



Università di Ferrara  
Corso di Laurea in Scienze Motorie  
Primo anno di corso



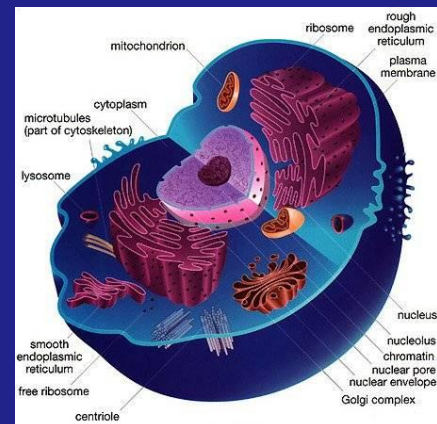
**Corso di Biologia Applicata**

**Lezione di Biologia Cellulare**

# **La cellula eucariotica e i suoi organuli (seconda parte)**

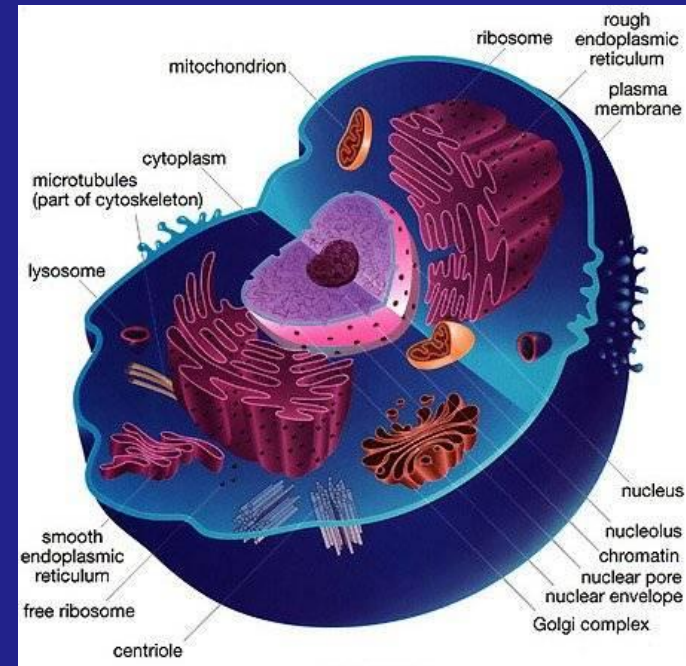


Dott.ssa Ilaria Bononi

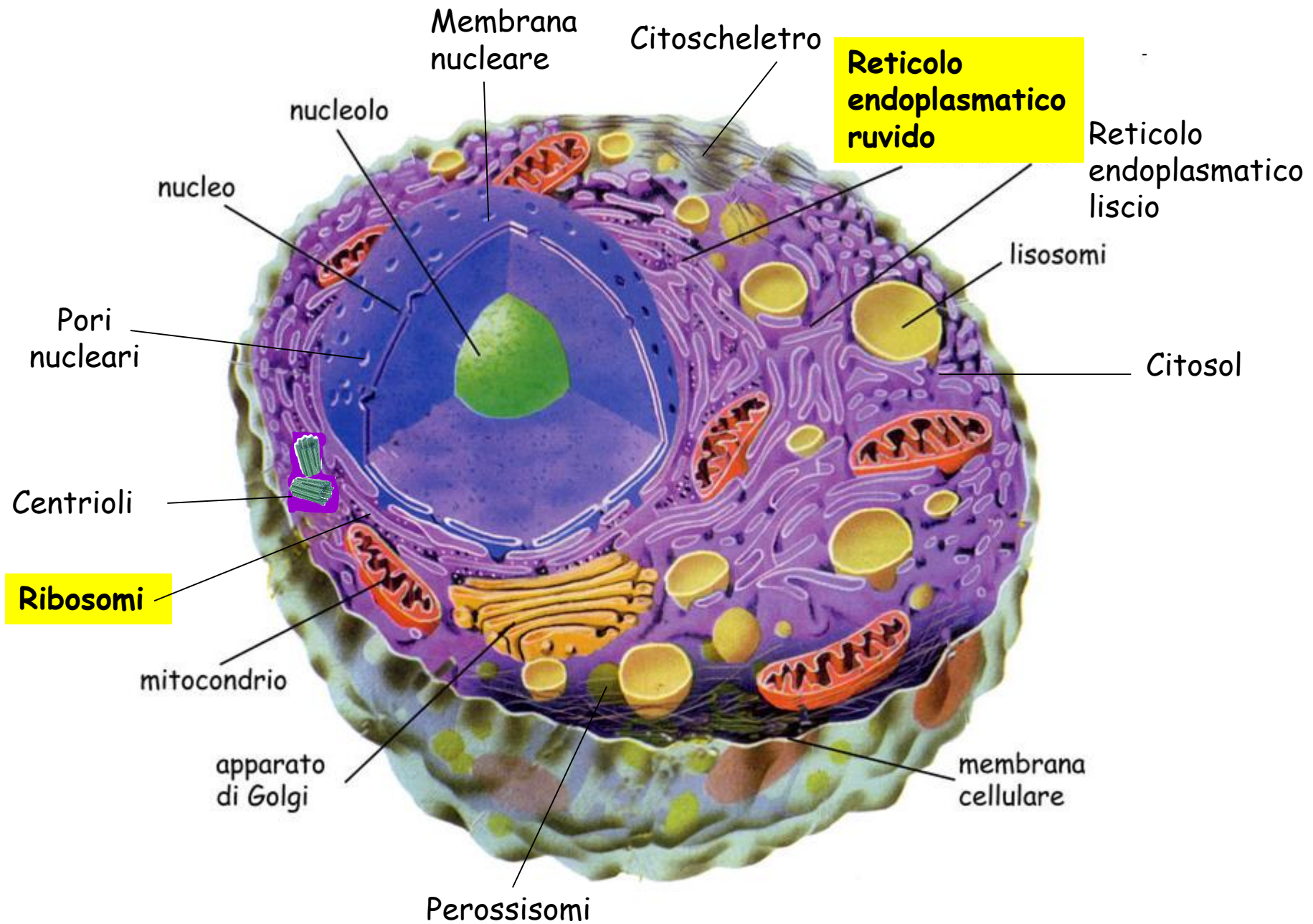


# La cellula eucariotica e i suoi organuli

- Membrana plasmatica
- Ribosomi
- Reticolo endoplasmatico rugoso
- Reticolo endoplasmatico liscio
- Lisosomi
- Perossisomi
- Apparato di Golgi
- Citoscheletro
- Mitochondri
- Nucleo



# Lezione 4 - La cellula eucariotica ed i suoi organuli



# La cellula eucariotica

5-100  $\mu\text{m}$

Membrana  
nucleare

Pori  
nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato  
del  
Golgi

Lisosomi

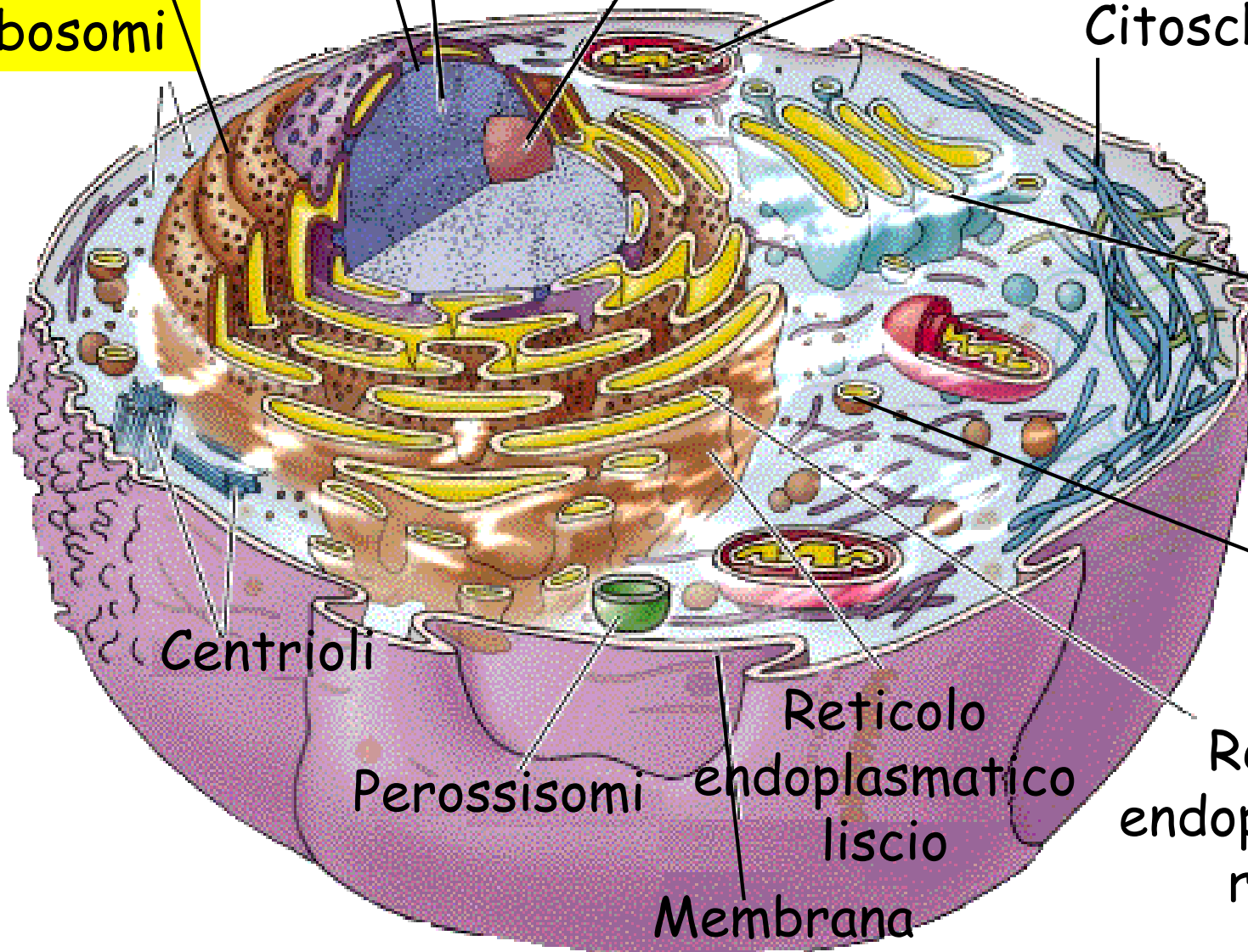
Centrioli

Perossisomi

Reticolo  
endoplasmatico  
liscio

Reticolo  
endoplasmatico  
rugoso

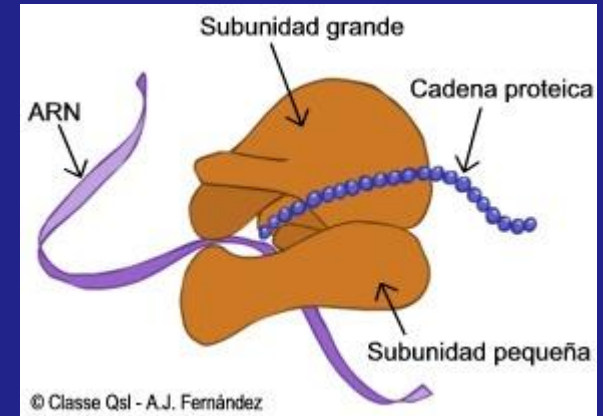
Membrana  
citoplasmatica





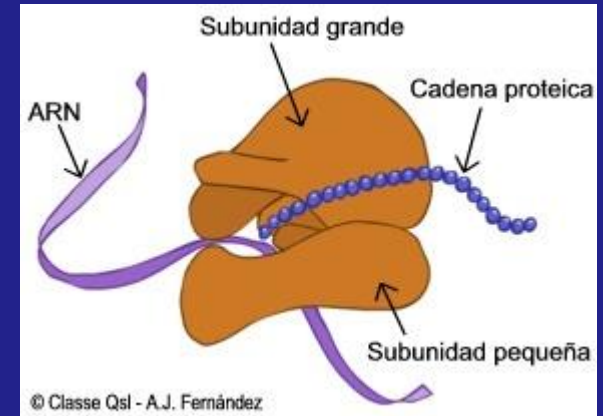
# Ribosomi:

- Struttura
- Nomenclatura
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica



# Ribosomi:

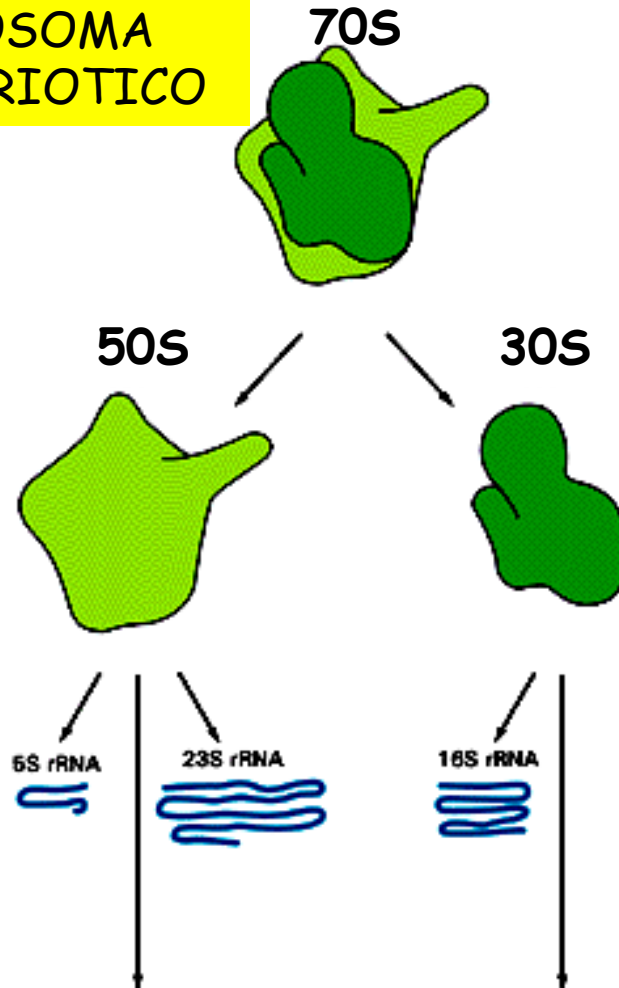
- **Struttura**
- **Nomenclatura**
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica



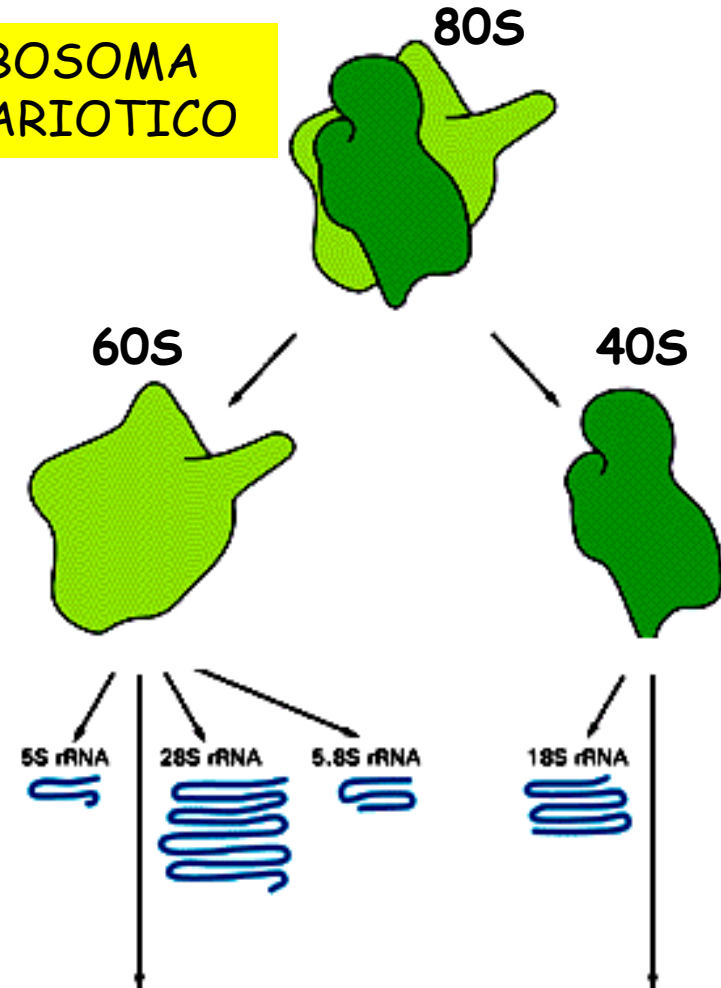
# I RIBOSOMI

Complessi fortemente interconnessi di proteine ed RNA. Denominati secondo la loro velocità di sedimentazione: 70S batterici; 80S eucariotici

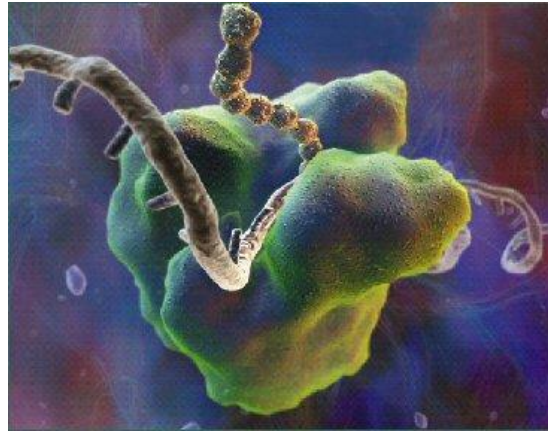
## RIBOSOMA PROCARIOTICO



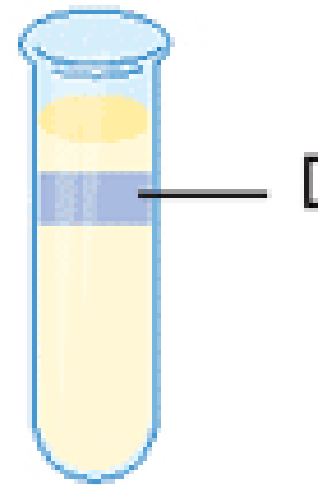
## RIBOSOMA EUCARIOTICO



# I RIBOSOMI



Le dimensioni dei ribosomi vengono espresse in base al loro **Coefficiente di sedimentazione** espresso in unità **Svedberg (S)**: unità che misura la densità di un organulo cellulare o di una macromolecola verificando il punto in cui sedimenta mediante ultracentrifugazione in gradiente di densità

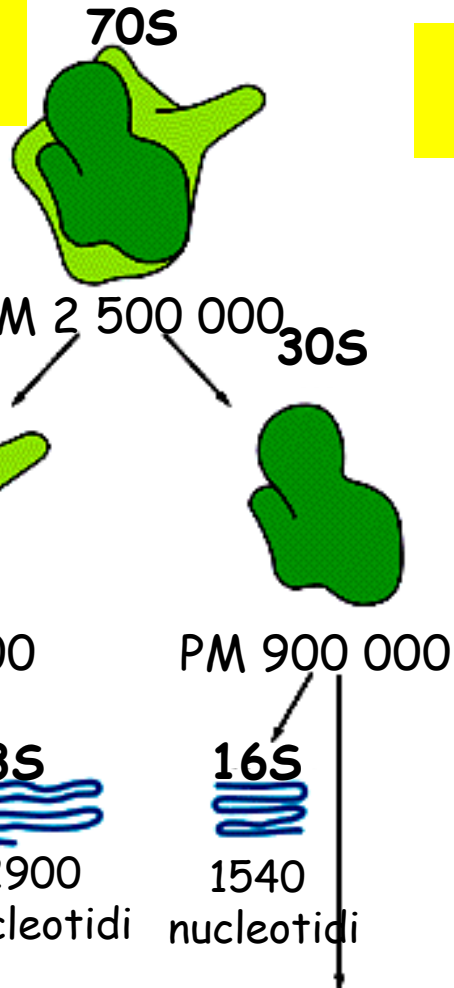




# I RIBOSOMI

Complessi fortemente interconnessi di proteine ed RNA. Denominati secondo la loro velocità di sedimentazione: 70S batterici; 80S eucariotici

## RIBOSOMA PROCARIOTICO



subunità

rRNA

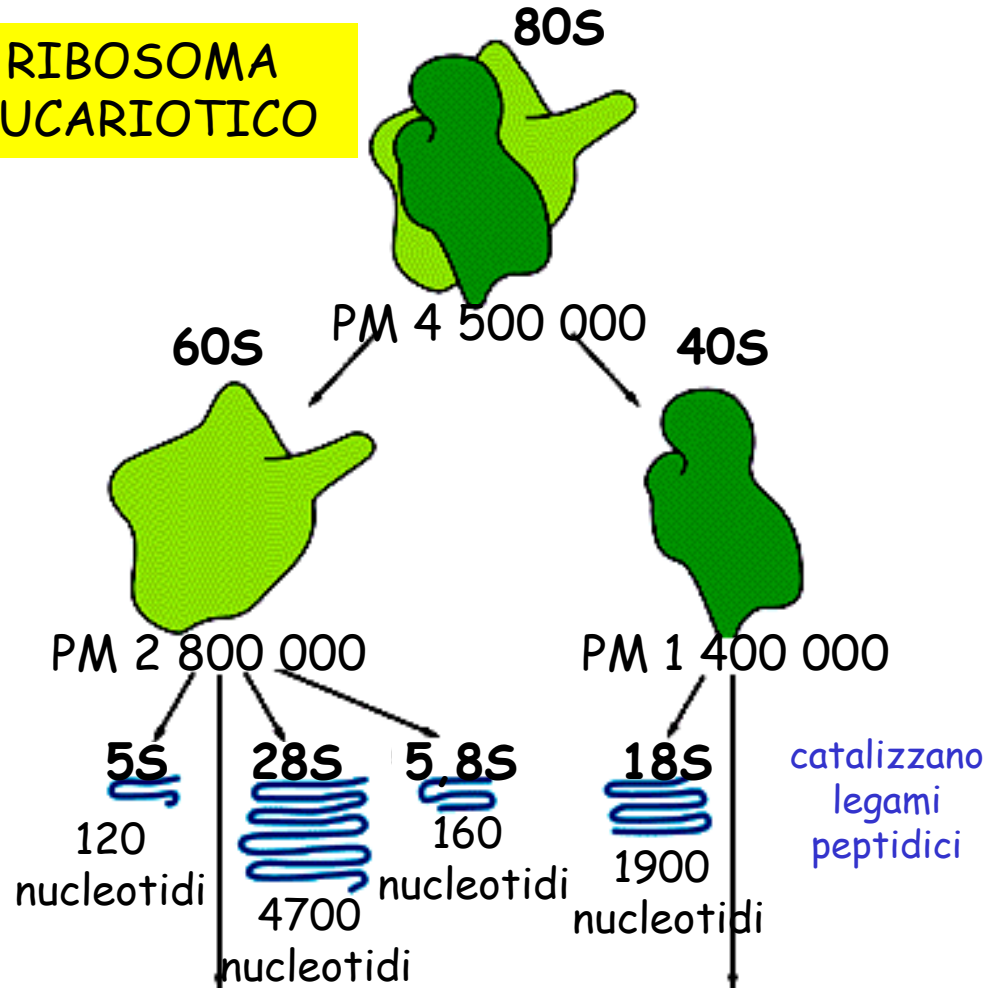
strutture  
secondarie

proteine

34 proteine

21 proteine

## RIBOSOMA EUCARIOTICO



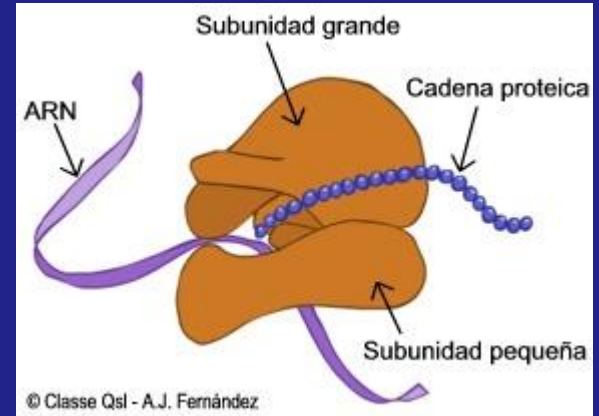
catalizzano  
legami  
peptidici

~ 49 proteine

~ 33 proteine

# Ribosomi:

- Struttura
- Nomenclatura
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso:
  - struttura reticolo
  - Funzioni del reticolo
  - Sintesi proteica
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica



# I RIBOSOMI

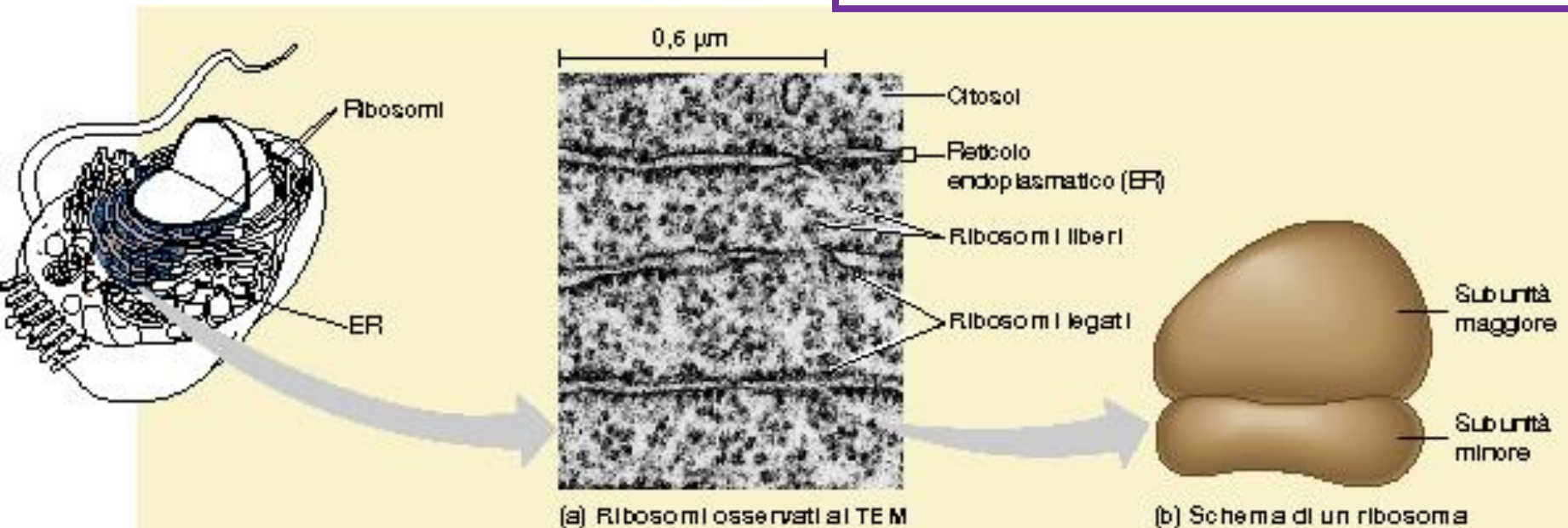
I ribosomi sono gli organuli che provvedono alla sintesi proteica. Nelle cellule eucariotiche possono essere:

**liberi nel citoplasma**

Producono Proteine:  
-che sono utilizzate nel citosol

**legati al reticolo endoplasmatico**

Producono Proteine:  
-destinate ad essere inserite nelle membrane, o  
-destinate ad essere esportate dalla cellula (secrete)



Ribosomi liberi e legati sono identici e possono alternarsi

# La cellula eucariotica

5-100  $\mu\text{m}$

Membrana  
nucleare

Pori  
nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato  
del  
Golgi

Lisosomi

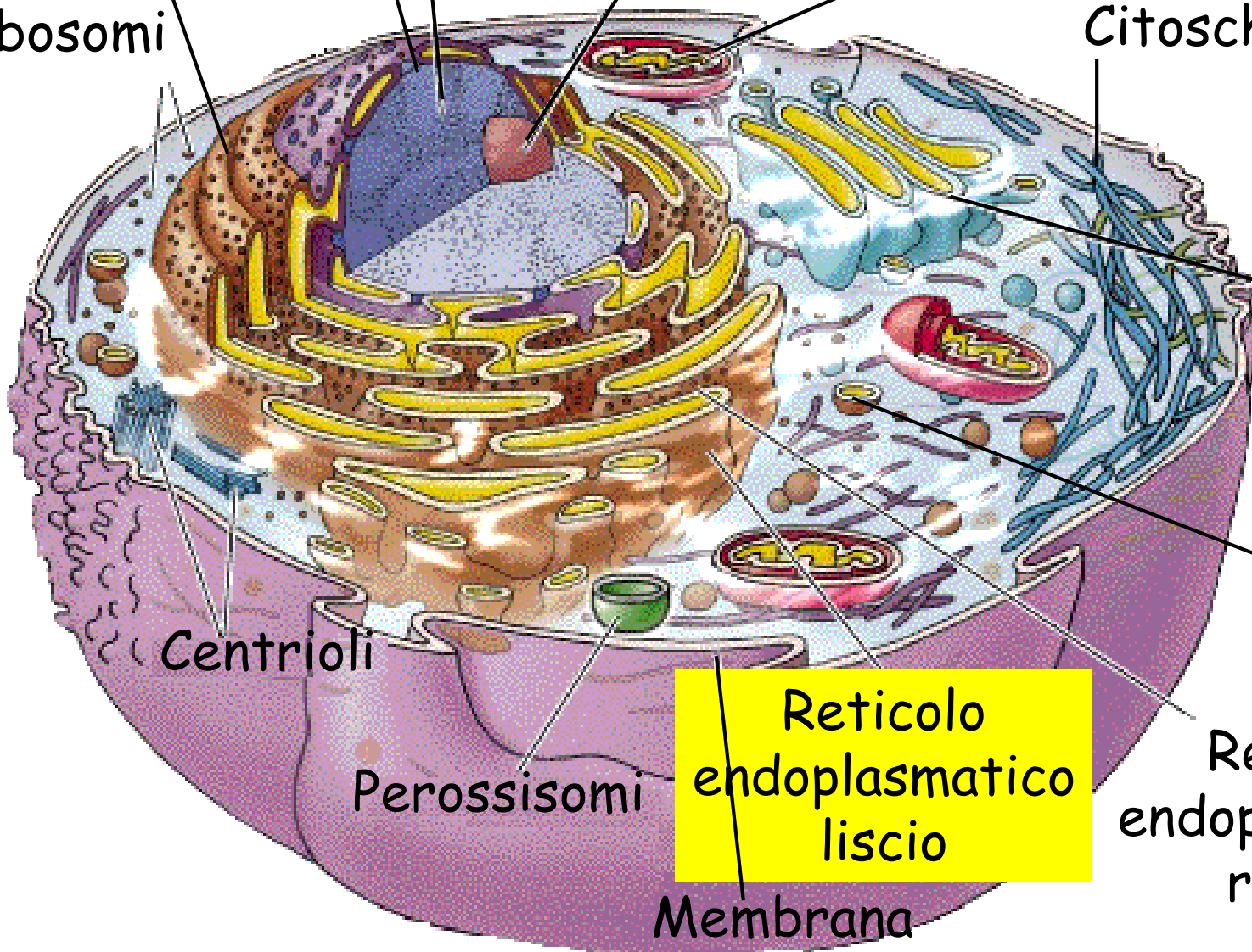
Centrioli

Perossisomi

Reticolo  
endoplasmatico  
liscio

Reticolo  
endoplasmatico  
rugoso

Membrana  
citoplasmatica



# La cellula eucariotica

5-100  $\mu\text{m}$

Membrana  
nucleare

Pori  
nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato  
del  
Golgi

Lisosomi

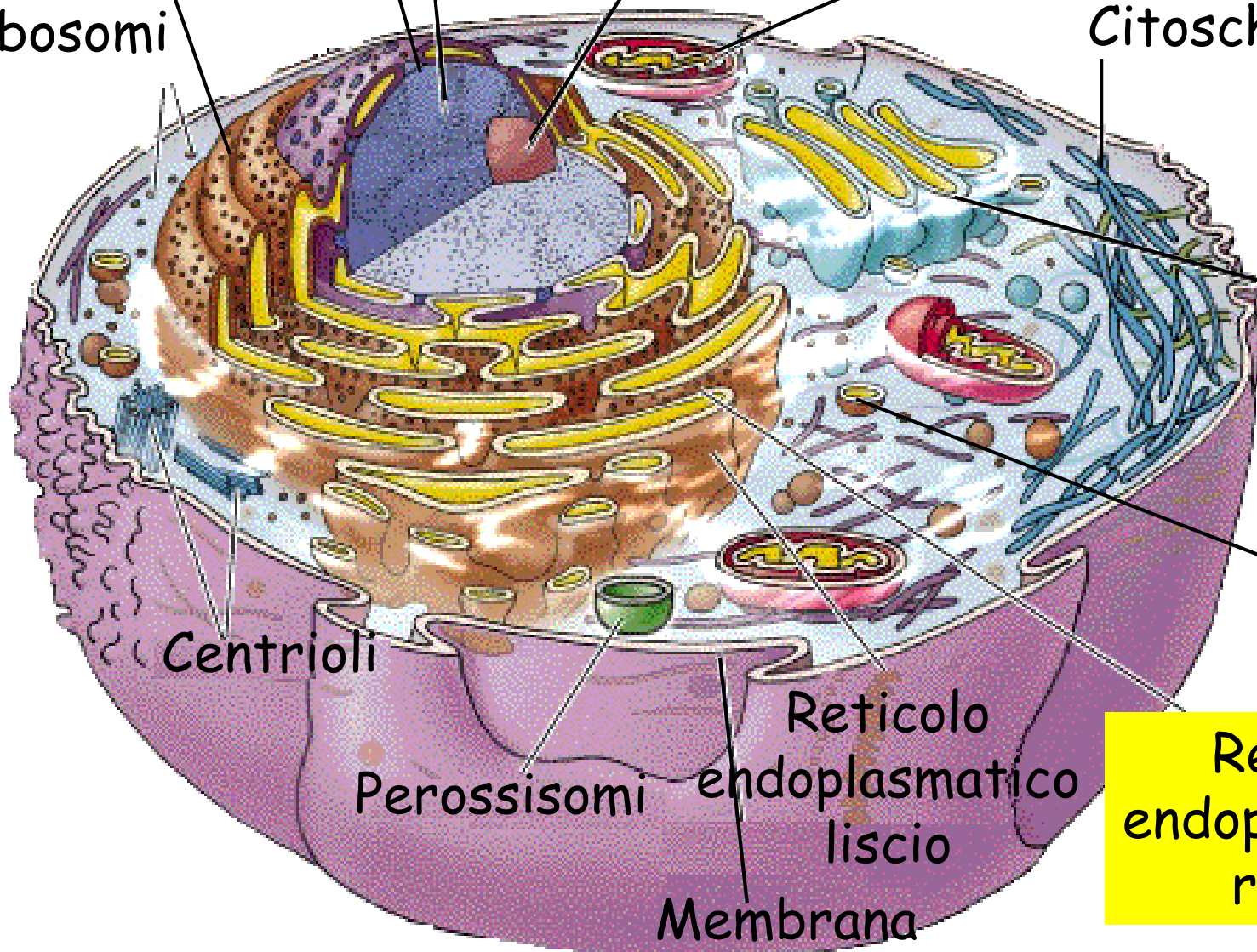
Centrioli

Perossisomi

Reticolo  
endoplasmatico  
liscio

Reticolo  
endoplasmatico  
rugoso

Membrana  
citoplasmatica

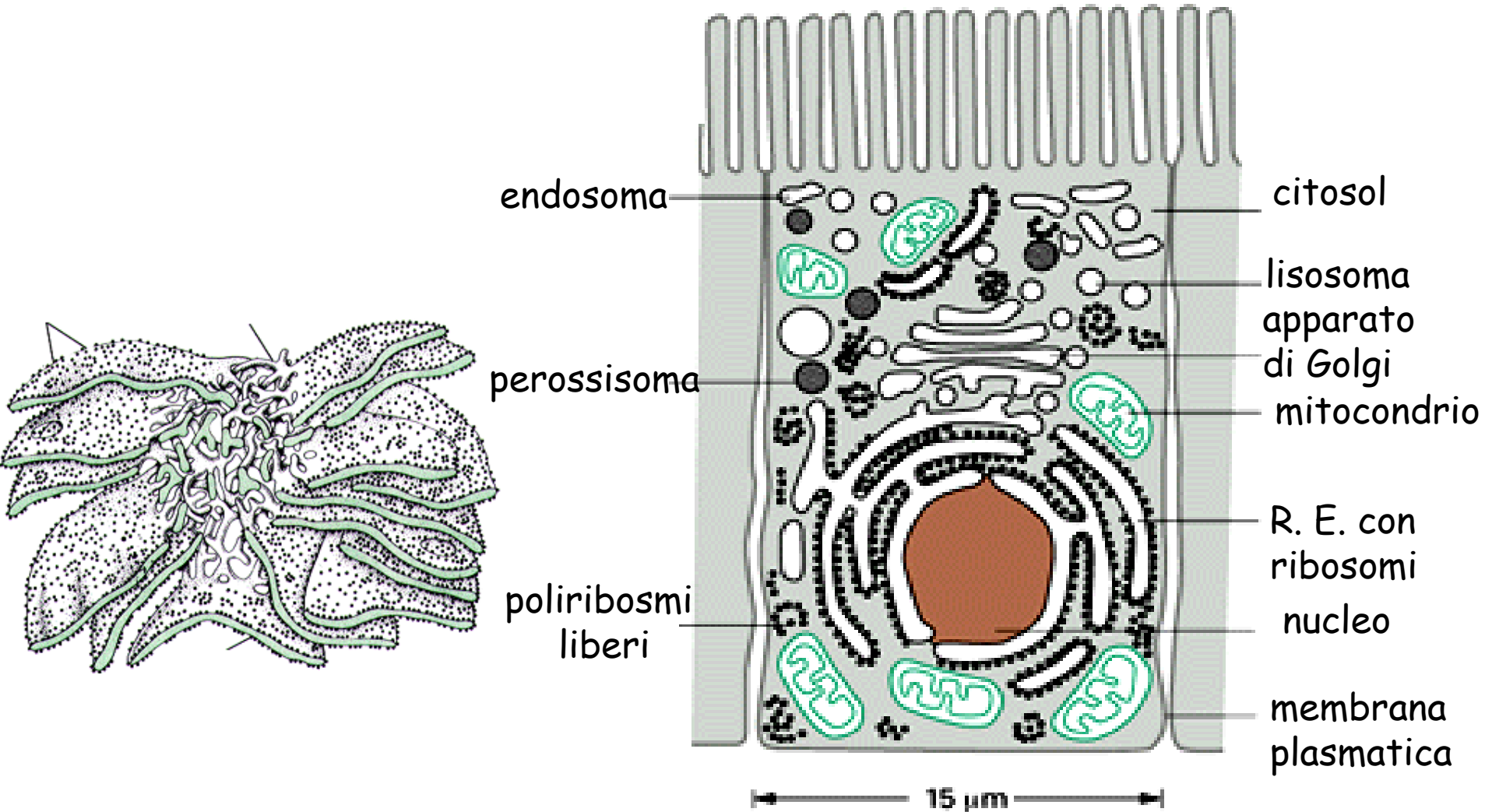




# RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

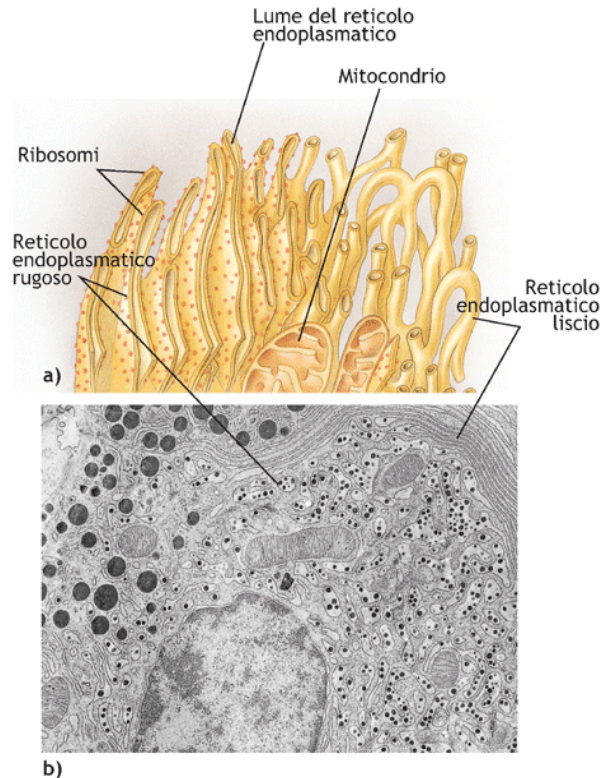
## Struttura:

Canalicoli e cisterne ampie ed appiattite, interconnessi tra loro e ricoperti sulla superficie citoplasmatica da **ribosomi**



# RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

Sistema membranoso costituito da vescicole, cisterne, sacculi e canalicoli. Ognuno di questi elementi membranosi delimita al proprio interno uno spazio che costituisce il **lume** delle singole strutture.



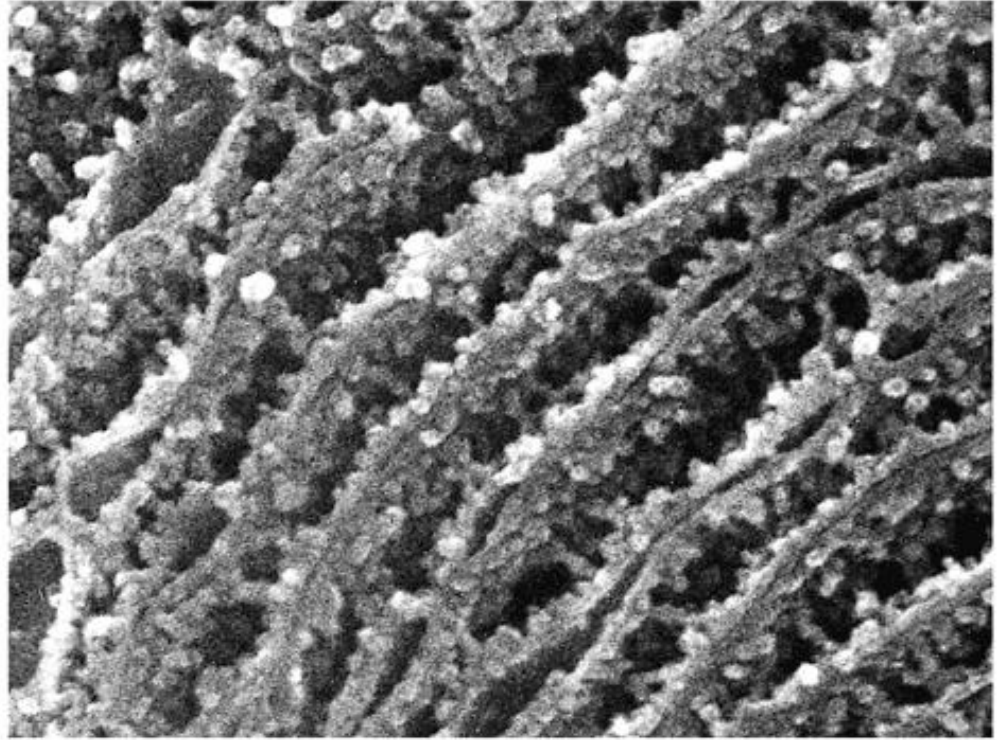
La presenza di tali sistemi comporta una suddivisione del citoplasma in due compartimenti distinti: quello interno delle cisterne e quello esterno del citosol

# RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

## Funzione:

### Sintesi di proteine :

1. destinate ad essere esportate al Golgi, ai Lisosomi, alle vescicole di accumulo
2. destinate ad essere secrete
3. proteine di membrana

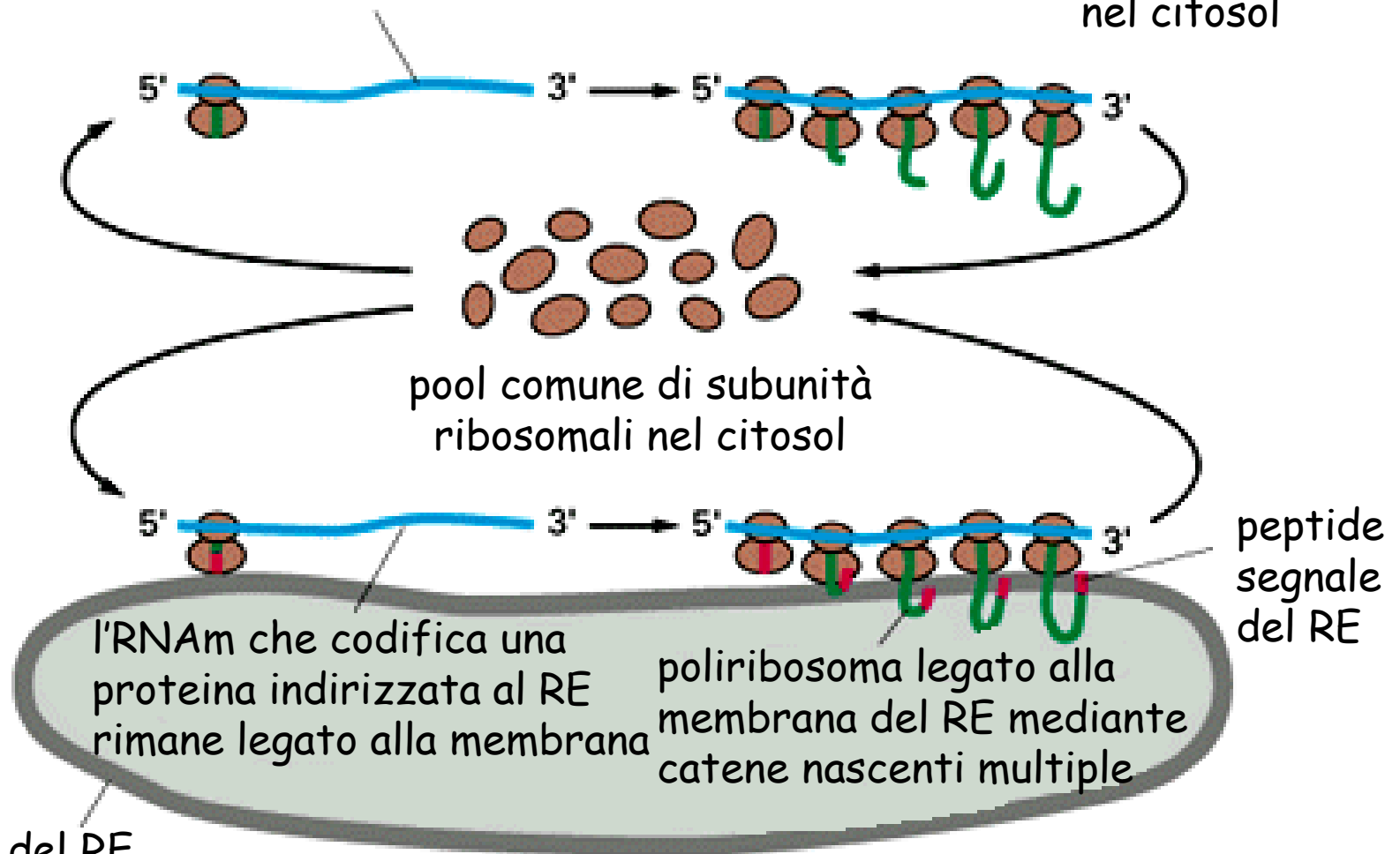


Dopo la sintesi le proteine sono rilasciate nel lume del RE e subiscono **rimaneggiamenti e ripiegamenti specifici**

# RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO: RIBOSOMI LIBERI E LEGATI A MEMBRANA

L'mRNA che codifica una proteina citosolica rimane libero nel citosol

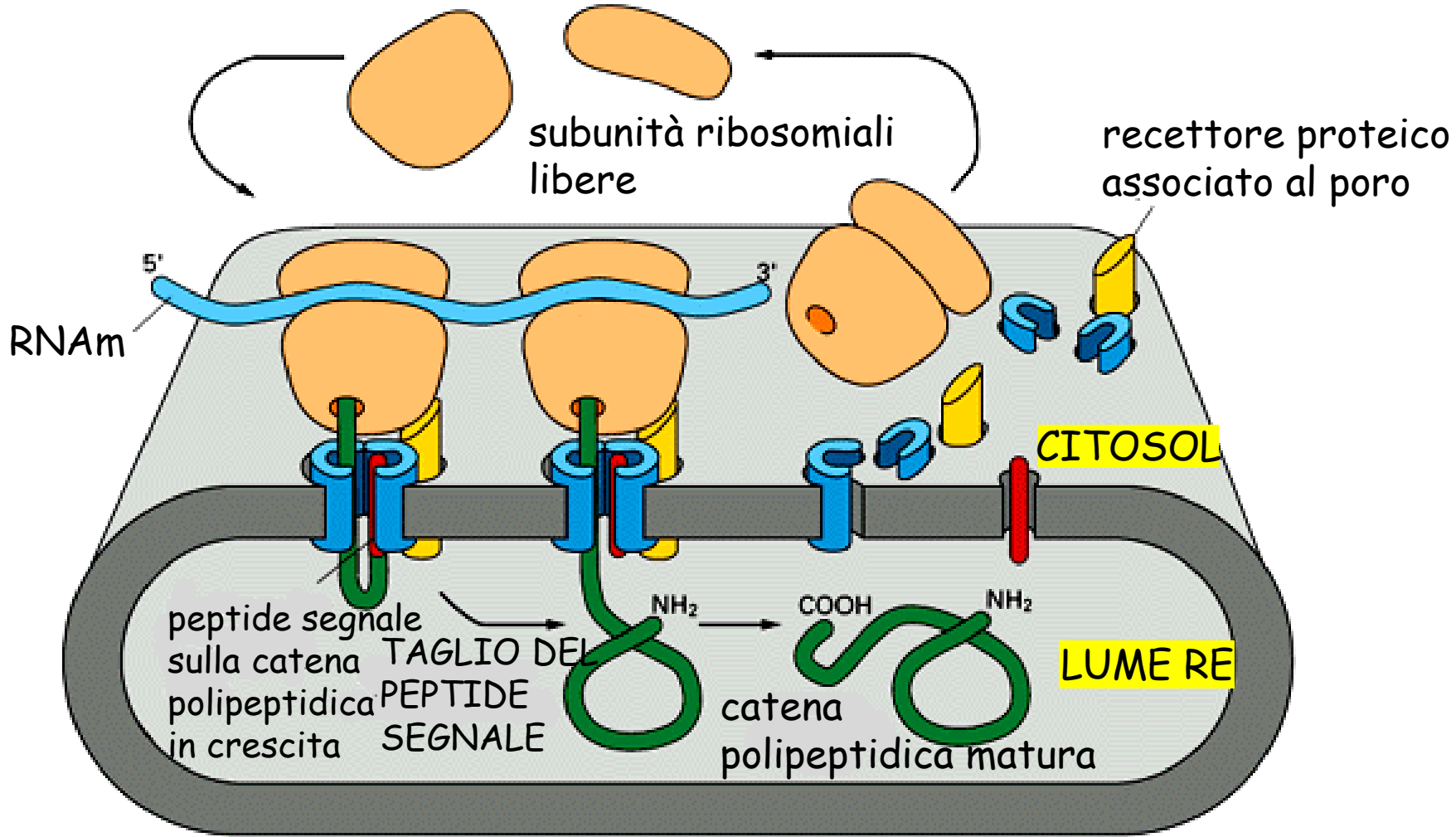
poliribosoma libero nel citosol



- I Ribosomi sono tutti identici: differiscono solo per le proteine che sintetizzano
- Il Ribosoma che sintetizza una proteina con una sequenza segnale va all'RE
- Il poliribosoma rimane attaccato alla membrana e alla fine si libera

# RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

Gli mRNA che dovranno essere tradotti dai ribosomi associati al RE possiedono un segnale di riconoscimento

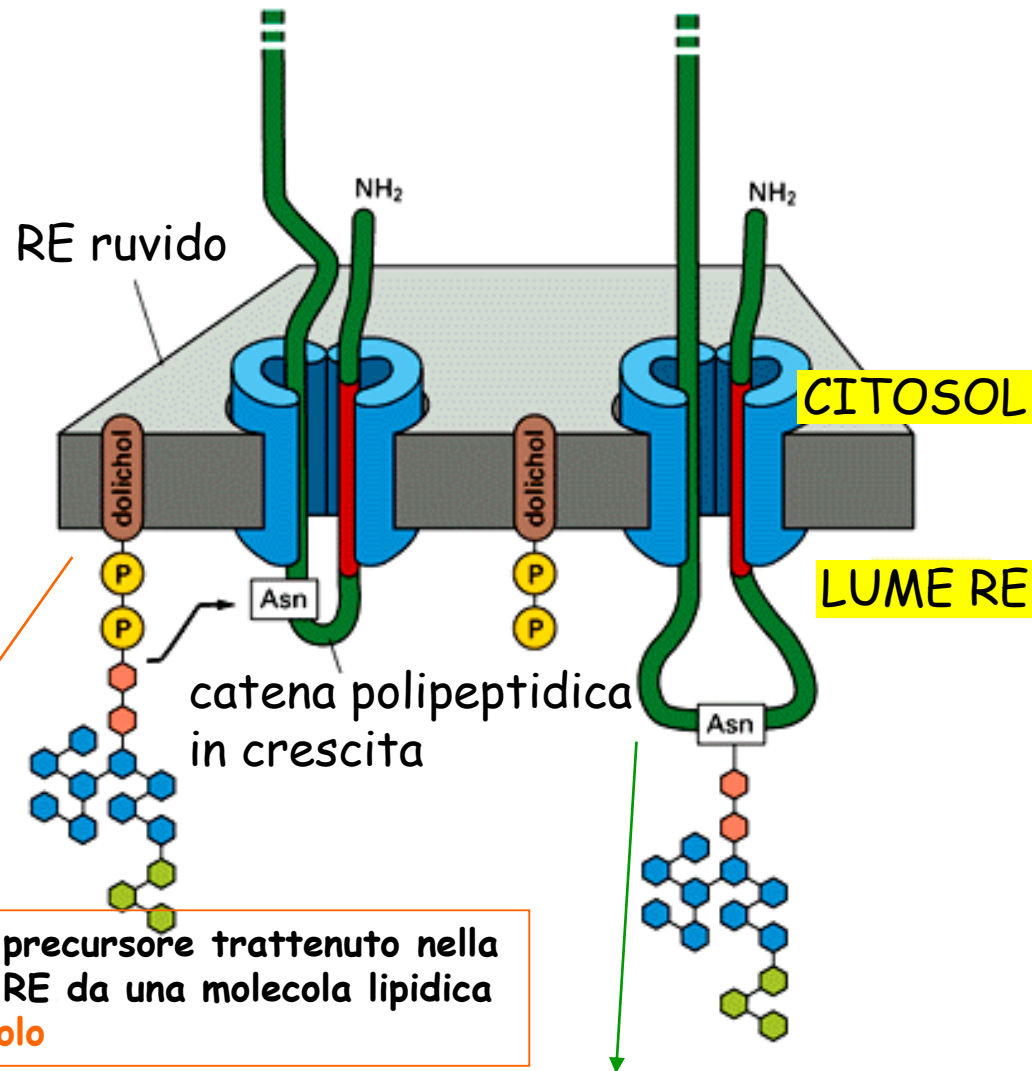
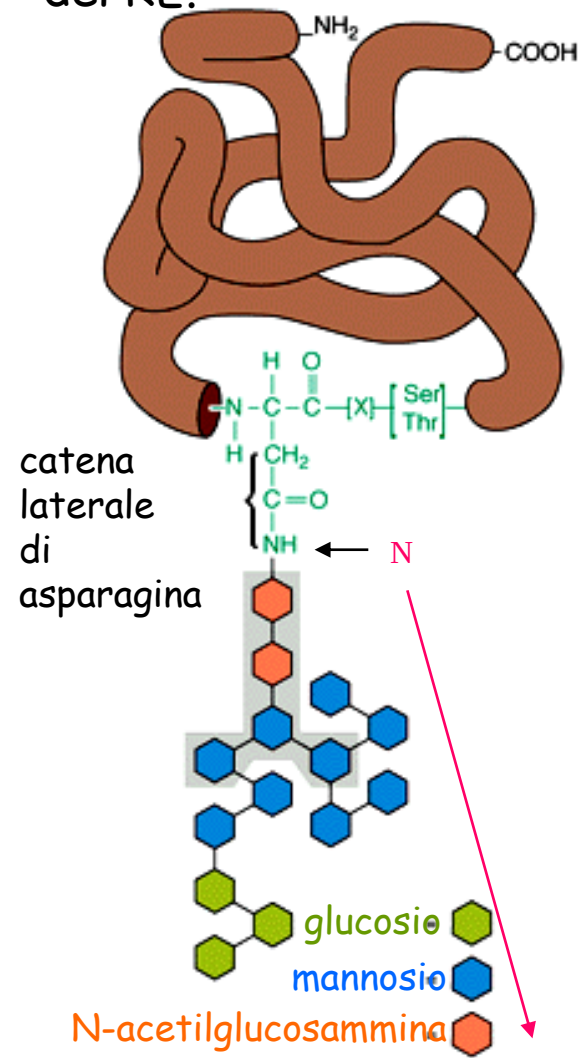


Quando il **peptide segnale** emerge dal ribosoma, **dirige il ribosoma** ad un **recettore** proteico **sulla membrana del RE**. Man mano che viene sintetizzato, il polipeptide viene traslocato attraverso la membrana tramite un poro proteico associato con il recettore. Il peptide segnale viene tagliato via durante la traduzione da una peptidasi del segnale, e la proteina matura è rilasciata nel lume del RE immediatamente dopo la sua sintesi.



# FUNZIONI DEL RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

L'aggiunta covalente di zuccheri alle proteine (**glicosilazione**) e' una delle funzioni del RE.



oligosaccaride precursore trattenuto nella membrana del RE da una molecola lipidica chiamata **dolicholo**

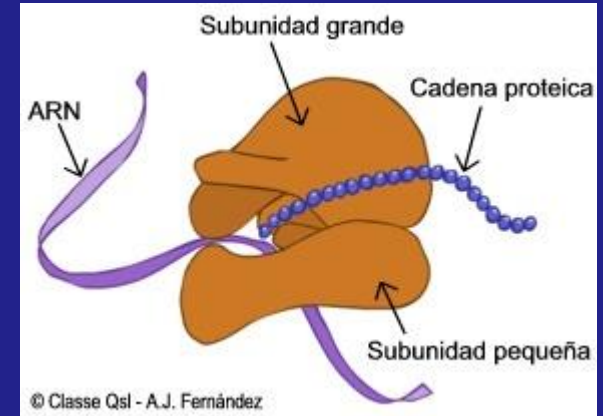
La maggior parte delle proteine sintetizzate nel RER sono **glicosilate** mediante l'aggiunta di un **oligosaccaride** comune **legato a N** della catena laterale di una **Asparagina**

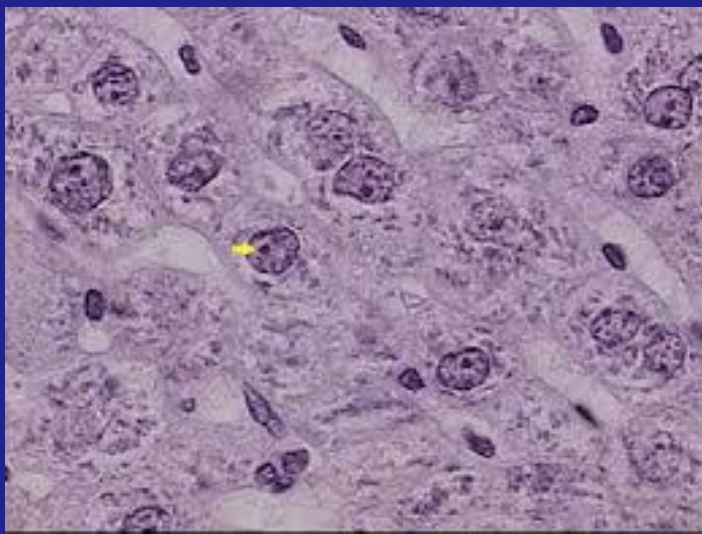
Il trasferimento dell'oligosaccaride è catalizzato dall'**enzima** **oligosaccaride transferasi**



# Ribosomi:

- Struttura
- Nomenclatura
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- **Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi**
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica

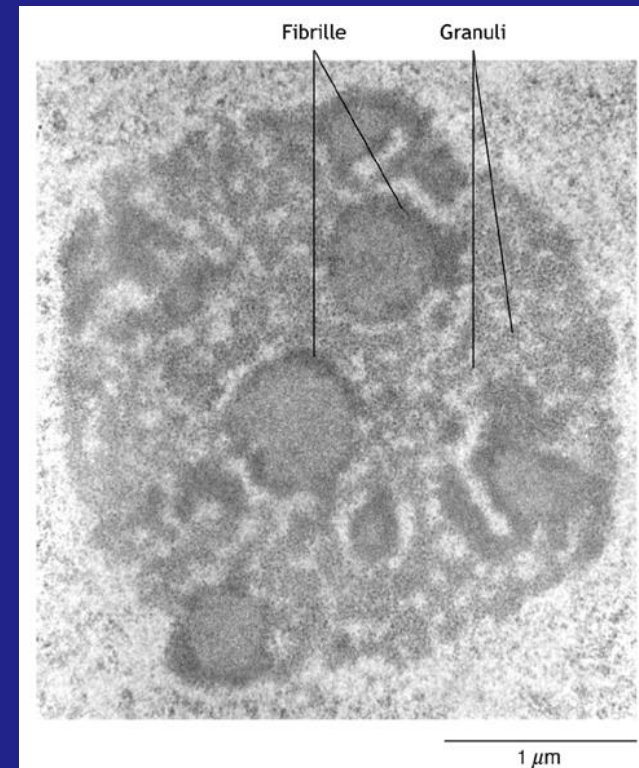




# Nucleolo



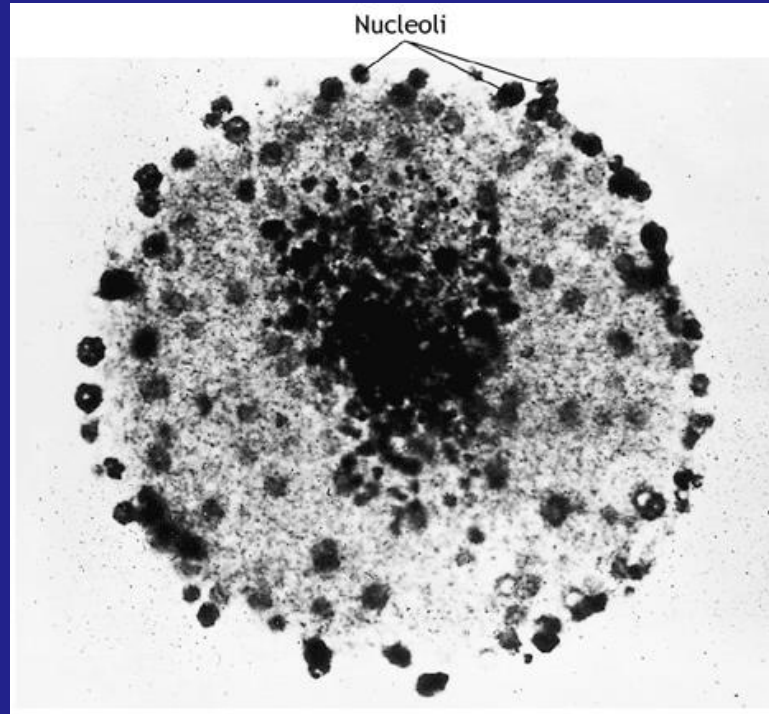
- Spesso di forma sferica è visibile al microscopio ottico poiché è intensamente colorato
- Non membrana ma contorni distinti
- 2 regioni morfologicamente distinte:
  - F**
    - **Fibrillare:** centri fibrillari geni per rRNA o rDNA in forma di cromatina parzialmente compatta RNA pol I e fattori di trascrizione
    - **Componente fibrillare densa** geni ribosomiali trascrizionalmente attivi (cromatina meno condensata)
  - G**
    - **Granulare:** particelle ribosomiali a vari stadi di assemblaggio



# Nucleolo

Il numero e la dimensione dei nucleoli varia in funzione del tipo di cellula e della sua attività funzionale

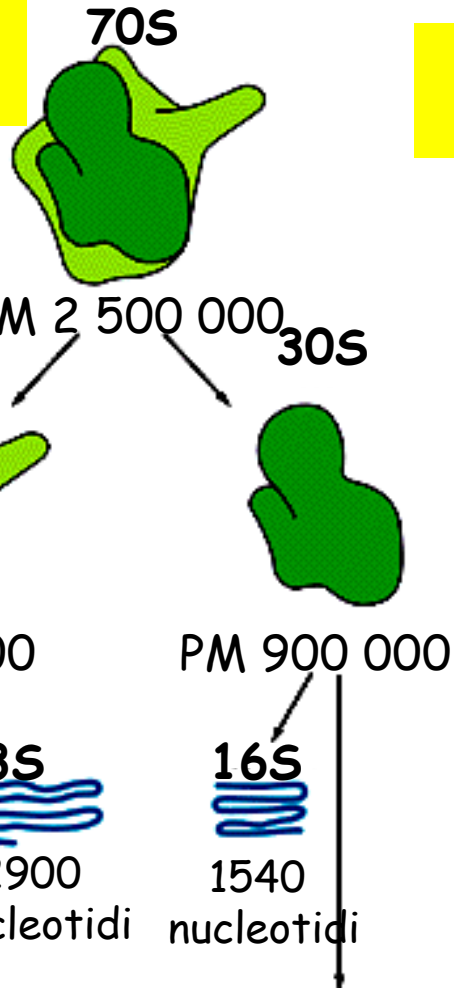
I nucleoli sono di dimensioni rilevanti nelle cellule metabolicamente attive in cui avviene un elevato livello di sintesi proteica



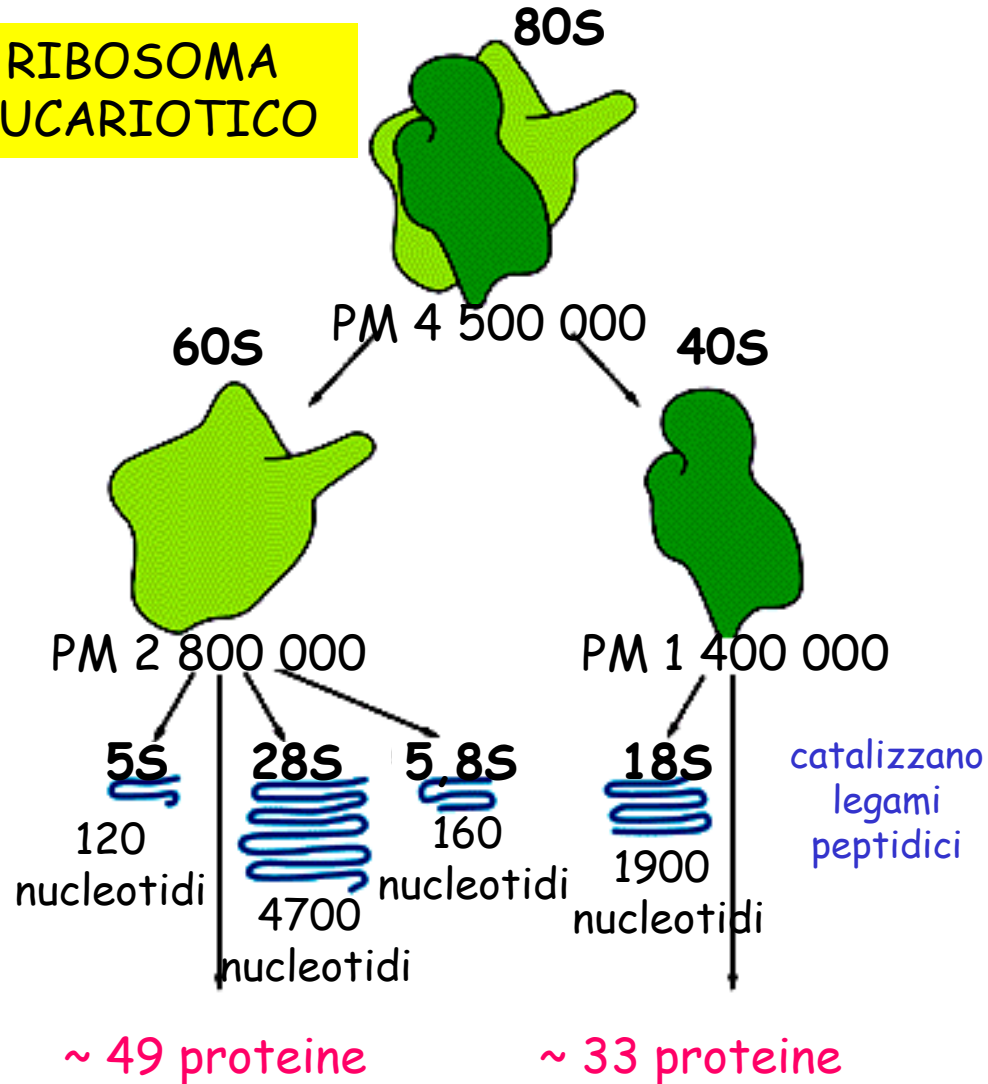
# I RIBOSOMI

Complessi fortemente interconnessi di proteine ed RNA. Denominati secondo la loro velocità di sedimentazione: 70S batterici; 80S eucariotici

## RIBOSOMA PROCARIOTICO

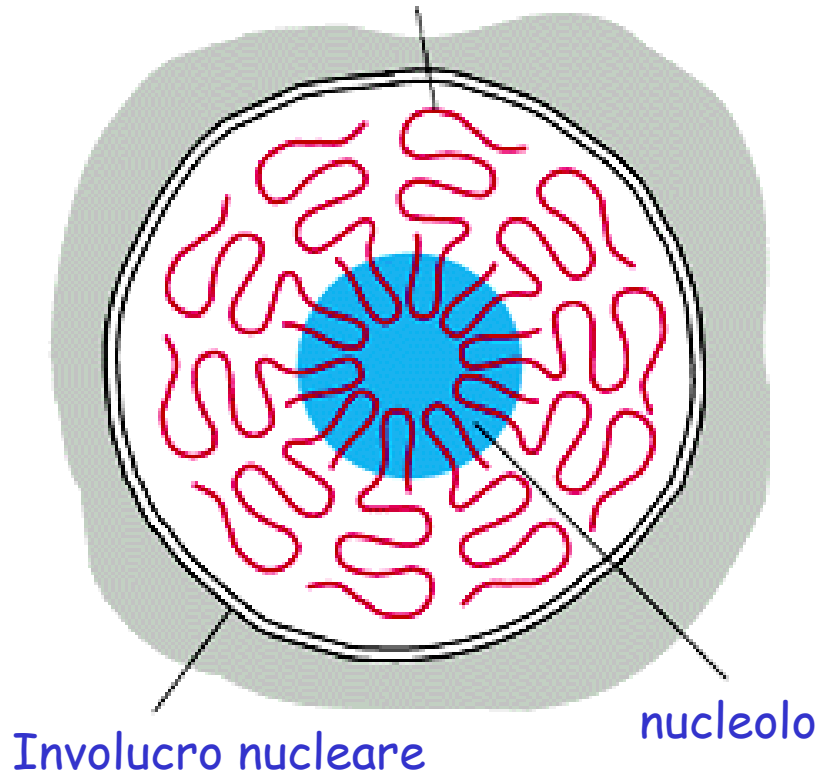


## RIBOSOMA EUCARIOTICO



# IL NUCLEOLO E' UNA MACCHINA CHE PRODUCE I RIBOSOMI

10 cromosomi interfaseici  
forniscono al nucleolo le anse  
di DNA che producono rRNA



•La struttura più evidente all'interno  
del nucleo è il

**nucleolo:**

il sito di trascrizione e di  
processazione dell'rRNA e di  
assemblaggio dei ribosomi

che all'interno della cellula sono  
necessari in grande quantità

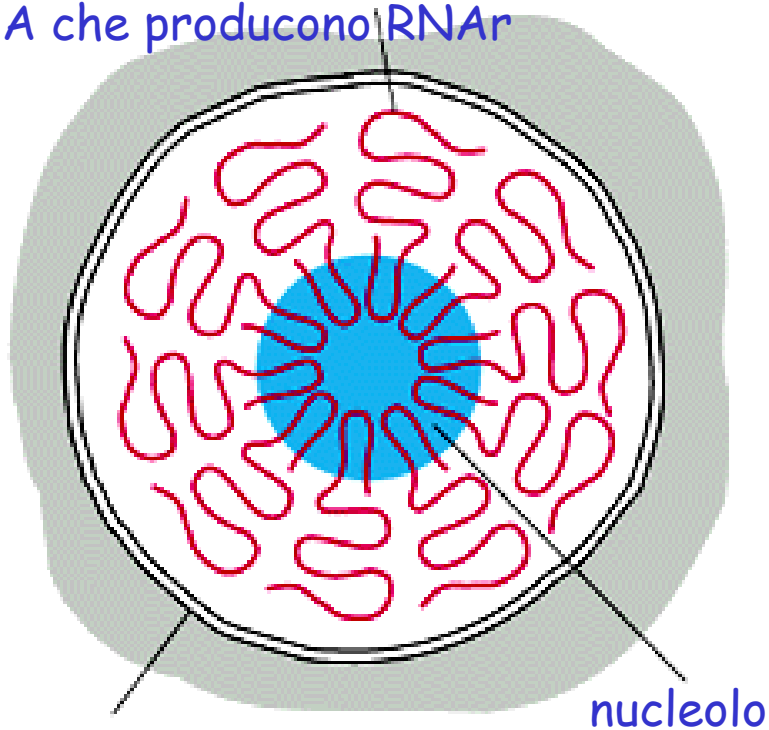
•Il nucleolo non ha membrana

•E' organizzato intorno alle regioni  
cromosomiche che contengono i geni  
degli rRNA 5.8S, 18S e 28S.



# IL NUCLEOLO E' UNA MACCHINA CHE PRODUCE I RIBOSOMI

10 cromosomi interfaseici  
forniscono al nucleolo le anse  
di DNA che producono rRNA



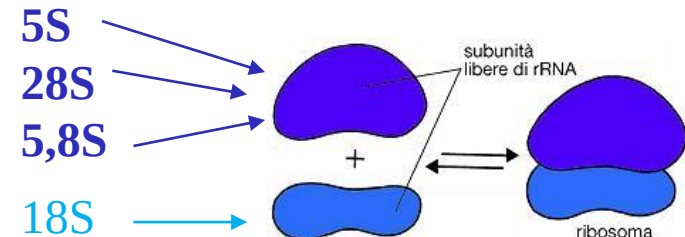
Involucro nucleare

Geni degli rRNA 5.8S, 18S e 28S:  
sono raggruppati in serie in tandem su  
5 cromosomi umani diversi (13,14,15,21,22)

Geni dell'RNA 5S sono presenti in una singola  
serie in tandem sul cromosoma 1

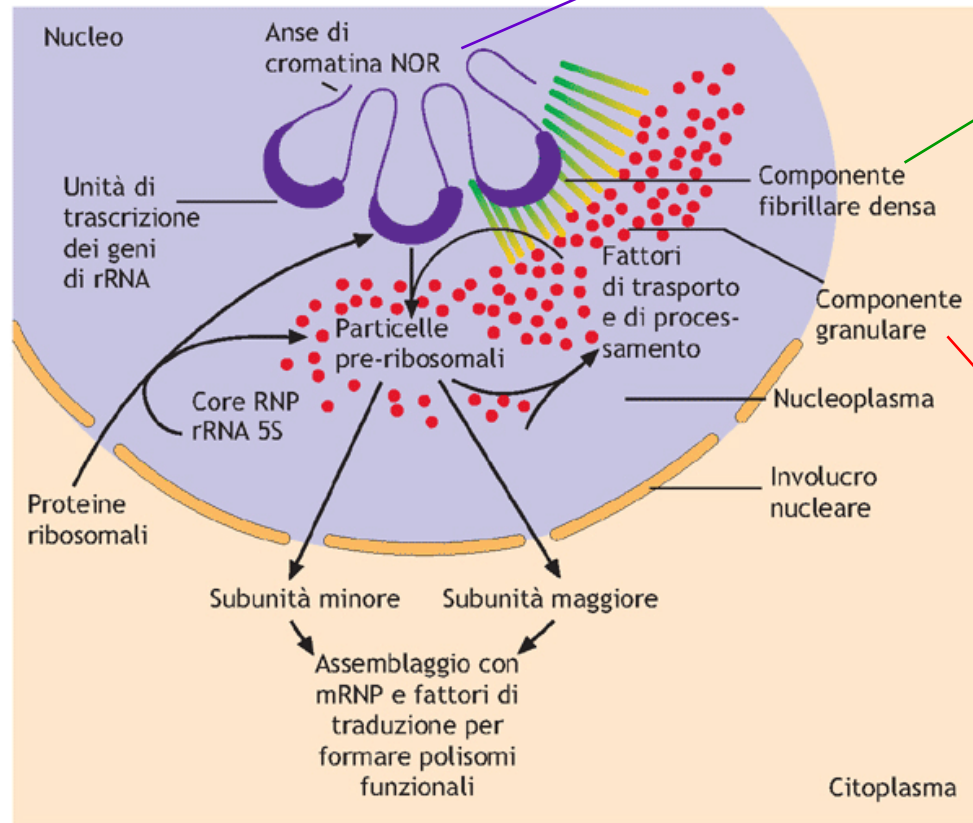
Il nucleolo è organizzato intorno alle  
regioni cromosomiche che contengono i  
geni degli rRNA 5.8S, 18S e 28S.

Per soddisfare la necessità di  
trascrivere grandi quantità di molecole  
di rRNA, ci sono **copie multiple** di questi  
geni (Uomo: 200 copie)



# IL NUCLEOLO E' UNA MACCHINA CHE PRODUCE I RIBOSOMI

Nucleolo: **1** regione fibrillare      Centri fibrillari

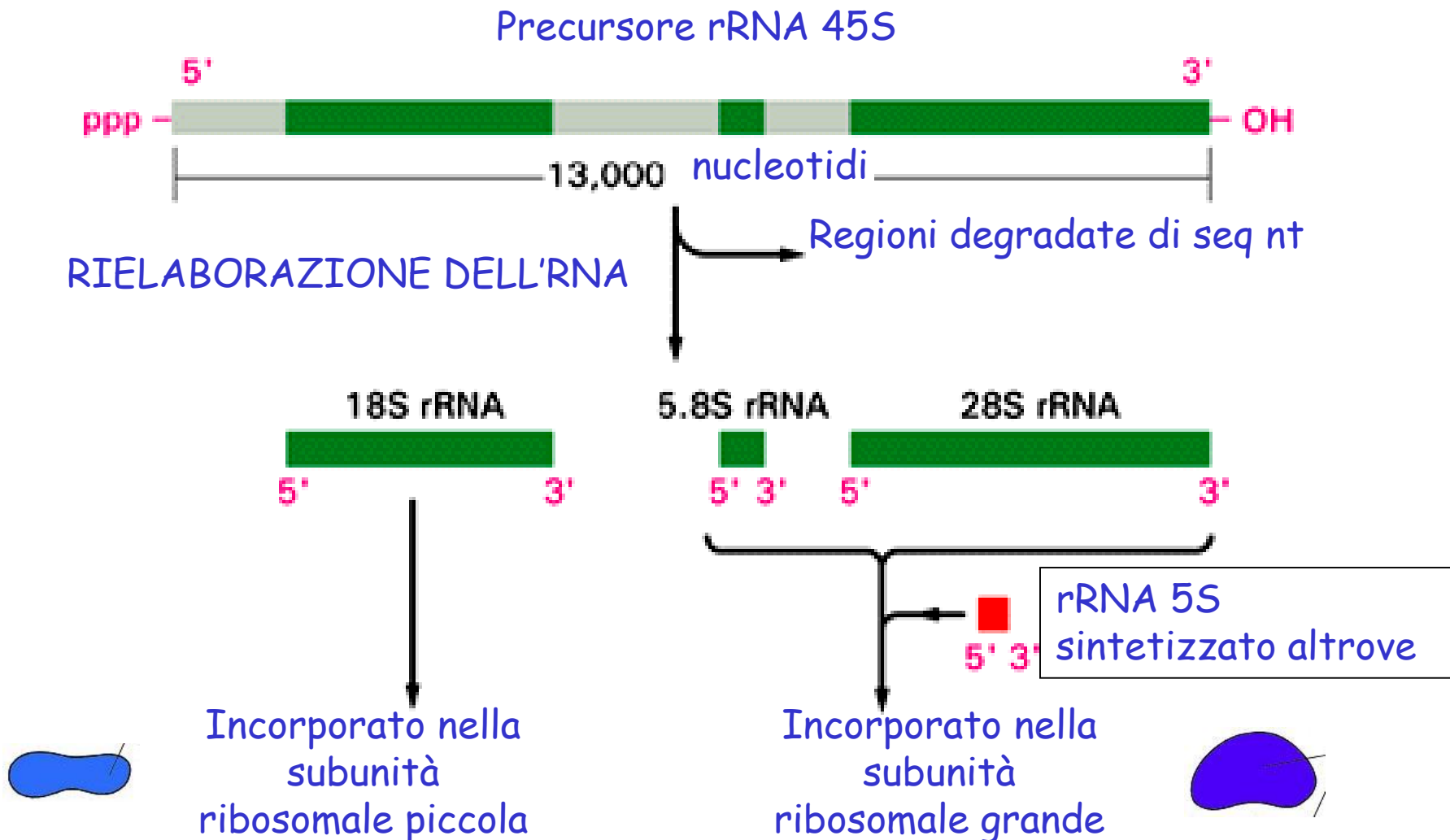


Componente fibrillare densa

**2**  
Regione granulare

# Trascrizione degli RNA ribosomali

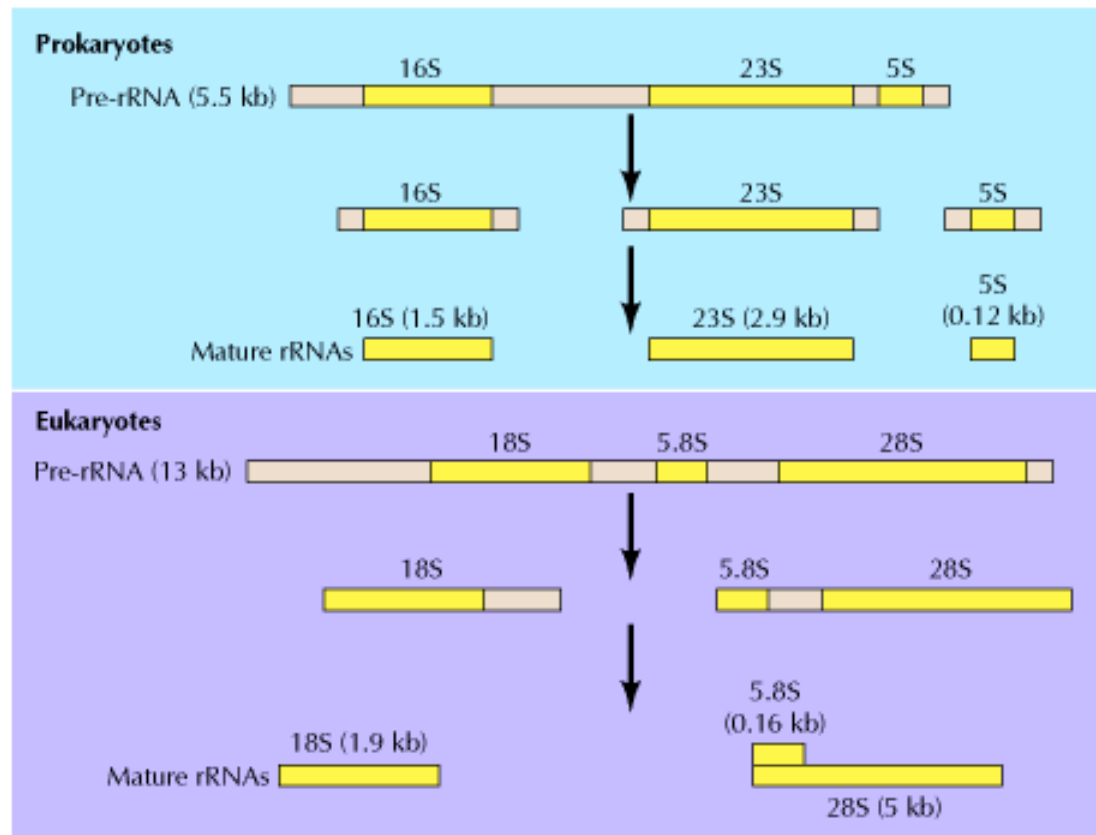
Gli rRNA 5.8S, 18S e 28S sono trascritti come una singola unità dentro il nucleolo dalla RNA pol I, producendo un RNA precursore 45S che poi viene processato per dare i 3 rRNA. Nell'assemblaggio del ribosoma mancherebbe il 5S che viene trascritto al di fuori del nucleolo dalla RNA pol III



## Processazione degli rRNA

I pre-rRNA procariotici ed eucariotici sono **processati in parecchi passaggi**. Il taglio iniziale del pre-rRNA produce **precursori separati** che poi vengono tagliati ulteriormente per dare i prodotti finali

Le molecole responsabili sono degli **snRNP** che contengono degli **snRNA** correlati con quelli che partecipano allo splicing dell'mRNA. In particolare qui troviamo gli snRNA **U3, U8 e U14 e U22**.



# ASSEMBLAGGIO DEI RIBOSOMI

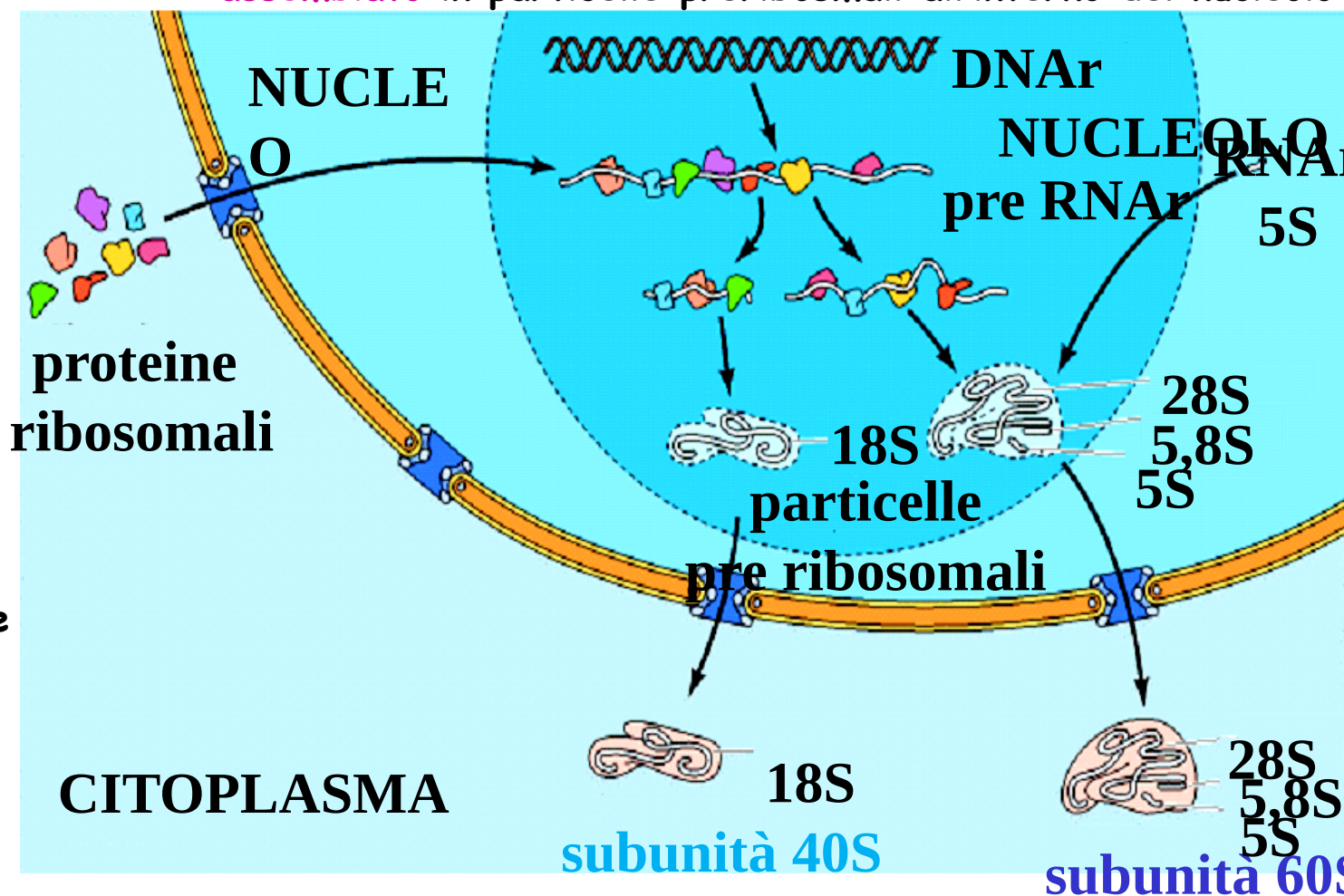
La formazione dei ribosomi coinvolge l'assemblaggio dell'RNA ribosomale precursore sia con **proteine ribosomali** che con **rRNA 5S**:

RNA 5S:

- **trascritti** fuori dal nucleolo dalla RNA pol III
- **assemblato** in particelle preribosomali all'interno del nucleolo

**proteine ribosomali:**

1. **trascritte** fuori dal nucleolo dalla RNA pol II
2. **tradotte** dai ribosomi citoplasmatici
3. **trasportate** dal citoplasma al nucleolo, dove sono assemblate con rRNA per formare particelle preribosomali.

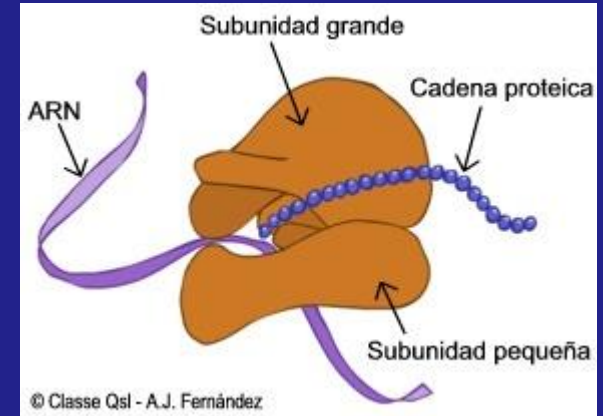


Le fasi finali della maturazione dei ribosomi seguono l'**esportazione** delle particelle preribosomali nel citoplasma per formare le subunità 40S e 60S attive dei ribosomi eucariotici

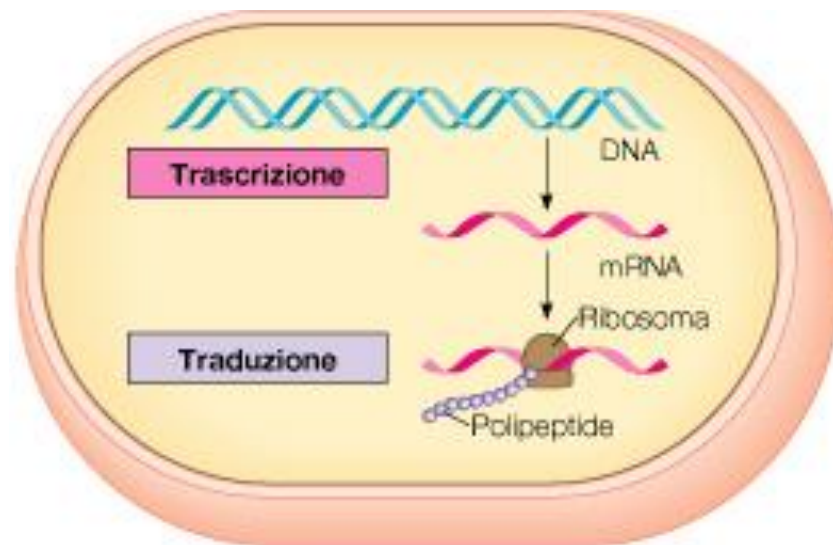


# Ribosomi:

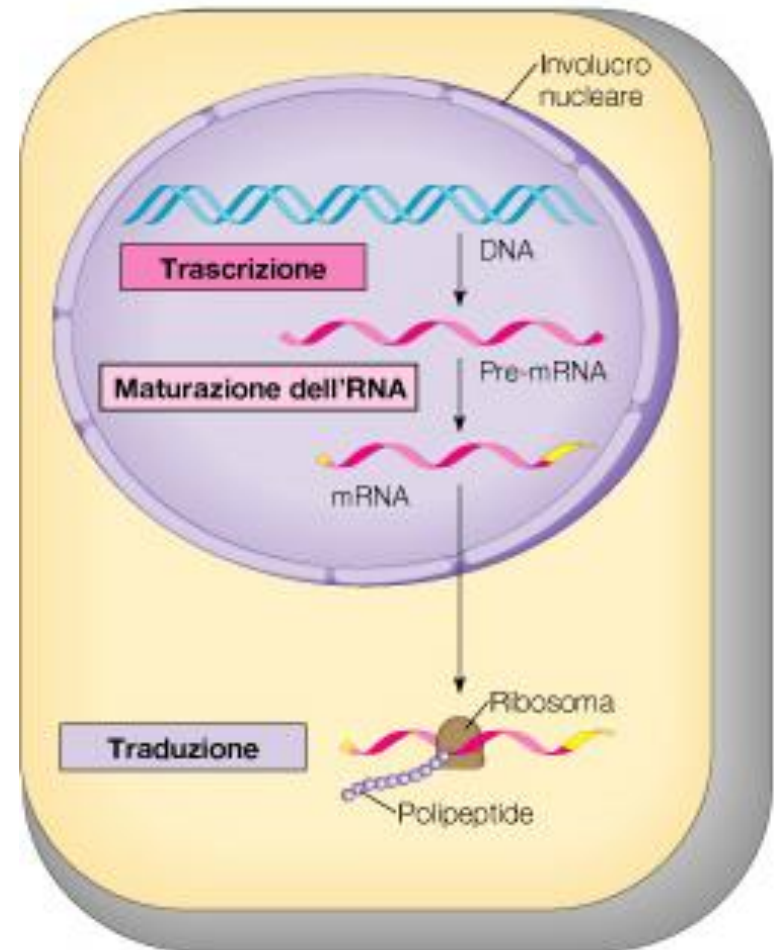
- Struttura
- Nomenclatura
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica



# Il trasferimento dell'informazione dal DNA alle proteine

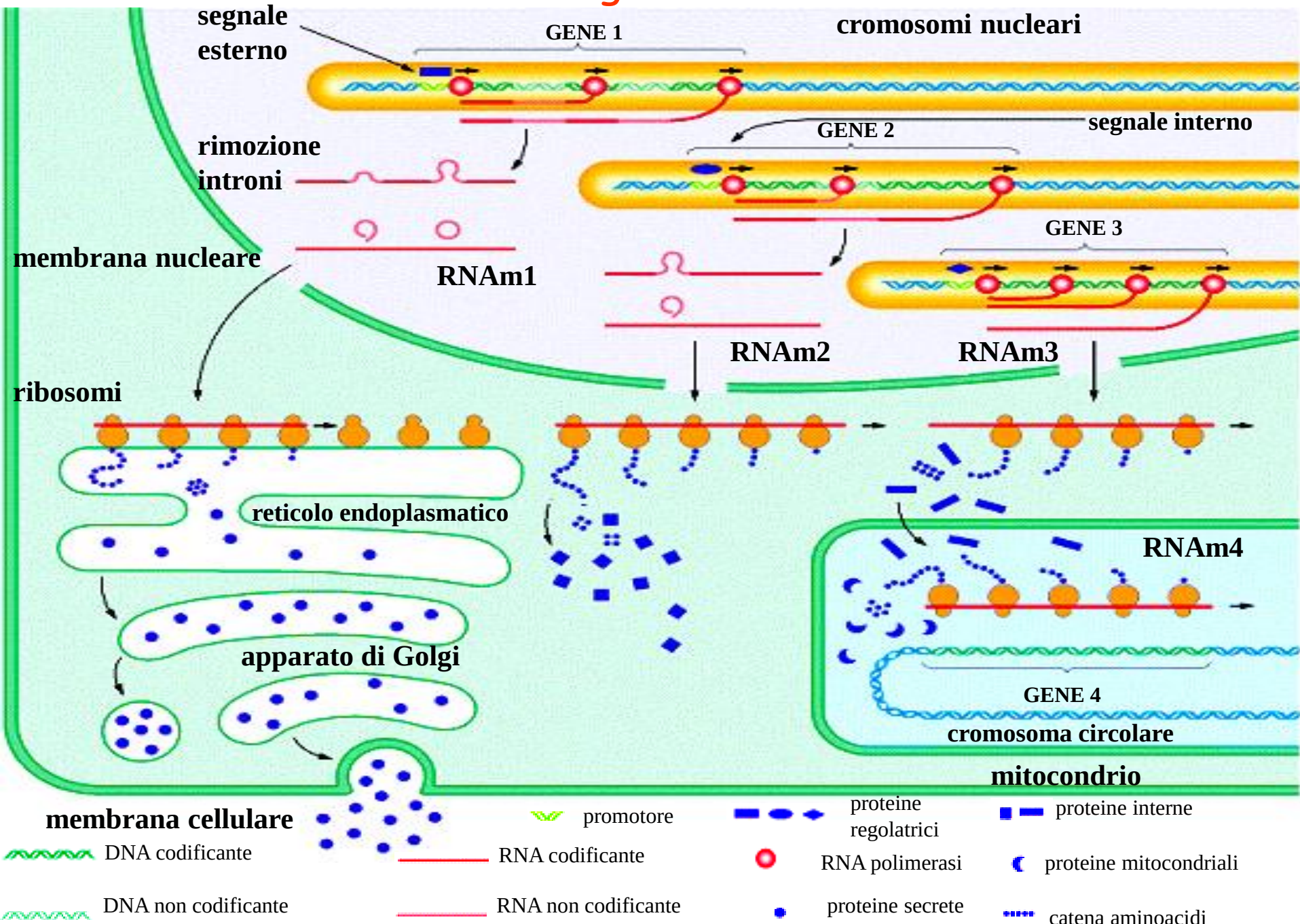


**(a) Cellula procariotica.** In una cellula sprovvista di nucleo, l'mRNA prodotto dalla trascrizione è immediatamente tradotto senza subire ulteriori modificazioni.

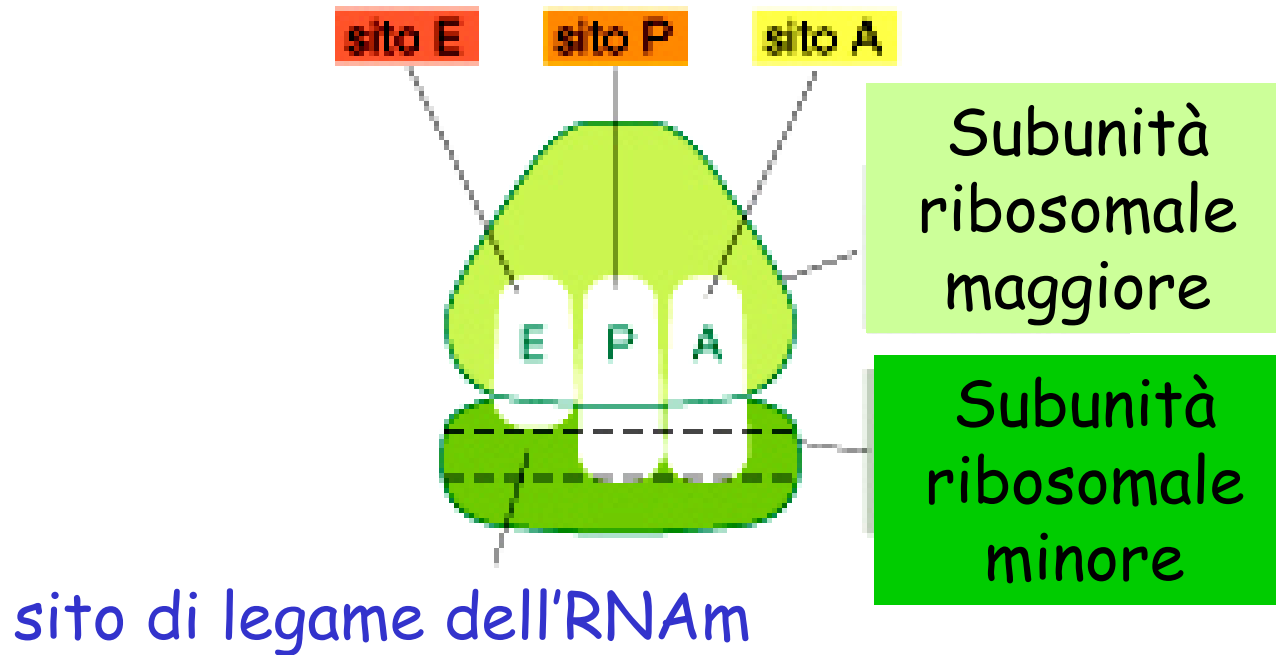


**(b) Cellula eucariotica.** Il nucleo fornisce un compartimento separato per la trascrizione. Il trascritto originale dell'RNA, detto pre-mRNA, subisce una serie di modificazioni prima di abbandonare il nucleo come mRNA.

# Schema dell'azione di un gene in una cellula eucariotica



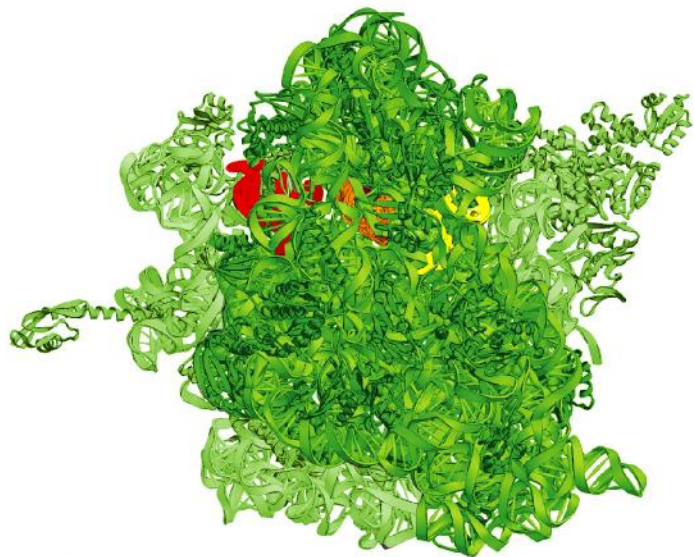
# Ribosoma: i tre siti di legame dei tRNA



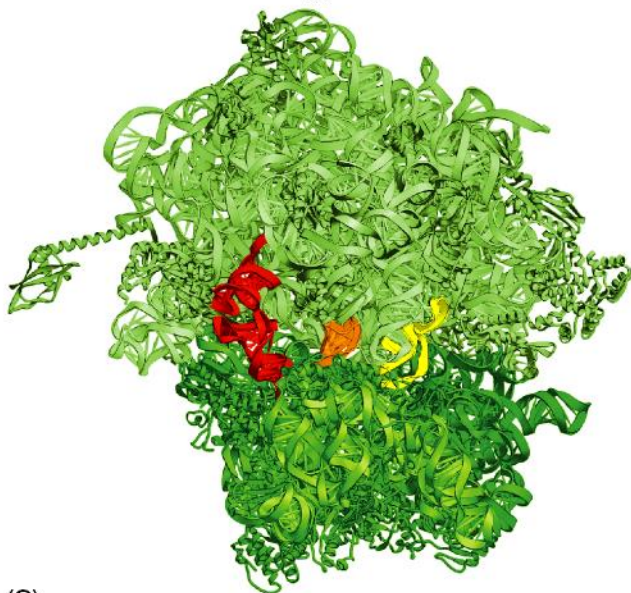
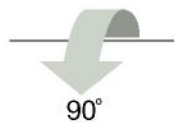
Ogni ribosoma contiene 3 siti di legame per le molecole di tRNA, noti come:

1. **Sito A:** sito dell'aminoacil-tRNA
2. **Sito P:** sito del peptidil t-RNA
3. **sito E:** uscita

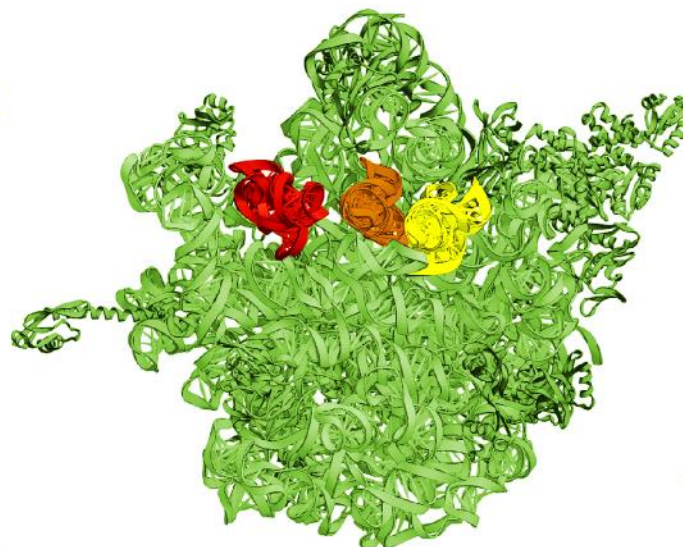




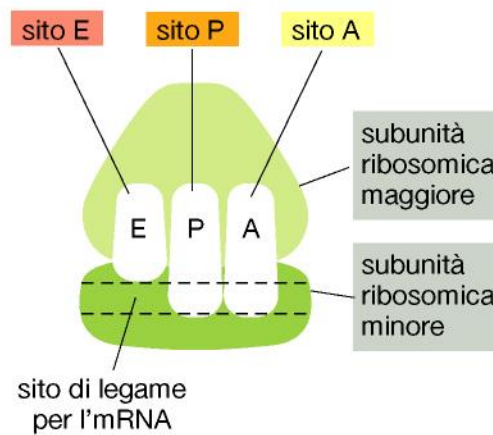
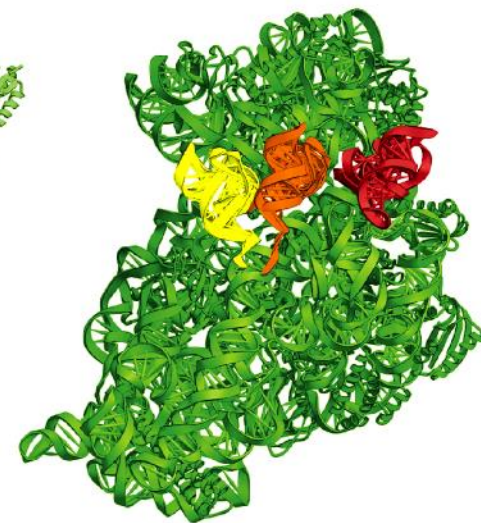
(A)



(C)



(B)



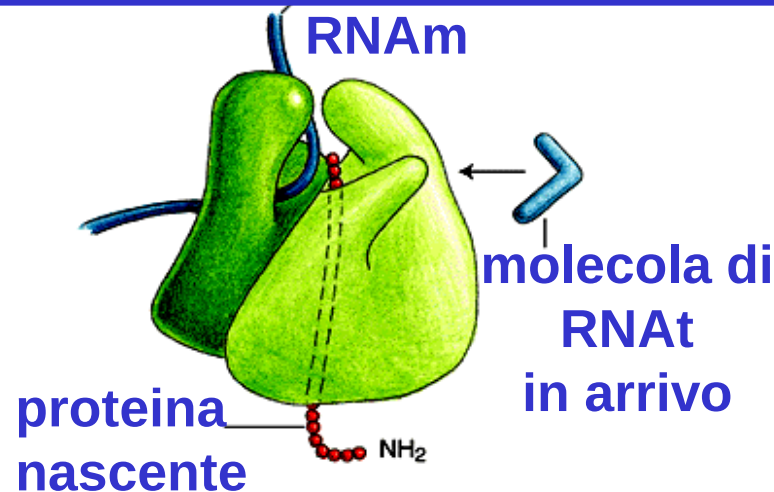
(D)



## Ribosomi: sito della sintesi proteica

- ① Le 2 subunità **si associano** su una molecola di mRNA, all'estremità 5' e cominciano a sintetizzare la proteina
- ② Il **ribosoma scorre** sull'mRNA, traducendo la seq nucleotidica un codone alla volta, usando i tRNA come adattatori per aggiungere ogni aa nel posto che gli compete a un capo della catena polipeptidica in costruzione

### Modello di ribosoma funzionante



- ③ Le 2 subunità ribosomiche finiscono poi per **separarsi** quando la sintesi della pt è terminata

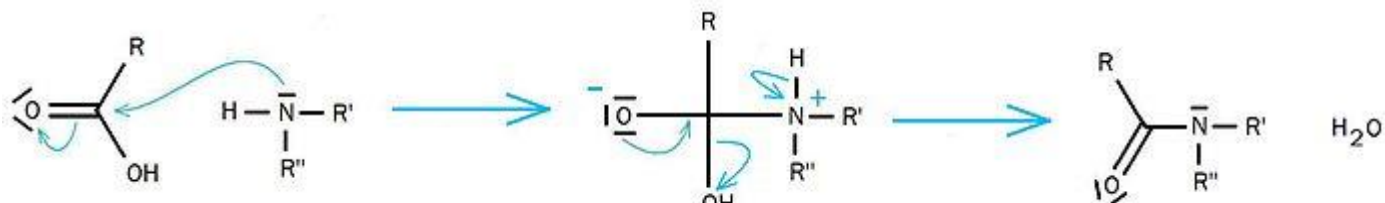
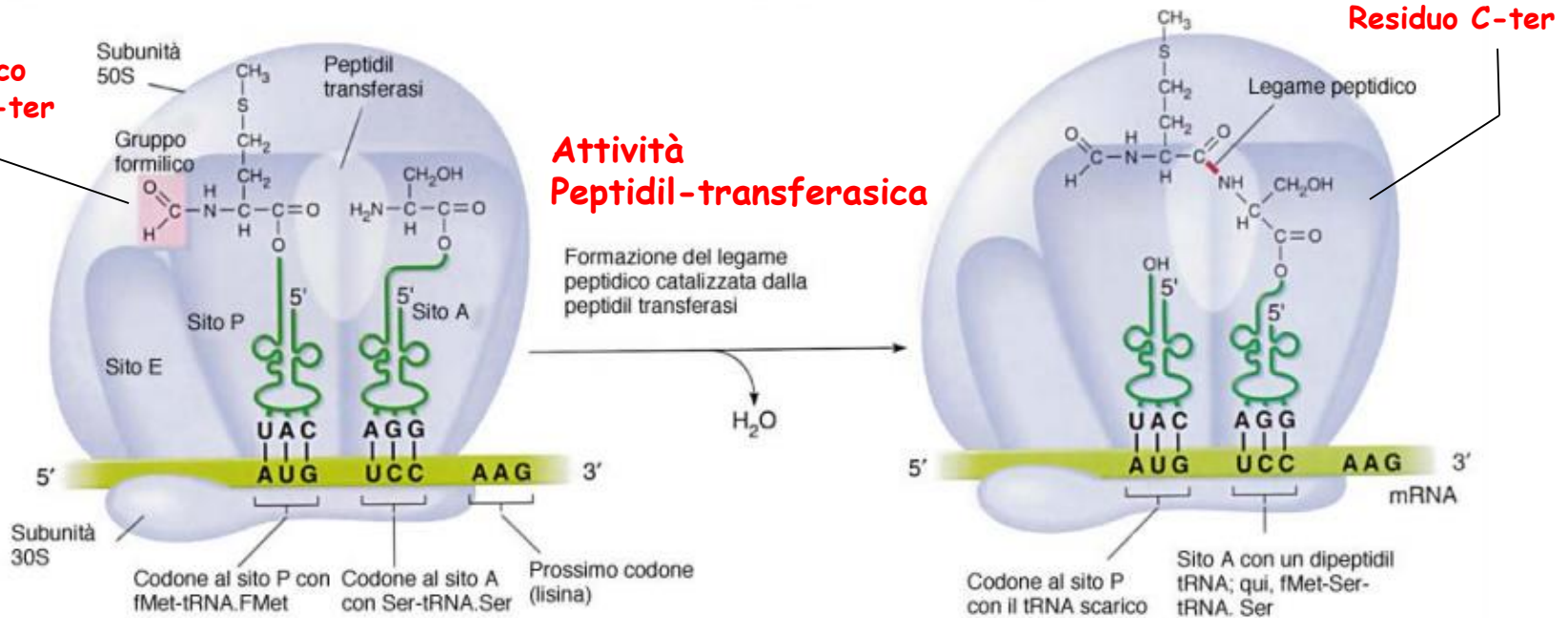
# Formazione del legame peptidico

**Figura 6.16**

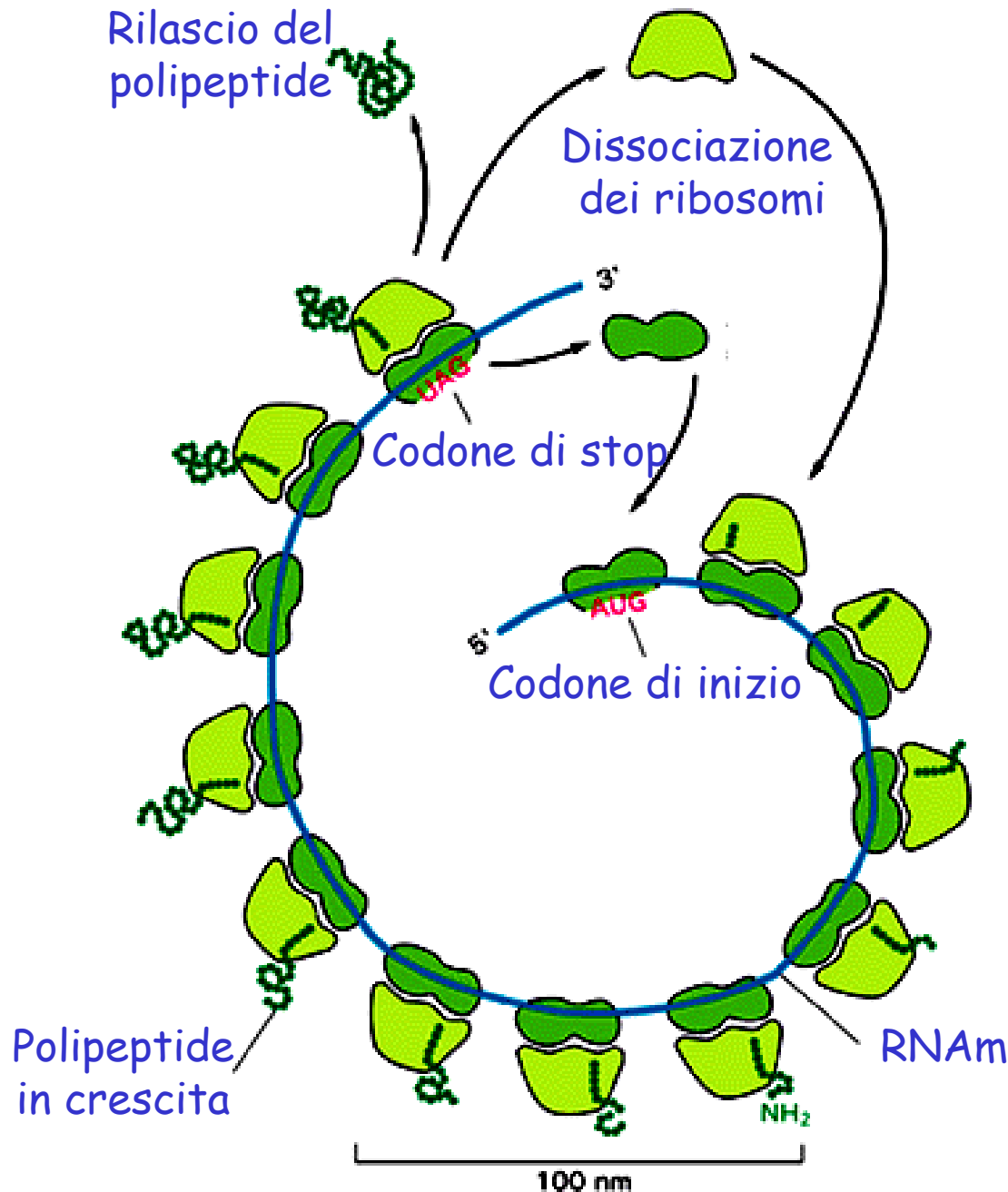
La formazione del legame peptidico tra i primi due aminoacidi (fMet e Ser) di una catena polipeptidica è catalizzata sul ribosoma dalla peptidil-transferasi. (a) Aminoacil-tRNA adiacenti legati all'mRNA sul ribosoma; (b) in seguito alla formazione del legame peptidico, un tRNA scarico si trova al sito P ed un dipeptidil-tRNA al sito A.

**a) Aminoacil-tRNA adiacenti**

**b) Dopo la formazione del legame peptidico**



# POLIRIBOSOMA



Su ogni molecola di mRNA si verificano **molteplici eventi di inizio**: un nuovo ribosoma si posiziona al 5' terminale di un messaggero non appena il ribosoma precedente ha tradotto un tratto abbastanza lungo della sequenza da fargli posto. Perciò spesso le molecole di mRNA in via di traduzione assumono l'aspetto di **poliribosomi**, grossi aggregati citoplasmatici costituiti da ribosomi disposti su una sola molecola di mRNA, distanti uno dall'altro un minimo di 80 nt. In questo modo la proteina viene prodotta in **quantità maggiore e in meno tempo**.

