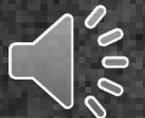


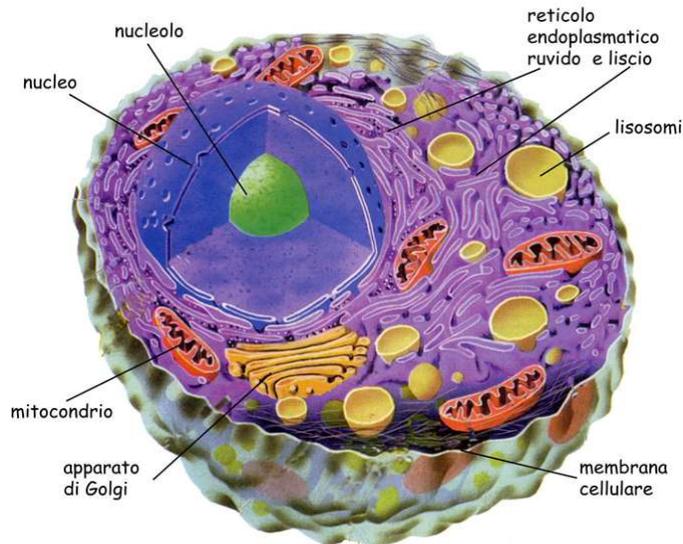


# Le membrane biologiche e Traffico di Membrana

Principi di Biologia e Genetica  
Scienze Motorie  
a.a 2020-21  
Dr ssa Elisa Mazzoni, PhD



# Le membrane biologiche e la membrana cellulare



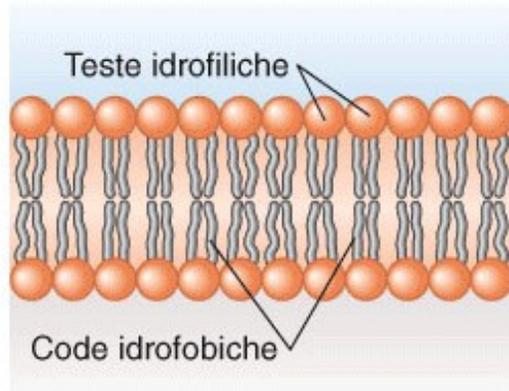
- ❑ Le membrane biologiche suddividono la cellula in compartimenti (RE, complesso del golgi, vescicole, vacuoli, mitocondri ecc)
- ❑ la membrana cellulare controlla il **volume cellulare**
- ❑ la membrana cellulare controlla la **componente ionica** e molecolare della cellula
- ❑ la membrana cellulare mantiene **l'omeostasi cellulare**
- ❑ la membrana cellulare permette il trasferimento di **informazioni** tra ambiente extra ed intracellulare
- ❑ la membrana cellulare permette **l'interazione fisica** con le altre cellule e le strutture extracellulari circostanti



## Il Modello a mosaico fluido spiega la struttura della membrana

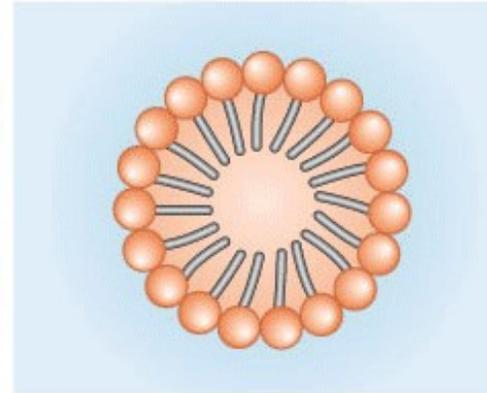
Le membrane sono costituite da un doppio strato di fosfolipidi nel quale le proteine sono immerse come tessere di un mosaico non statico

### Proprietà dei lipidi in acqua



#### (a) Fosfolipidi in acqua.

I fosfolipidi in acqua si associano per dare un doppio strato grazie al fatto che sono molecole anfipatiche di forma pressoché cilindrica. Le catene idrofobiche di acidi grassi non sono a contatto con l'acqua, mentre lo sono le teste idrofiliche.



#### (b) Detergente in acqua.

Le molecole di un detergente sono molecole anfipatiche di forma grosso modo conica che in acqua si associano formando strutture sferiche.



# Lipidi di membrana

1. Fosfogliceridi  $\longrightarrow$  Fosfolipidi
2. Sfingolipidi:
3. Steroidi



# Fosfolipidi

Gruppo polare

Composto alcolico:

Colina

Etanolammina

Inositolo

Amminoacido:

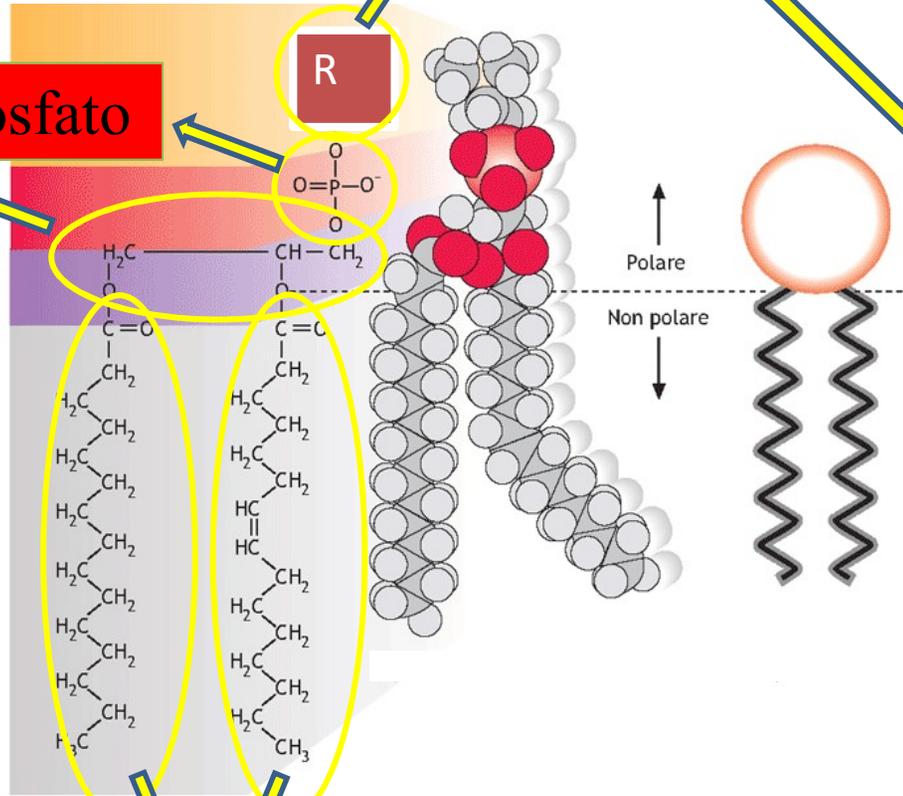
Serina

Treonina

fosfato

glicerolo

R

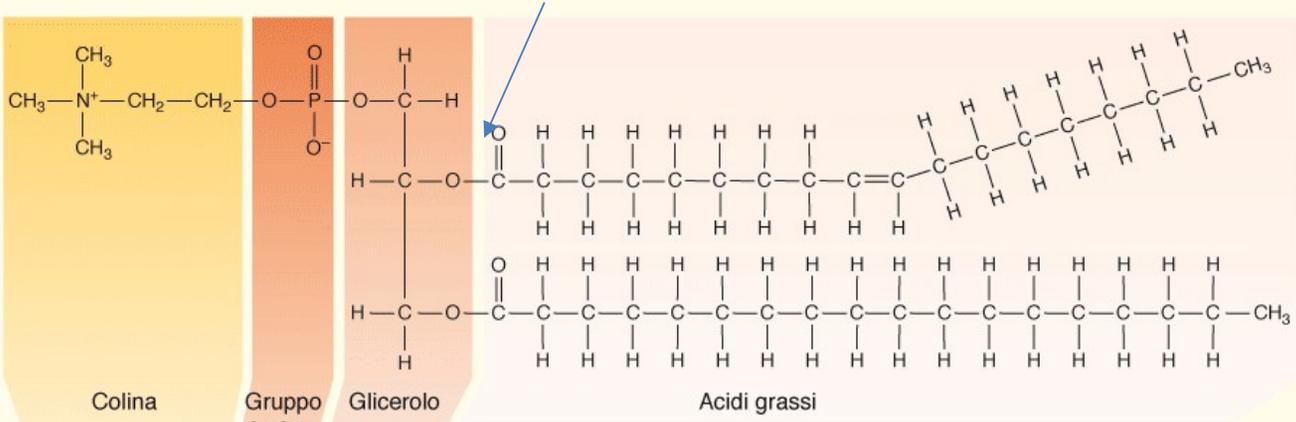


2 acidi grassi



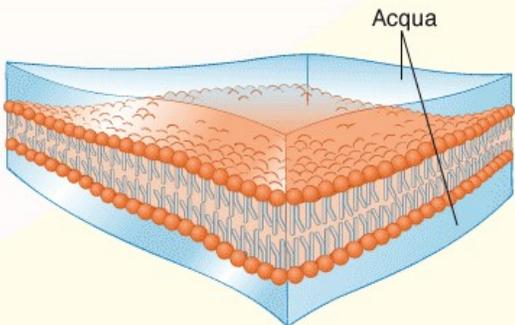
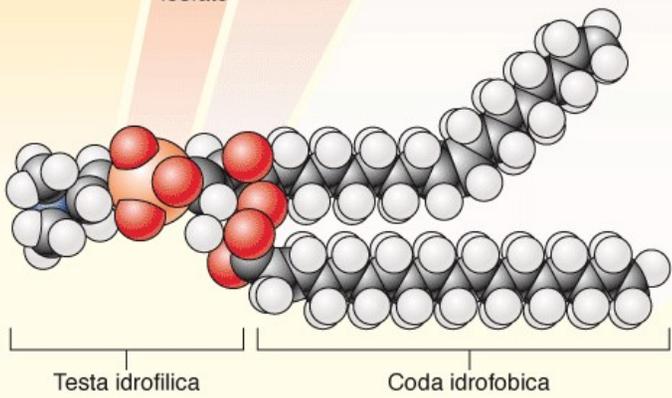
# Fosfolipidi e doppi strati lipidici

Legame esterico



Es. acido oleico (C18, monoinsaturo)  
Es. Acido stearico(C18, saturo)

Altri acidi grassi:  
acido Palmitico (C16, saturo)  
acido linoleico (C18, polinsaturo)



I grassi monoinsaturi tendono a essere liquidi per la formazione di «pieghe» nella catena e quindi il diminuire delle forze di van der Waals e(dipoli)

**(a) Fosfolipide (lecitina).** Un fosfolipide è costituito da una coda idrofobica, costituita da due acidi grassi, e da una testa idrofila, che comprende un glicerolo legato ad un gruppo fosfato, il quale a sua volta è legato ad un gruppo organico che può essere di varia natura. La molecola rappresentata in figura è la lecitina (o fosfatidilcolina), in cui la colina costituisce la porzione organica. L'acido grasso più in alto nella figura è monoinsaturo e contiene un doppio legame che determina una caratteristica piega nella catena.

**(b) Doppio strato fosfolipidico.** I fosfolipidi formano doppi strati lipidici in cui le teste idrofiliche interagiscono con l'acqua e le code idrofobiche si trovano all'interno del doppio strato.

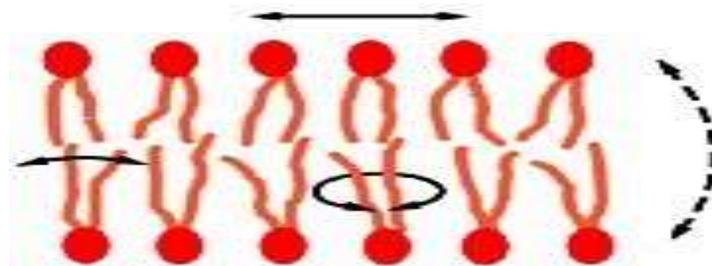


# FOSFOLIPIDI

Non sono fissi, ma compiono tre tipi di rotazione.



diffusione laterale



flip-flop

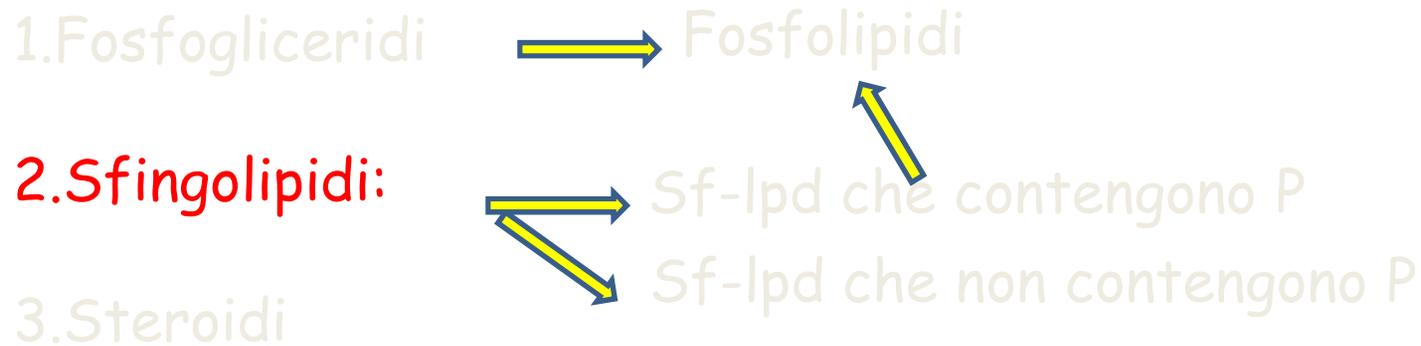
flessione rotazione



# Membrana citoplasmatica

Doppio strato fosfolipidico in cui le proteine sono incluse come unità globulari individuali e discrete

## Lipidi di membrana:



Le proteine di membrana assicurano la specificità funzionale delle membrane:

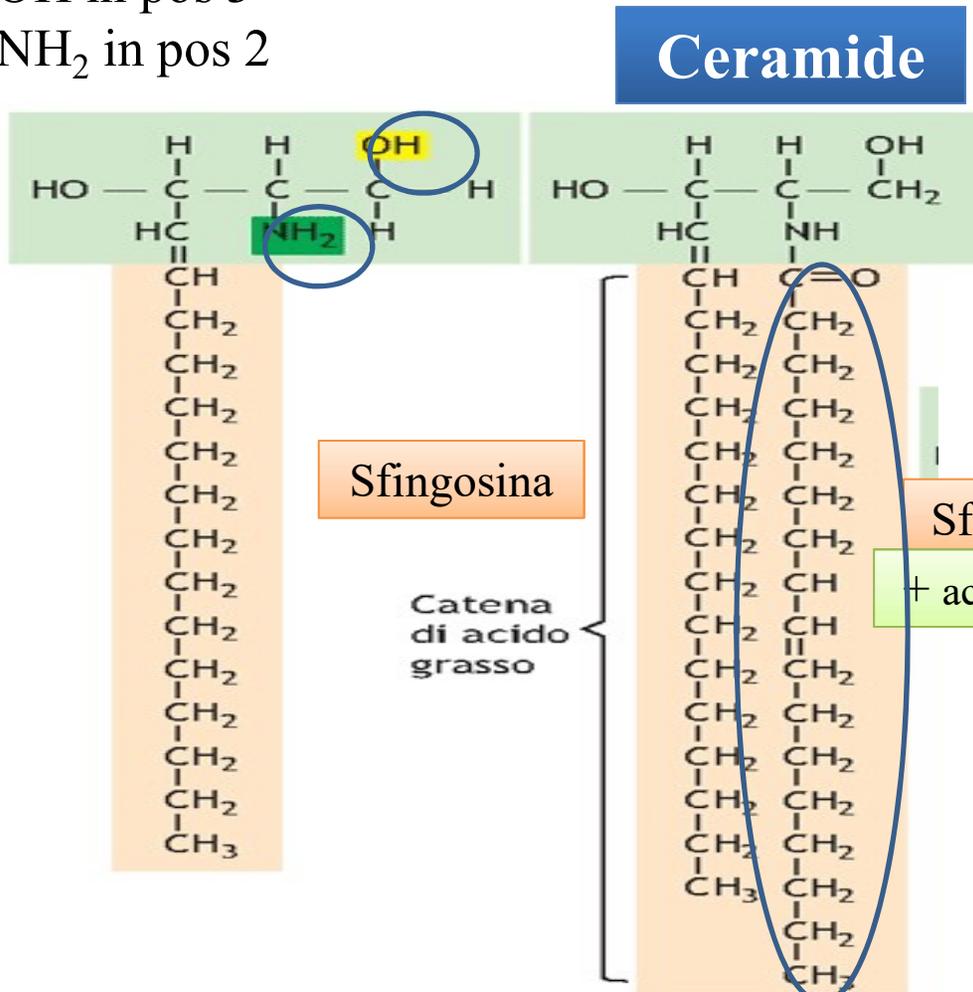
1. Proteine integrali o intrinseche
2. Proteine periferiche o estrinseche
3. Proteine ancorate ai lipidi

Carboidrati di membrana



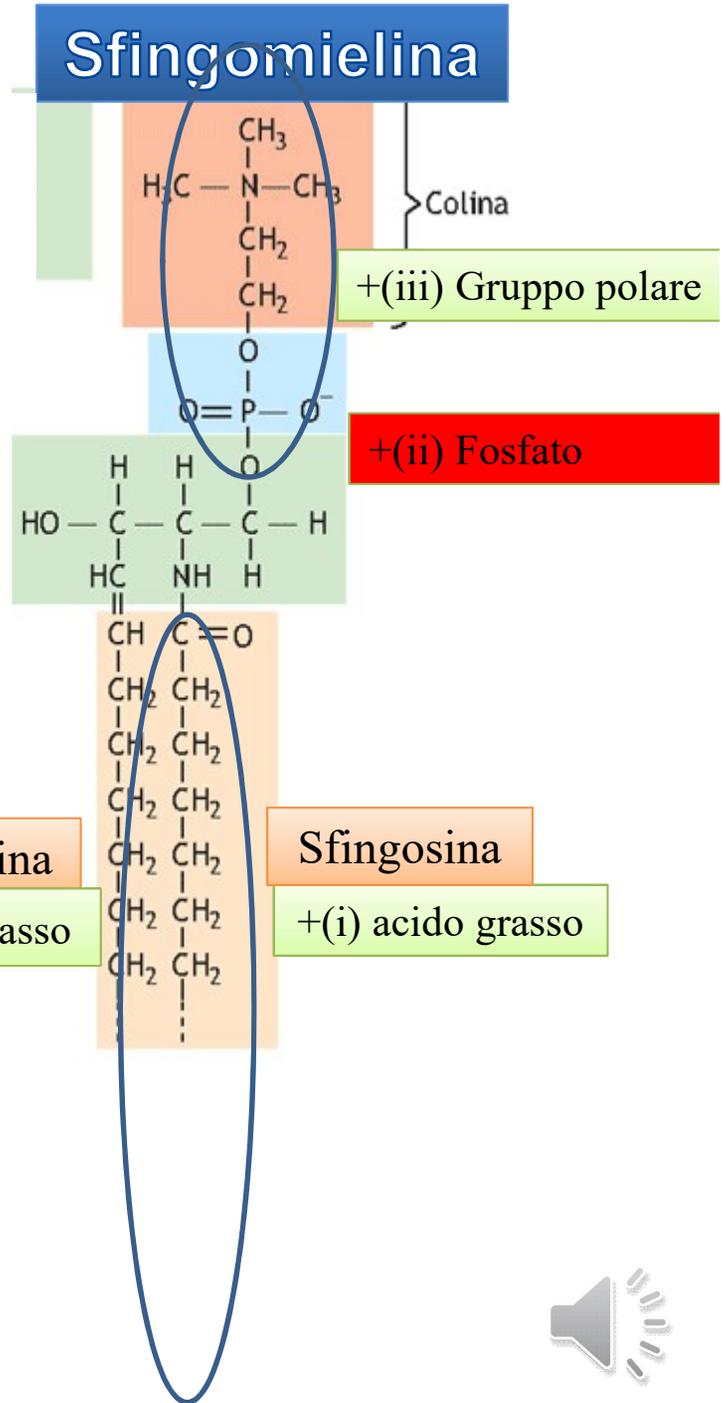
# SFINGOLIPIDI: al posto del glicerolo contengono la sfingosina

SFINGOSINA: Contiene 2 gruppi chimici reattivi:  
 - OH in pos 3  
 - NH<sub>2</sub> in pos 2



a) Sfingosina

b) Ceramide

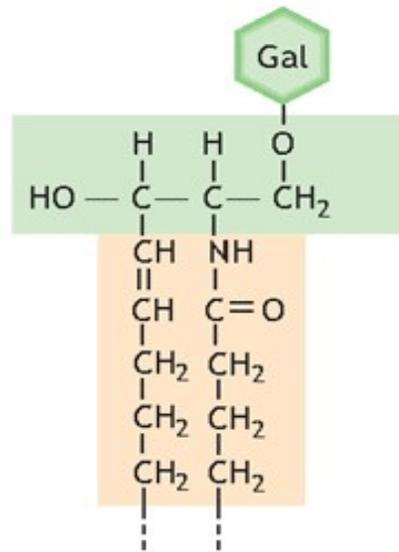


## Glicosfingolipidi:

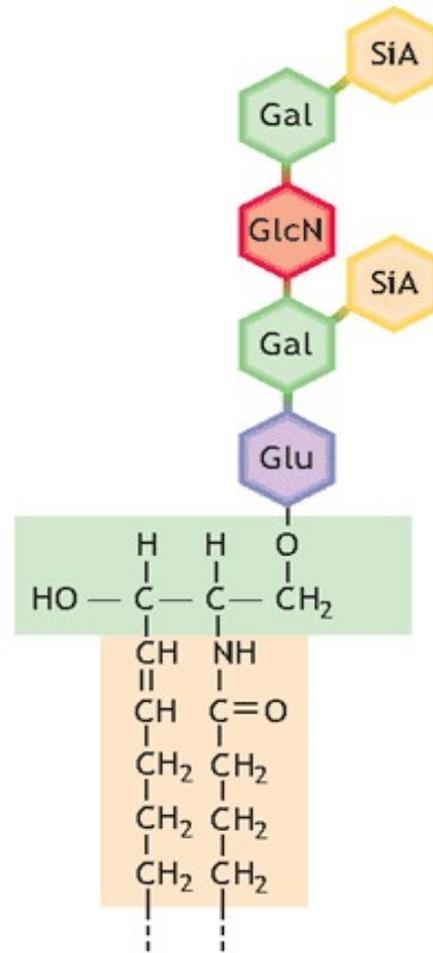
Molecola di sfingolipide che lega uno o più residui glucidici

### Cerebrosidi:

molecola neutra  
che contiene da 1 a  
20 carboidrati



a) Cerebroside



b) Ganglioside

### Gangliosidi:

contengono  
carboidrati e  
acido sialico che  
presenta carica  
negativa



# Membrana citoplasmatica

Doppio strato fosfolipidico in cui le proteine sono incluse come unità globulari individuali e discrete

## Lipidi di membrana:

1. Fosfogliceridi → Fosfolipidi
2. Sfingolipidi: → Sf-lpd che contengono P  
→ Sf-lpd che non contengono P
3. Steroidi

Le proteine di membrana assicurano la specificità funzionale delle membrane:

1. Proteine integrali o intrinseche
2. Proteine periferiche o estrinseche
3. Proteine ancorate ai lipidi

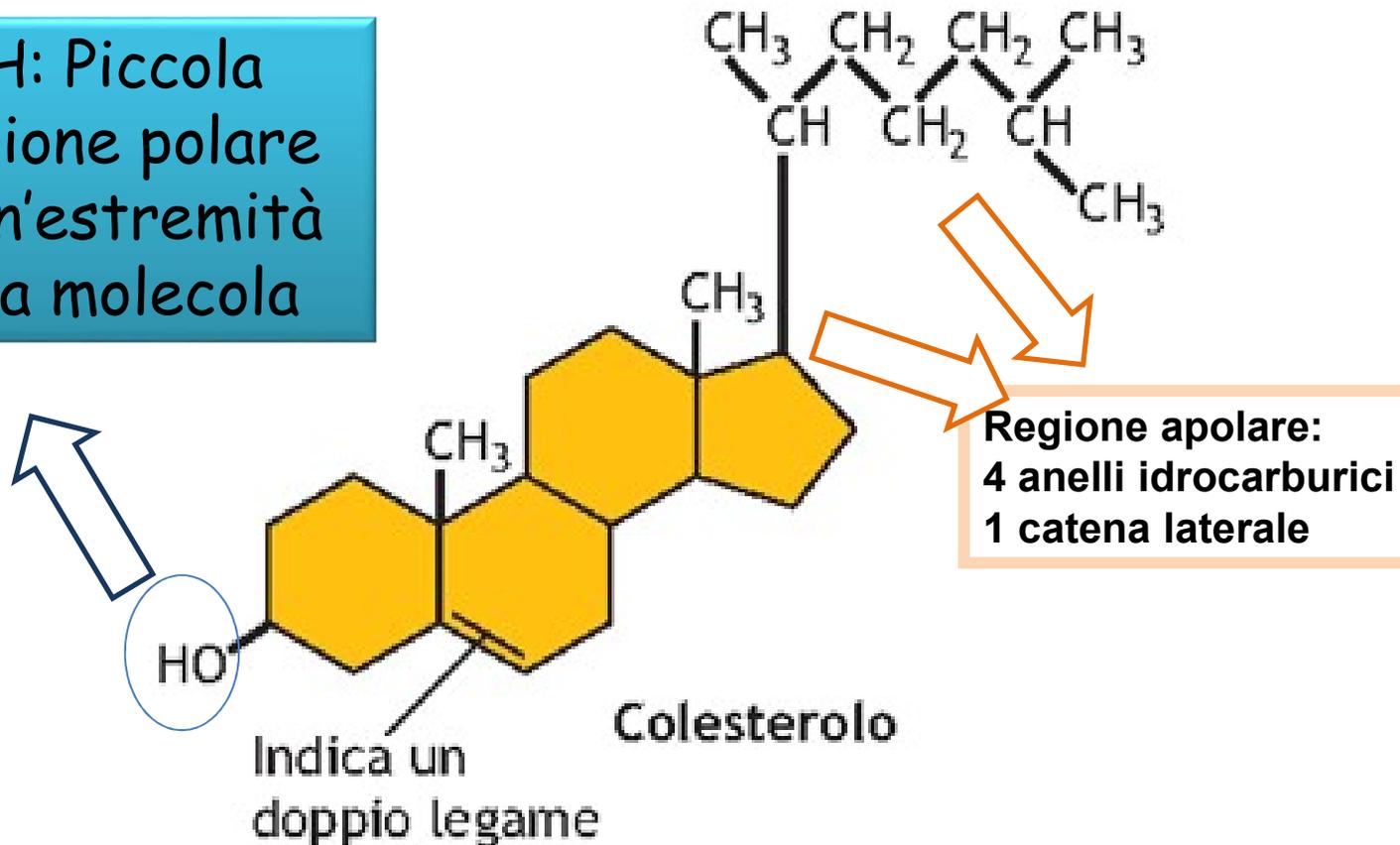
Carboidrati di membrana



## Steroidi

Il principale componente di natura steroidea della membrana è il **colesterolo**

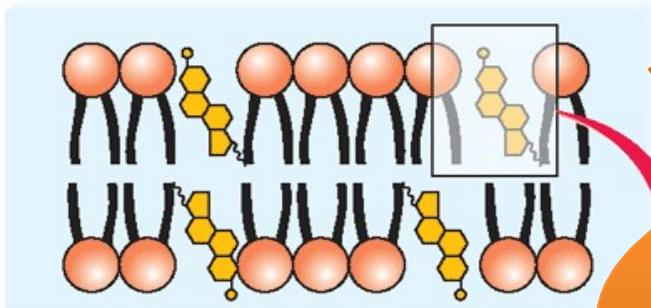
OH: Piccola porzione polare ad un'estremità della molecola



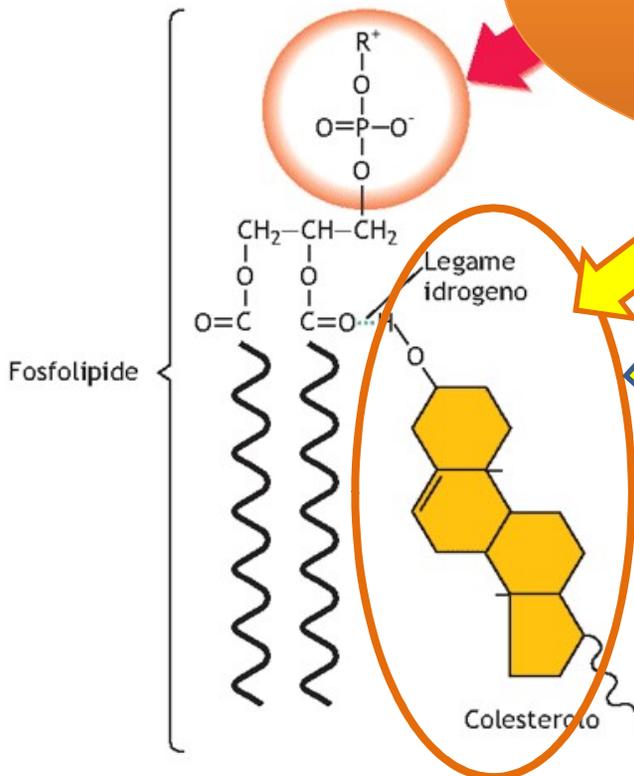
Molecola meno anfipatica dei fosfolipidi



# Il colesterolo si trova completamente immerso nel doppio strato



a)



b)

2

1) L'OH si posiziona nei pressi della testa polare dei fosfolipidi con la quale stabilisce dei legami -H .  
Rivolgendo così la sua porzione polare verso le superfici esterna ed interna della cellula

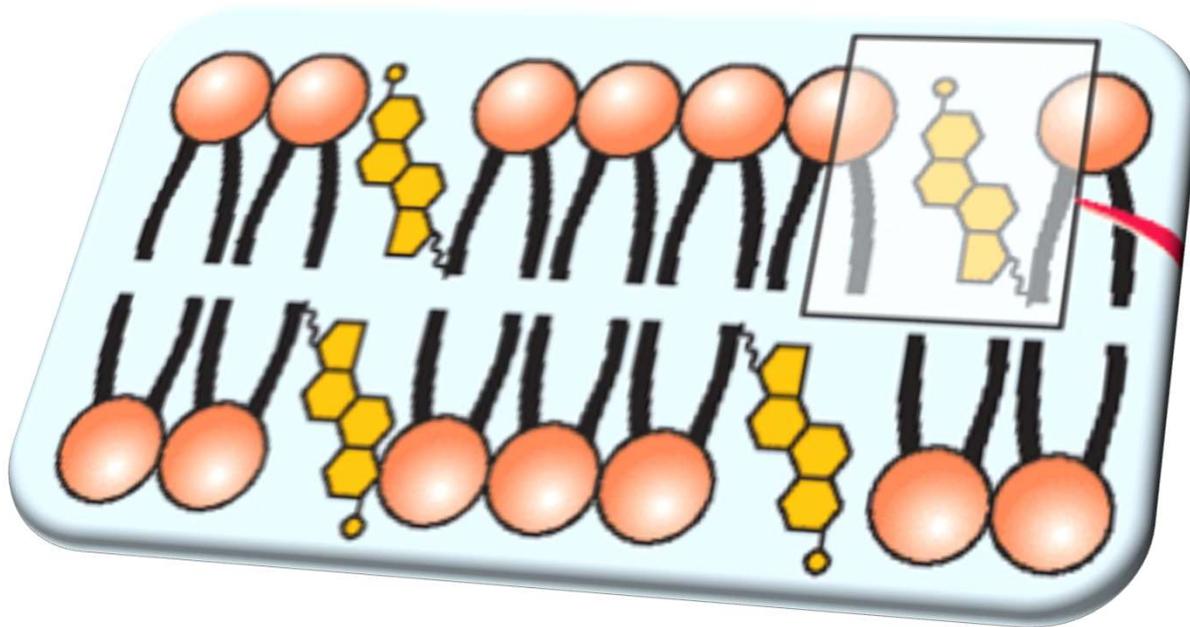
1

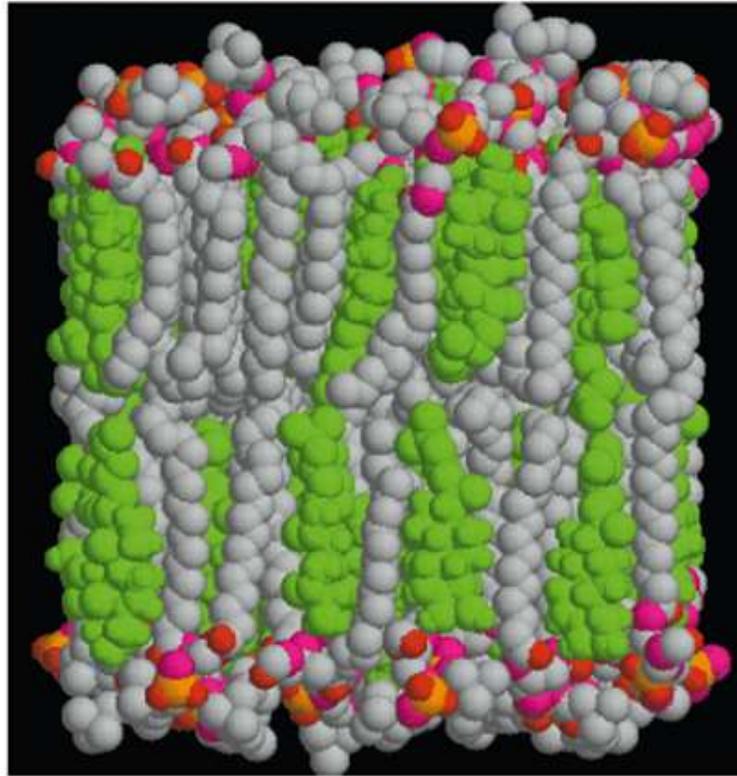
2. porzione **apolare** si dispone parallelamente alle code degli acidi grassi ed interagisce con le code idrocarburiche dei fosfolipidi adiacenti



## Effetti della presenza del colesterolo nelle membrane citoplasmatiche

Il colesterolo interferisce con l'eccessivo compattamento delle code di acidi grassi dei fosfolipidi, consentendo alle membrane di mantenere una certa **fluidità**.

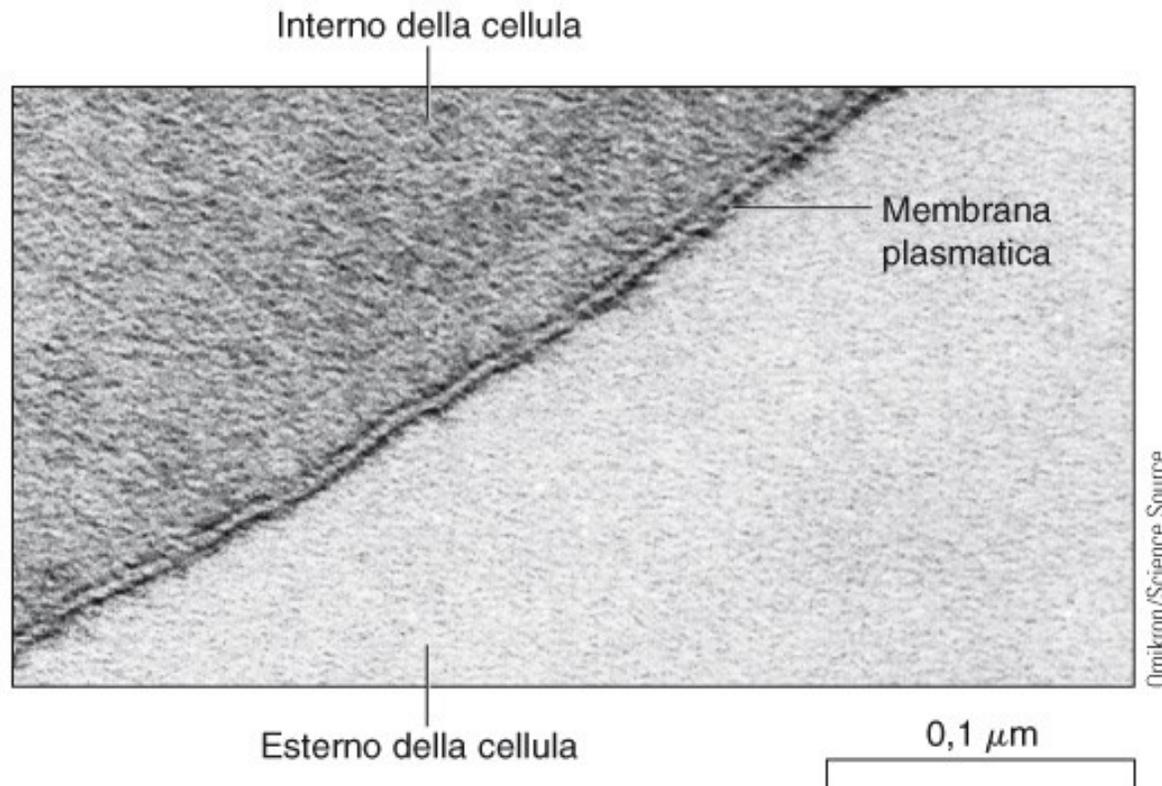




**Figura 4.7** Le molecole di colesterolo (mostrate in verde) di un doppio strato lipidico sono orientate con la loro piccola estremità idrofila rivolta verso la faccia esterna del doppio strato e la maggior parte della loro struttura inserita fra le code di acidi grassi dei fosfolipidi. La posizione delle molecole di colesterolo interferisce con la flessibilità delle catene idrocarburiche lipidiche e tende ad irrigidire il doppio strato, preservando la sua fluidità generale. Diversamente da altri lipidi di membrana, il colesterolo è spesso distribuito piuttosto uniformemente tra i due foglietti della membrana. (RIPRODOTTO DA H. L. SCOTT, CURR. OPIN. STRUCT. BIOL. 12:499, 2002, FIGURA 3; © 2002, CON IL PERMESSO DELLA ELSEVIER.)



## MEMBRANA PLASMATICA

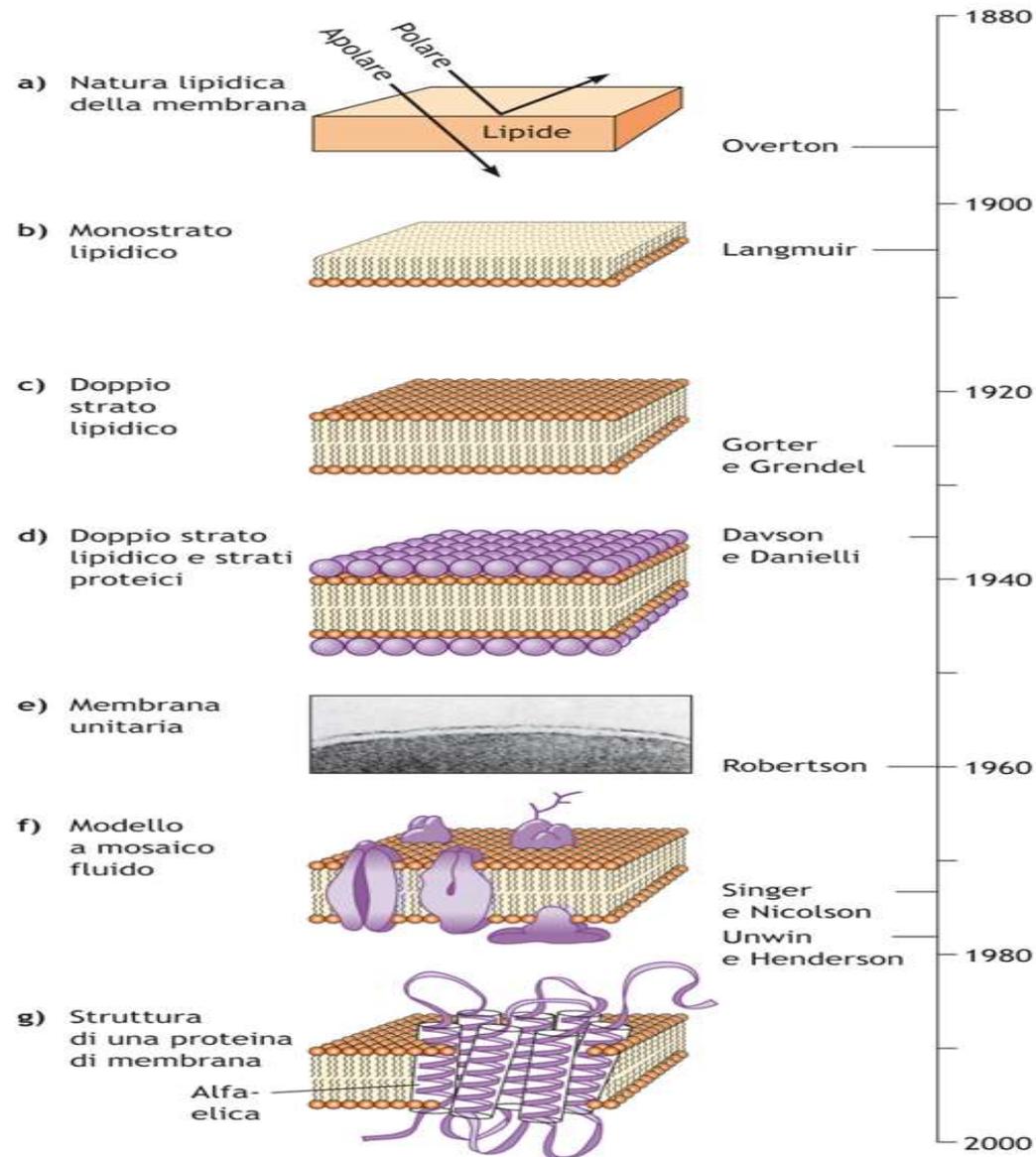


**Figura 5-3** Fotografia al microscopio elettronico a trasmissione della membrana plasmatica di un eritrocita di mammifero

La membrana plasmatica separa il citosol (*regione più scura*) dall'ambiente esterno (*regione più chiara*). Le due linee scure parallele rappresentano le teste idrofiliche dei fosfolipidi, mentre la zona chiara tra esse compresa è costituita dalle code idrofobiche.



# Cronologia degli studi sulla composizione della membrana plasmatica



**Figura I.2.2.1 Cronologia dello sviluppo del modello a mosaico fluido.** Il modello a mosaico fluido della struttura della membrana, che Singer e Nicolson proposero nel 1972, costituì il culmine di studi che risalgono al 1890 ed è stato poi significativamente rifinito mediante studi successivi.



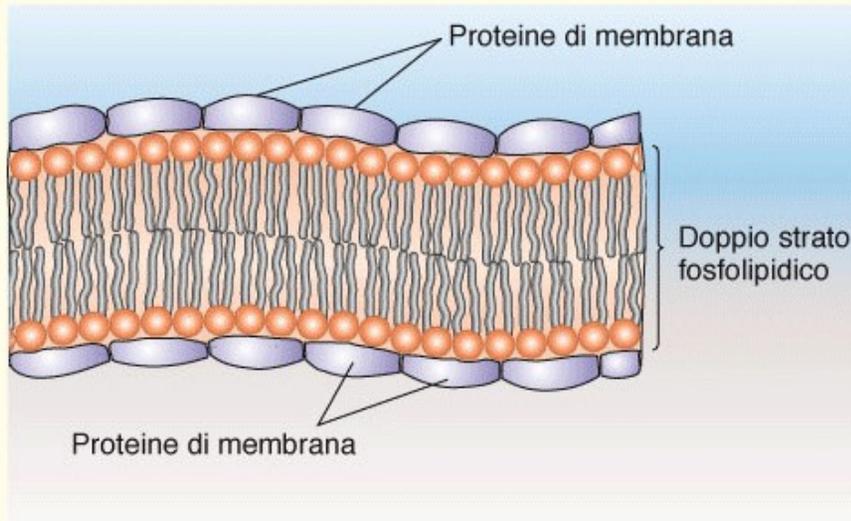
## MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

MOMENTO IMPORTANTE NELLA EVOLUZIONE DELLA TERIA

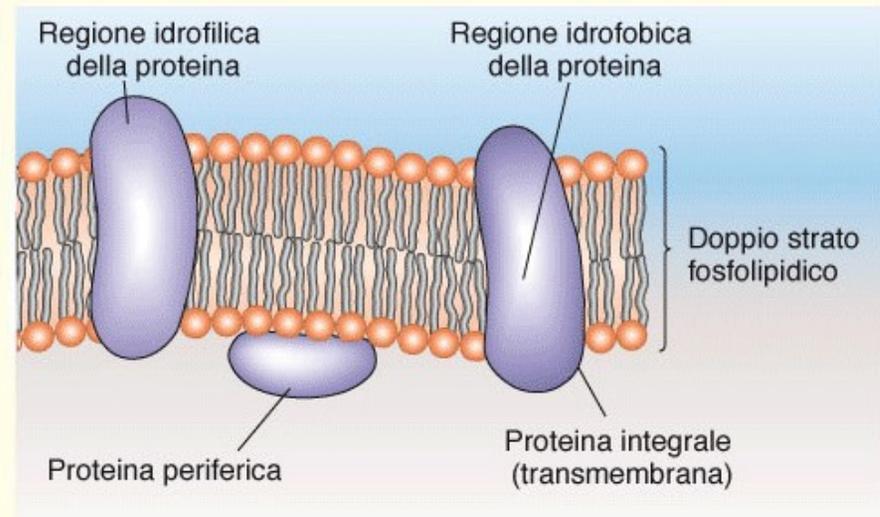


Dal modello di Davson e Danielli  
(1935 , Università di Londra)

sostituito dal **modello a mosaico fluido**  
proposto da Nicolson (1972 Università  
della California, San Diego)



**(a) Il modello di Davson-Danielli.** Secondo questo modello, la membrana può essere assimilata ad un sandwich di fosfolipidi tra due strati proteici. Si è poi visto che questo modello, accettato per molti anni, non era corretto.



**(b) Il modello a mosaico fluido.** Secondo questo modello, la membrana è costituita da un doppio strato lipidico fluido e da un mosaico di proteine associate, in continuo cambiamento.



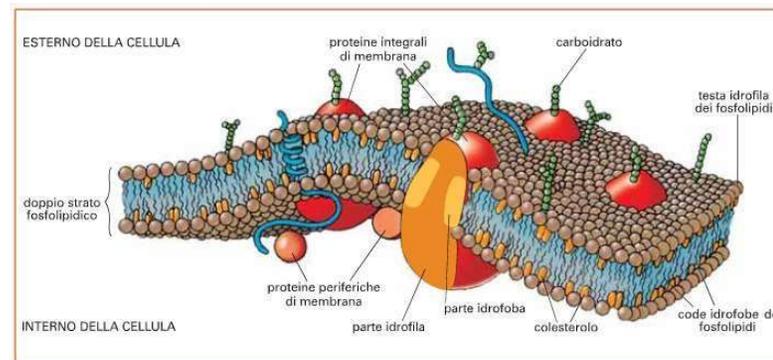
## MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

Le membrane cellulari vengono definite a **mosaico fluido**:  
(1972, S.J. Singer e G.L. Nicholson)

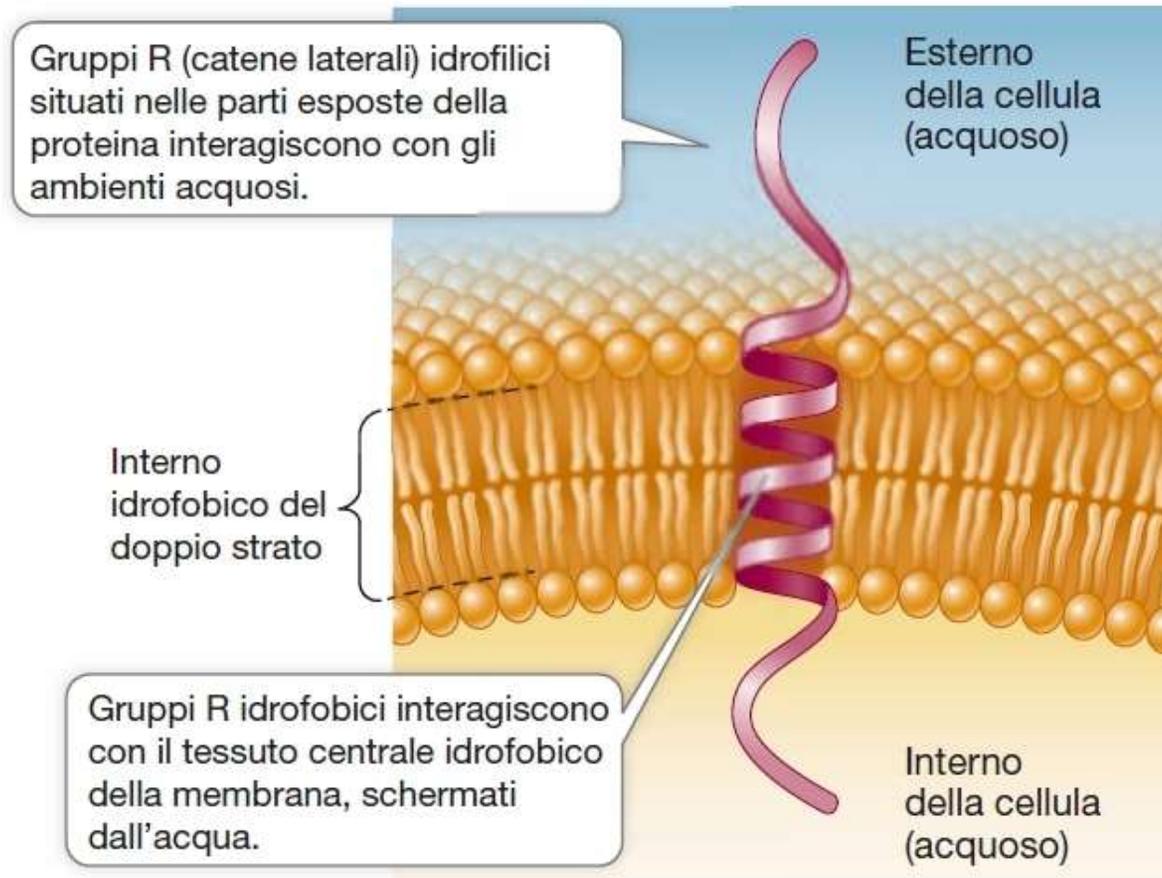
Mosaico = perché è costituita da molecole proteiche inserite nel doppio strato di fosfolipidi;

Fluido = perché la maggior parte di queste proteine e dei fosfolipidi possono muoversi lateralmente all'interno della membrana.

Nel suo insieme invece la membrana non può muoversi dato che alcune sue proteine sono ancorate al citoscheletro.



## MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

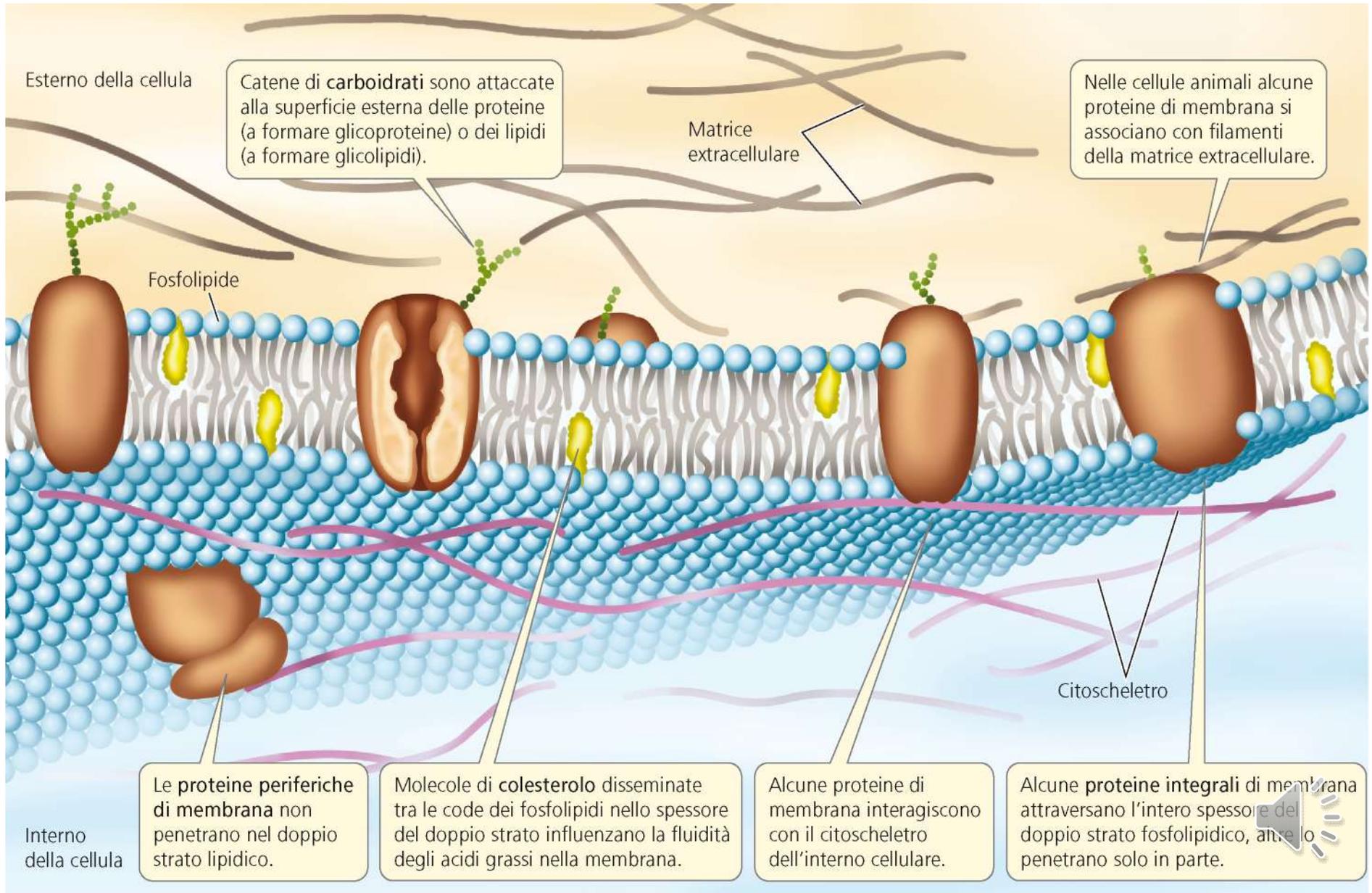


### **Figura 6.3** Interazioni delle proteine integrali di membrana

Una proteina integrale di membrana viene trattenuta dentro la membrana grazie alla distribuzione delle catene laterali idrofobiche e idrofiliche presenti sui suoi amminoacidi. Le parti idrofiliche della proteina si estendono nell'ambiente acquoso esterno e nel citoplasma interno. Le catene laterali idrofobiche interagiscono con il tessuto centrale idrofobico dei lipidi di membrana.



# Struttura: Doppio strato fosfolipidico contenente un gran quantità di proteine, alcuni carboidrati e colesterolo



# MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

## LA TECNICA FREEZE FRACTURE

Perché si usa?

La tecnica "freeze-fracture" si usa per separare le due facce del doppio strato lipidico, in modo che i suoi componenti possano essere analizzati.

Come funziona?

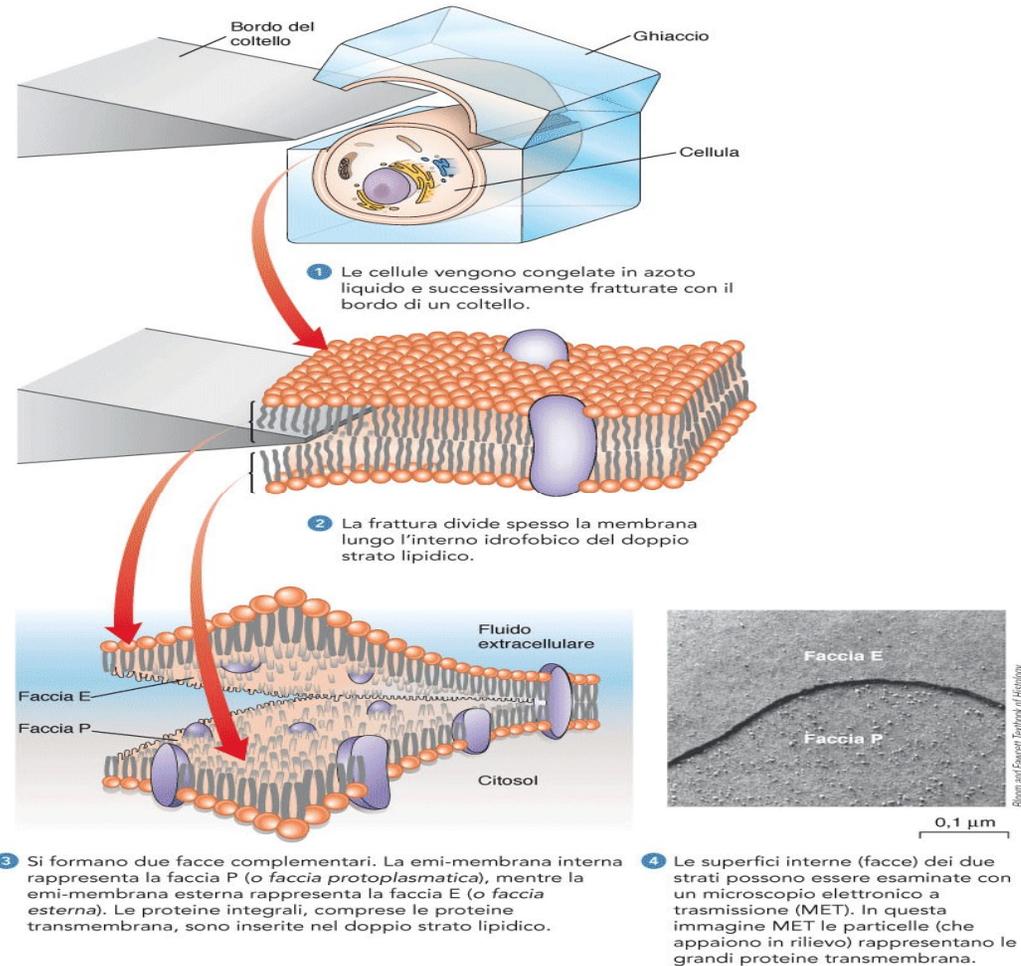


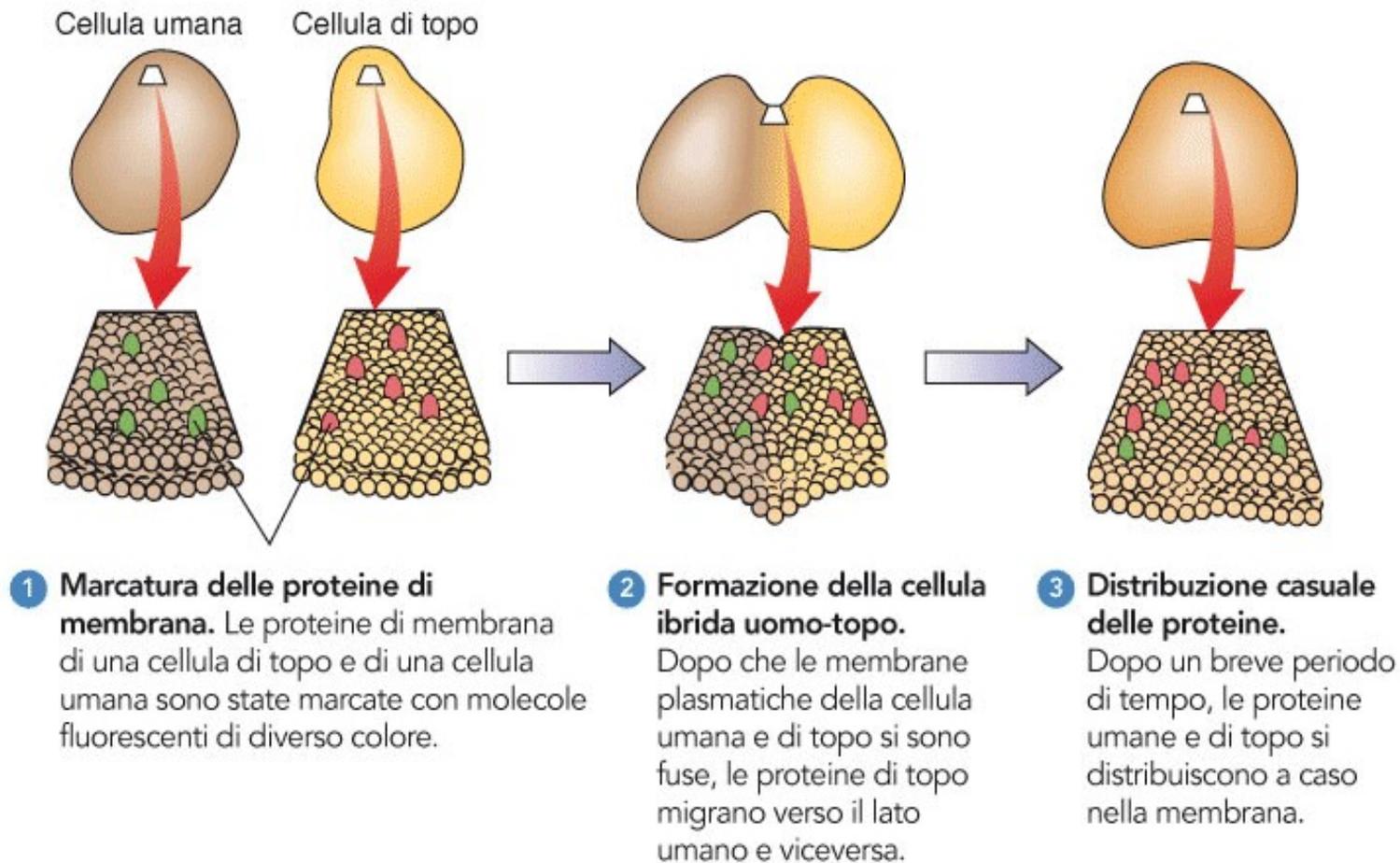
FIGURA 5-8 La tecnica "freeze-fracture"



## MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

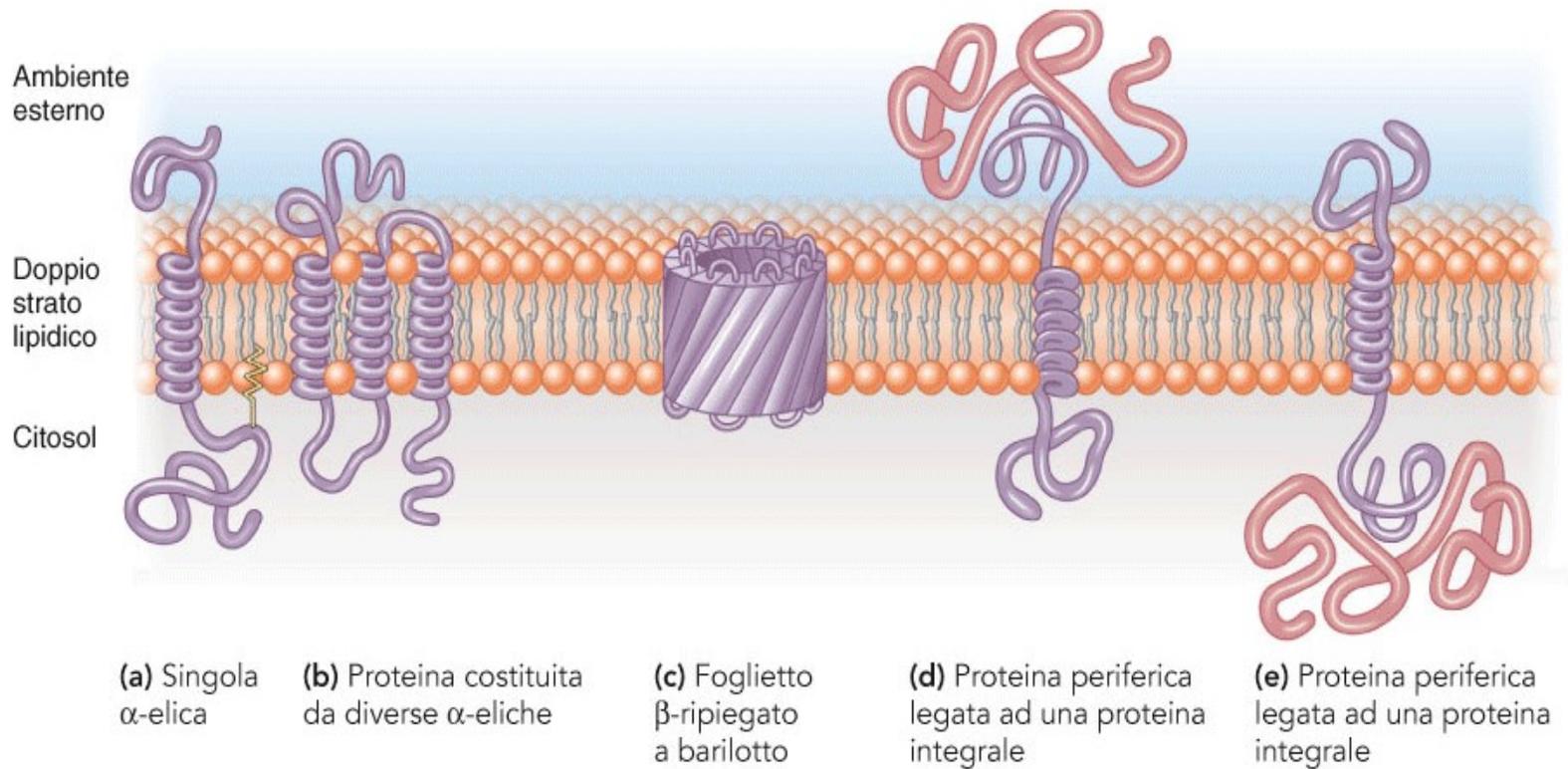
### Esperimento di Frye ed Edidin

**RISULTATI E CONCLUSIONI:** Dopo un breve periodo di incubazione, le proteine della cellula umana e di quella di topo si erano miscelate sulla superficie della cellula ibrida. Dopo circa 40 minuti, le proteine di ciascuna specie si erano distribuite a caso in tutta la membrana plasmatica dell'ibrido. Questo esperimento dimostrò che le proteine si muovono all'interno della membrana plasmatica.

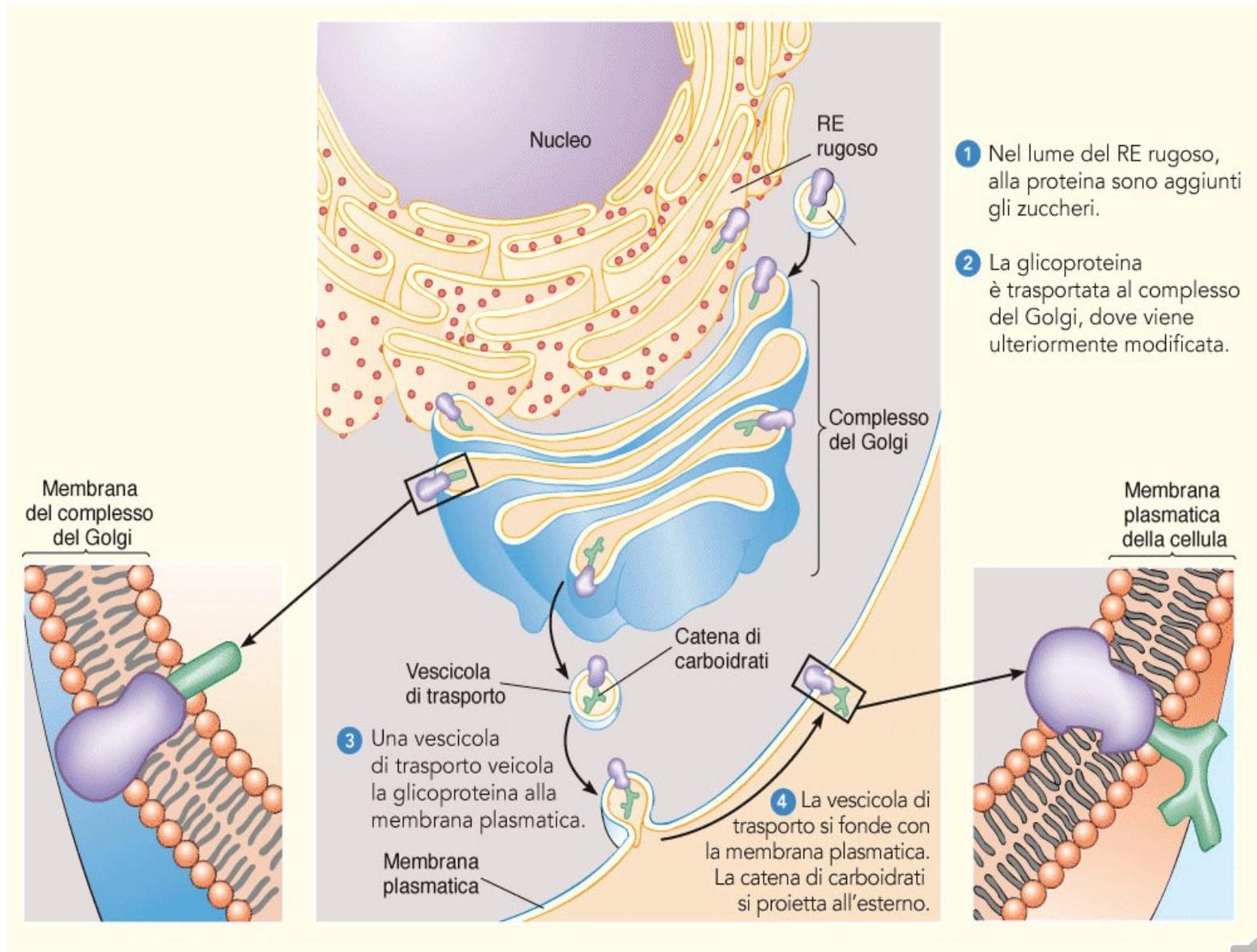


## Proteine di membrana

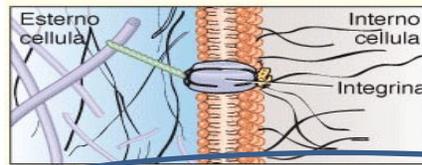
- ✓ Le proteine sono anfipatiche : le regioni idrofiliche si estendono fuori dalla cellula o nel citoplasma e le regioni idrofobiche interagiscono con le code dei fosfolipidi di membrana
- ✓ Possono essere integrali o periferiche



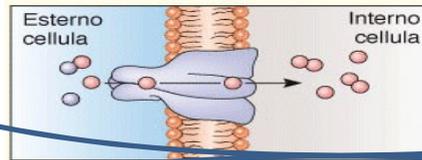
## Sintesi ed orientamento di una proteina di membrana



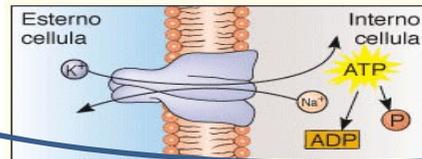
# Funzioni delle proteine di membrana (alcune)



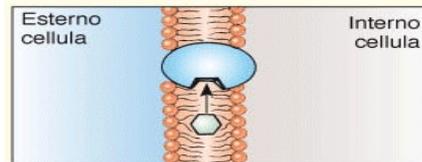
**(a) Ancoraggio.** Alcune proteine di membrana, come le integrine, ancorano la cellula alla matrice extracellulare e inoltre si connettono ai microfilamenti intracellulari.



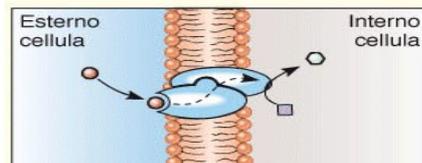
**(b) Trasporto passivo.** Certe proteine formano canali che permettono il passaggio selettivo di ioni o molecole.



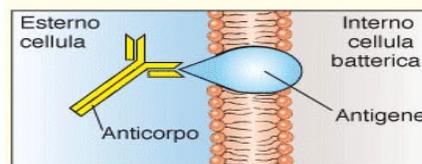
**(c) Trasporto attivo.** Alcune proteine di trasporto pompano i soluti attraverso la membrana, un processo che richiede un apporto diretto di energia.



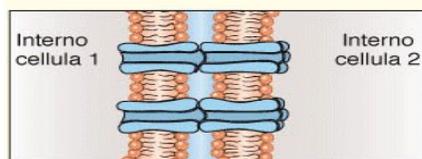
**(d) Attività enzimatica.** Molti enzimi legati alla membrana catalizzano reazioni che avvengono all'interno o sulla superficie della membrana.



**(e) Trasduzione del segnale.** Alcuni recettori legano molecole segnale, come gli ormoni, e trasmettono l'informazione all'interno della cellula.



**(f) Riconoscimento cellulare.** Alcune glicoproteine fungono da marcatori di identificazione. Per esempio, le cellule batteriche posseggono proteine di superficie, o antigeni, che vengono riconosciute come estranee dalle cellule umane.



**(g) Giunzione intercellulare.** Le proteine di adesione cellulare legano le membrane di cellule adiacenti.



## La struttura della membrana cellulare ne influenza la permeabilità

- La struttura a mosaico fluido permette loro di funzionare come membrane selettivamente permeabili
- Molecole piccole e apolari (idrofobiche) passano la membrana cellulare per **Diffusione Semplice**
- Le membrane biologiche rappresentano una barriera per le molecole polari: è impermeabile a ioni e a grandi molecole polari.
- Gas come ossigeno e anidride carbonica sono piccole molecole che apolari che attraversano la MP
- L'H<sub>2</sub>O sebbene polare è piccola e attraversa la membrana cellulare attraverso interruzioni temporanee di acidi grassi.
- L'osmosi è un tipo particolare di diffusione che comporta il movimento netto di acqua attraverso una membrana permeabile, da una regione a concentrazione maggiore ad una regione a concentrazione minore

