente cercando la seconda lettera nella fila in alto, e infine si legge l'amminoacido corrispondente alla terza lettera della colonna di destra nella casella così selezionata.

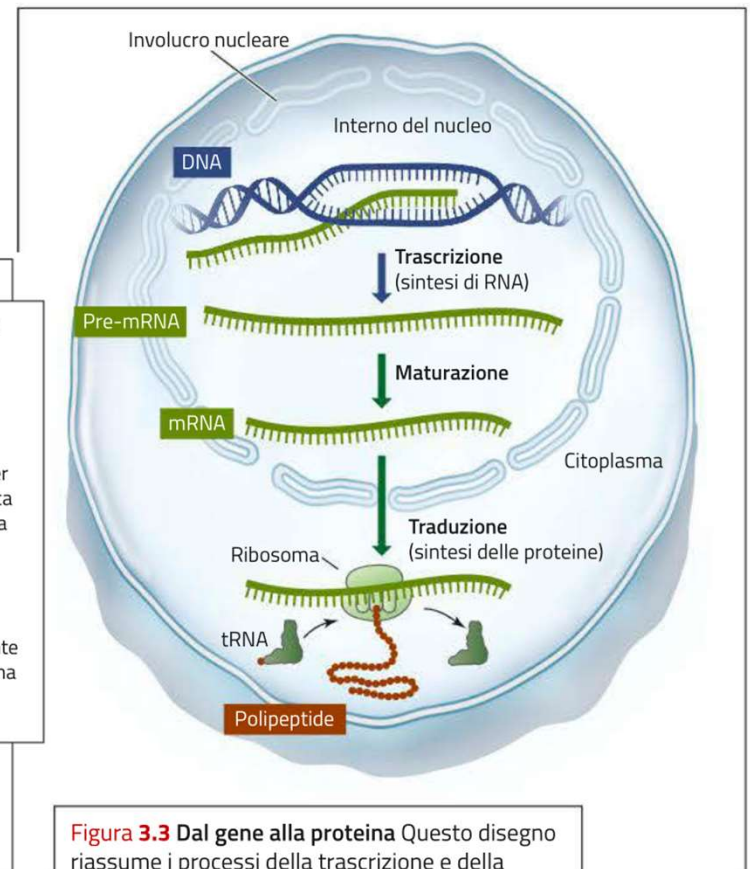


Figura 3.3 Dal gene alla proteina Questo disegno riassume i processi della trascrizione e della traduzione nei ~~procarioti~~ eucarioti

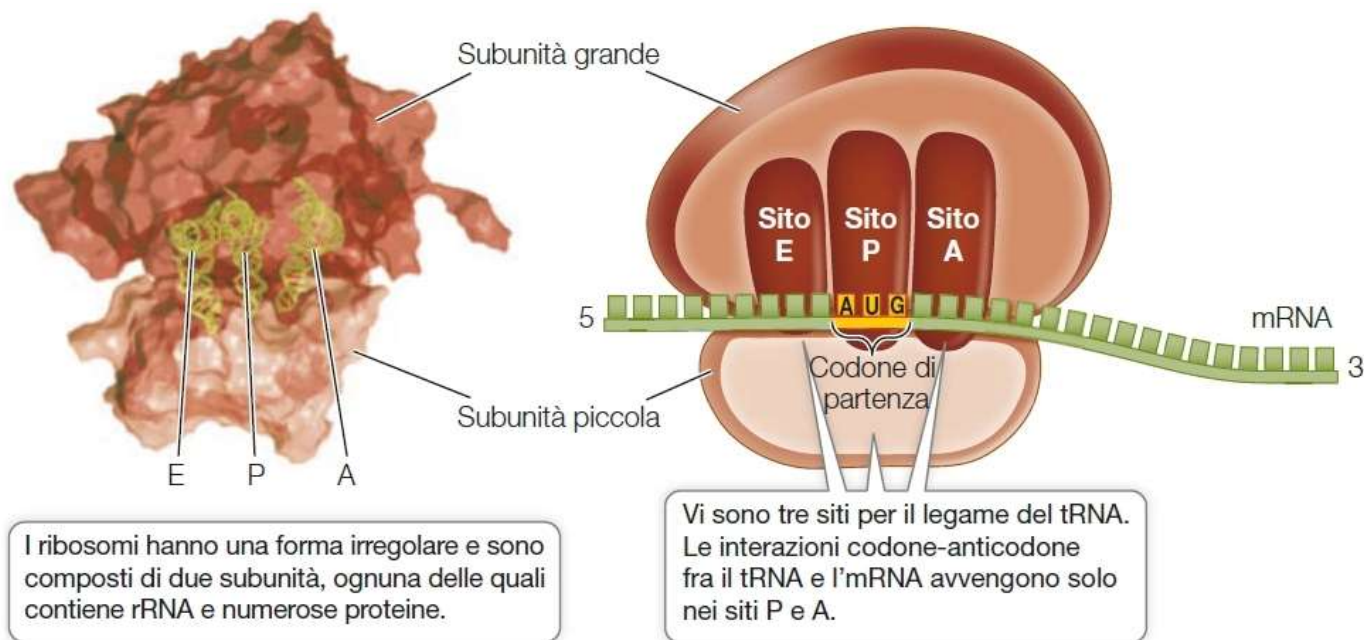


Figura 14.12 La struttura del ribosoma Ogni ribosoma consiste di una subunità grande e una piccola. Quando non sono utilizzate nella sintesi proteica, le due subunità restano separate.

? Il ribosoma è costituito da dozzine di proteine e diverse molecole di RNA, legate in maniera non covalente; quali sono le forze chimiche che le tengono insieme? In che modo è possibile rompere queste forze e separare le molecole tra loro?

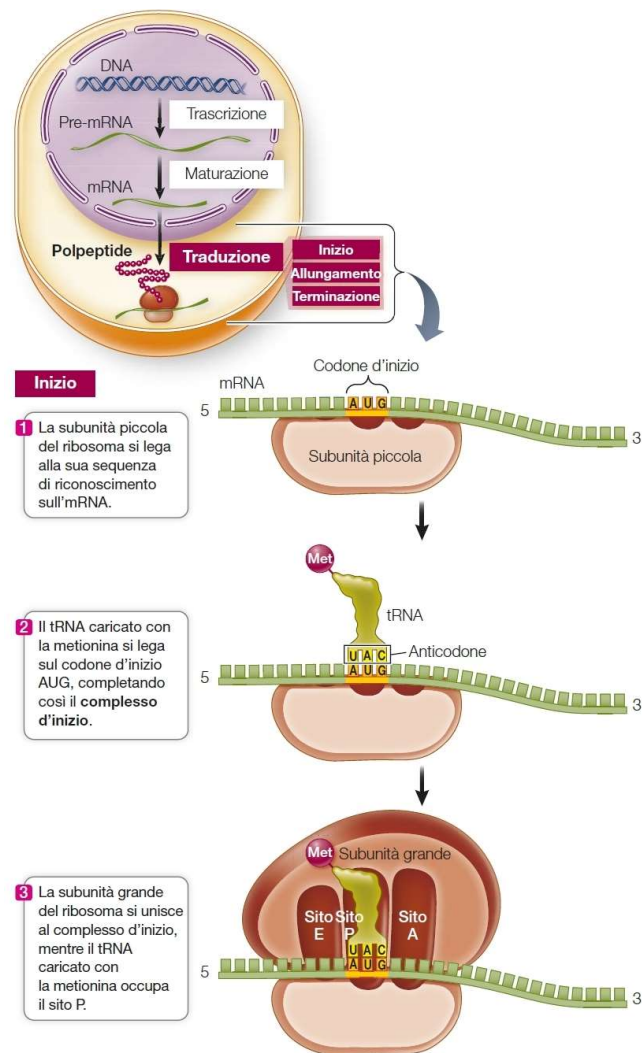


Figura 14.13 L'inizio della traduzione La traduzione incomincia con la formazione di un complesso di inizio. Nei procarioti, per iniziare il processo la subunità ribosomiale piccola si lega alla sequenza di Shine-Dalgarno, mentre negli eucarioti si lega al cappuccio in 5'.

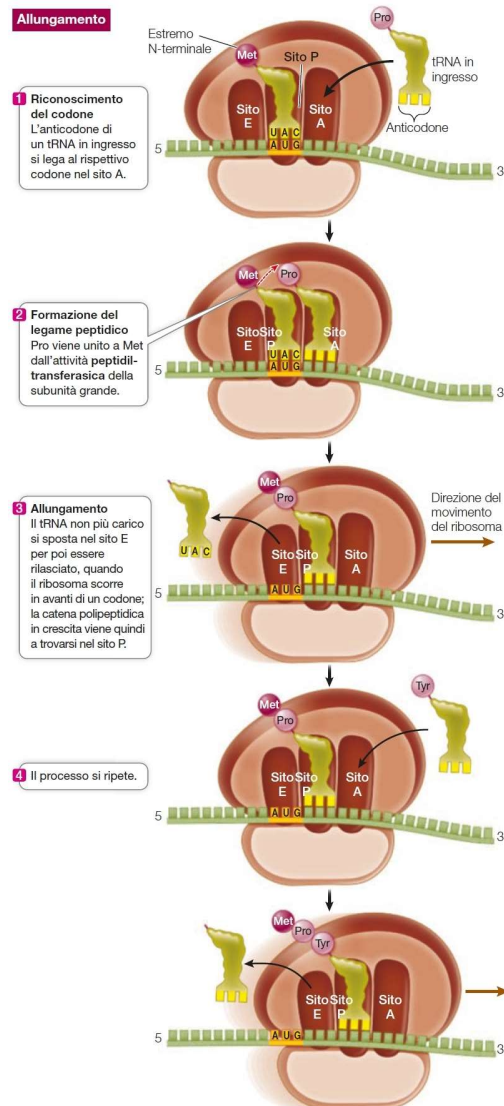


Figura 14.14 La fase di allungamento della traduzione. Mano a mano che l'mRNA viene tradotta, la catena polipeptidica si allunga.

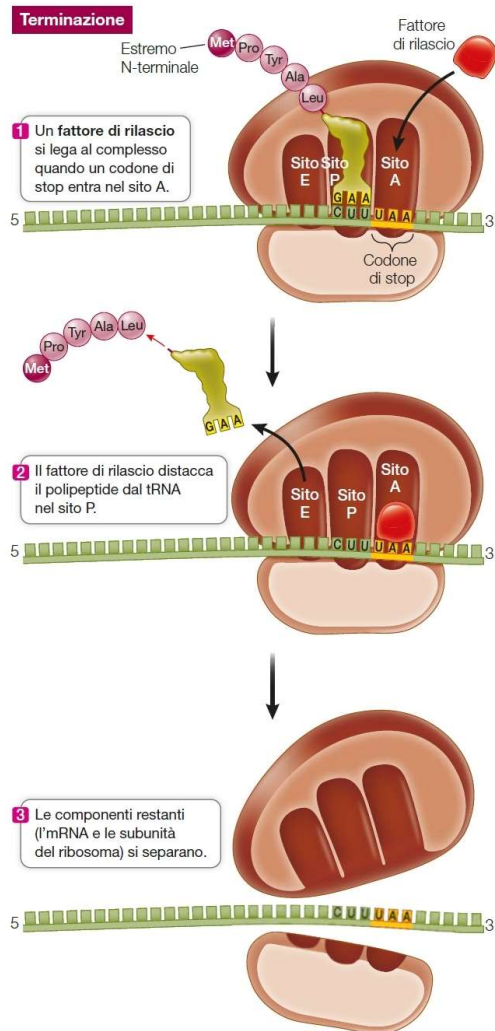


Figura 14.15 La terminazione della traduzione La traduzione dell'mRNA termina quando il sito A del ribosoma incontra un codone di stop sull'RNA messaggero.

? Cosa succede se non c'è il codone di stop?