



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



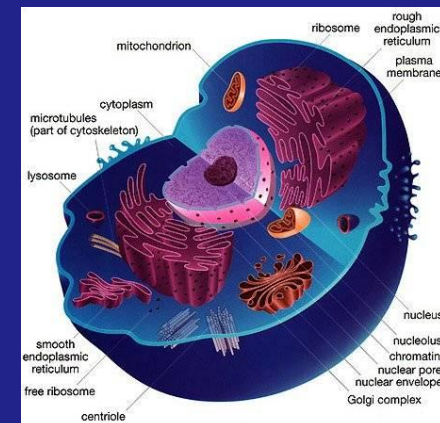
Corso di Biologia Applicata

Lezione di Biologia Cellulare

La cellula eucariotica e i suoi organuli (seconda parte)

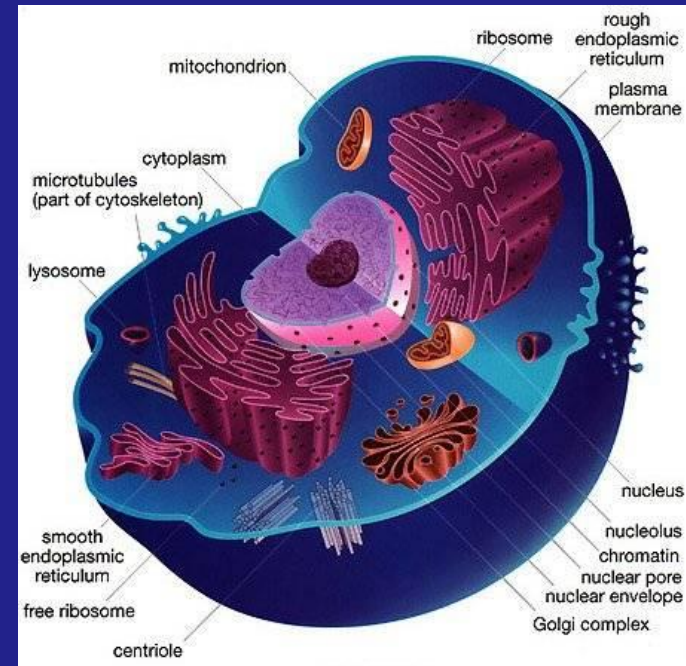


Dott.ssa Ilaria Bononi

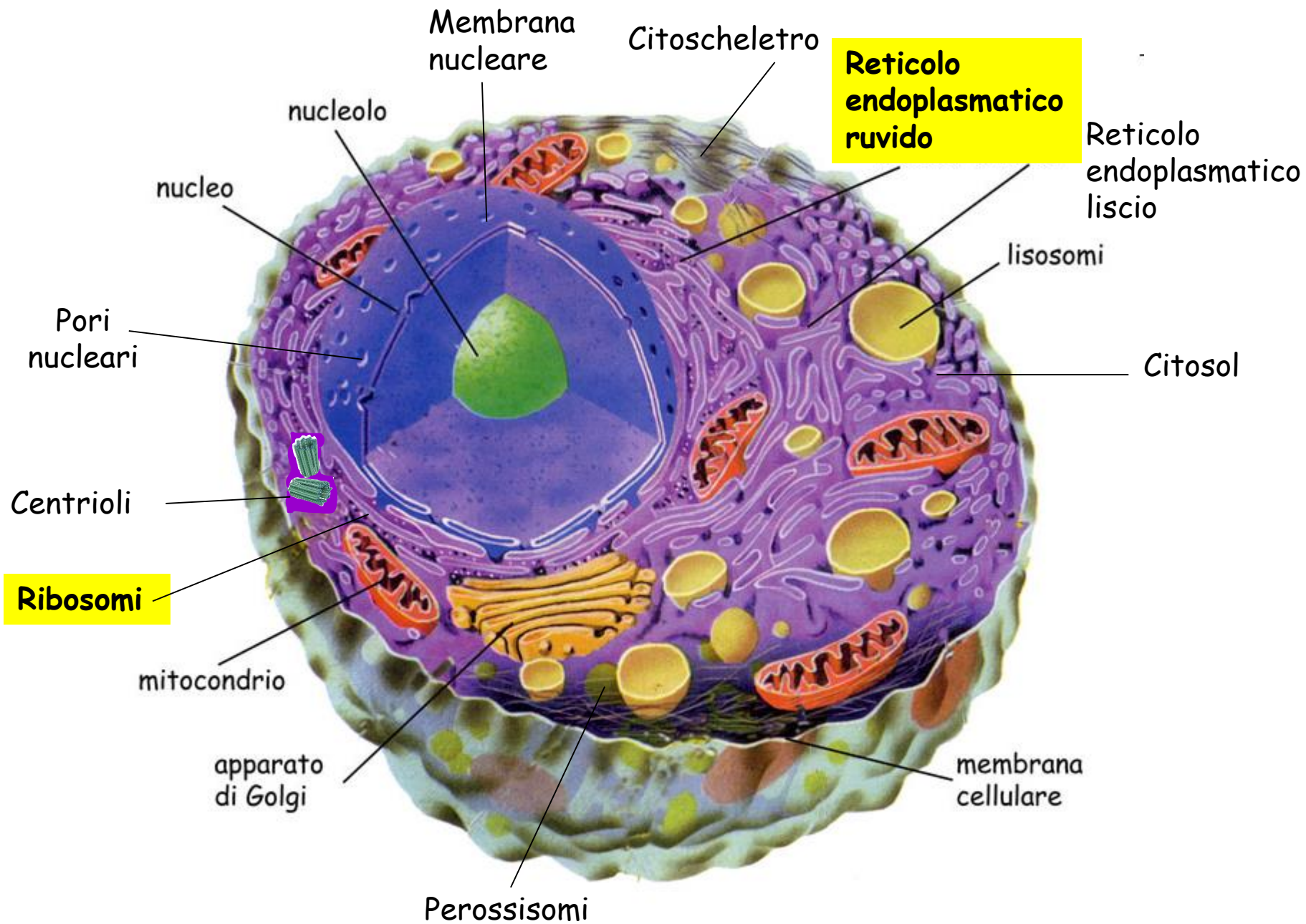


La cellula eucariotica e i suoi organuli

- 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 μm

Membrana nucleare

Pori nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato del Golgi

Lisosomi

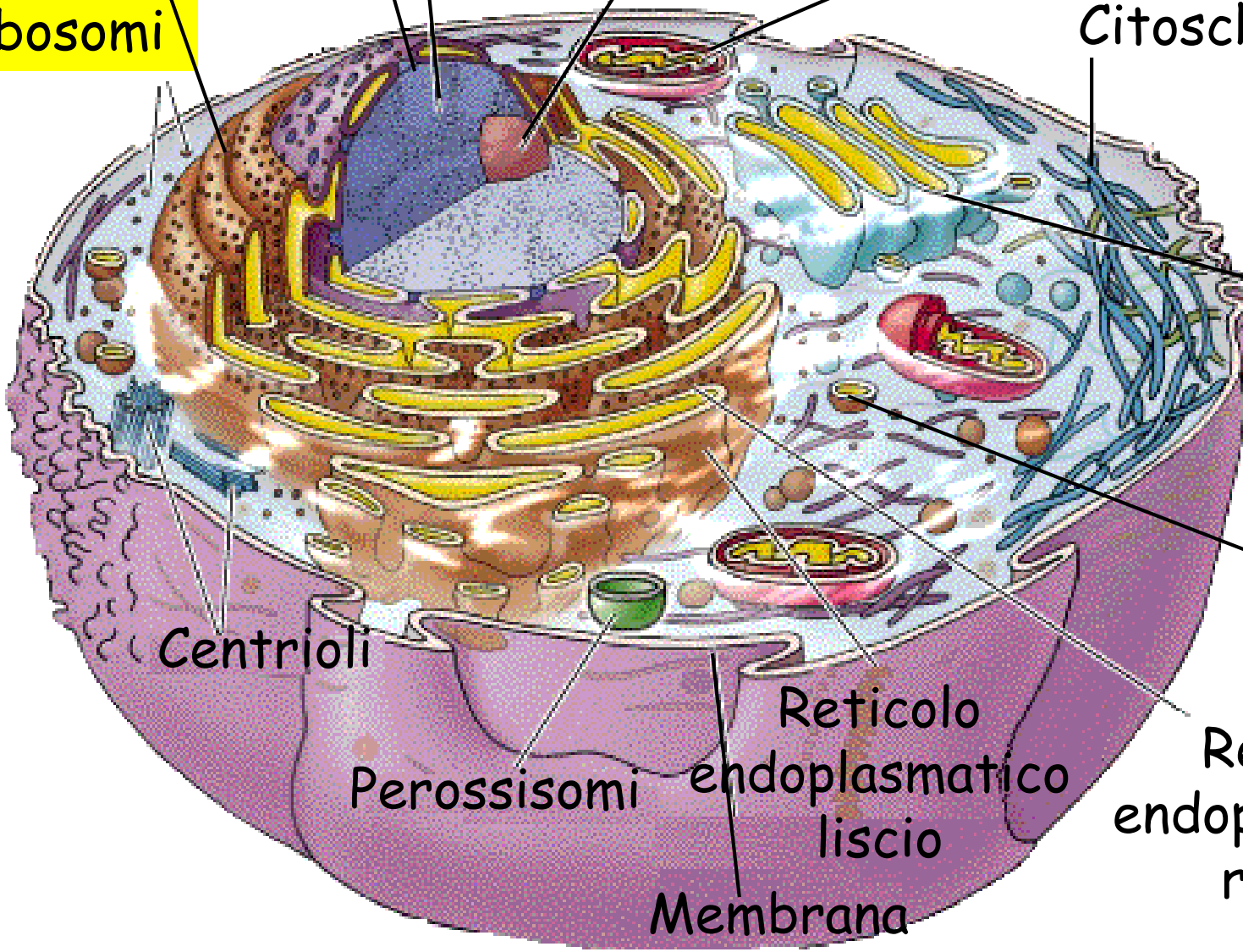
Centrioli

Perossisomi

Reticolo endoplasmatico liscio

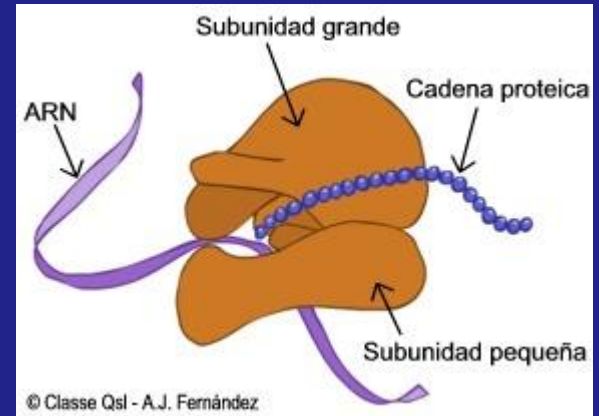
Reticolo endoplasmatico rugoso

Membrana citoplasmatica



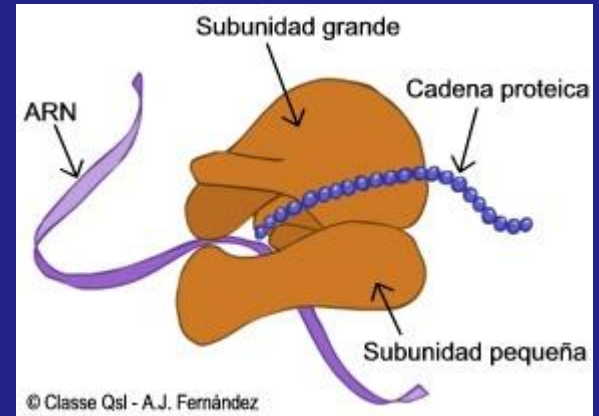
Ribosomi:

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



Ribosomi:

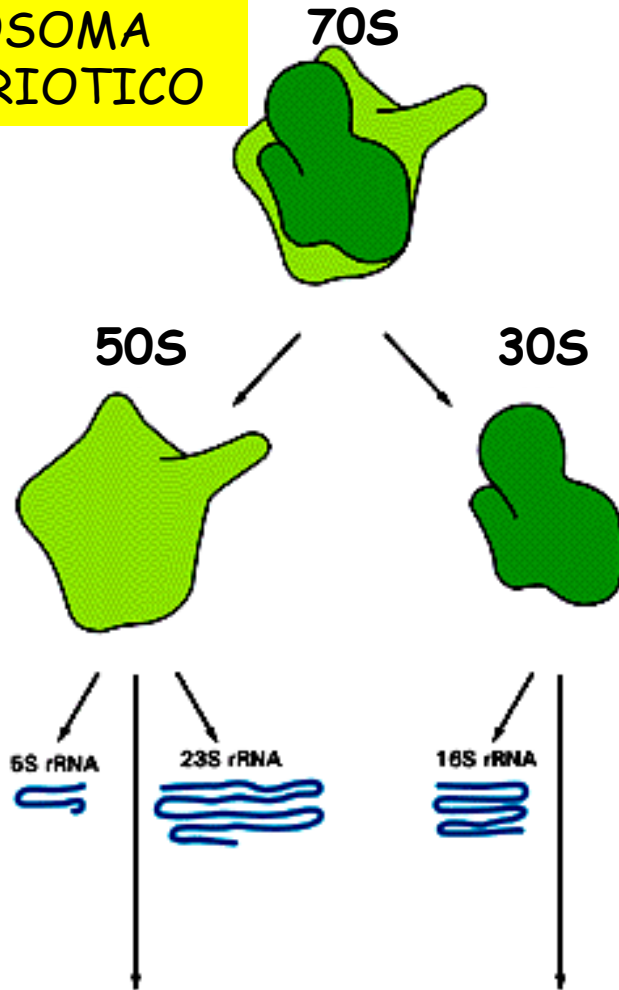
- **Struttura**
- **Nomenclatura**
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica



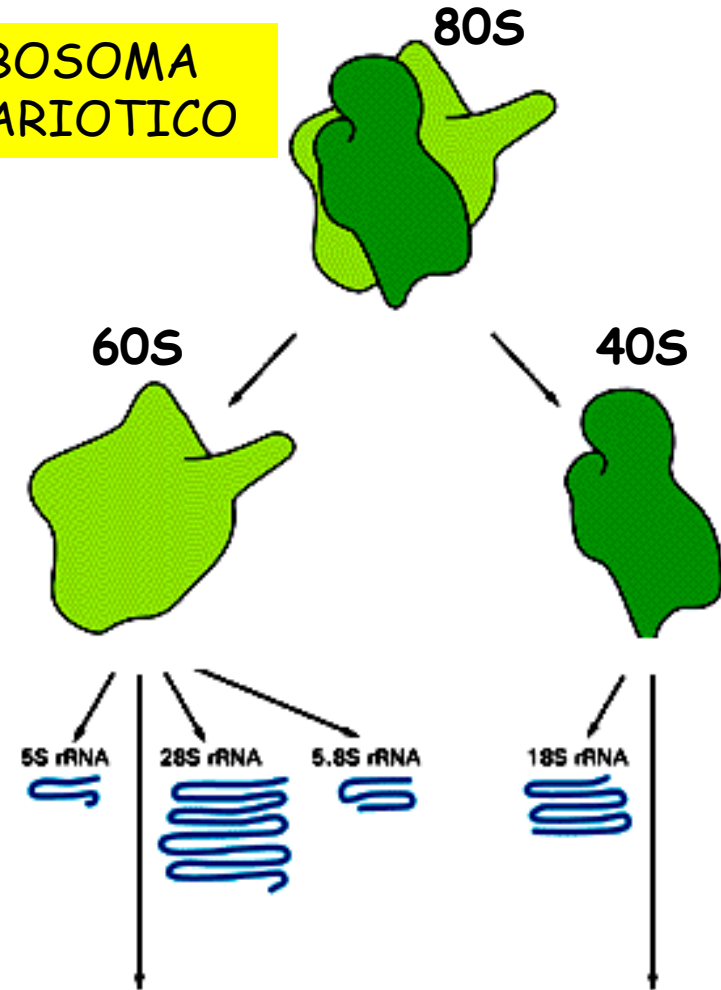
I RIBOSOMI

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

RIBOSOMA
PROCARIOTICO



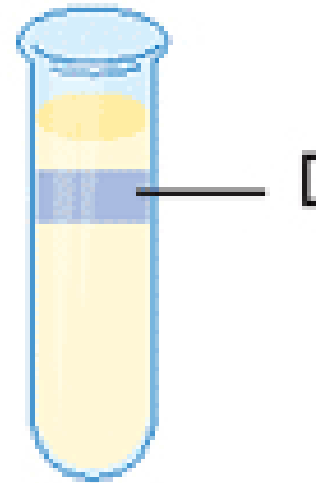
RIBOSOMA
EUCARIOTICO



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



70S
PM 2 500 000



50S

PM 160 000



5S

120 nucleotidi



23S

2900 nucleotidi



30S

PM 900 000



16S

1540 nucleotidi

subunità

rRNA

strutture secondarie

proteine

34 proteine

21 proteine

RIBOSOMA EUCARIOTICO



80S
PM 4 500 000



60S

PM 2 800 000



5S

120 nucleotidi



28S

4700 nucleotidi



5.8S

160 nucleotidi



40S

PM 1 400 000



18S

1900 nucleotidi

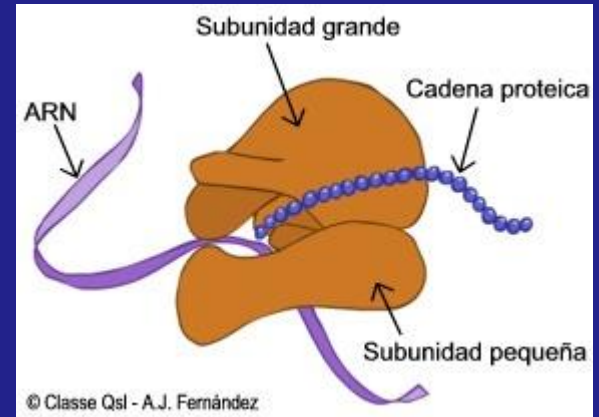
catalizzano legami peptidici

~ 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

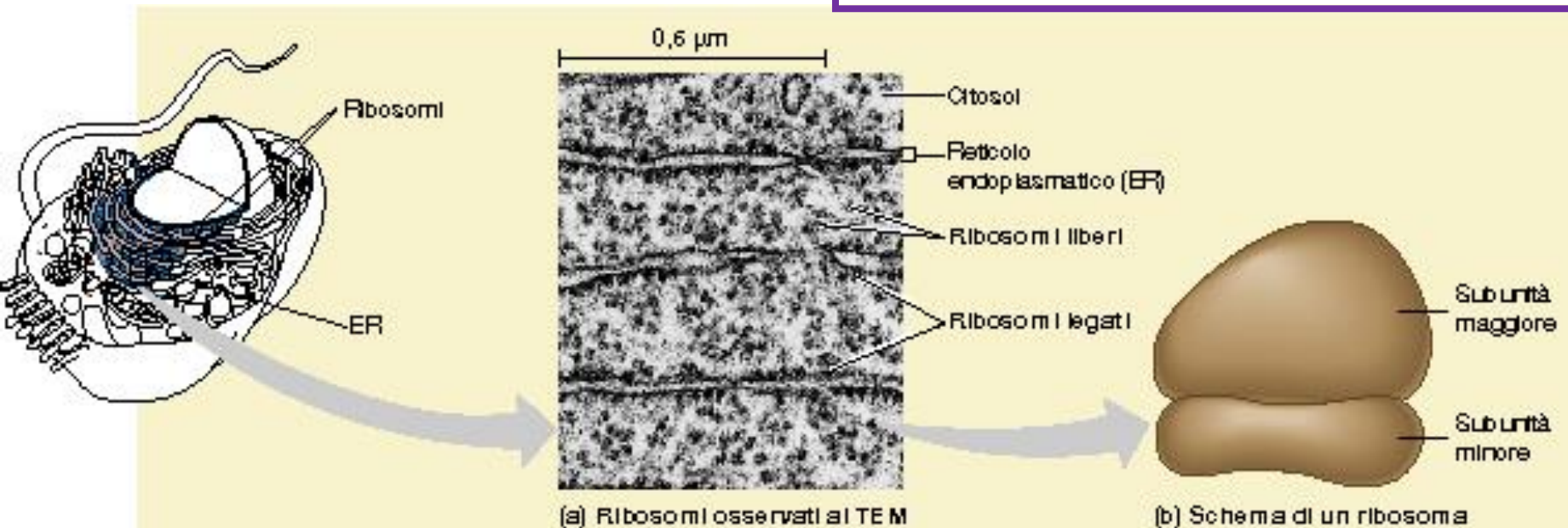
I ribosomi sono gli organuli che provvedono alla sintesi proteica. Nelle cellule eucariotiche possono essere:

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 μm

Membrana nucleare

Pori nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato del Golgi

Lisosomi

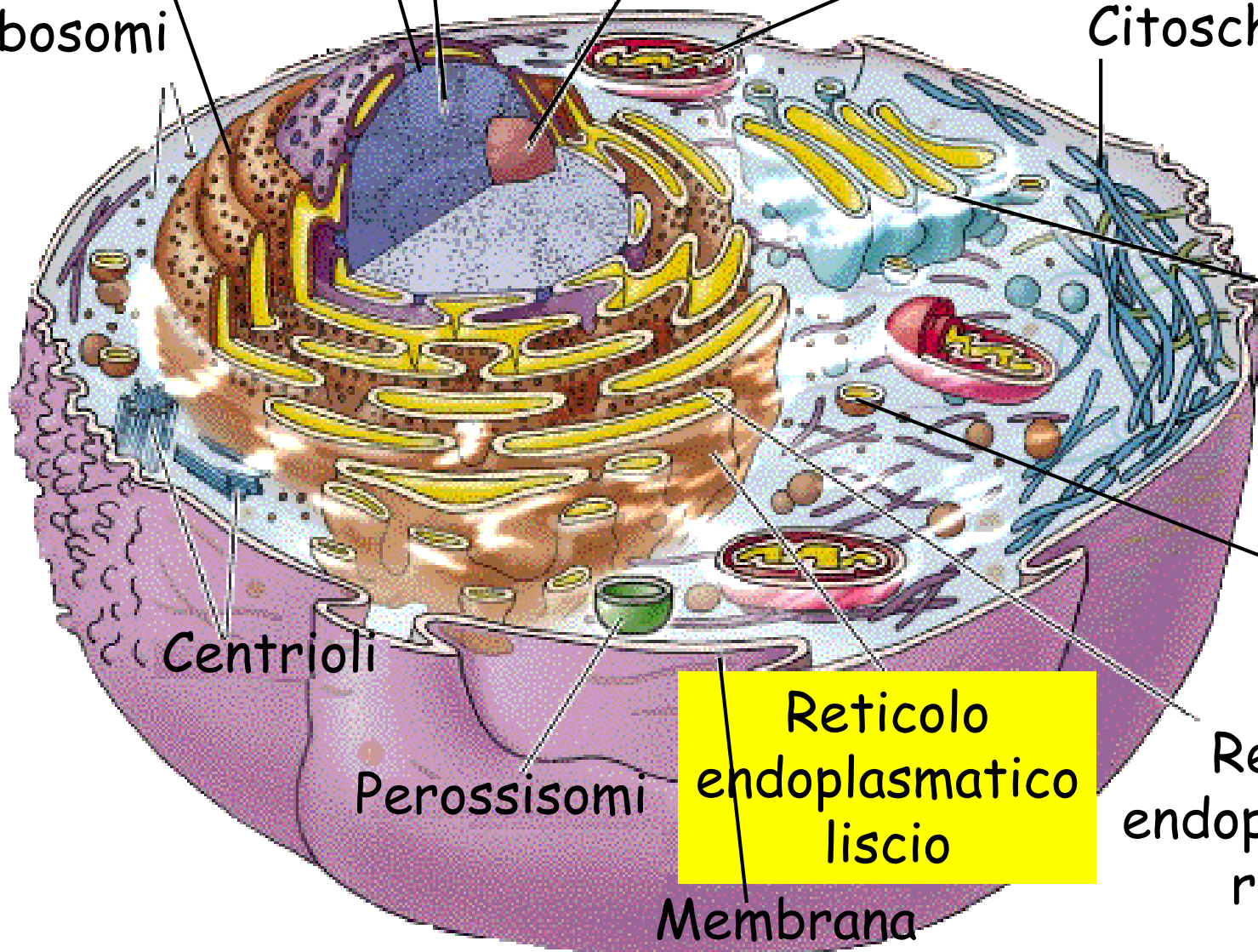
Centrioli

Perossisomi

Reticolo endoplasmatico liscio

Reticolo endoplasmatico rugoso

Membrana citoplasmatica



La cellula eucariotica

5-100 μm

Membrana
nucleare

Pori
nucleari

Nucleo

Nucleolo

Mitocondri

Ribosomi

Citoscheletro

Apparato
del
Golgi

Lisosomi

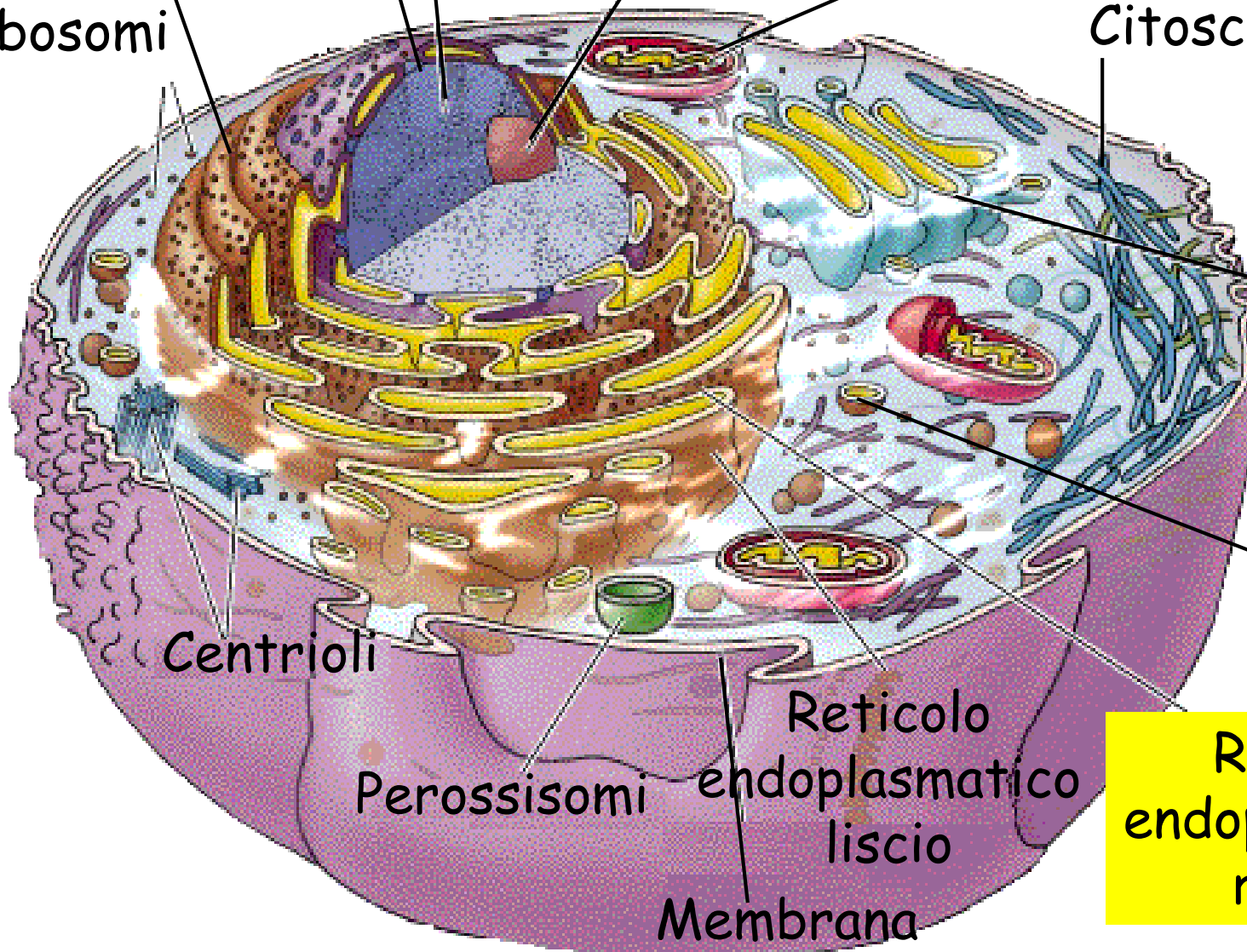
Centrioli

Perossisomi

Reticolo
endoplasmatico
liscio

Reticolo
endoplasmatico
rugoso

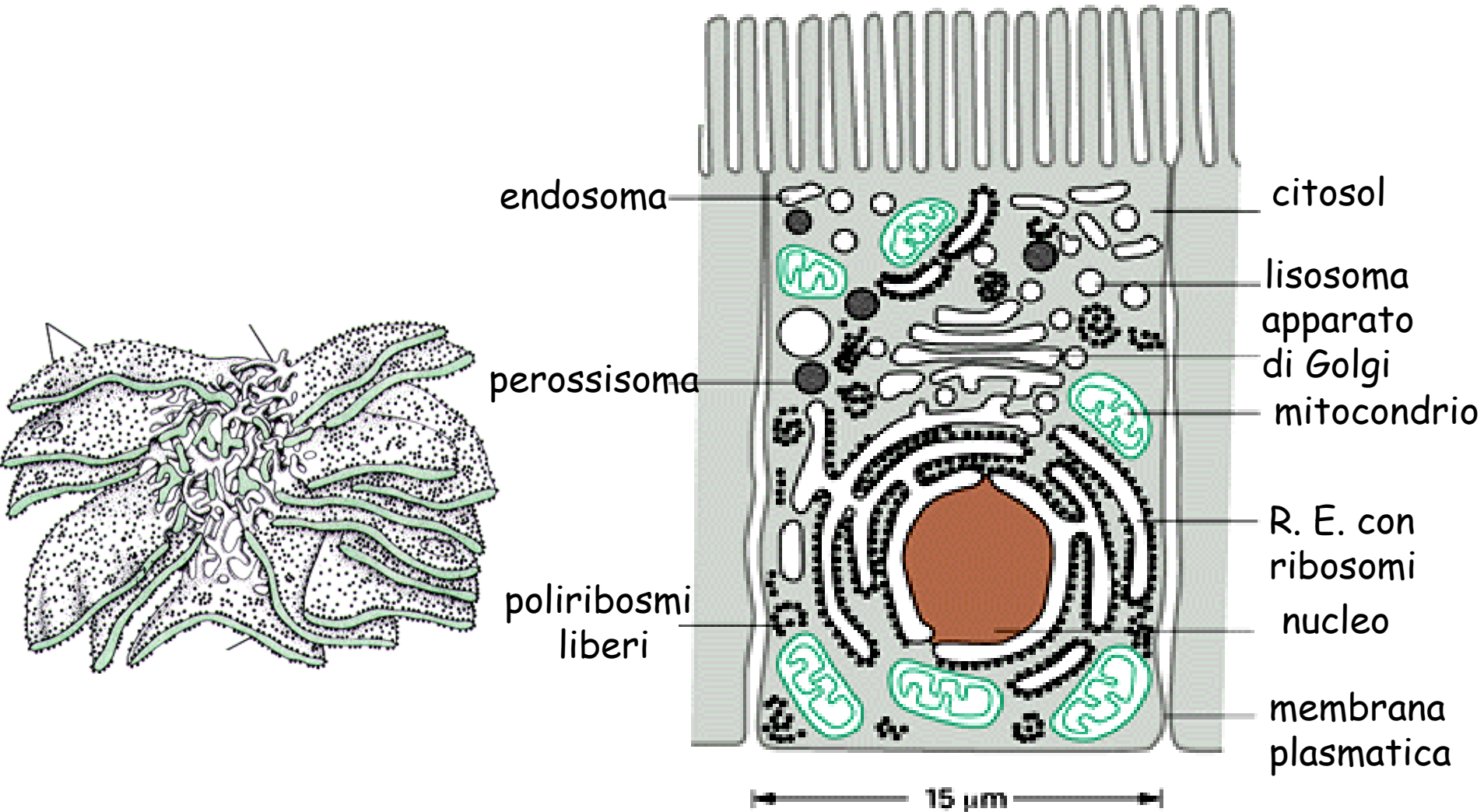
Membrana
citoplasmatica



RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO

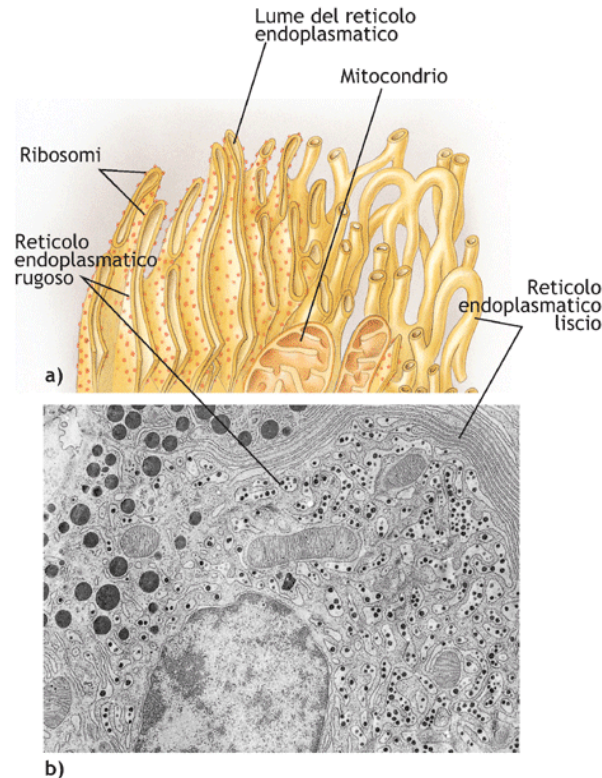
Struttura:

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.



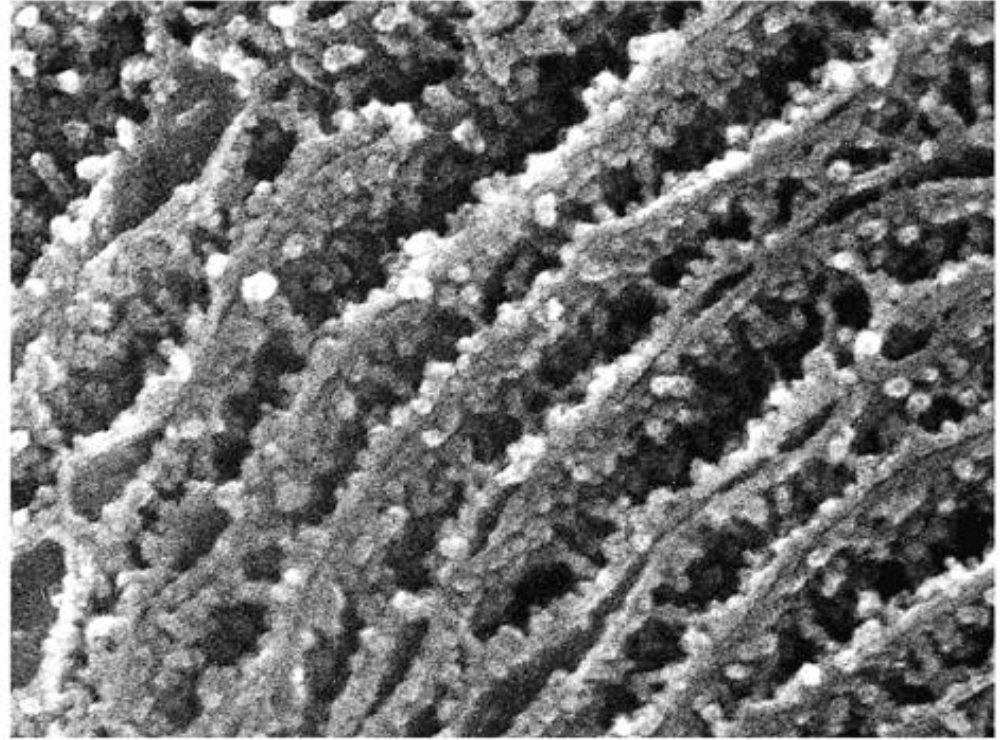
La presenza di tali sistemi comporta una suddivisione del citoplasma in due compartimenti distinti: quello interno delle cisterne e quello esterno del citosol

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

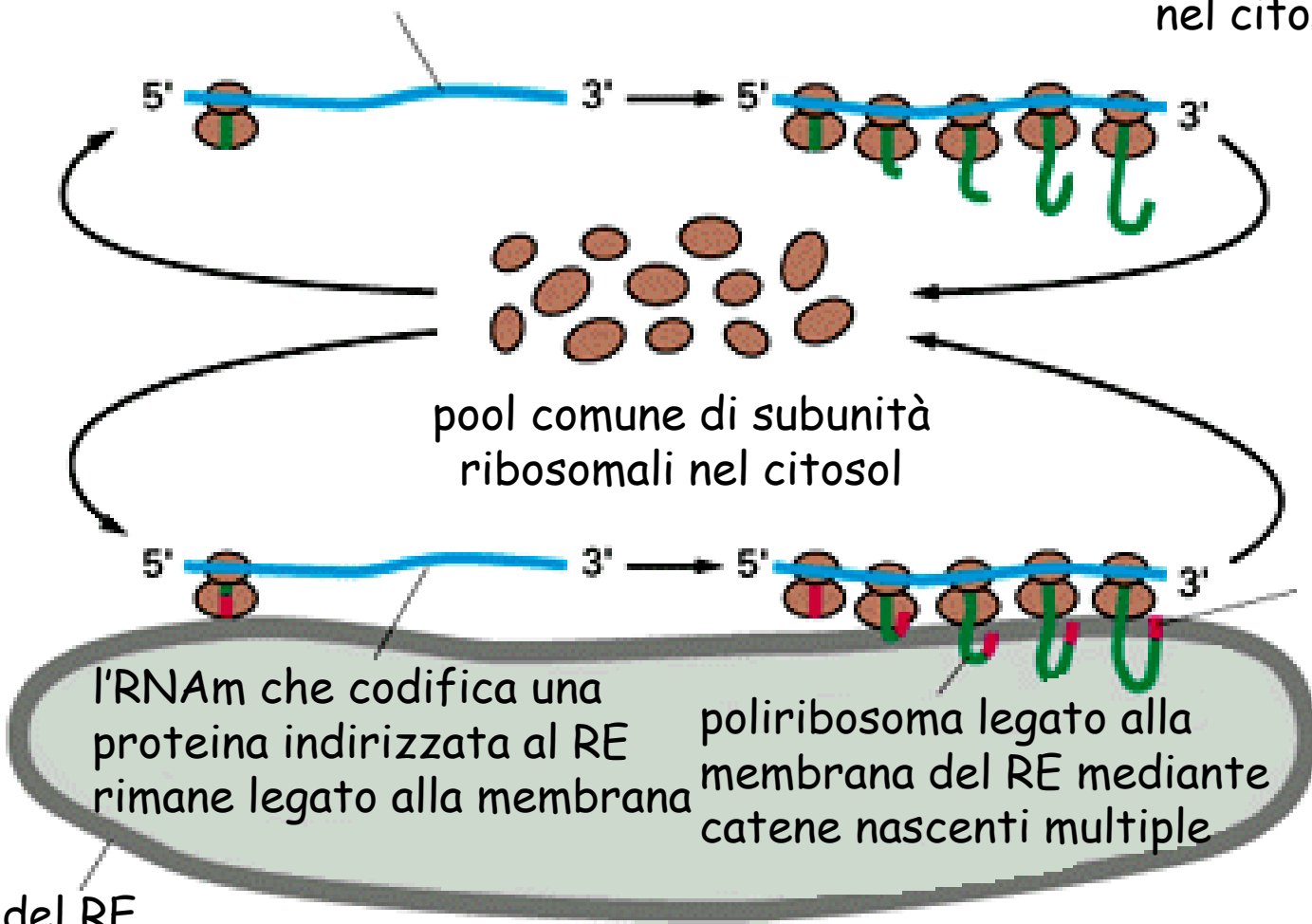


Dopo la sintesi le proteine sono rilasciate nel lume del RE e subiscono **rimaneggiamenti e ripiegamenti specifici**

RETICOLO ENDOPLASMATICO RUGOSO: RIBOSOMI LIBERI E LEGATI A MEMBRANA

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

poliribosoma libero nel citosol



pool comune di subunità ribosomali nel citosol

l'RNAm che codifica una proteina indirizzata al RE rimane legato alla membrana

poliribosoma legato alla membrana del RE mediante catene nascenti multiple

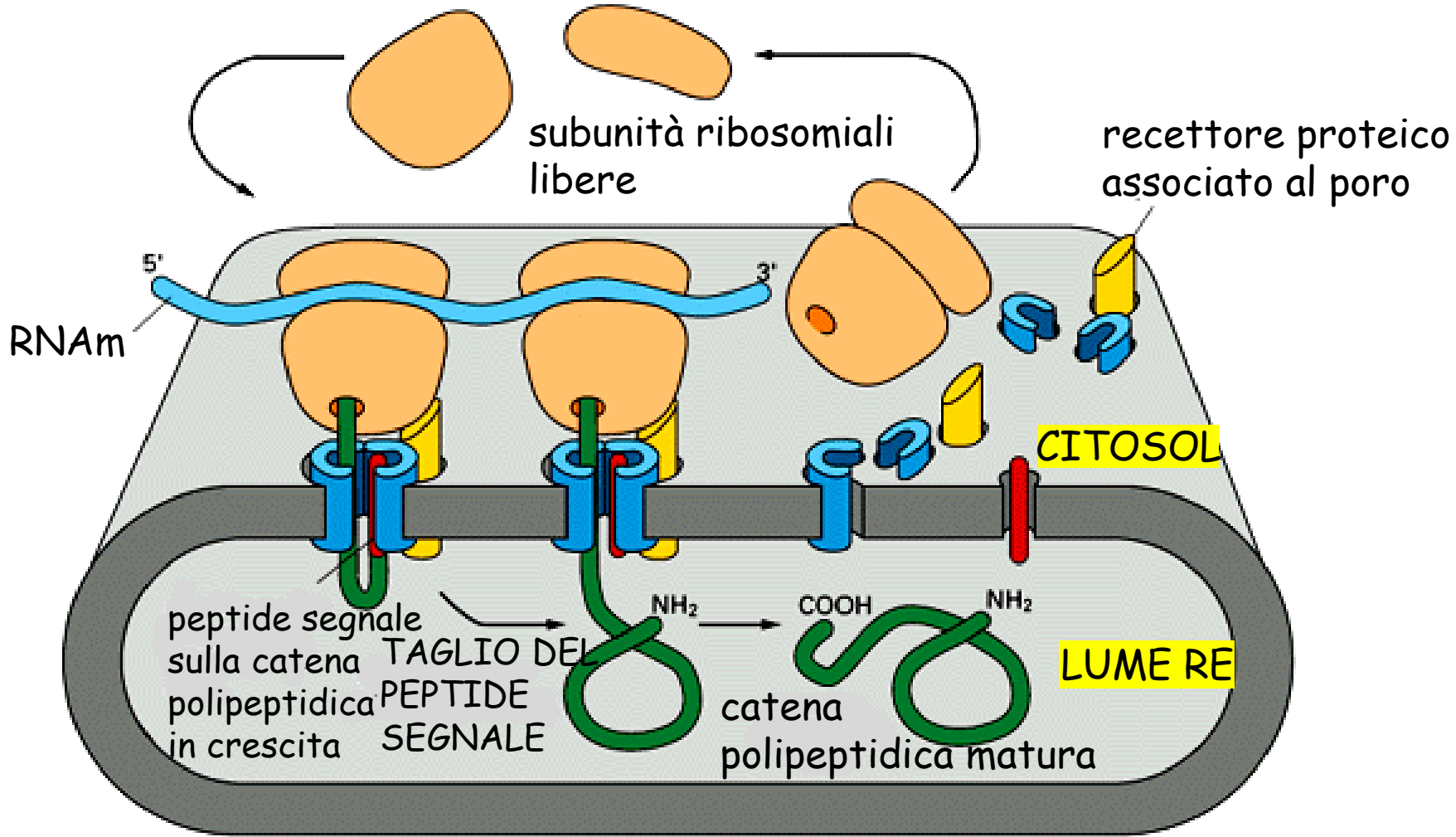
peptide segnale del RE

membrana del RE

- 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

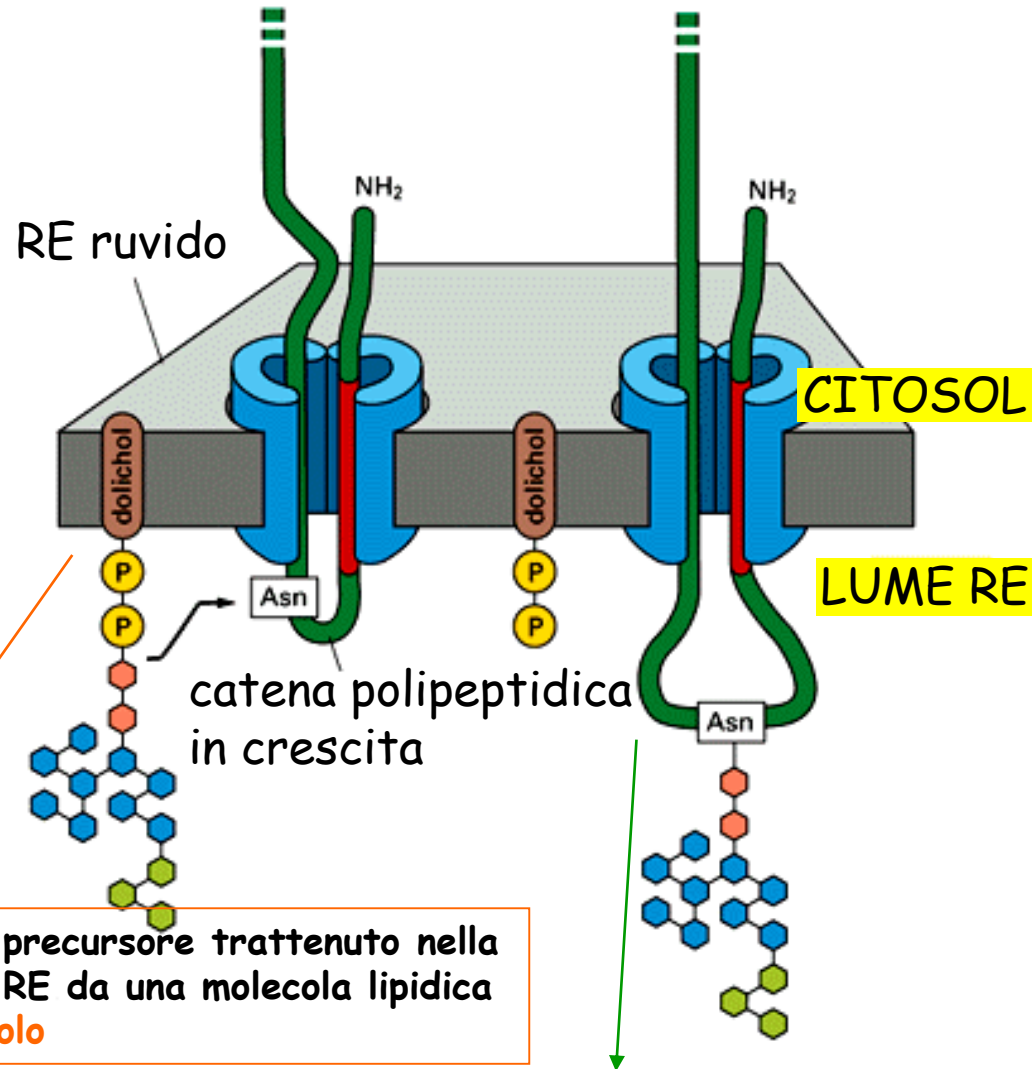
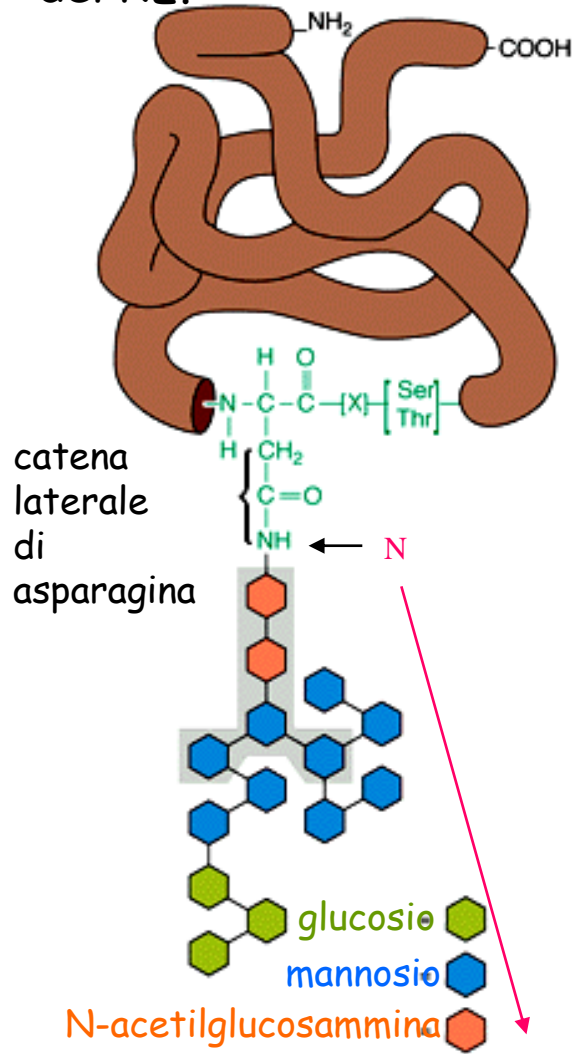
Gli mRNA che dovranno essere tradotti dai ribosomi associati al RE possiedono un segnale di riconoscimento



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**) è una delle funzioni del RE.

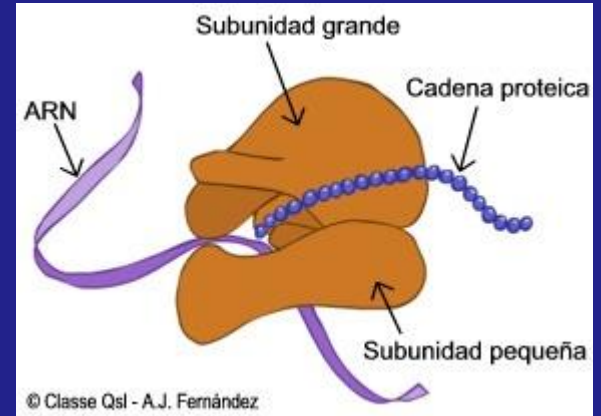


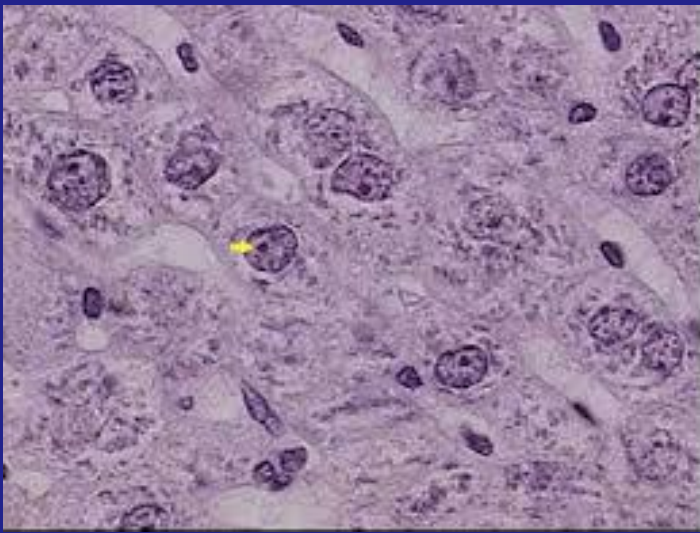
La maggior parte delle proteine sintetizzate nel RER sono **glicosilate** mediante l'aggiunta di un **oligosaccaride** comune legato a N della catena laterale di una **Asparagina**

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

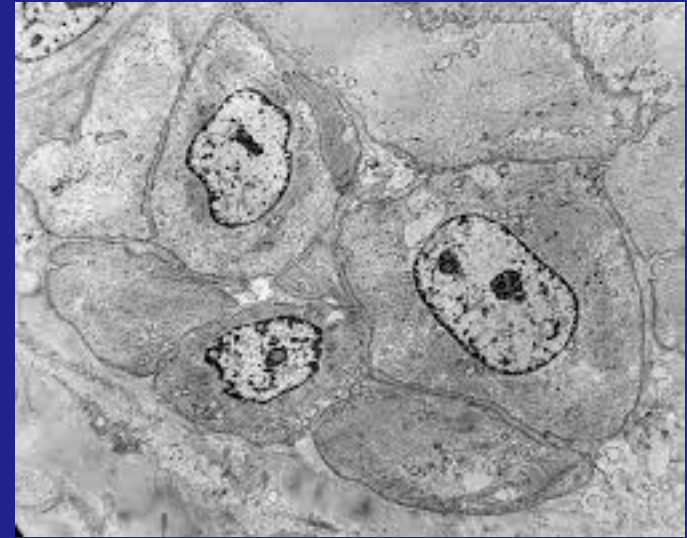
Ribosomi:

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

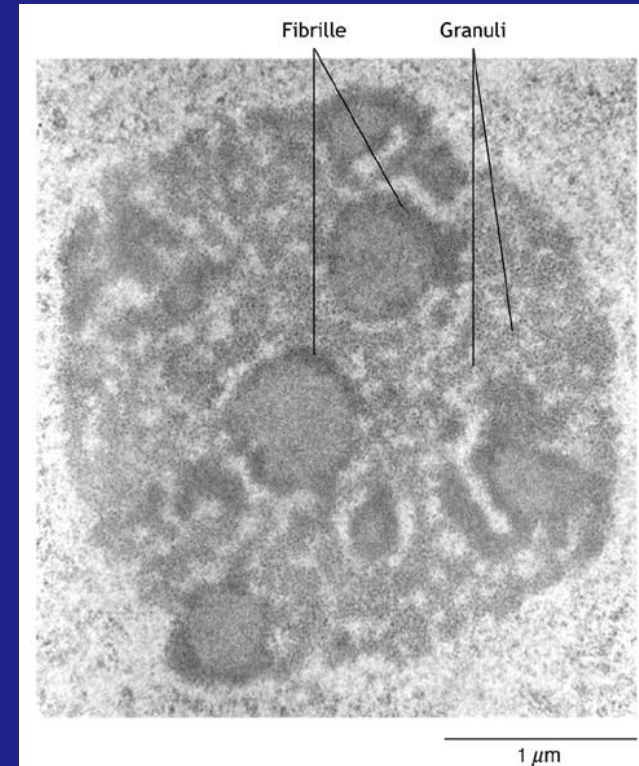




Nucleolo



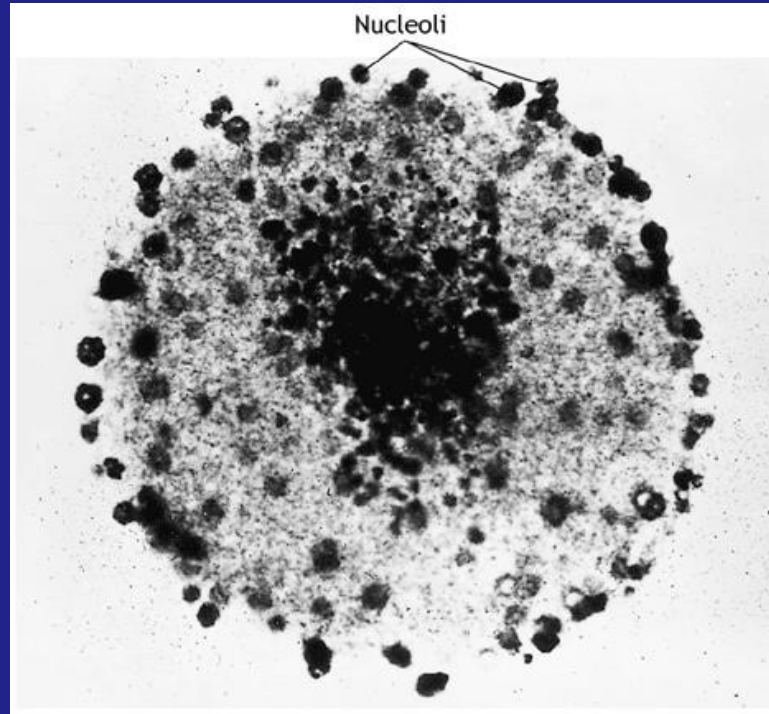
- Spesso di forma sferica è visibile al microscopio ottico poiché è intensamente colorato
- Non membrana ma contorni distinti
- 2 regioni morfologicamente distinte:
 - **F** **Fibrillare**: centri fibrillari geni per rRNA o rDNA in forma di cromatina parzialmente compatta RNA pol I e fattori di trascrizione
 - **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

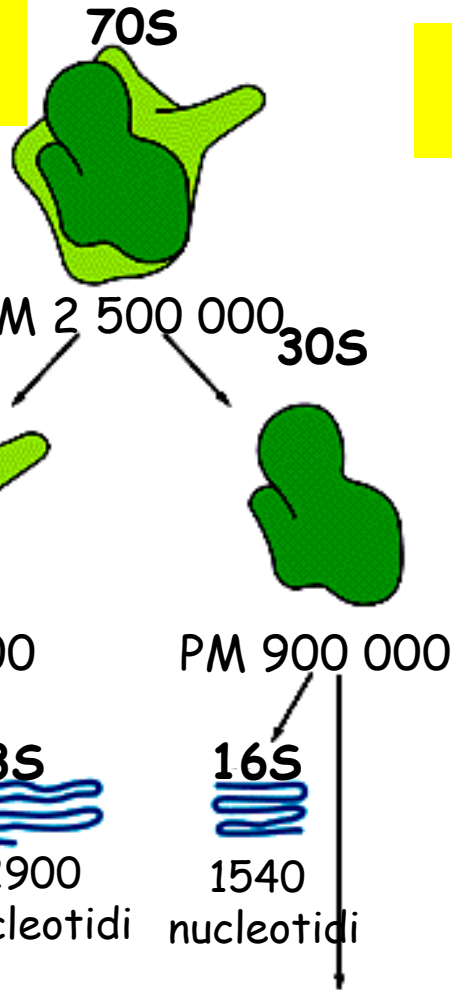
I nucleoli sono di dimensioni rilevanti nelle cellule metabolicamente attive in cui avviene un elevato livello di sintesi proteica



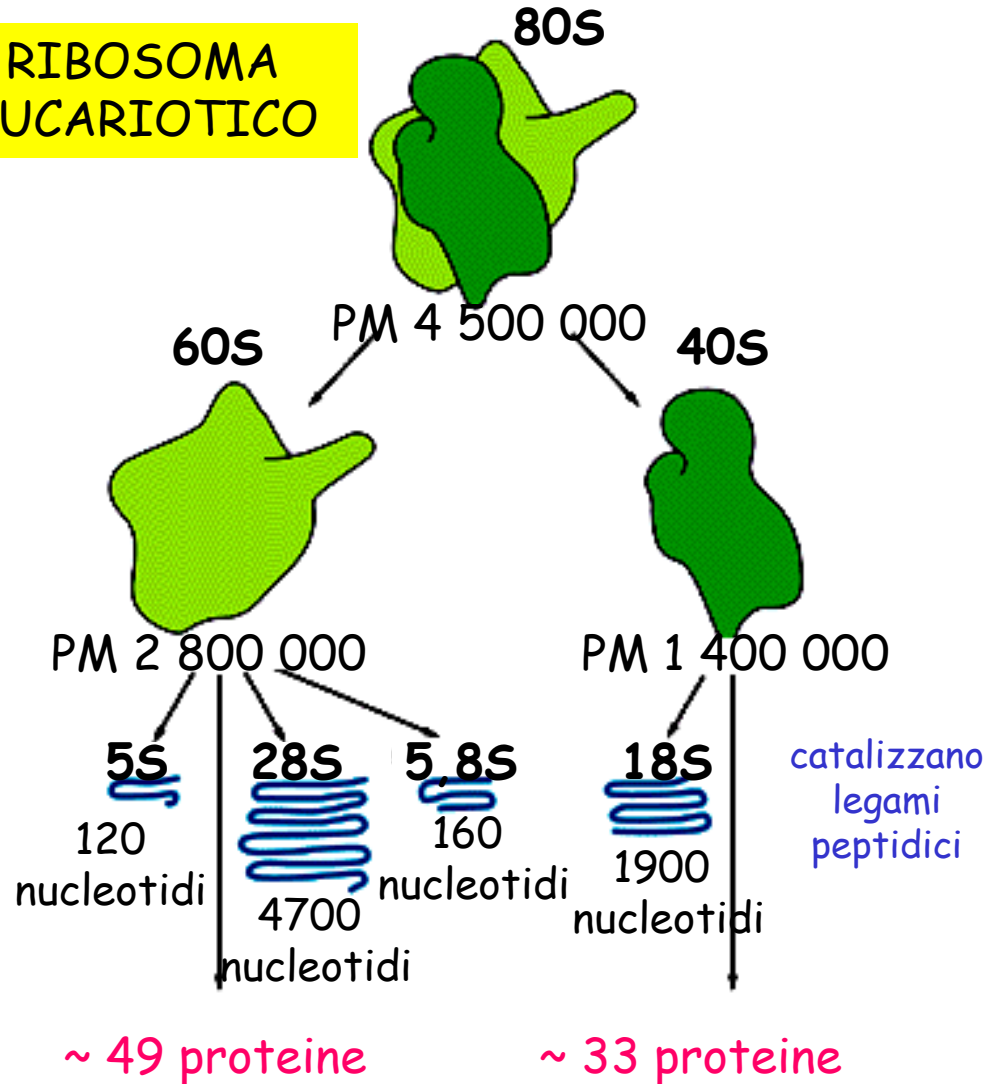
I RIBOSOMI

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

RIBOSOMA PROCARIOTICO



RIBOSOMA EUCARIOTICO



subunità

rRNA

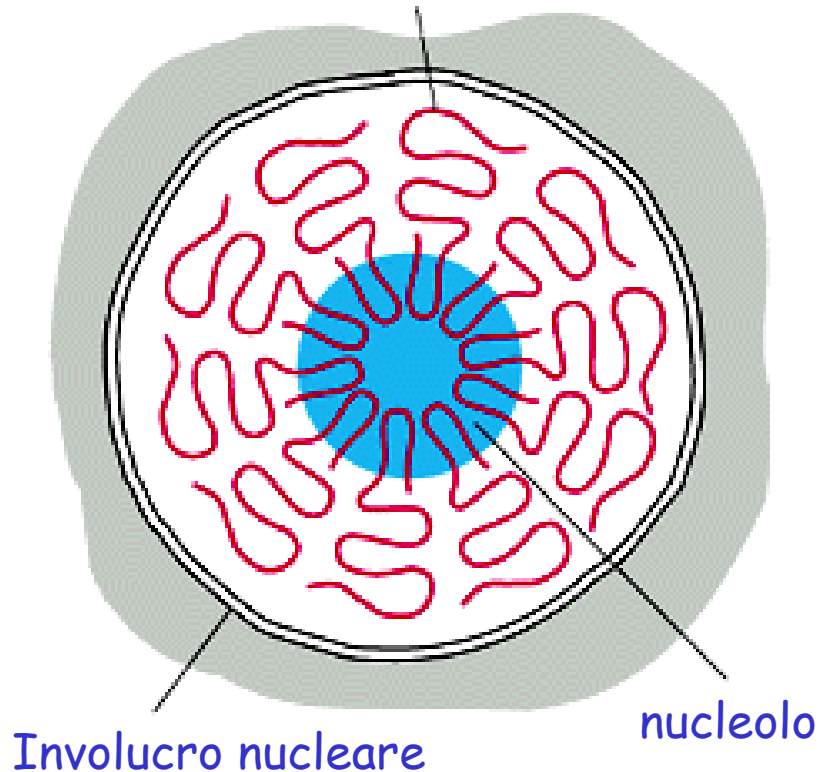
strutture
secondarie

catalizzano
legami
peptidici

proteine

IL NUCLEOLO E' UNA MACCHINA CHE PRODUCE I RIBOSOMI

10 cromosomi interfasic
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

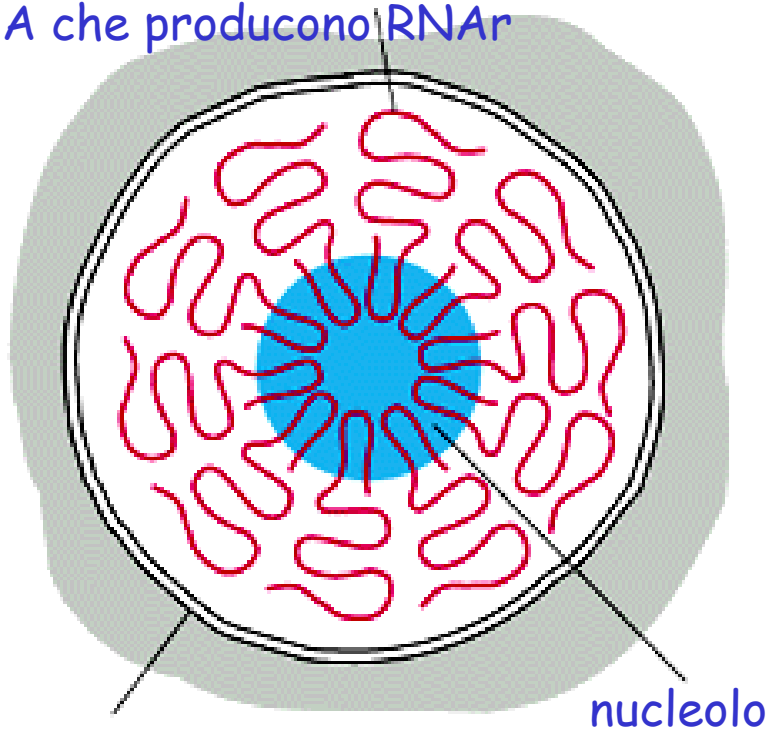
che all'interno della cellula sono necessari in grande quantità

•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 interfascici forniscono al nucleolo le anse di DNA che producono rRNA



Involucro nucleare

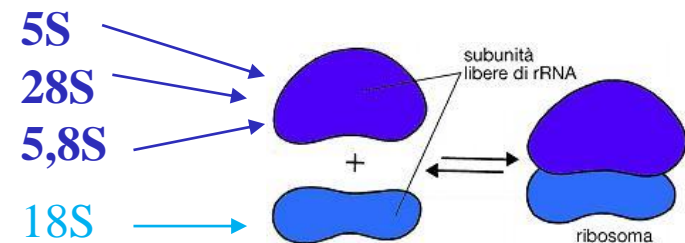
nucleolo

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 un una singola serie in tandem sul cromosoma 1

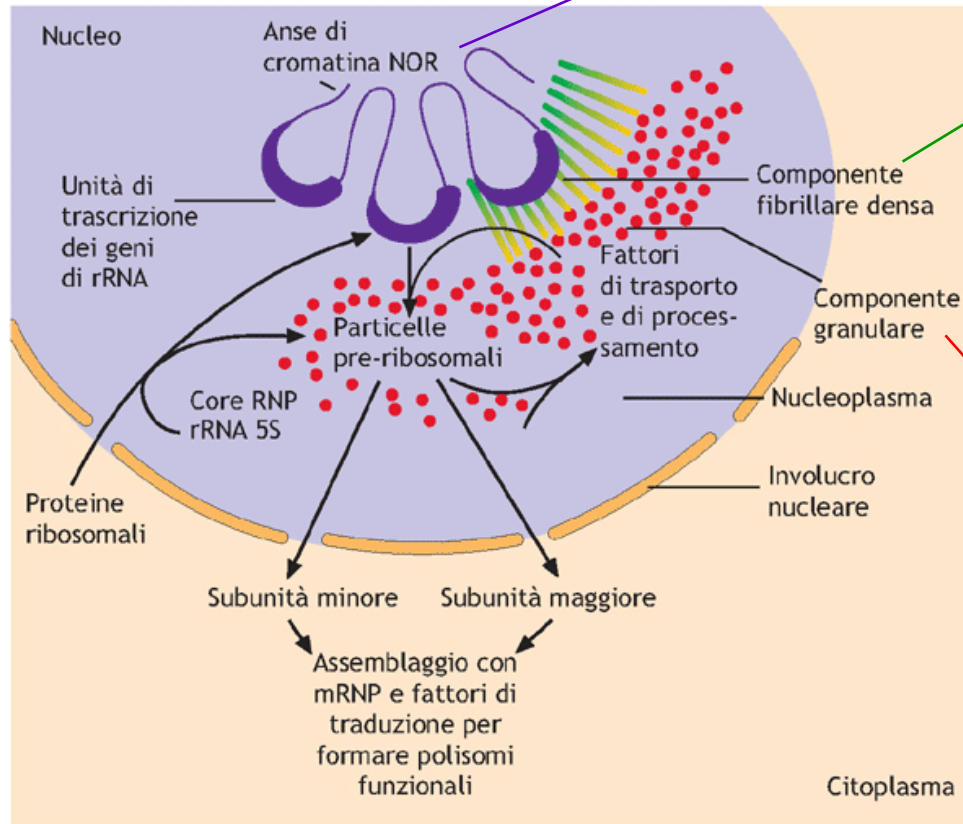
Il nucleolo è organizzato intorno alle regioni cromosomiche che contengono i geni degli rRNA 5.8S, 18S e 28S.

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

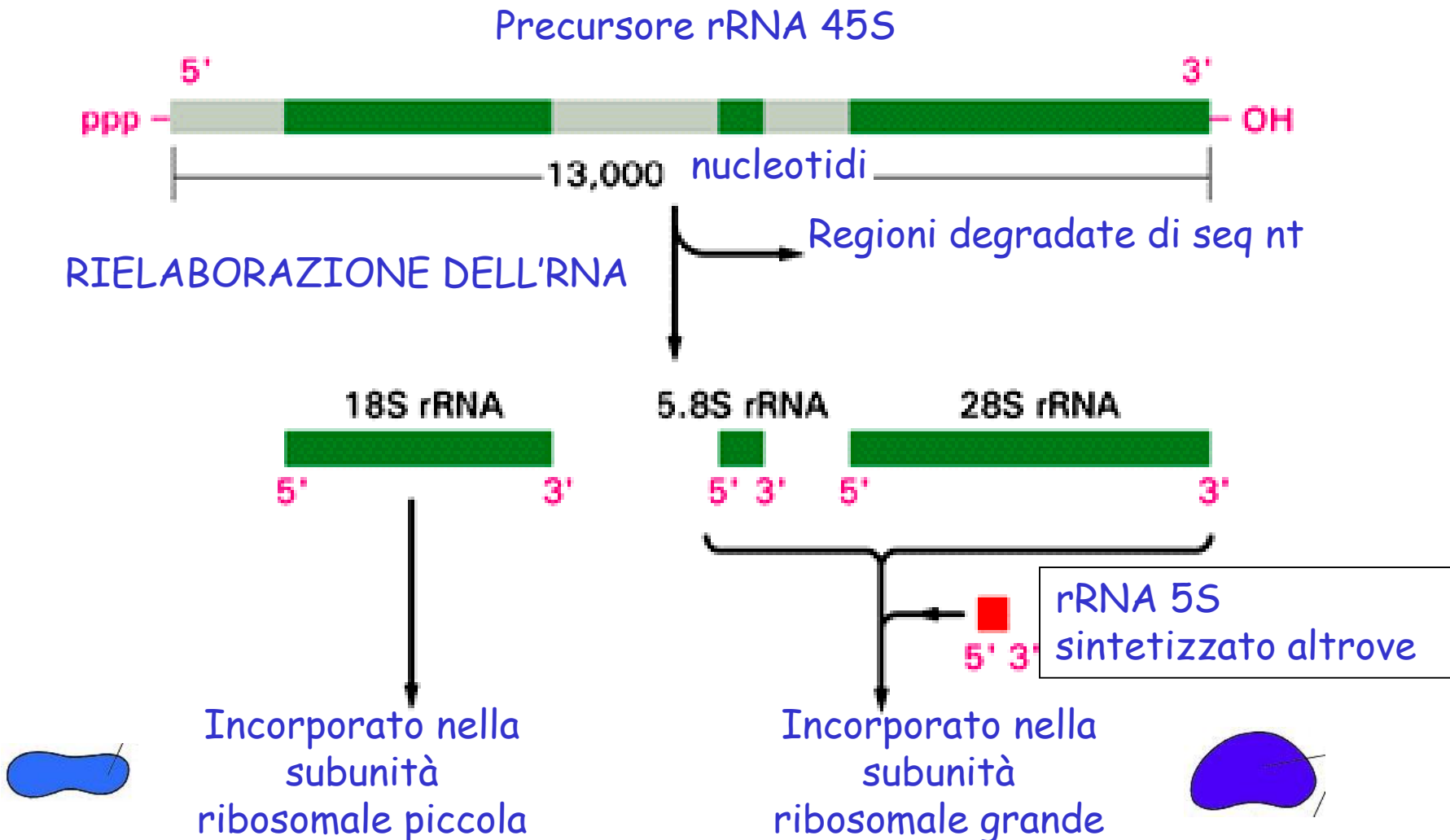


Componente fibrillare densa

2 Regione granulare

Trascrizione degli RNA ribosomali

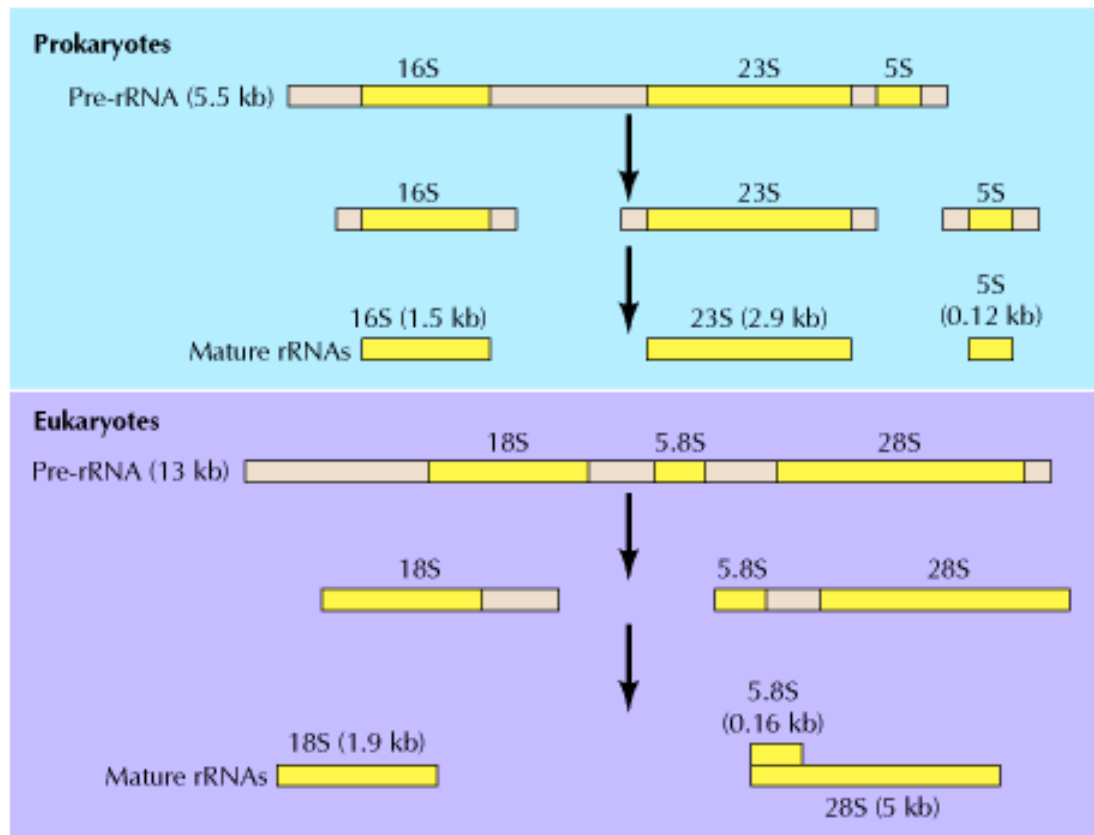
Gli rRNA 5.8S, 18S e 28S sono trascritti come una singola unità dentro il nucleolo dalla RNA pol I, producendo un RNA precursore 45S che poi viene processato per dare i 3 rRNA. Nell'assemblaggio del ribosoma mancherebbe il 5S che viene trascritto al di fuori del nucleolo dalla RNA pol III



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

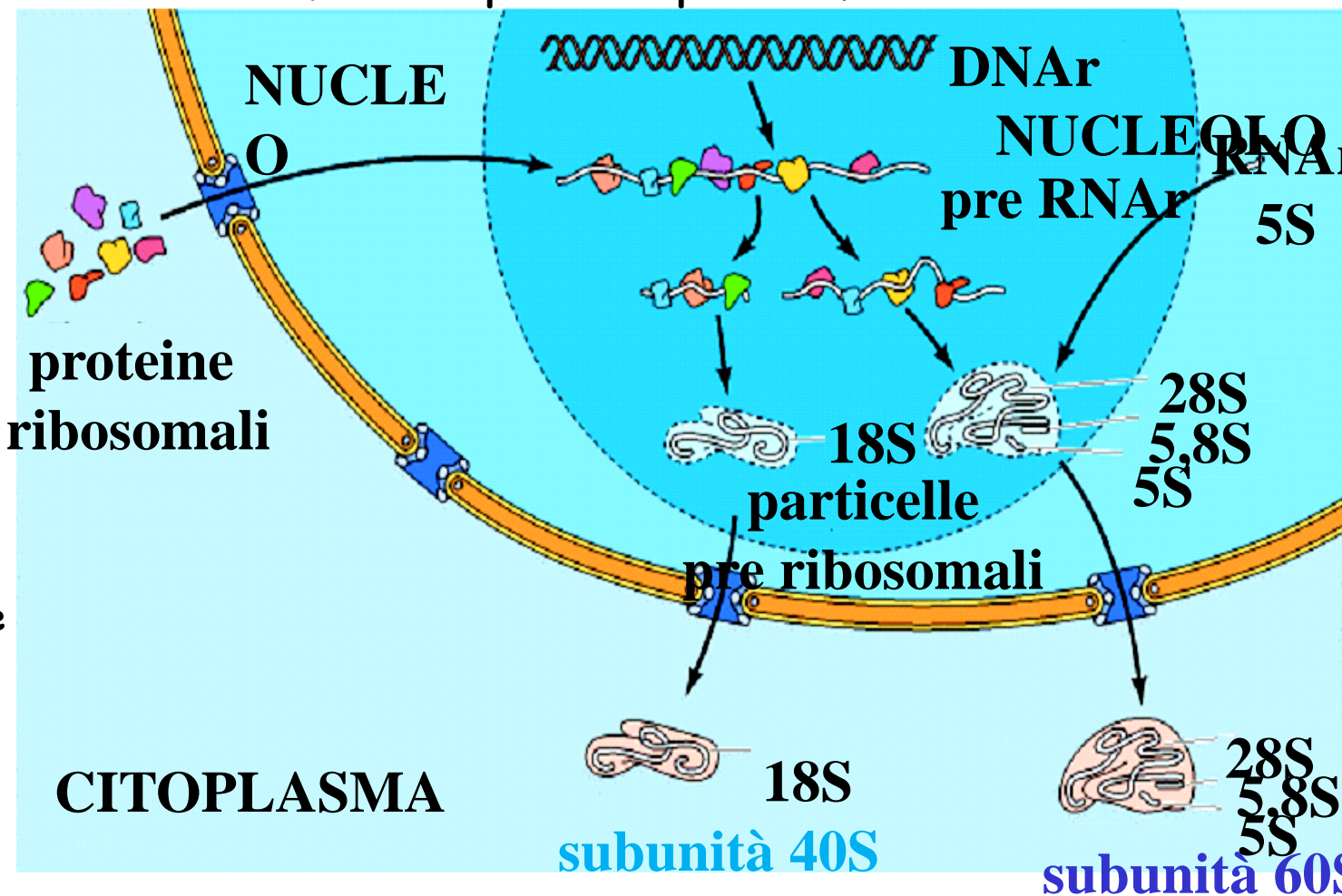
La formazione dei ribosomi coinvolge l'assemblaggio dell'RNA ribosomale precursore sia con **proteine ribosomali** che con **rRNA 5S**:

RNA 5S:

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

proteine ribosomali:

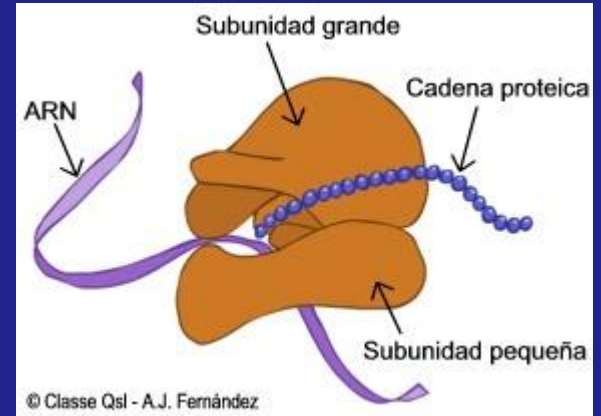
1. **trascritte** fuori dal nucleolo dalla RNA pol II
2. **tradotte** dai ribosomi citoplasmatici
3. **trasportate** dal citoplasma al nucleolo, dove sono assemblate con rRNA per formare particelle preribosomali.



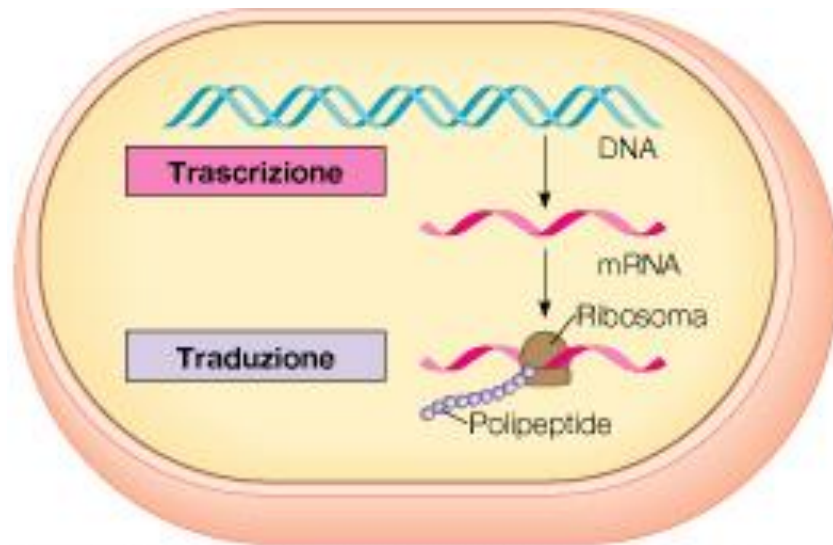
Le fasi finali della maturazione dei ribosomi seguono l'**esportazione** delle particelle preribosomali nel citoplasma per formare le subunità 40S e 60S attive dei ribosomi eucariotici

Ribosomi:

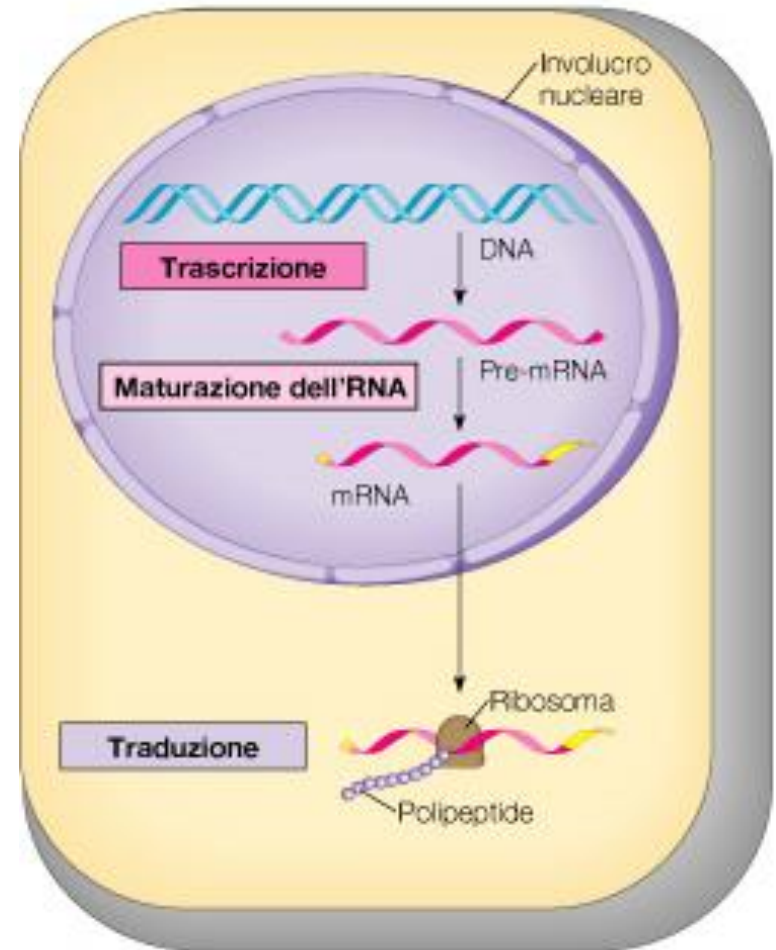
- Struttura
- Nomenclatura
- Ribosomi liberi
- Ribosomi legati al Reticolo endoplasmatico rugoso
- Nucleolo e Biosintesi dei ribosomi
- **Ruolo dei ribosomi nella sintesi proteica**



Il trasferimento dell'informazione dal DNA alle proteine

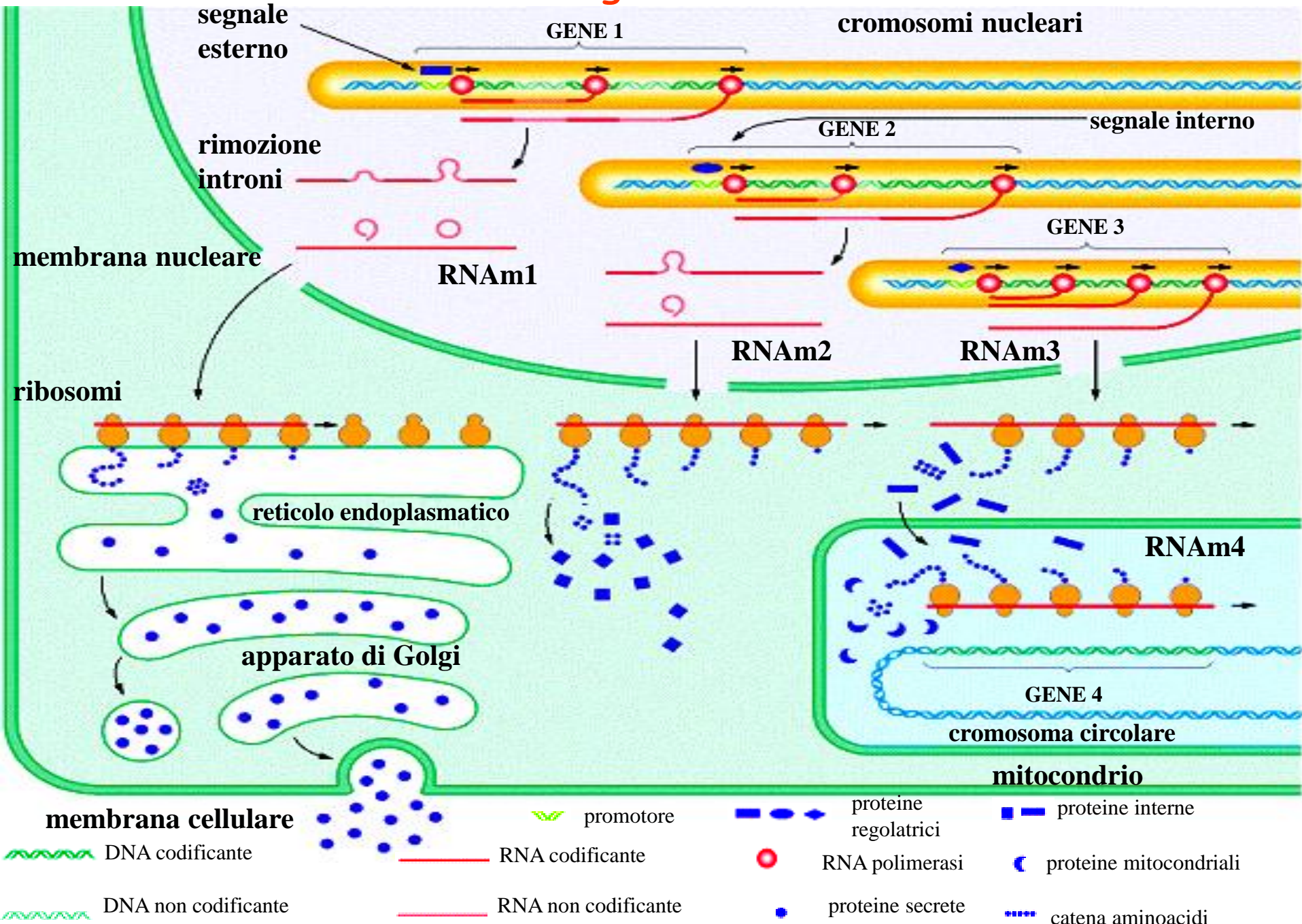


(a) Cellula procariotica. In una cellula sprovvista di nucleo, l'mRNA prodotto dalla trascrizione è immediatamente tradotto senza subire ulteriori modificazioni.

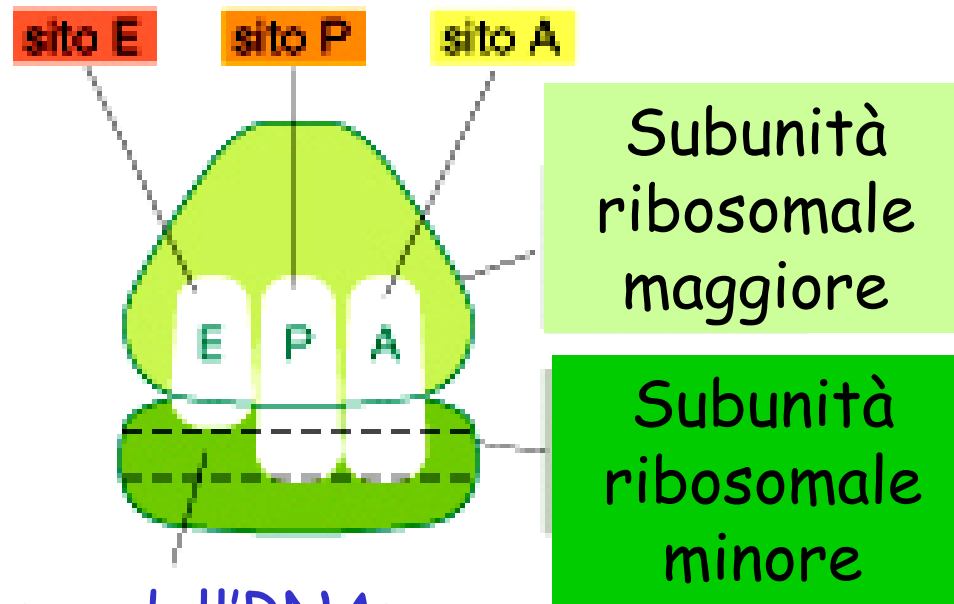


(b) Cellula eucariotica. Il nucleo fornisce un compartimento separato per la trascrizione. Il trascritto originale dell'RNA, detto pre-mRNA, subisce una serie di modificazioni prima di abbandonare il nucleo come mRNA.

Schema dell'azione di un gene in una cellula eucariotica



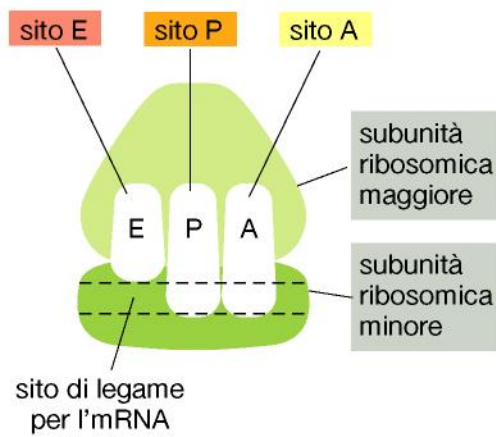
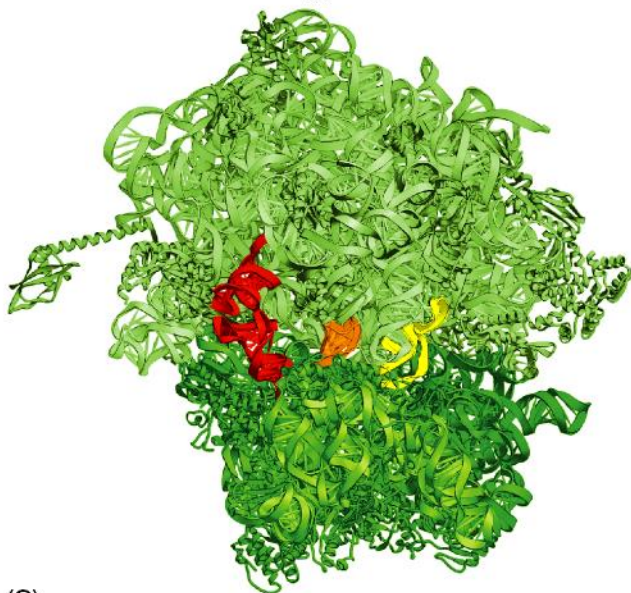
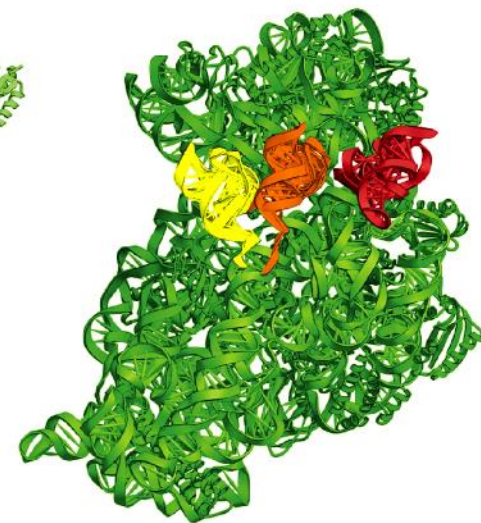
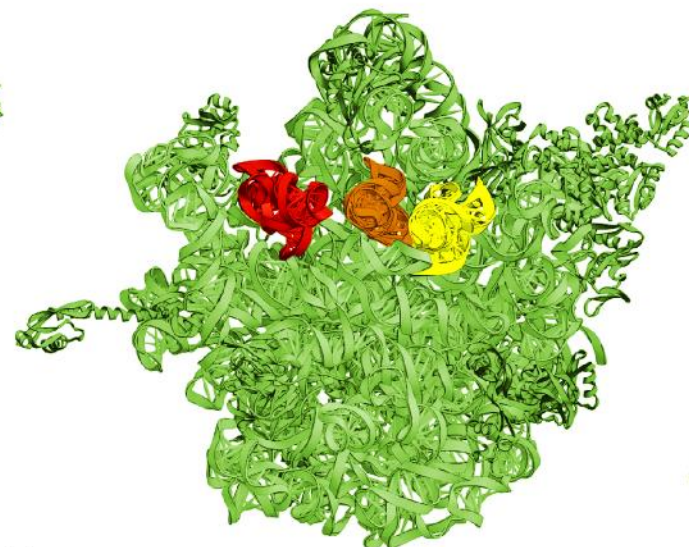
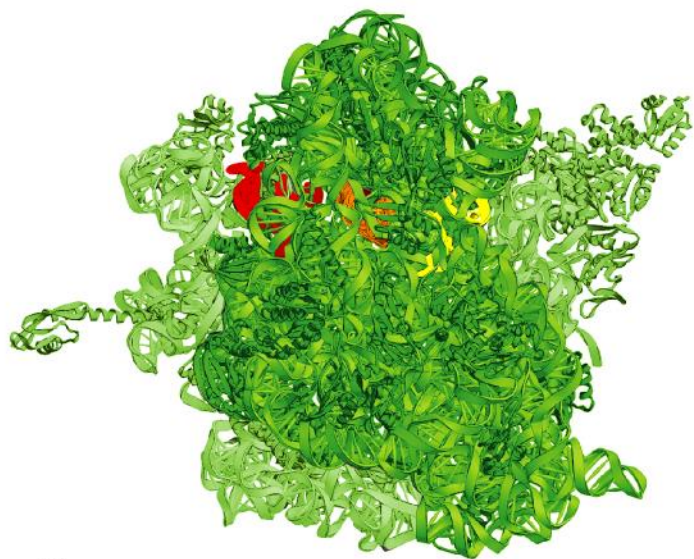
Ribosoma: i tre siti di legame dei tRNA



sito di legame dell'RNAm

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)

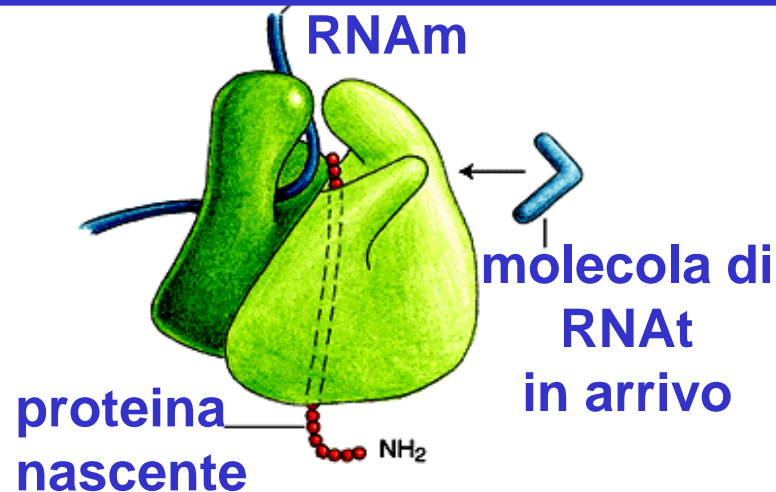
(B)

(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

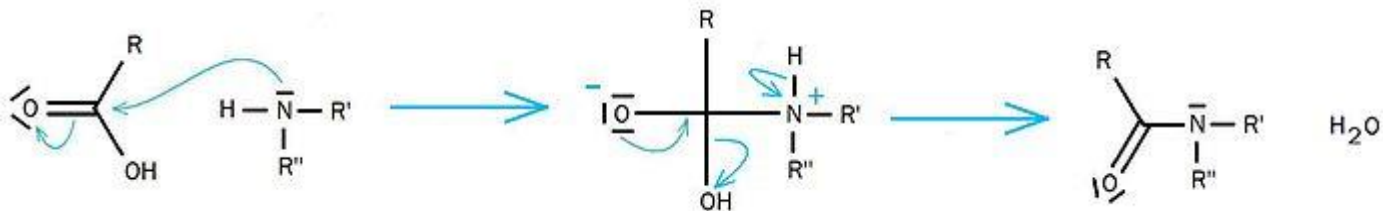
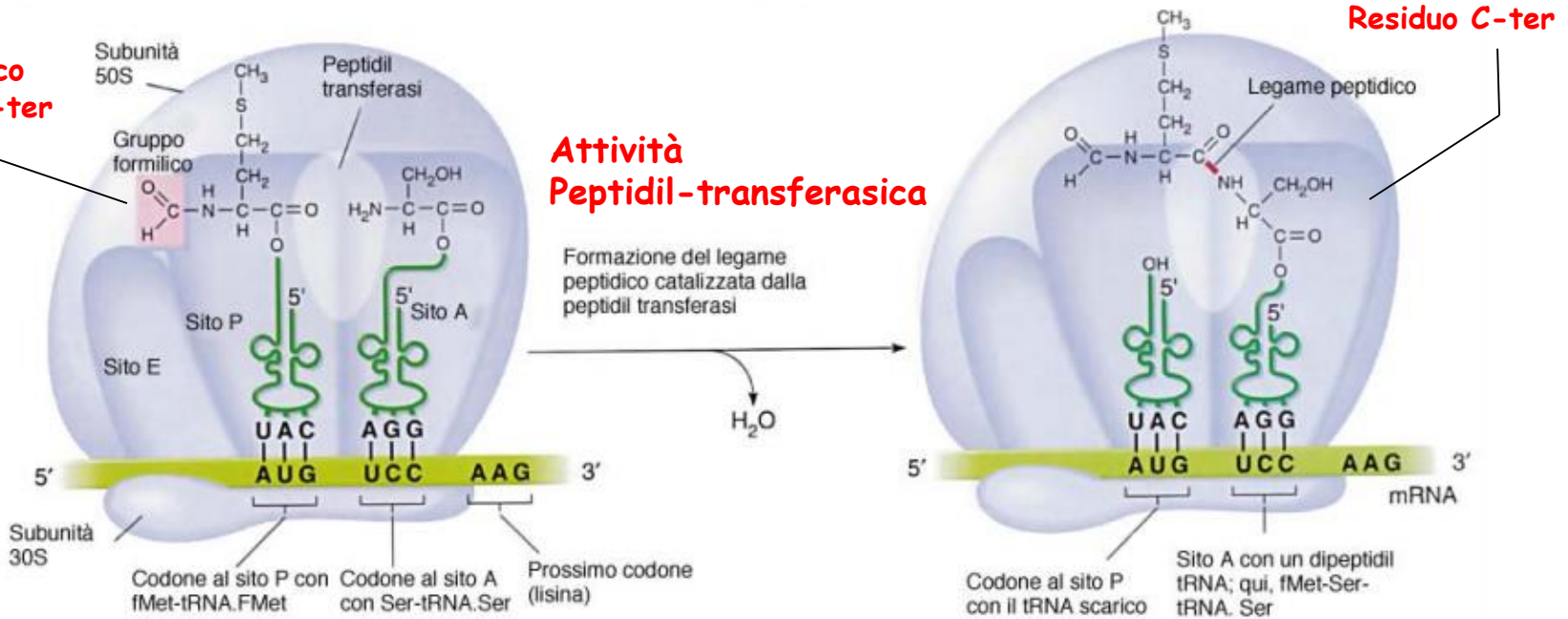
Formazione del legame peptidico

Figura 6.16

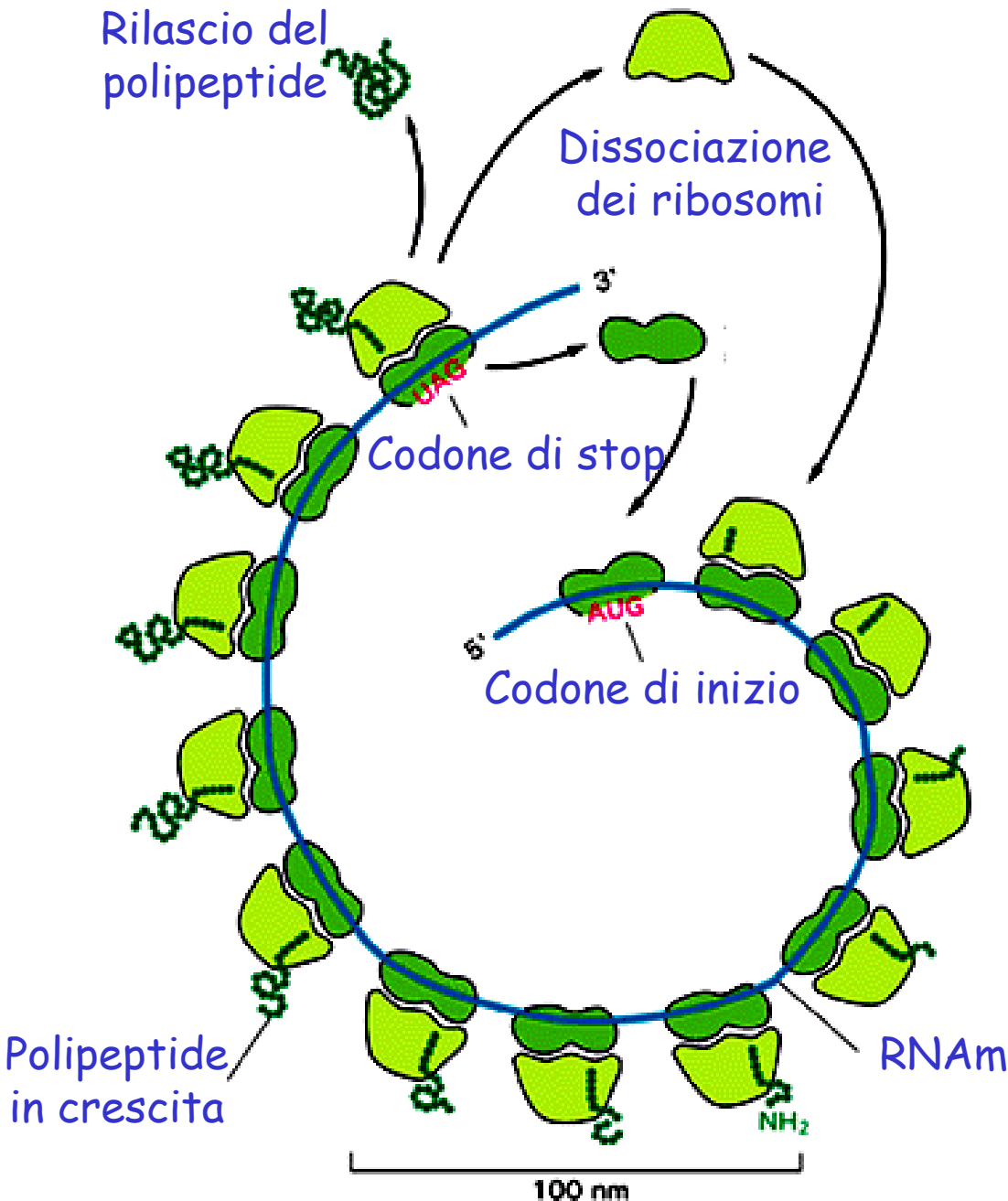
La formazione del legame peptidico tra i primi due aminoacidi (fMet e Ser) di una catena polipeptidica è catalizzata sul ribosoma dalla peptidil-transferasi. (a) Aminoacil-tRNA adiacenti legati all'mRNA sul ribosoma; (b) in seguito alla formazione del legame peptidico, un tRNA scarico si trova al sito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

