

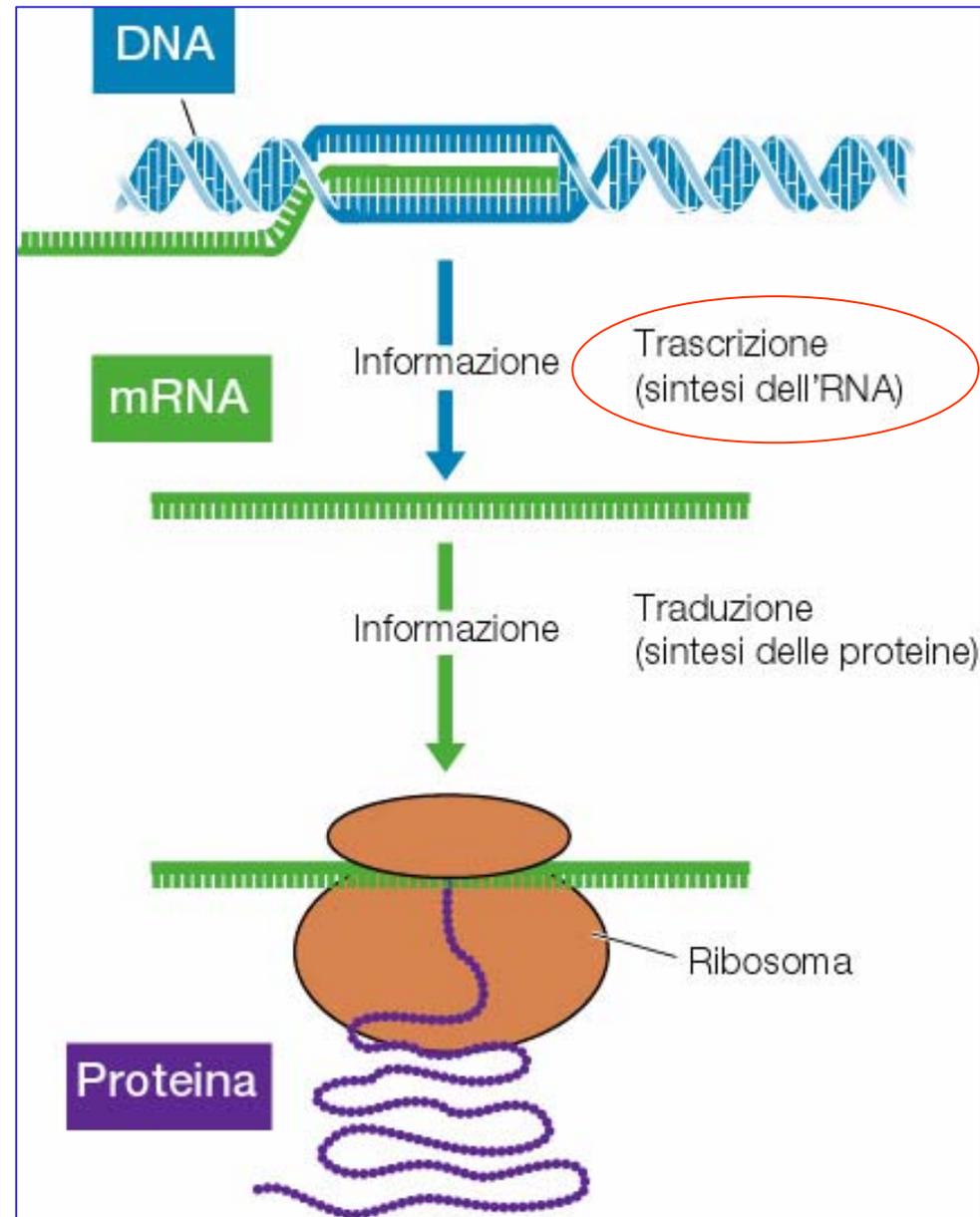
**[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)**

**TRASCRIZIONE**

# TRASCRIZIONE

Processo mediante il quale una sequenza di DNA (un gene) viene copiata in una sequenza di RNA

Dalla trascrizione derivano gli mRNA, che verranno tradotti in proteine, e tutti gli altri tipi di RNA (rRNA e tRNA)



# SOLO UNO DEI DUE FILAMENTI DI DNA, DETTO FILAMENTO STAMPO, VIENE TRASCRITTO

L'RNA sintetizzato è complementare al filamento stampo e identico al filamento non stampo

DNA      **5'-ATGTTACCATTCTAGGGG... -3'** filamento non stampo  
          **3'-TACAATGGTAAGATCCCC...-5'** filamento stampo

RNA      **5'-AUGUUACCAUUCUAGGGG..-3'**

Proteina **NH<sub>2</sub>-Met-Leu-Pro-Cys-Trp-Asp..-COOH**

# REAZIONE DI SINTESI DELL'RNA

Ingredienti:

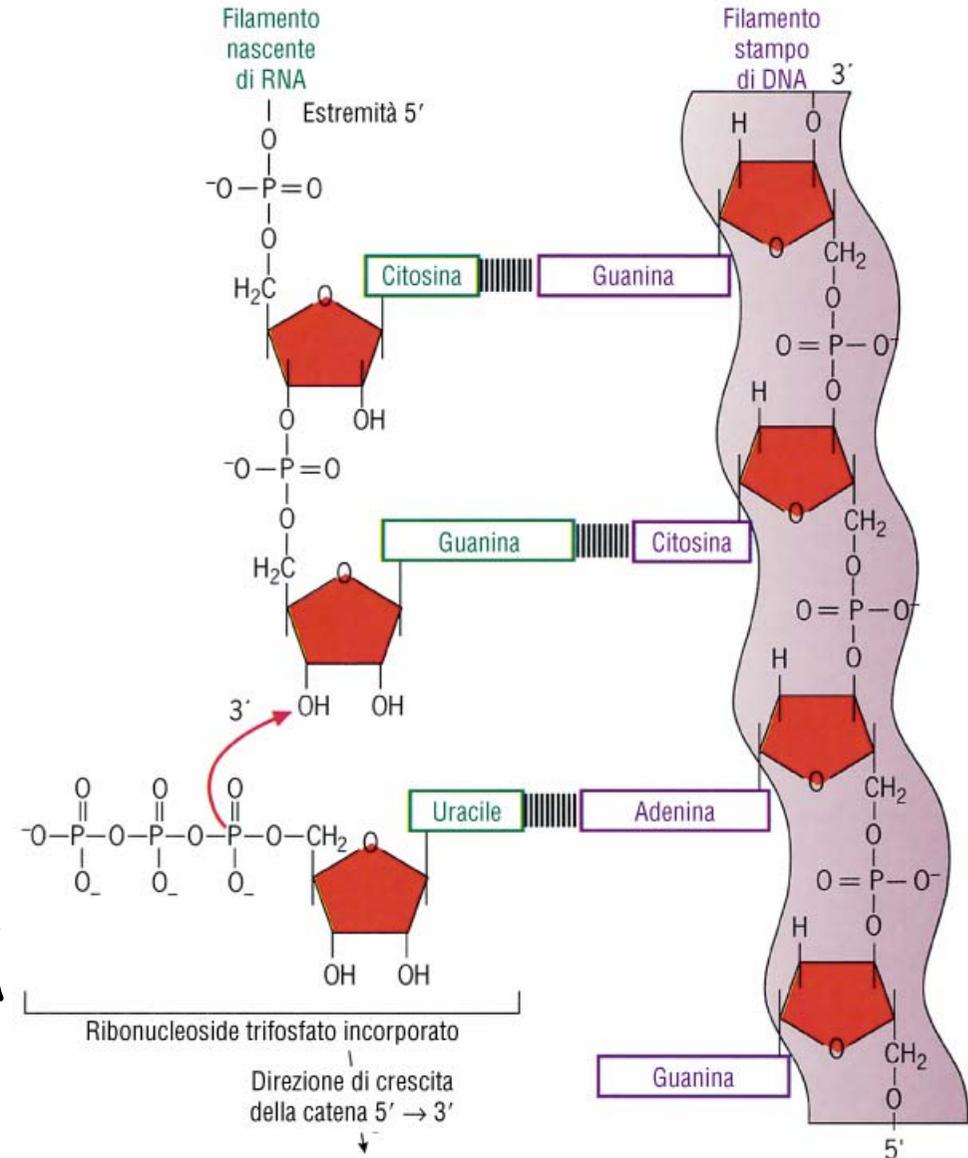
- DNA
- Ribonucleosidi trifosfato (NTP)  
ATP, UTP, GTP, CTP
- enzima RNA polimerasi

.

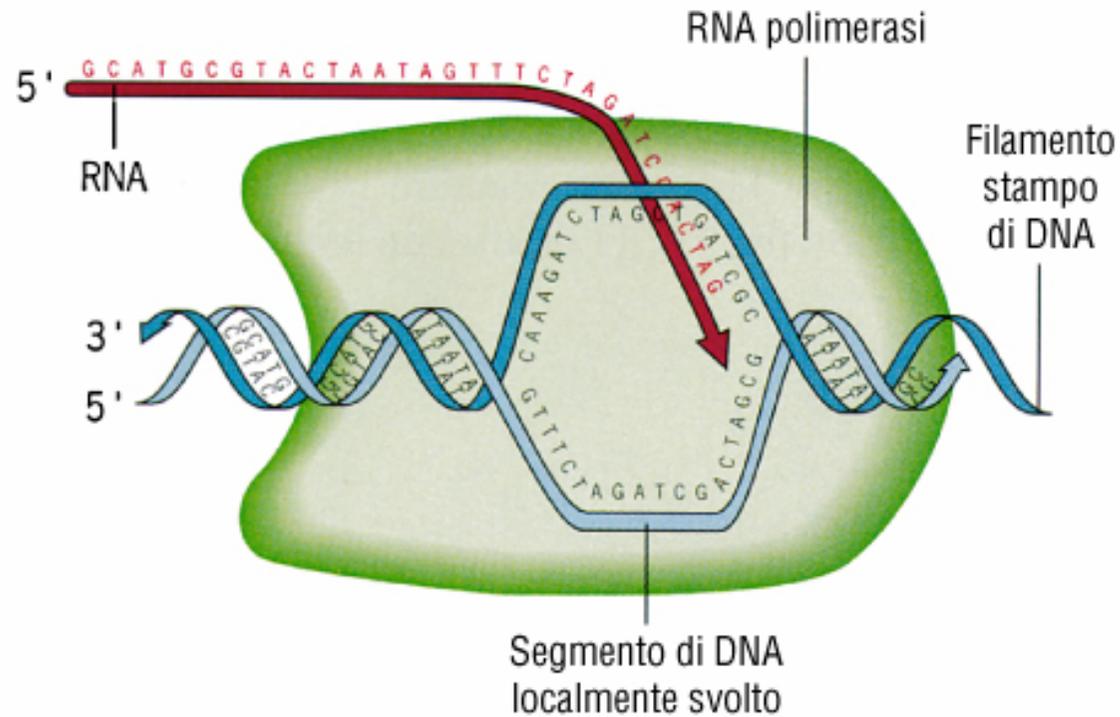
# SINTESI DELL'RNA

La RNA polimerasi:

- aggiunge un nucleotide alla volta seguendo il principio della complementarità delle basi
- utilizza come precursori i ribonucleosidi trifosfato (NTP)
- catalizza la formazione del legame fosfodiesterico
- la polimerizzazione e quindi la crescita del filamento di RNA avviene in direzione 5' --> 3'

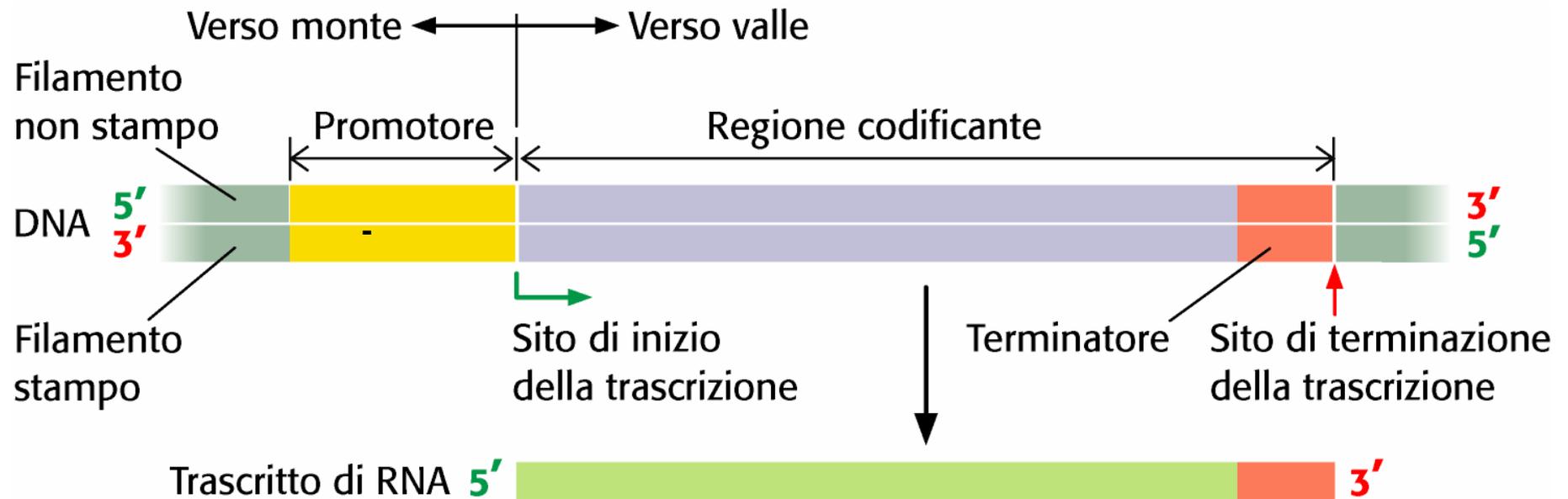


# LA BOLLA DI TRASCRIZIONE



La sintesi dell'RNA avviene in un segmento di DNA localmente svolto, detto bolla di trascrizione

# I GENI CONTENGONO SEGNALI CHE INDICANO DOVE DEVE INIZIARE E TERMINARE LA TRASCRIZIONE

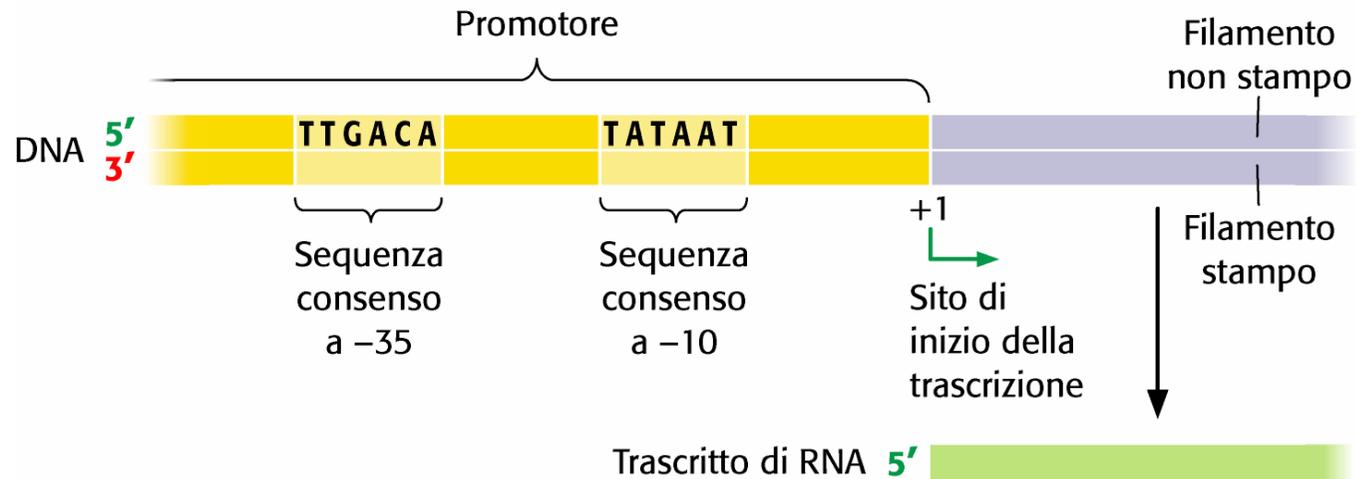


Promotore: segnale per l'inizio della trascrizione

Terminatore: segnale di terminazione della trascrizione

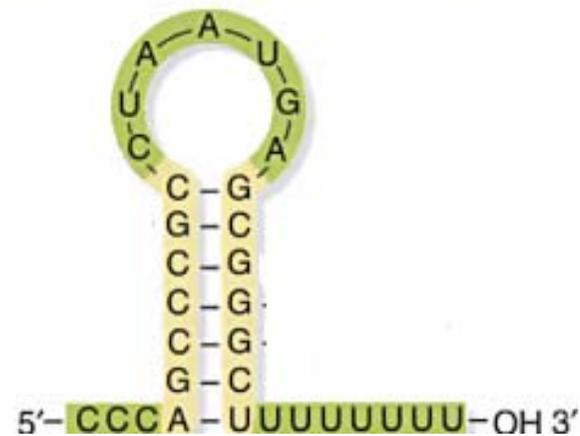
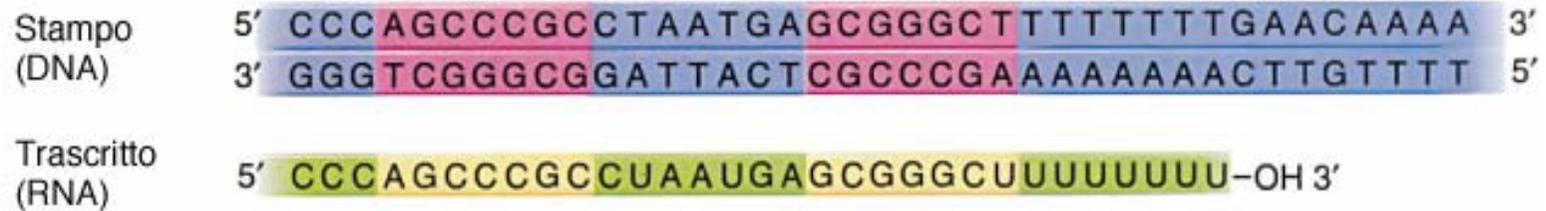
Questi segnali sono sequenze di DNA simili nei diversi geni

# PROMOTORE DEI GENI PROCARIOTICI



Promotore: regione localizzata a monte del sito di inizio della trascrizione. Contiene sequenze che facilitano l'attacco della RNA polimerasi e l'apertura della doppia elica del DNA

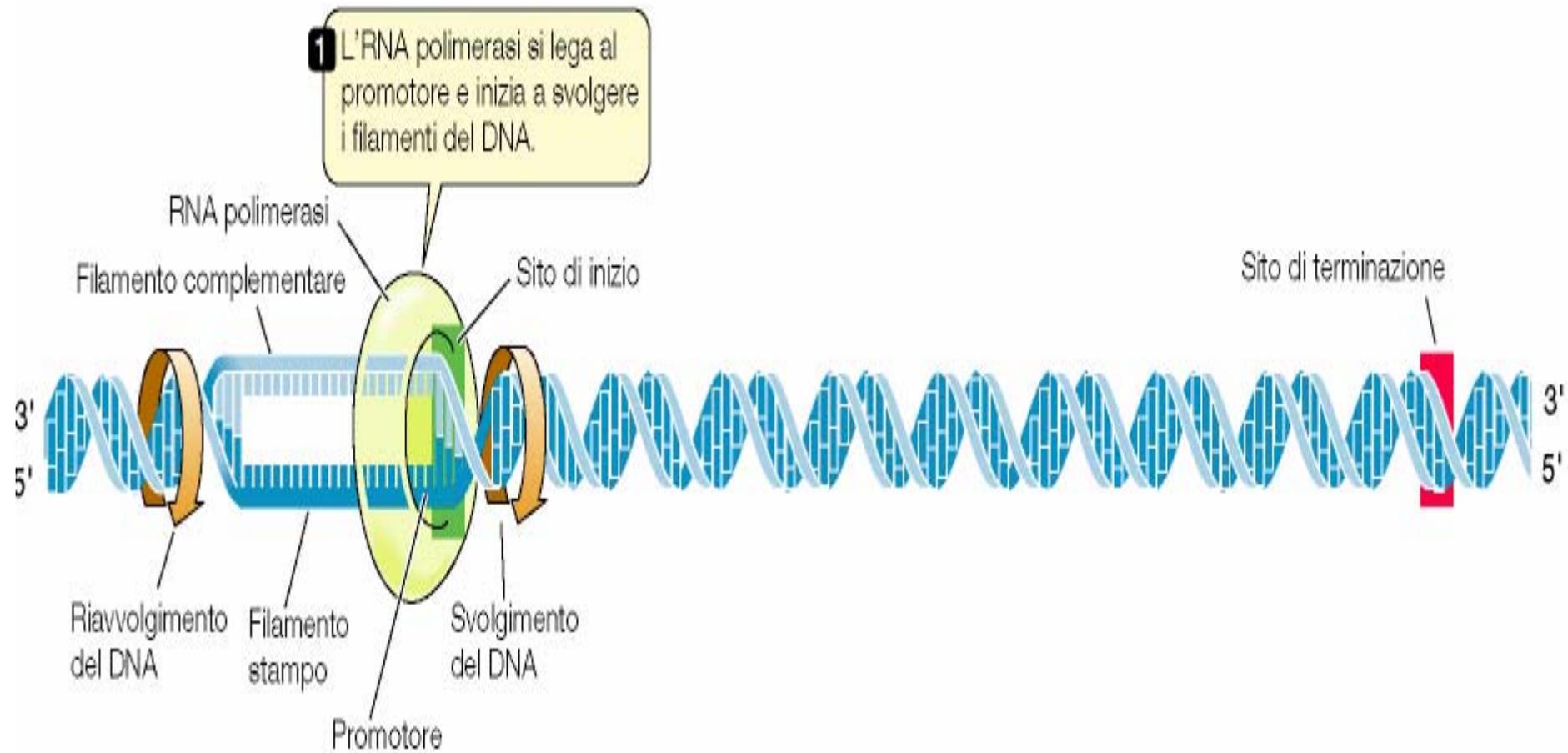
# TERMINATORE DI UN GENE PROCARIOTA



Dopo essere stata trascritta la sequenza terminatore forma una forcina che blocca la RNA polimerasi

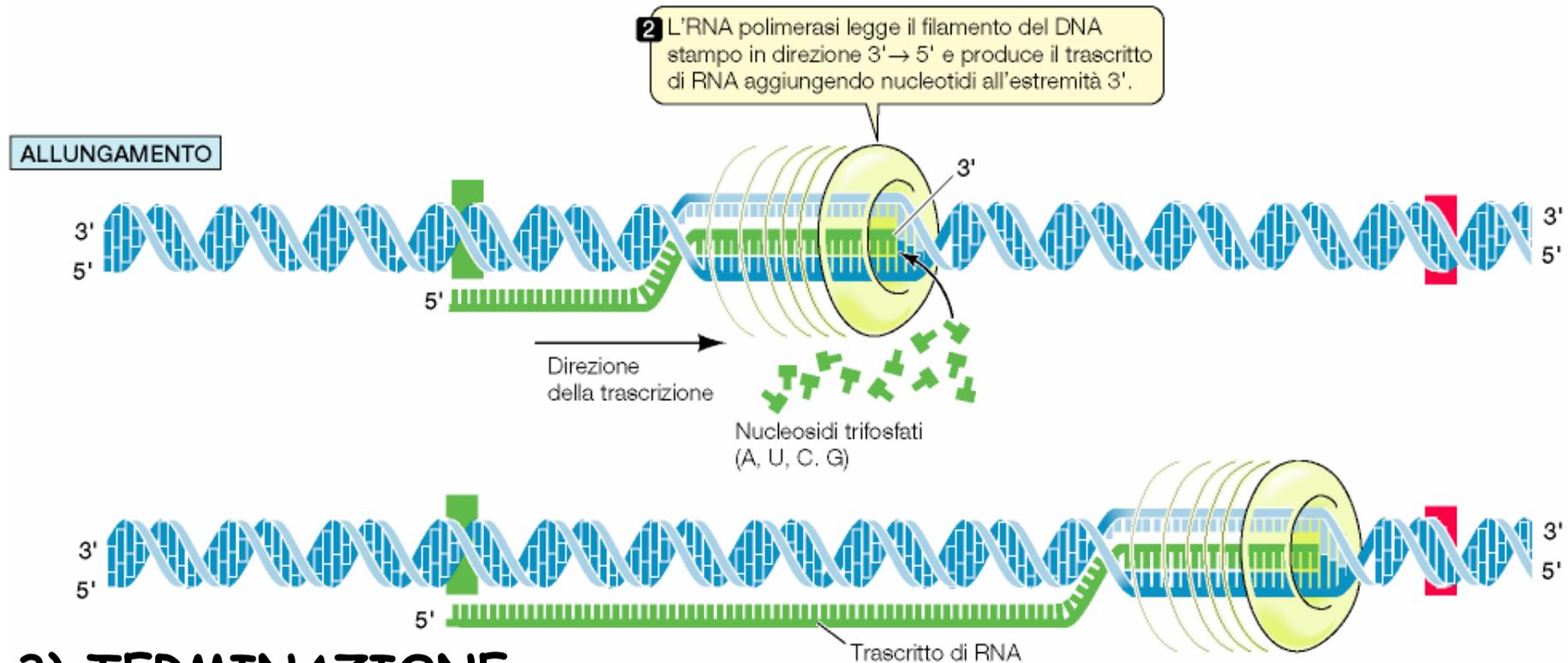
# FASI DELLA TRASCRIZIONE

## 1) INIZIO

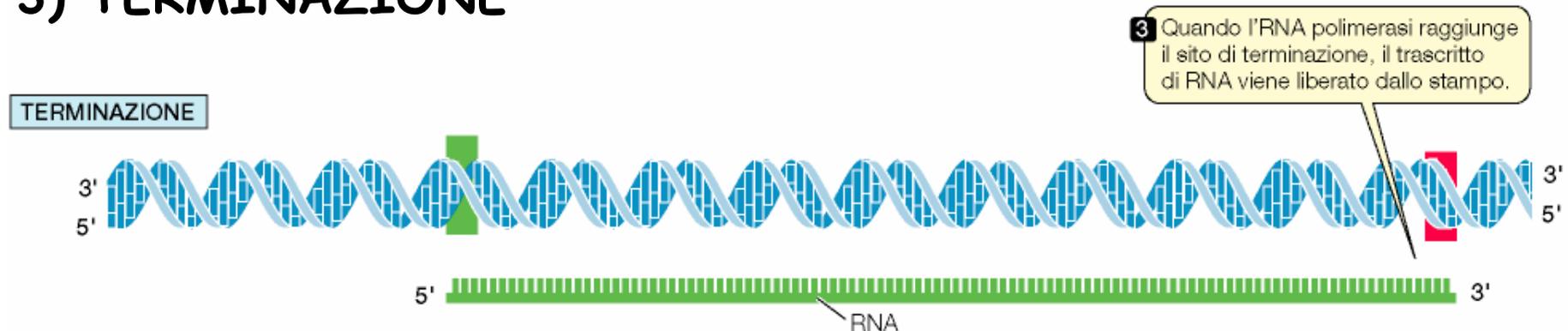


# FASI DELLA TRASCRIZIONE

## 2) ALLUNGAMENTO DEL TRASCRITTO



## 3) TERMINAZIONE



# FASI DELLA TRASCRIZIONE

**INIZIO:** la RNA polimerasi si lega al promotore e inizia a svolgere il DNA

**ALLUNGAMENTO:** la RNA polimerasi sintetizza l'RNA copiando un filamento di DNA

**TERMINAZIONE:** la RNA polimerasi riconosce sequenze o segnali particolari di terminazione e si stacca dal DNA

## PROCARIOTI

Un'unica RNA polimerasi per tutti i tipi di RNA

## EUCARIOTI

Tre tipi di RNA polimerasi

### Tipo di RNA polimerasi

RNA polimerasi I

RNA polimerasi II

RNA polimerasi III

### Geni trascritti

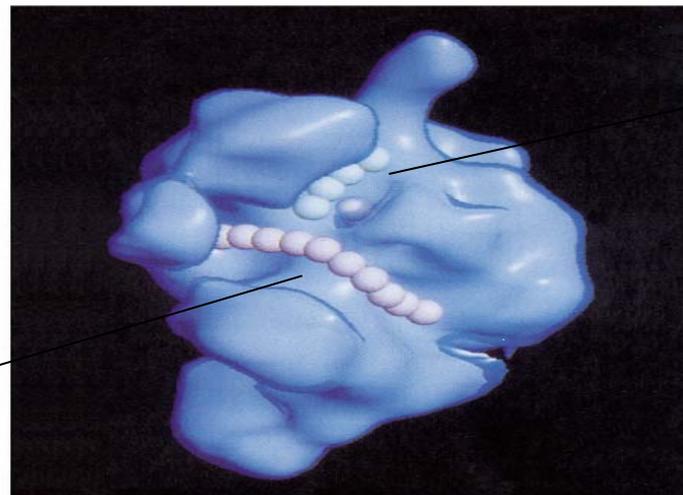
Geni per rRNA

Geni per mRNA (per proteine)

Geni per tRNA

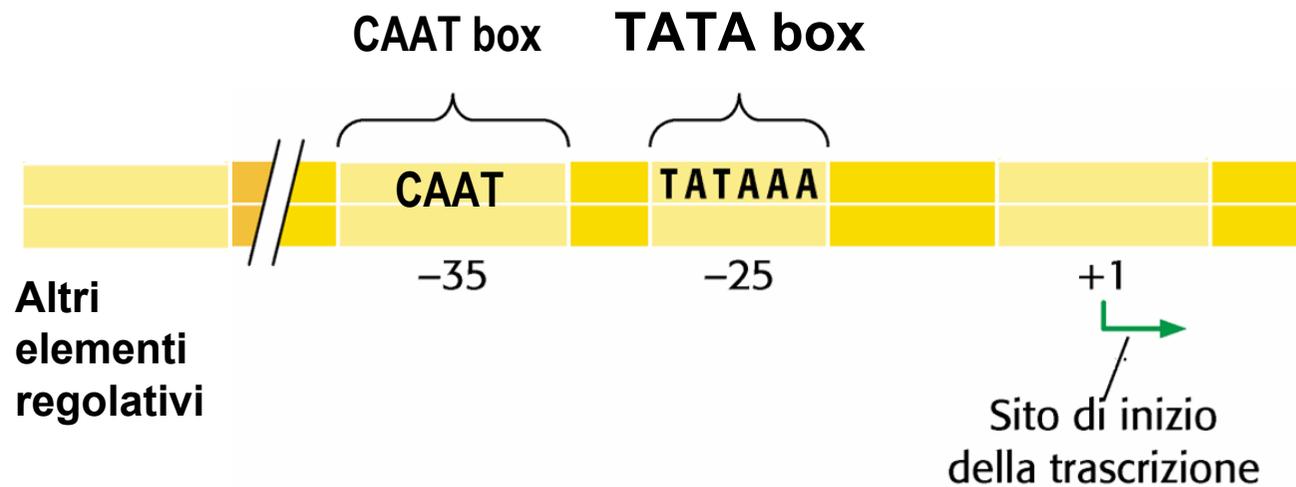
La RNA polimerasi II

DNA



RNA

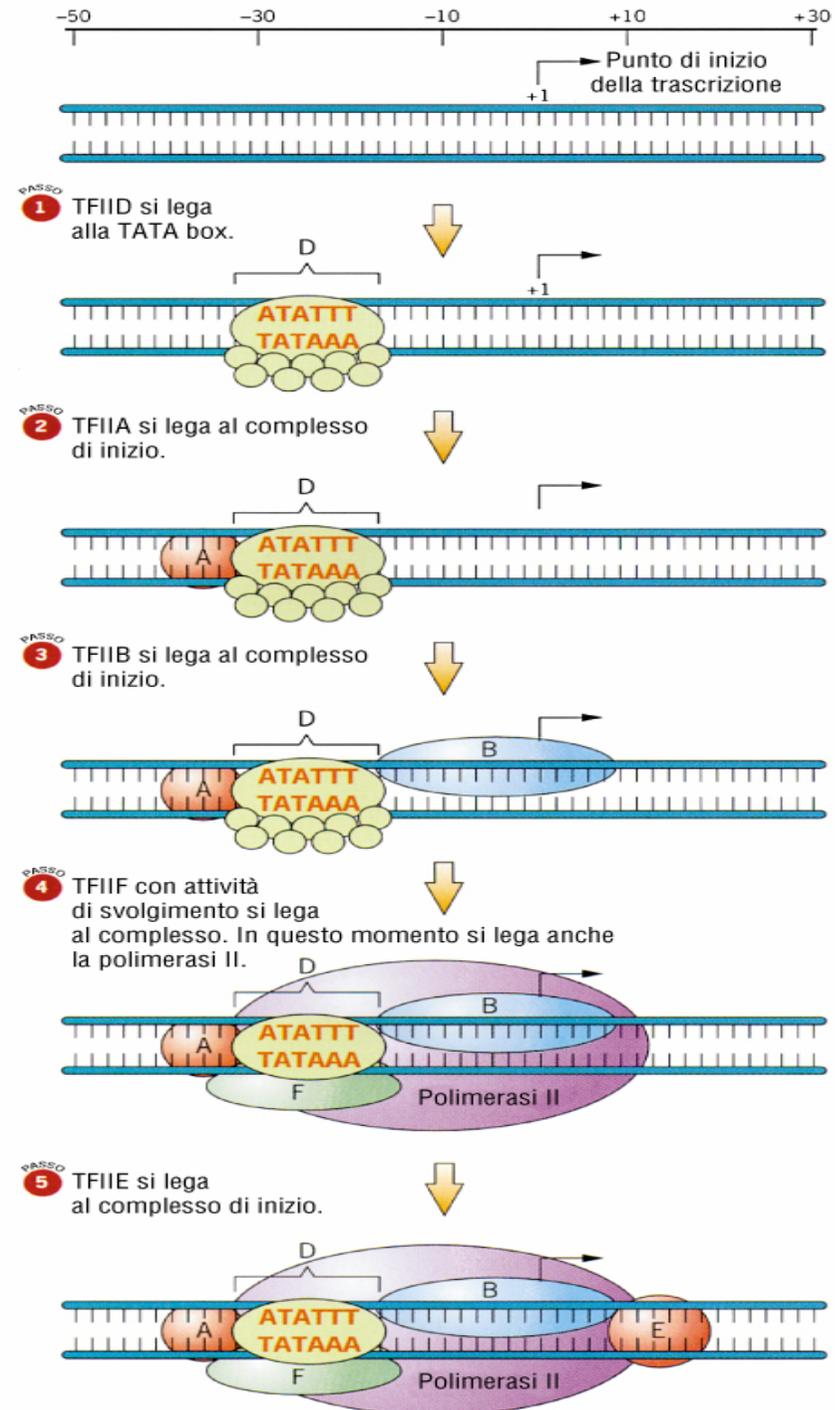
# PROMOTORE TIPICO E INIZIO DELLA TRASCRIZIONE PER I GENI EUCARIOTICI TRASCRITTI DA RNA POL II (per mRNA→PROTEINE)



Mentre nei Procarioti la RNA polimerasi si lega direttamente al promotore, negli Eucarioti l'inizio della trascrizione è più complesso e richiede l'intervento di diverse proteine, dette fattori di trascrizione

# INIZIO DELLA TRASCRIZIONE NEGLI EUCARIOTI

I Transcription Factors (TFIID, TFIIA, ecc) formano un complesso di trascrizione al quale successivamente si lega la RNA polimerasi



# MATURAZIONE DEGLI mRNA EUCARIOTICI

Negli Eucarioti gli RNA per le proteine, prima di passare dal nucleo al citoplasma, dove verranno tradotti, subiscono delle modificazioni

I processi che "maturano" l'RNA appena trascritto, detto pre-mRNA, in mRNA sono:

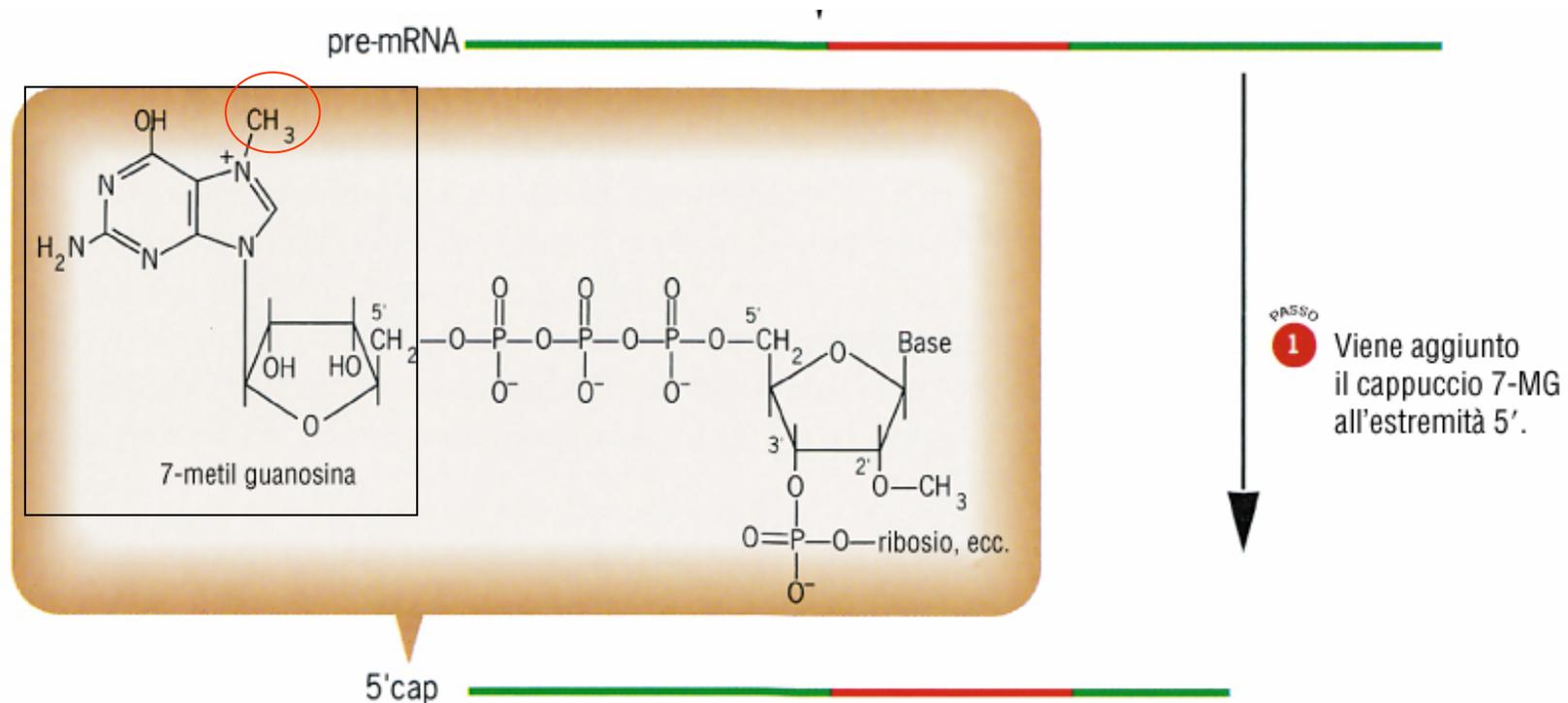
1) "Capping"

2) Poliadenilazione

3) "Splicing"

Avvengono tutti nel nucleo

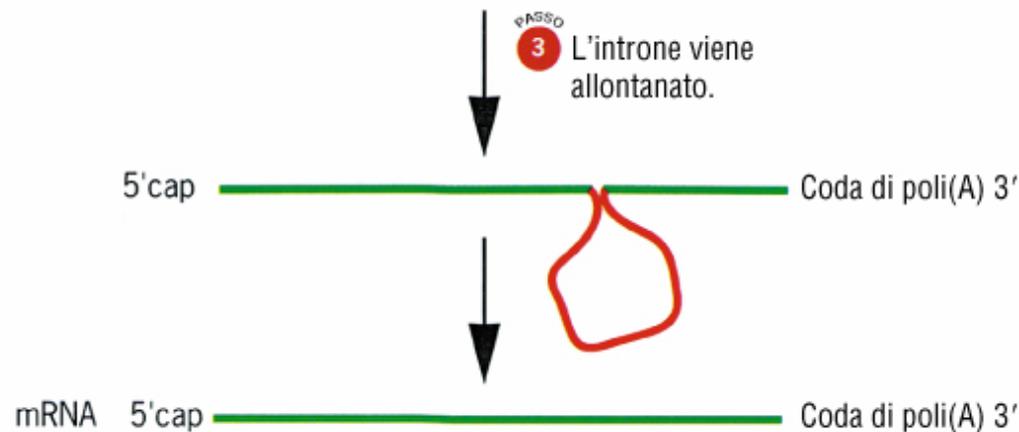
**“Capping”**: aggiunta di un cappuccio (“cap”), costituito da una 7-metil-guanosina, al primo nucleotide del trascritto. Il “cap” permette il riconoscimento dell’ mRNA da parte del ribosoma e aumenta la stabilità dell’ mRNA



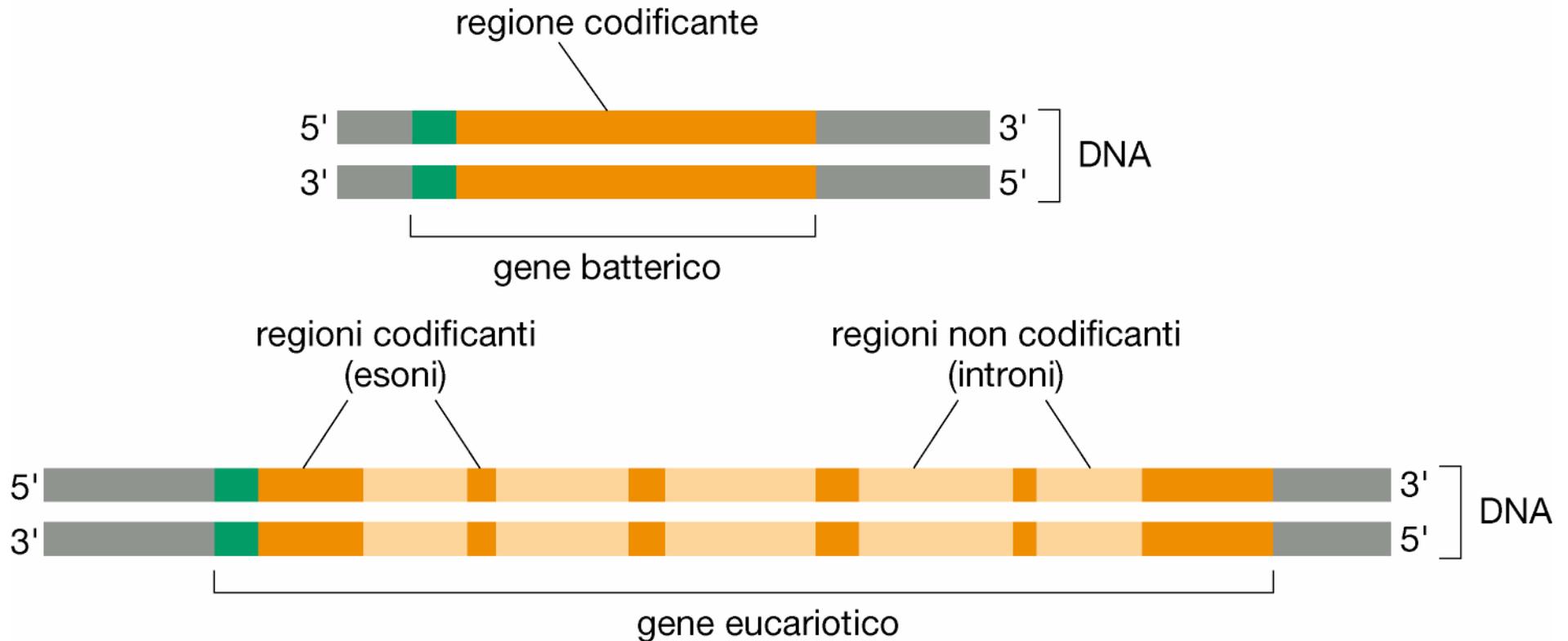
**Poliadenilazione al 3'**: aggiunta di una coda di circa 200 ribonucleotidi contenenti adenina (coda di poli-A) che aumenta la stabilità dell' mRNA



**"Splicing"**: eliminazione degli introni e ricucitura degli esoni



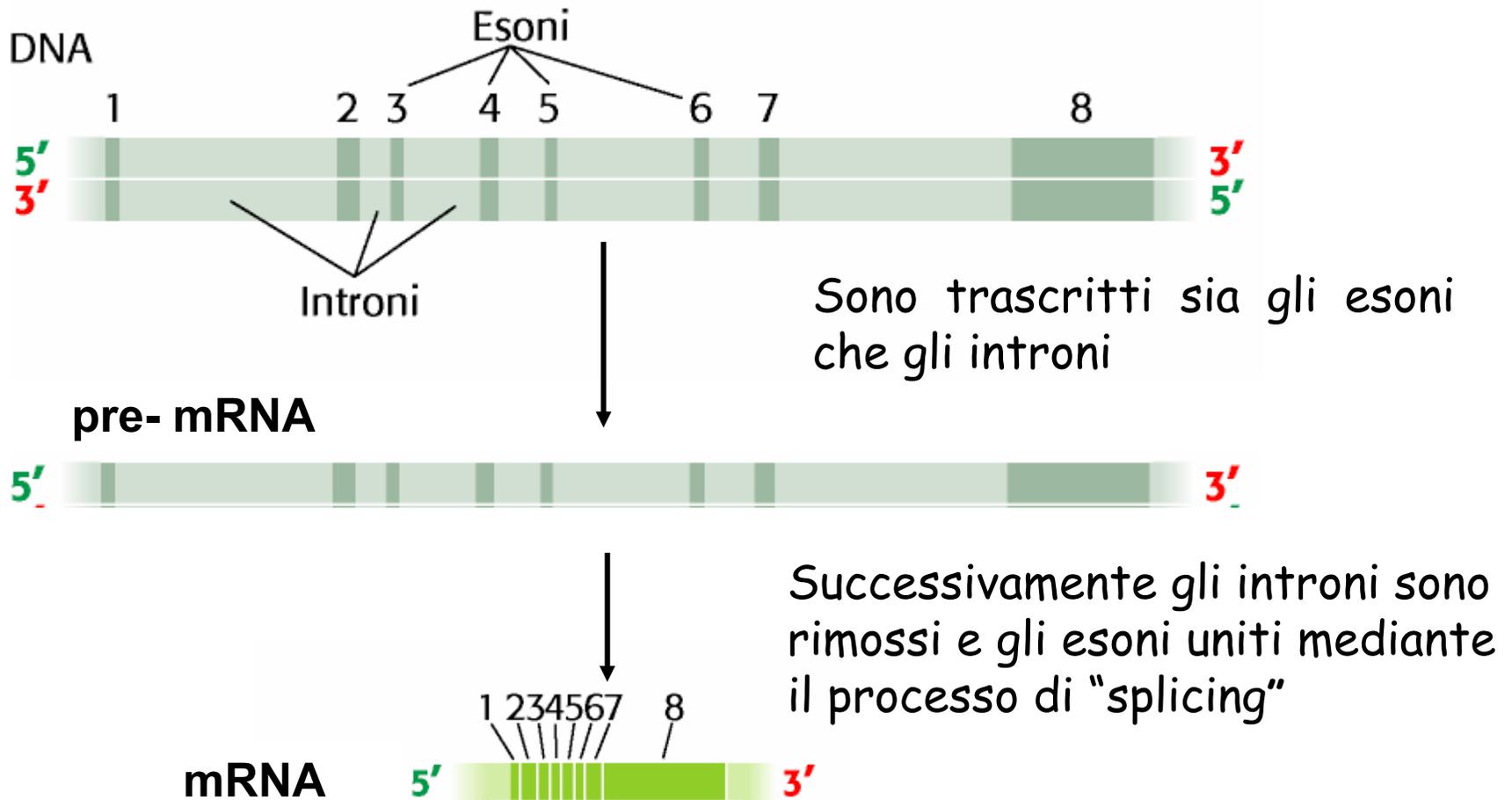
# NEI GENI EUCARIOTICI LE SEQUENZE CODIFICANTI SONO INTERROTTE DA SEQUENZE NON CODIFICANTI



**ESONI:** sequenze codificanti che verranno tradotte in proteina

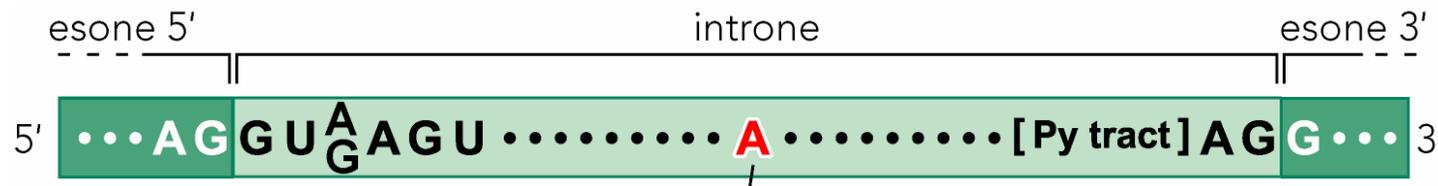
**INTRONI:** sequenze non codificanti che verranno eliminate

# SPLICING



# Segnali di splicing

Sequenze specifiche presenti alle giunzioni esone-introne permettono di riconoscere gli introni e di rimuoverli



Py tract = tratto di pirimidine

## Le sequenze introniche costituiscono spesso la parte preponderante del gene eucariotico

Dimensioni del gene, dell'mRNA e numero di introni per alcuni geni umani

Gene	Dimensioni gene (kb)*	Dimensioni mRNA (kb)	Numero introni
B-globina	1,6	0.6	3
Albumina	25	2,1	14
Collagene VII	82	8.2	108
Distrofina	2000	17	79

\*Kb = 1000 coppie di basi

# IL CODICE GENETICO

# CORRISPONDENZA RNA e PROTEINE

**RNA: 4 basi**

**Proteine: 20 amminoacidi**

**1 base → 1 aa ?**

**4 basi → 20 aa NO!**

**2 basi → 1 aa ?**

**$4^2 = 16$  combinazioni → 20 aa NO!**

**3 basi → 1 aa ?**

**$4^3 = 64$  combinazioni → 20 aa SI!**

**TRIPLETTA NUCLEOTICA CHE CODIFICA PER UN UN  
CERTO AMMINOACIDO = CODONE**

# IL CODICE GENETICO

Regola la corrispondenza tra l'RNA (DNA) e le proteine

		Seconda lettera							
		U	C	A	G				
Prima lettera	U	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UUU</div> Fenilalanina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UUC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UUA</div> Leucina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UUG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UCU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UCC</div> Serina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UCA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UCG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UAU</div> Tirosina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UAC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: red; color: white;">UAA</div> Codoni <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: red; color: white;">UAG</div> di stop	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UGU</div> Cisteina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UGC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: red; color: white;">UGA</div> Codone <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">UGG</div> di stop Triptofano	U	C	A	G
	C	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CUU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CUC</div> Leucina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CUA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CUG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CCU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CCC</div> Prolina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CCA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CCG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CAU</div> Istidina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CAC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CAA</div> Glutammina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CAG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CGU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CGC</div> Arginina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CGA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CGG</div>	U	C	A	G
	A	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AUU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AUC</div> Isoleucina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AUA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: green; color: white;">AUG</div> Metionina; codone di inizio	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ACU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ACC</div> Treonina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ACA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ACG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AAU</div> Asparagina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AAC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AAA</div> Lisina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AAG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AGU</div> Serina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AGC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AGA</div> Arginina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">AGG</div>	U	C	A	G
	G	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GUU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GUC</div> Valina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GUA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GUG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GCU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GCC</div> Alanina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GCA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GCG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GAU</div> Acido aspartico <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GAC</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GAA</div> Acido glutammico <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GAG</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GGU</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GGC</div> Glicina <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GGA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GGG</div>	U	C	A	G

# ALCUNE CARATTERISTICHE DEL CODICE GENETICO

## 1. E' composto da 64 codoni

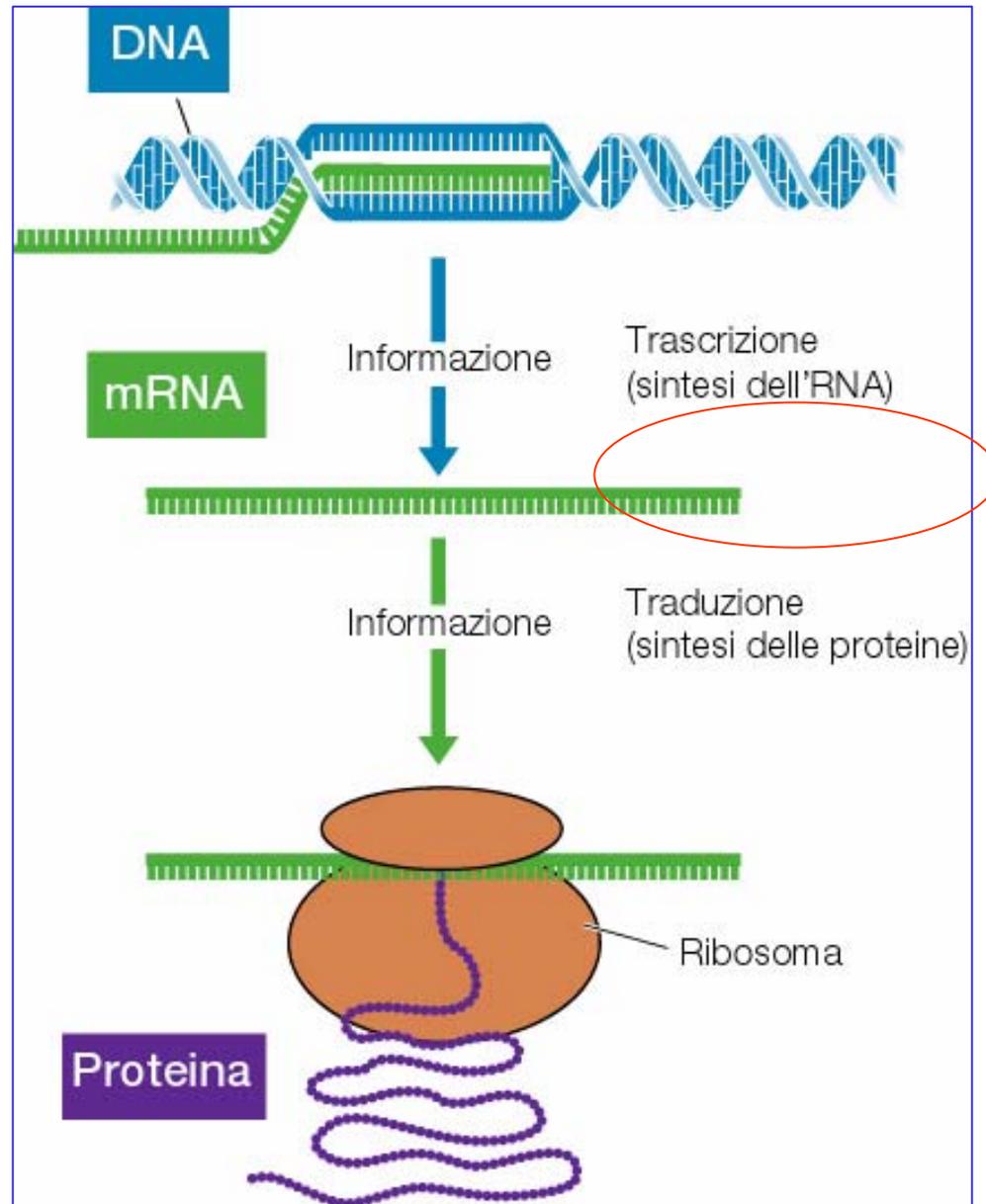
- 61 codificano per i 20 diversi amminoacidi
  - 3 (UAA, UAG, UGA) sono codoni non senso o di stop, che non specificano alcun amminoacido e sono il segnale di termine della traduzione
  - AUG (metionina) e' anche il codone d'inizio della traduzione ed è quindi il primo amminoacido di una proteina

# ALCUNE CARATTERISTICHE DEL CODICE GENETICO

2. **E' degenerato:** tranne Trp e Met, ogni amminoacido può essere codificato da più triplette. I codoni per lo stesso amminoacido (codoni sinonimi) differiscono spesso solo nella terza posizione
3. **Non e' ambiguo:** un codone specifica un solo amminoacido
2. **E' universale:** a parte qualche eccezione, i codoni hanno lo stesso significato in tutti gli organismi

# TRADUZIONE

Processo mediante il quale l'informazione contenuta nell'mRNA viene tradotta in proteine



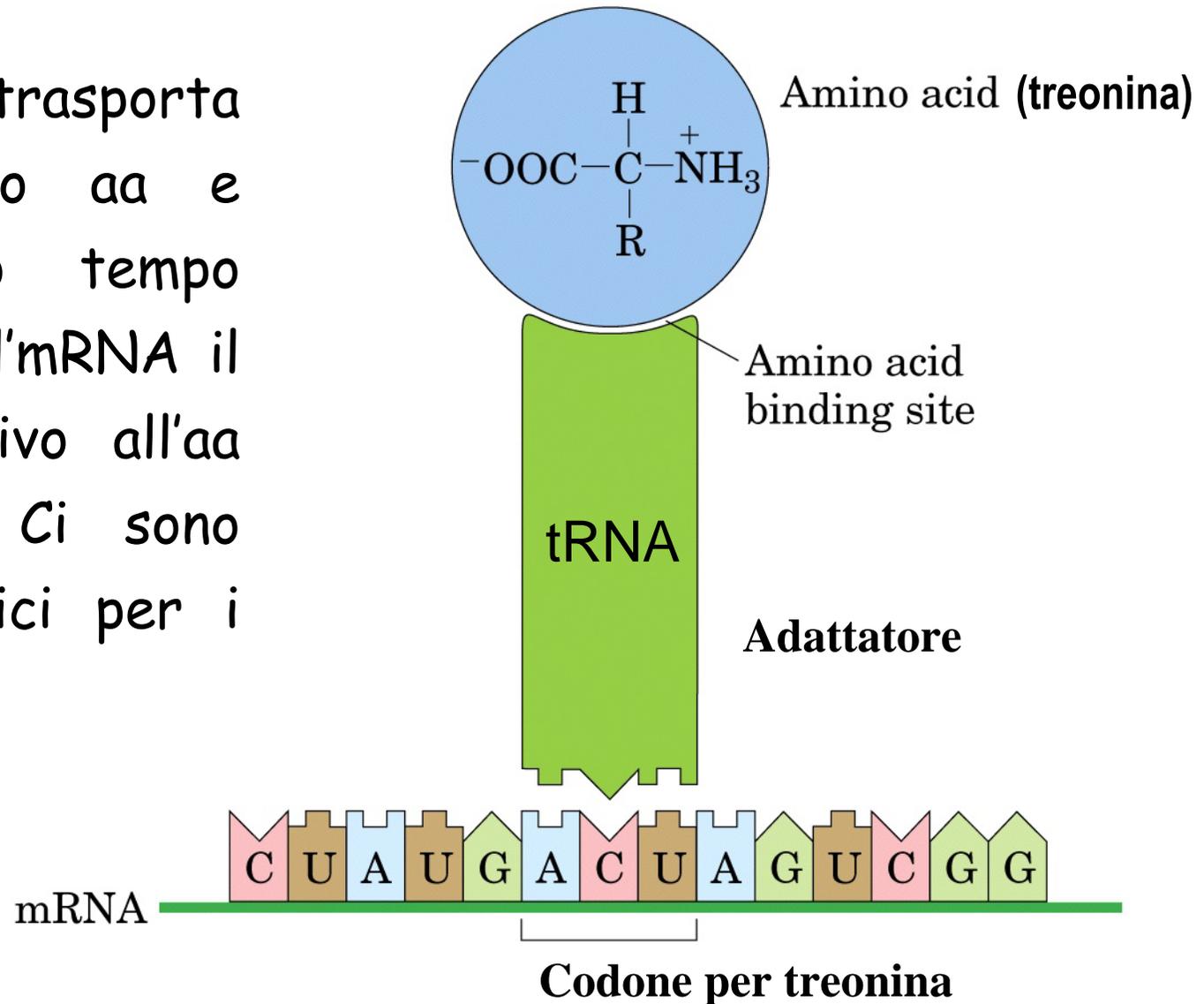
# TRADUZIONE

I componenti fondamentali sono:

- mRNA
- tRNA (RNA transfer)
- amminoacil-tRNA sintetasi
- ribosomi
- Fattori proteici d'inizio (IF), di allungamento (EF), e di rilascio (RF)

# tRNA: adattatori tra i codoni dell'mRNA e gli aminoacidi

Un tRNA trasporta uno specifico aa e nello stesso tempo riconosce sull'mRNA il codone relativo all'aa trasportato. Ci sono tRNA specifici per i diversi aa

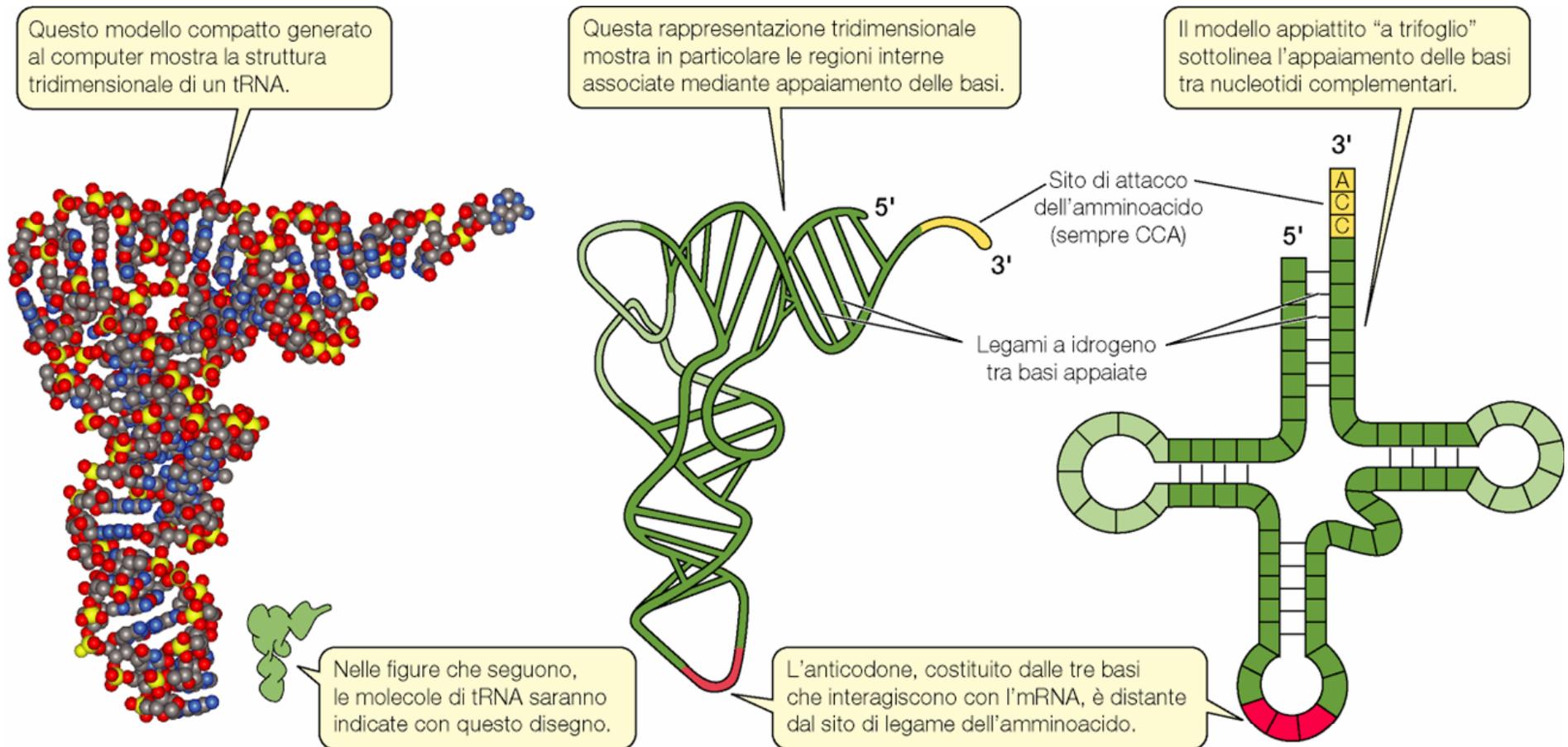


# STRUTTURA DEI tRNA

I diversi tRNA hanno una struttura comune

Siti più importanti: sito di attacco dell'aa e sito dell'anticodone

Sito anticodone: sequenza di tre basi che riconosce sull'mRNA il codone relativo all'aa trasportato



## Nell'es. il tRNA per la fenilalanina (Phe)

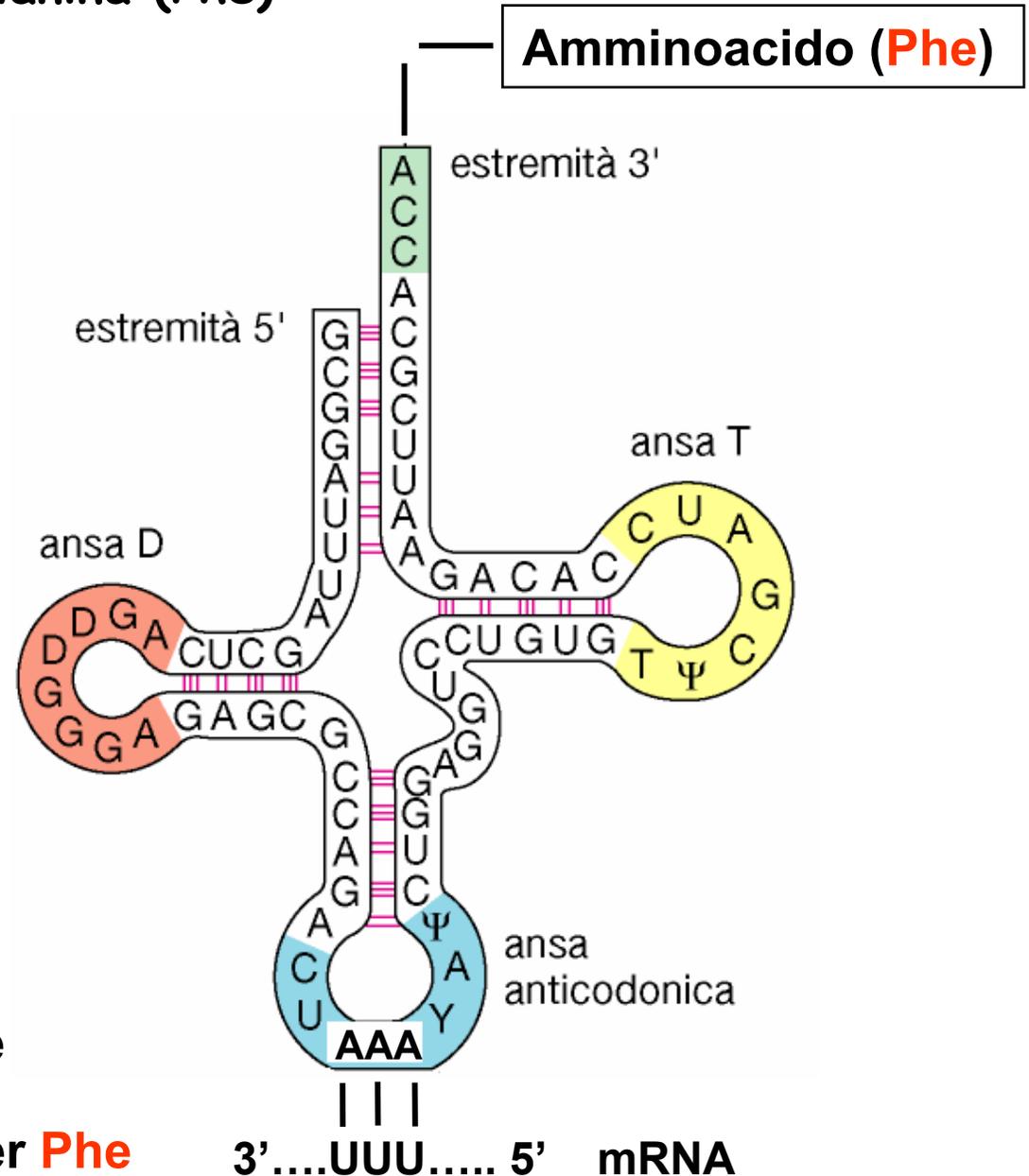
Lega la Phe e riconosce sull' mRNA il **codone** per la Phe attraverso la sequenza **anticodone**

Le sequenze codone e anticodone sono complementari

anticodone

codone per **Phe**

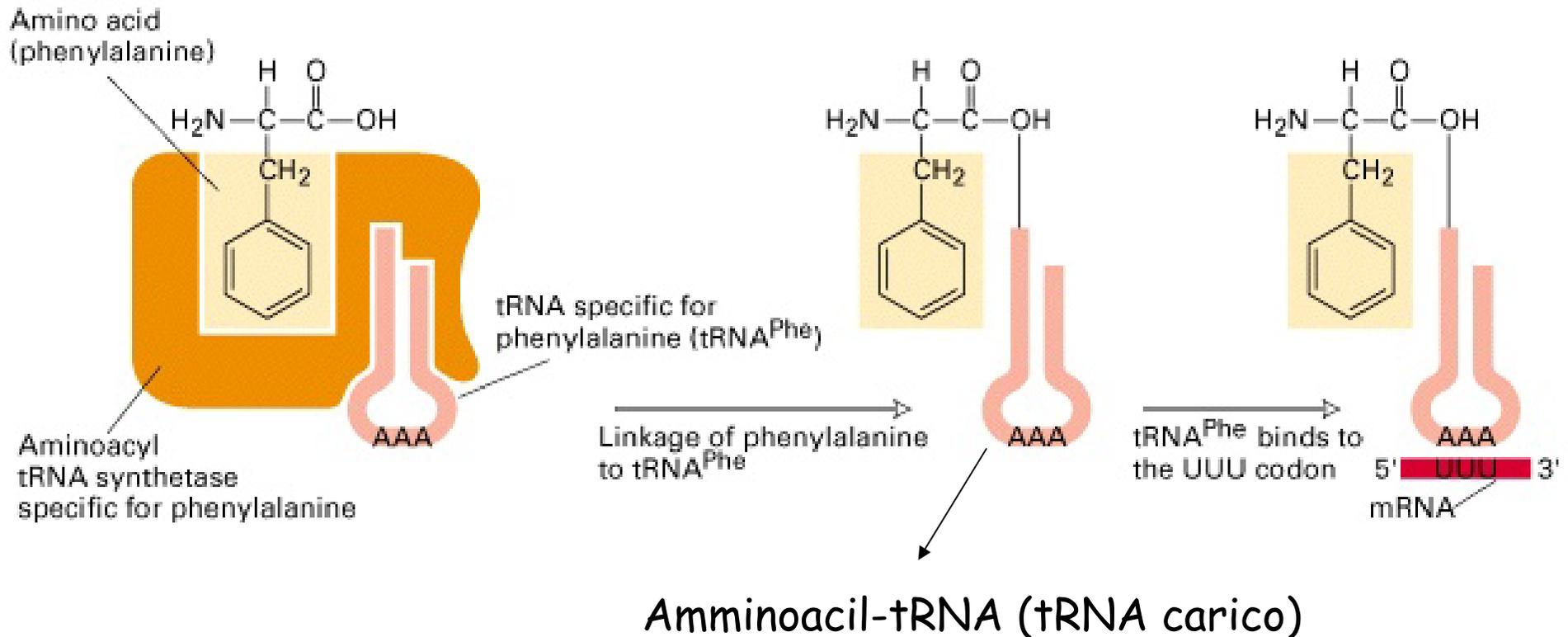
3'....UUU..... 5' mRNA



# AMMINOACIL-tRNA SINTETASI

Enzimi che catalizzano il legame degli aminoacidi ai loro tRNA

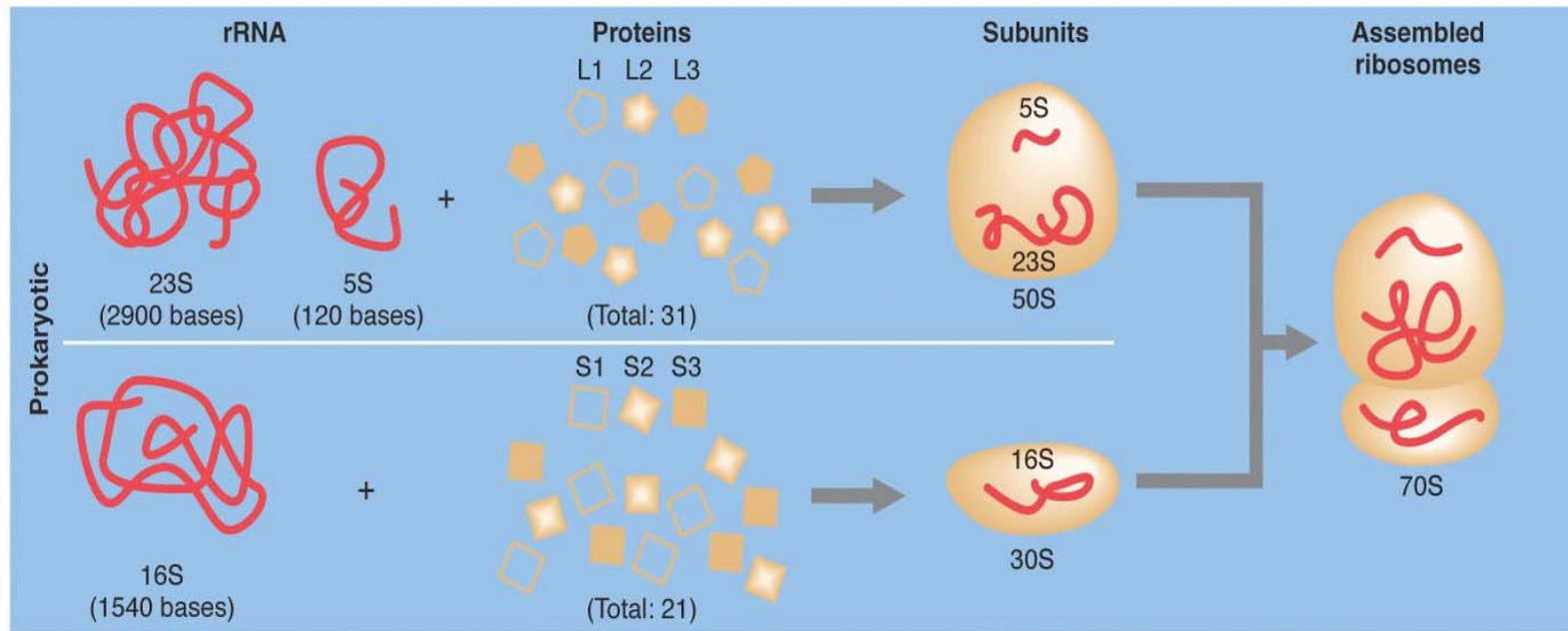
Ci sono 20 amminoacil-tRNA sintetasi, una per ciascun aminoacido



# I RIBOSOMI

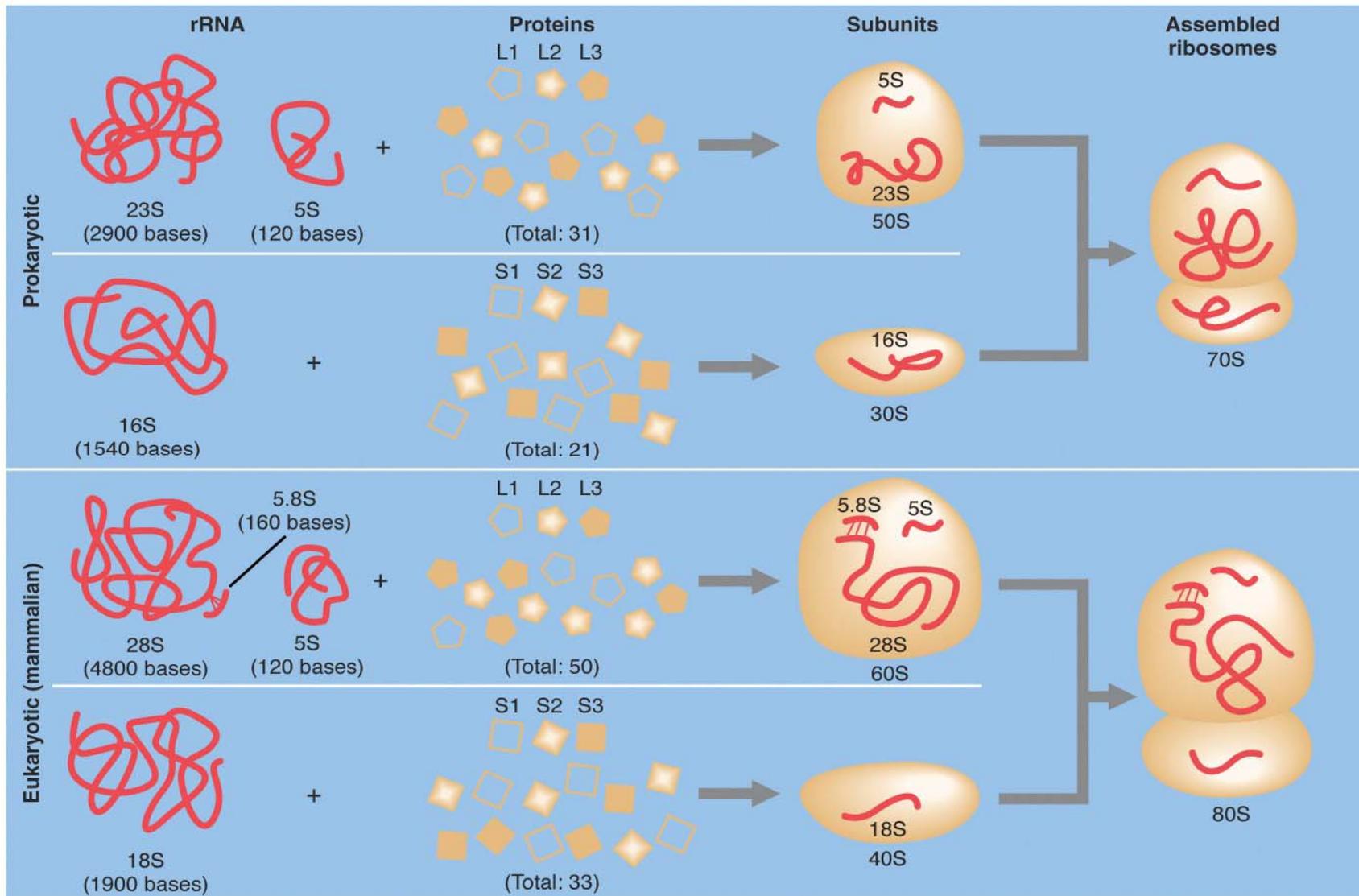
Aggregati di RNA e proteine

Formati da due subunità, maggiore e minore, ciascuna composta da specifici tipi di rRNA e proteine



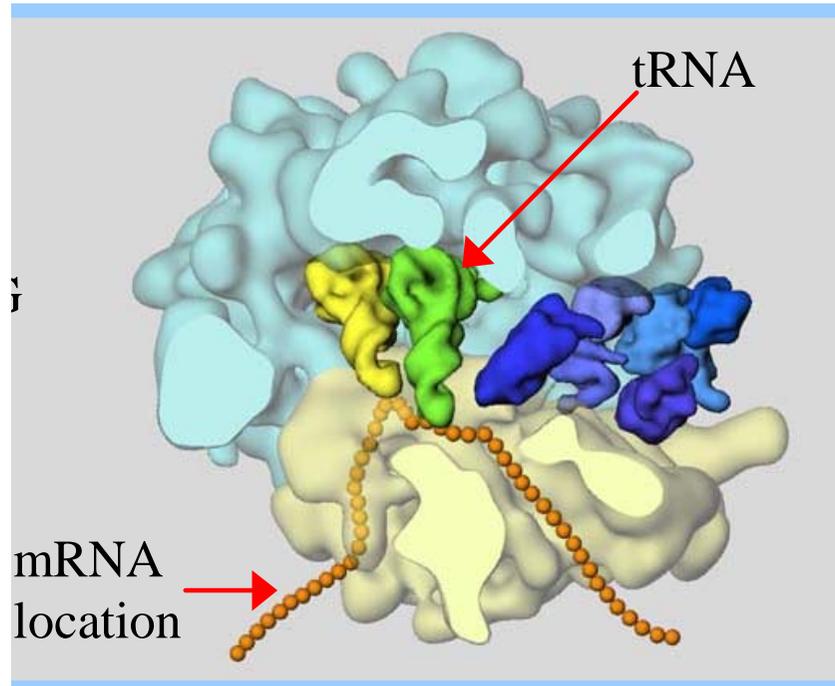
Ribosomi procariotici ed eucariotici simili per struttura ma diversi per dimensioni e tipi di RNA e proteine

Eucariotici più grandi dei procariotici



# IL RUOLO DEI RIBOSOMI

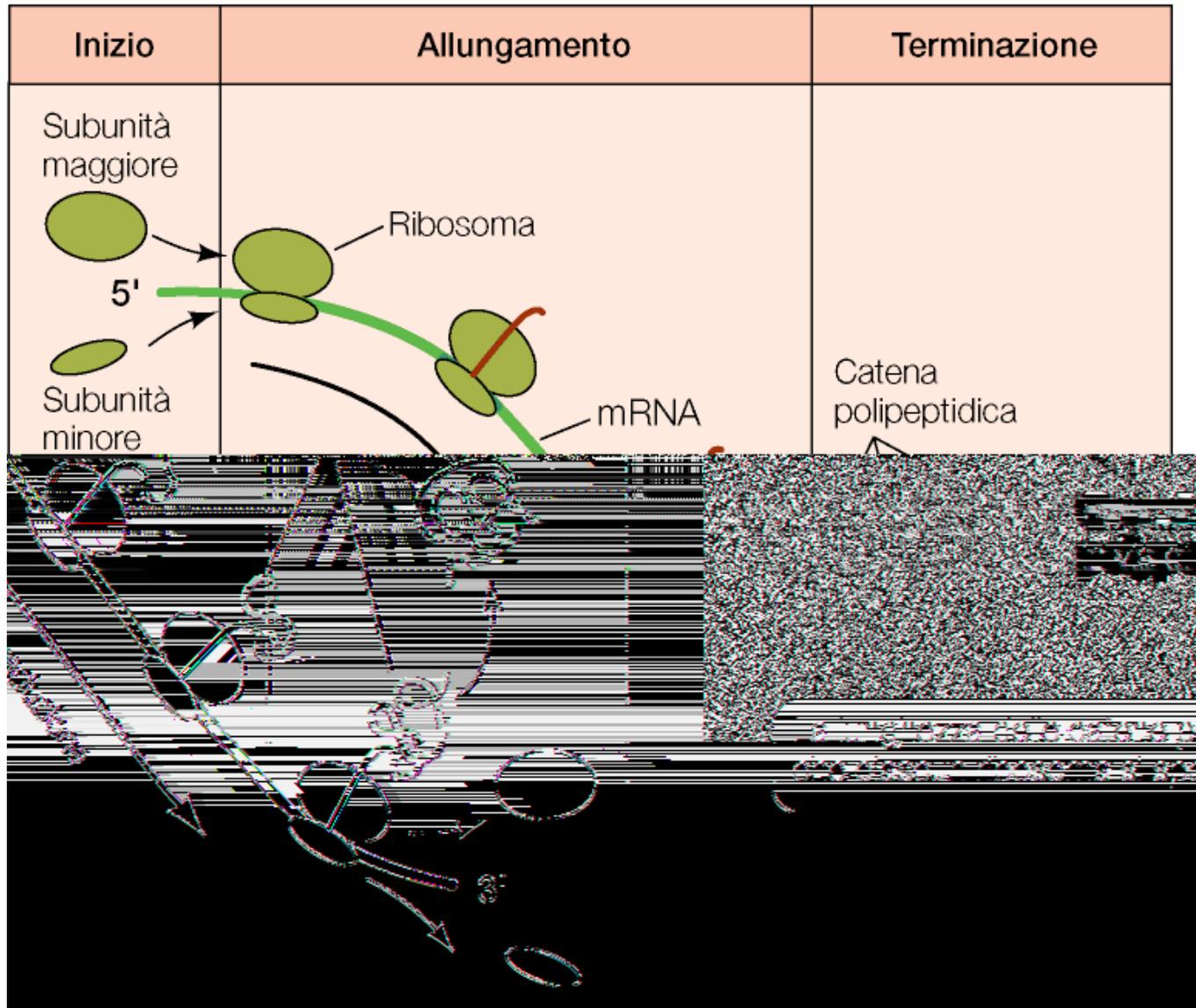
I ribosomi legano l'mRNA e i tRNA favorendo la loro interazione



Sui ribosomi avviene la formazione del legame peptidico

# FASI DELLA TRADUZIONE

(a)



# SEGNALI D'INIZIO E DI TERMINE DELLA TRADUZIONE

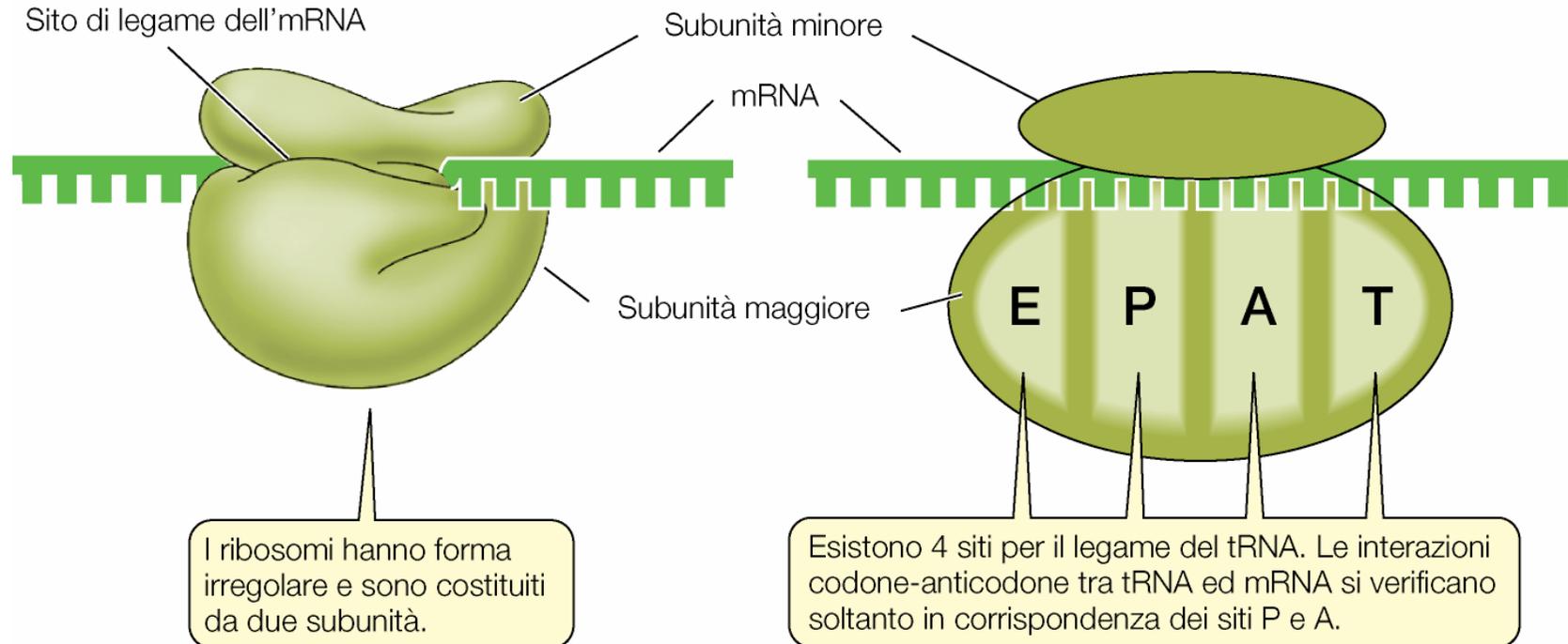
Sia nei procarioti che negli eucarioti la traduzione inizia sempre con *AUG*, che codifica per la metionina

Nei procarioti *AUG* è preceduto da un sito di legame per il ribosoma. Negli eucarioti il legame con il ribosoma è mediato dal "cap" al 5'

Il segnale di terminazione è costituito da un codone di stop (*UAA*, *UAG* o *UGA*)



# SITI DEL RIBOSOMA



## Subunità minore

Sito di legame per l'mRNA

## Subunità maggiore

### Siti più importanti

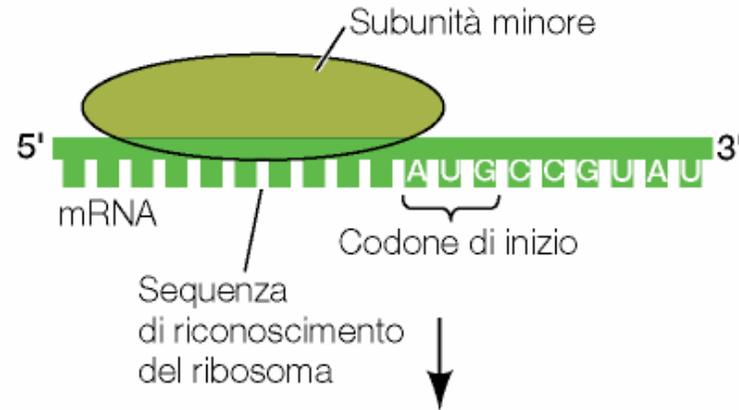
A: sito per l'Amminoacil-tRNA

P: sito per il Peptidil-tRNA

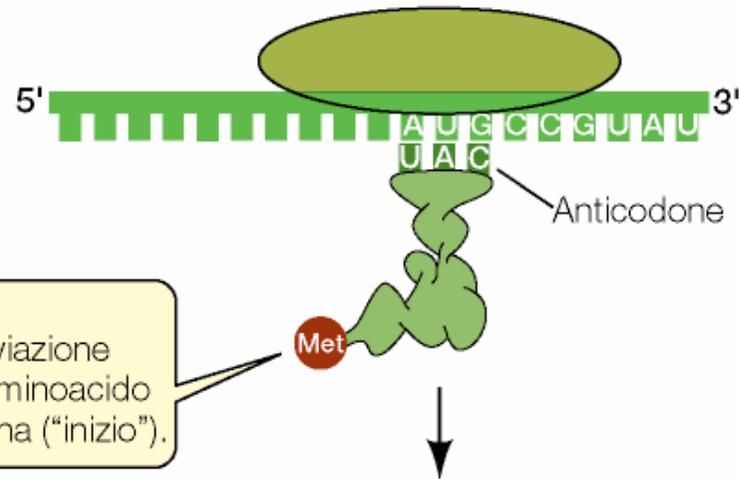
E: sito di uscita (Exit) del tRNA

# INIZIO

**1** La subunità minore del ribosoma si lega alla sequenza di riconoscimento sull'mRNA.

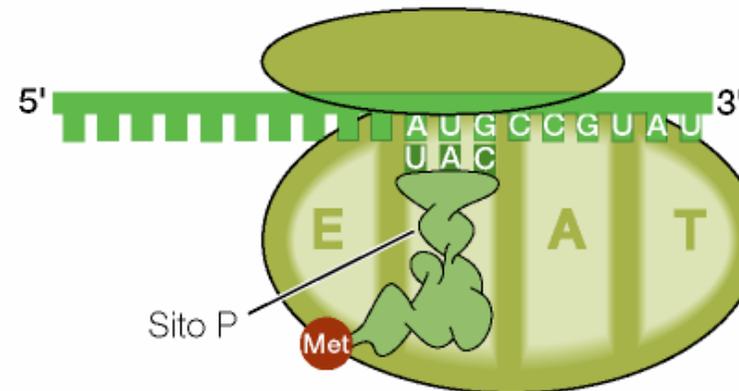


**2** Il tRNA caricato con la metionina si lega al codone di inizio AUG, completando la formazione del complesso di inizio.



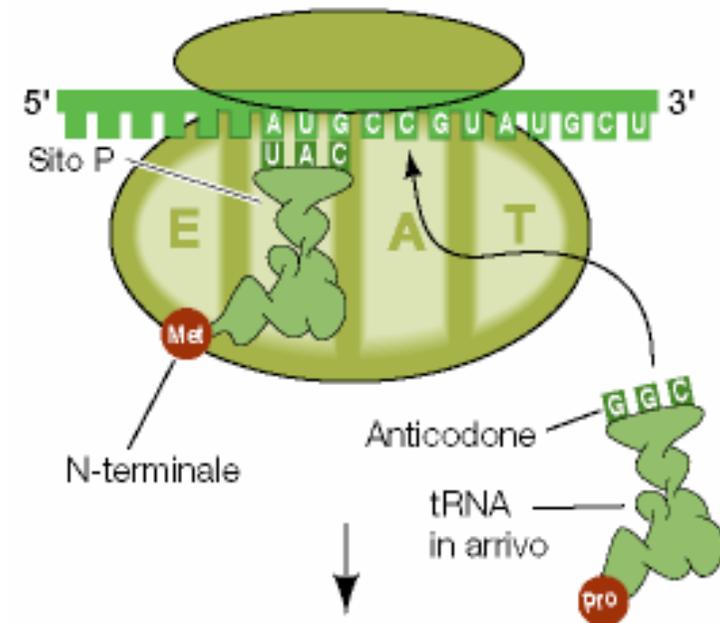
Met è l'abbreviazione dell'amminoacido metionina ("inizio").

**3** La subunità ribosomica maggiore si unisce al complesso di inizio, in modo che il tRNA caricato con la metionina viene a occupare il sito P.

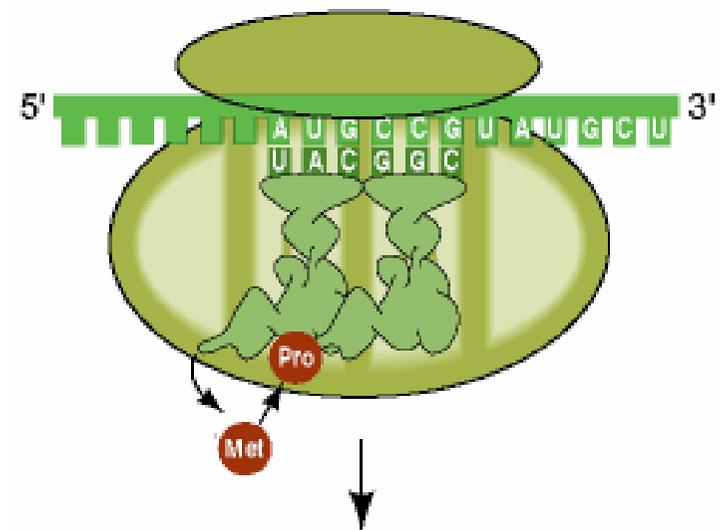


# ALLUNGAMENTO

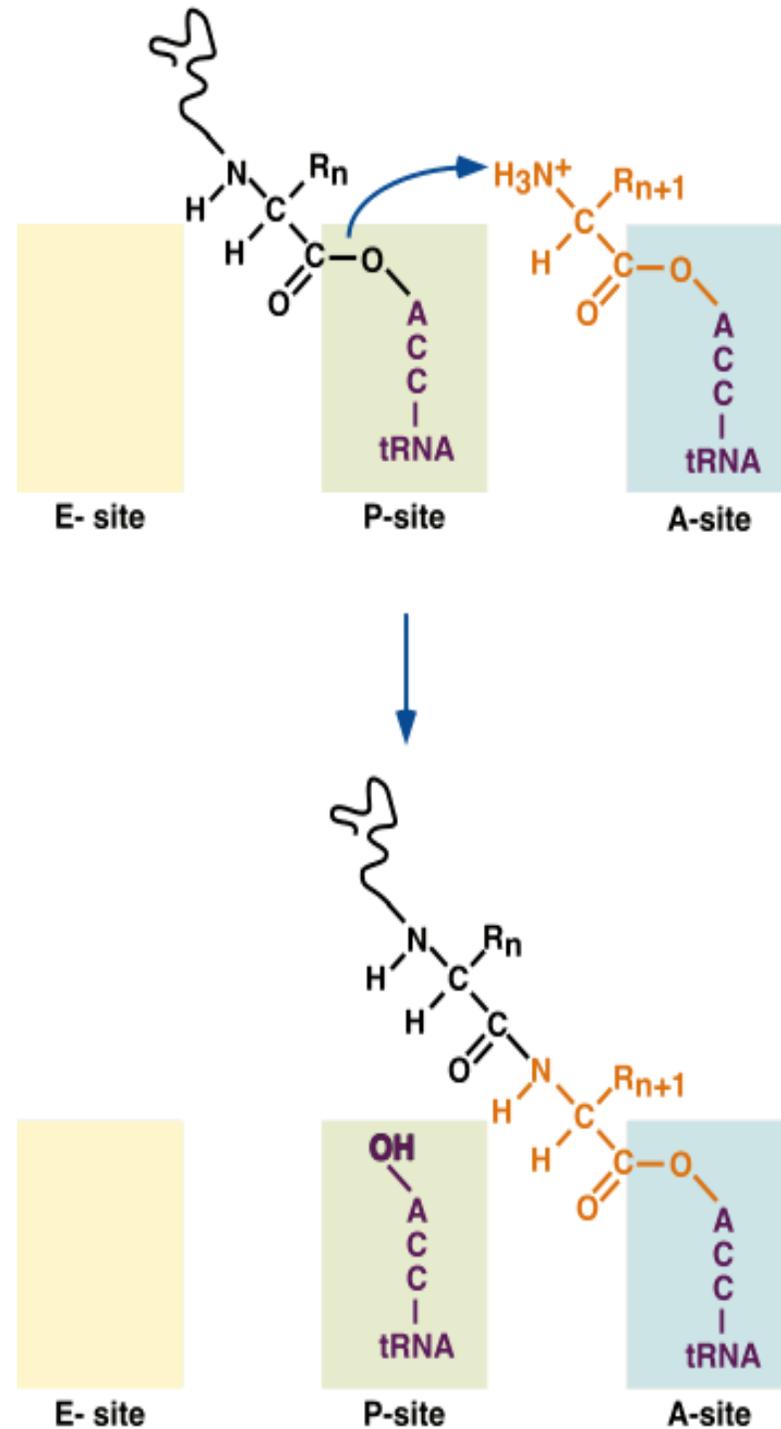
**1** Riconoscimento del codone: l'anticodone di un tRNA in arrivo si lega al codone esposto nel sito A.



**2** Formazione del legame peptidico: Pro viene legata a Met dalla peptidil transferasi.



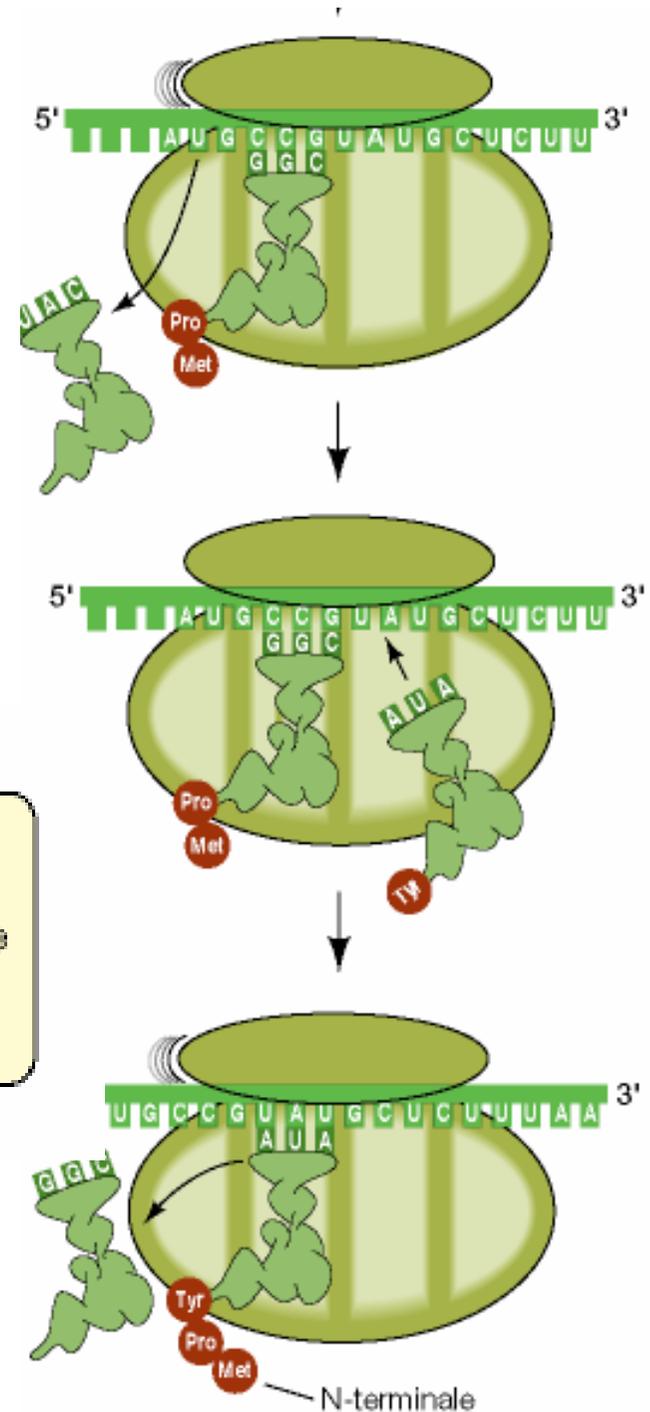
# LA FORMAZIONE DEL LEGAME PEPTIDICO



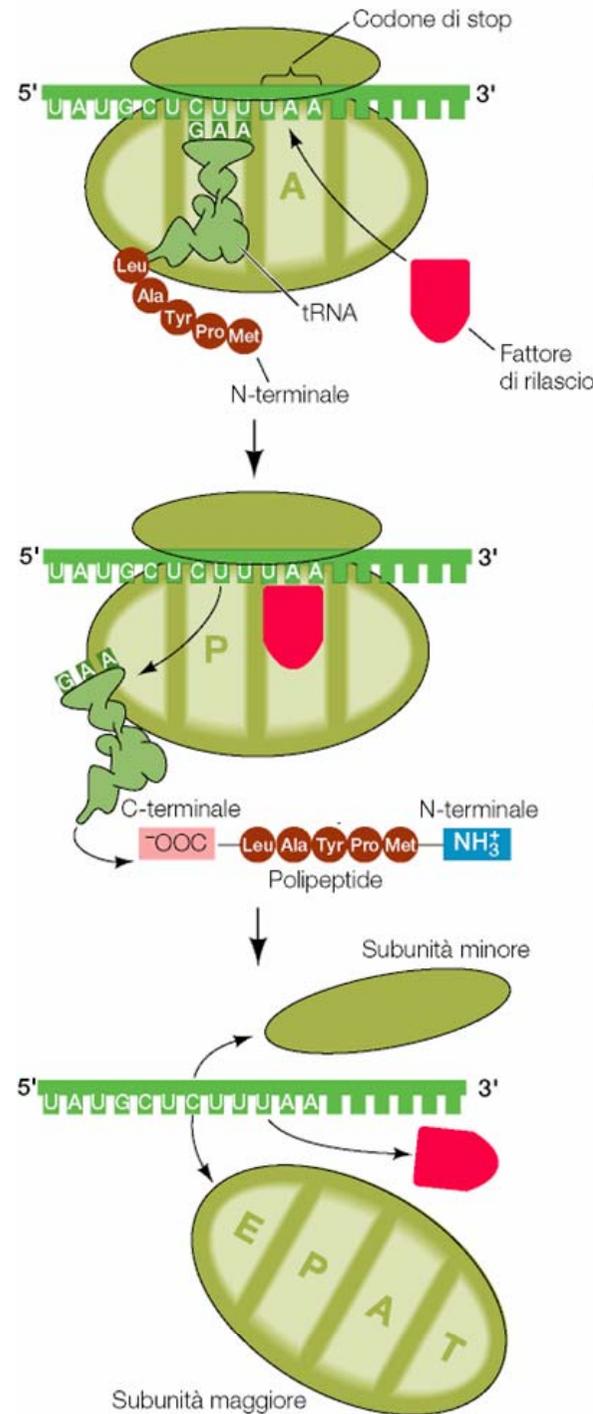
# ALLUNGAMENTO

**3** Allungamento: dal sito P si stacca il tRNA libero, il ribosoma si sposta di un codone lungo l'mRNA e il peptide in via di sintesi si sposta nel sito P. Il tRNA libero viene rilasciato attraverso il sito E.

**4** Il processo si ripete: riconoscimento del codone, formazione del legame peptidico e allungamento.



# TERMINAZIONE

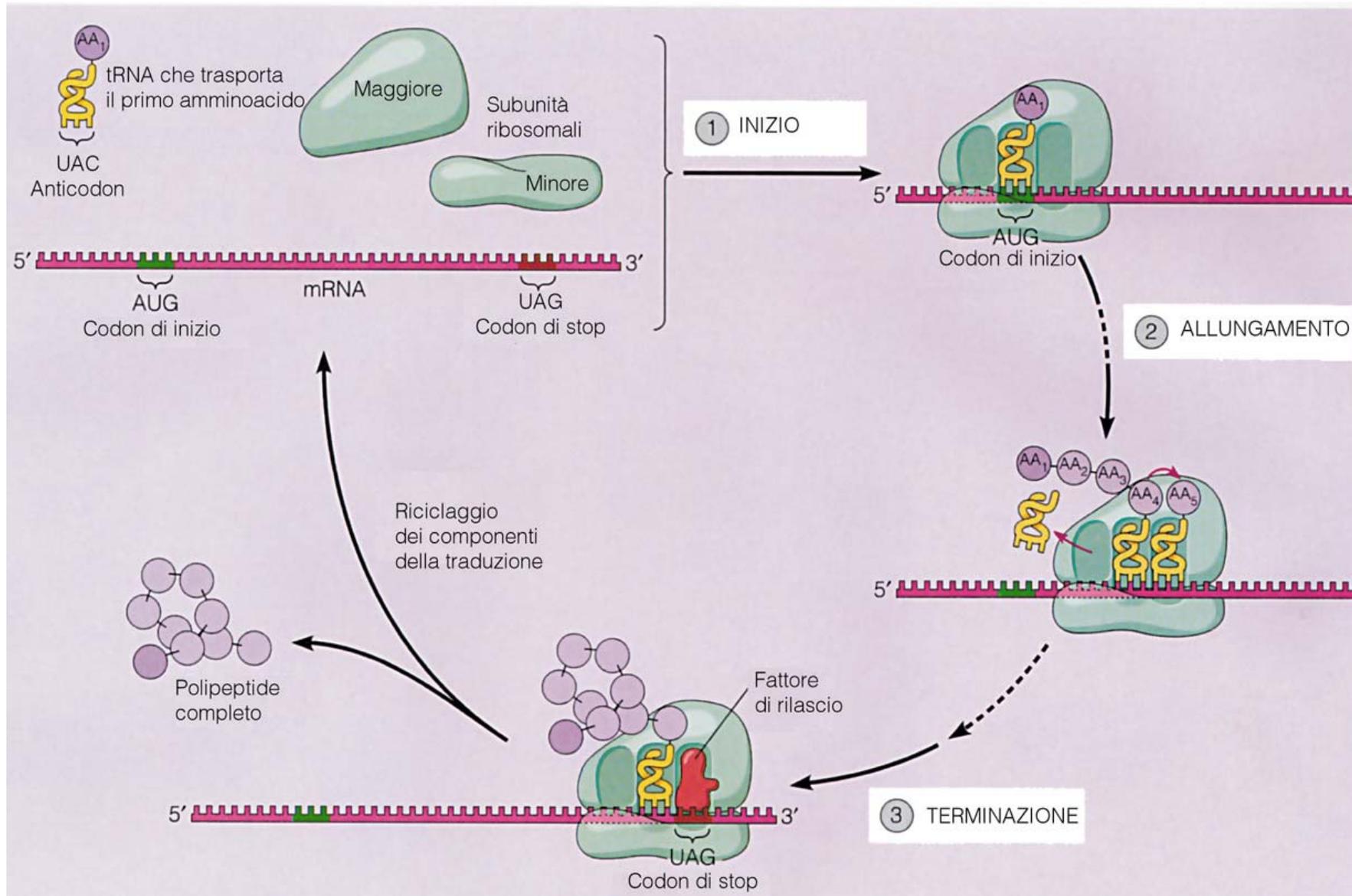


**1** Un fattore di rilascio si lega al complesso quando nel sito A entra un codone di stop.

**2** Rilascio del prodotto polipeptidico: il fattore di liberazione distacca il tRNA dal sito P e libera il polipeptide.

**3** I rimanenti componenti del complesso (mRNA, subunità ribosomica minore e maggiore) si separano.

Riassumendo.....Durante la traduzione i ribosomi avanzano lungo la molecola di mRNA leggendo in sequenza i diversi codoni e catalizzando la formazione del legame peptidico tra gli amminoacidi trasportati dai tRNA



Alcuni antibiotici agiscono inibendo la trascrizione o la sintesi proteica nei Procarioti e non negli Eucarioti

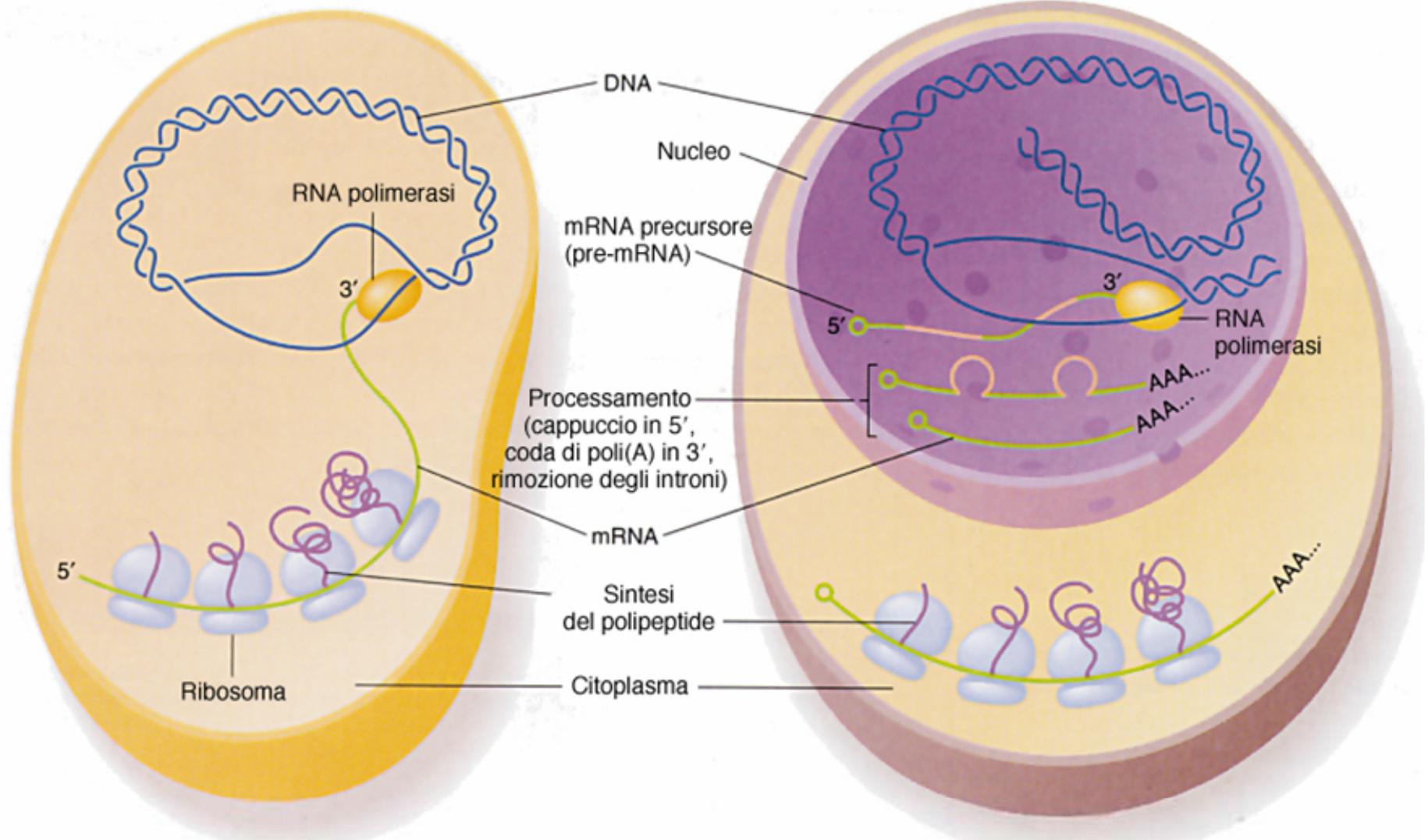
ANTIBIOTICO	EFFETTO
Rifamicina	Si lega alla RNA polimerasi inibendo la trascrizione
Tetraciclina	Ostacola l'attacco dell'amminoacil-tRNA al ribosoma
Streptomicina	Blocca l'inizio della traduzione
Cloramfenicolo	Blocca l'attività peptidil-transferasica sui ribosomi
Eritromicina	Blocca la reazione di traslocazione sui ribosomi

---

# TRASCRIZIONE E TRADUZIONE NEI PROCARIOTI E NEGLI EUCARIOTI

a) Procarioti

b) Eucarioti



# IL FLUSSO DELL'INFORMAZIONE GENETICA

