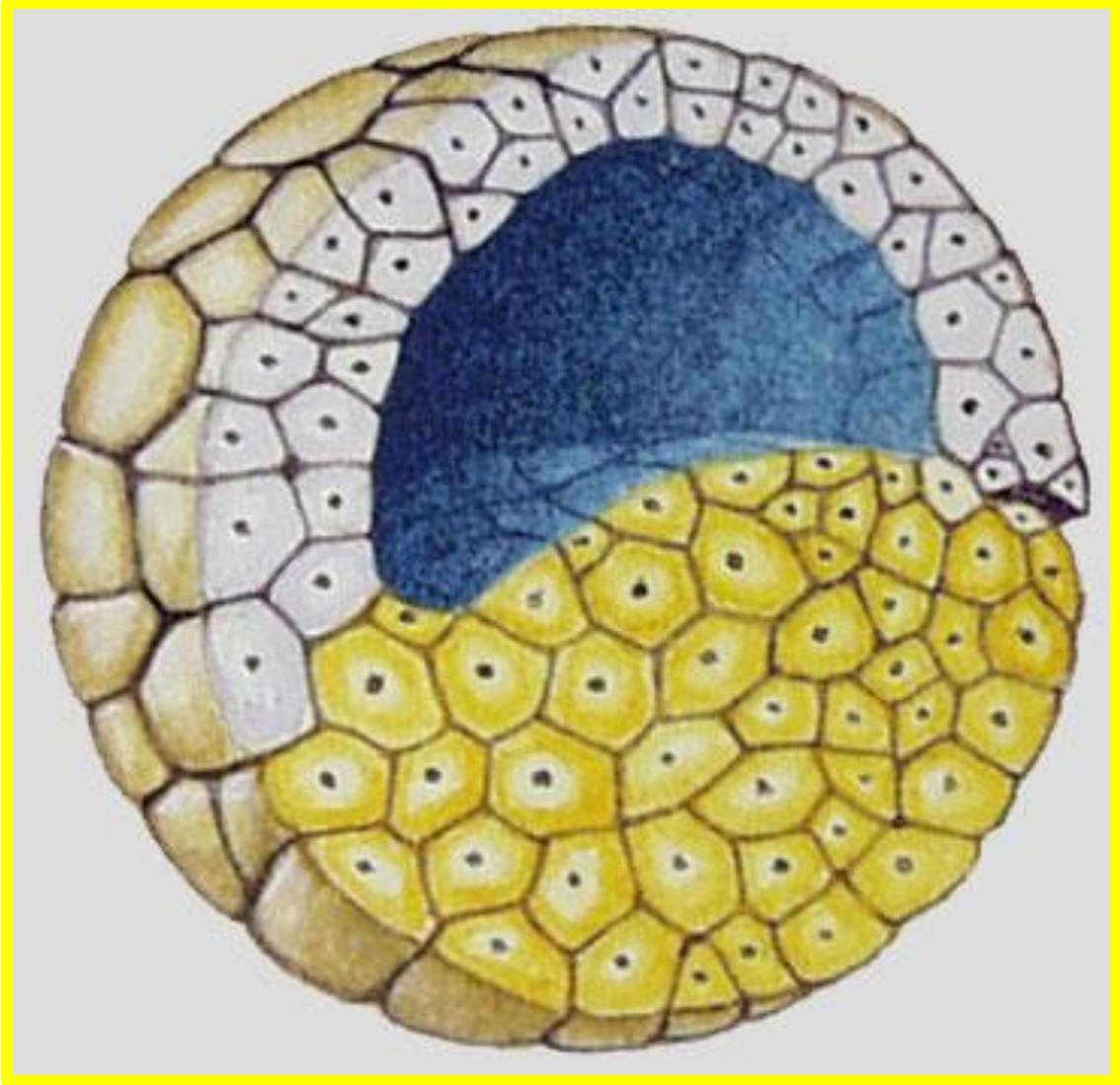
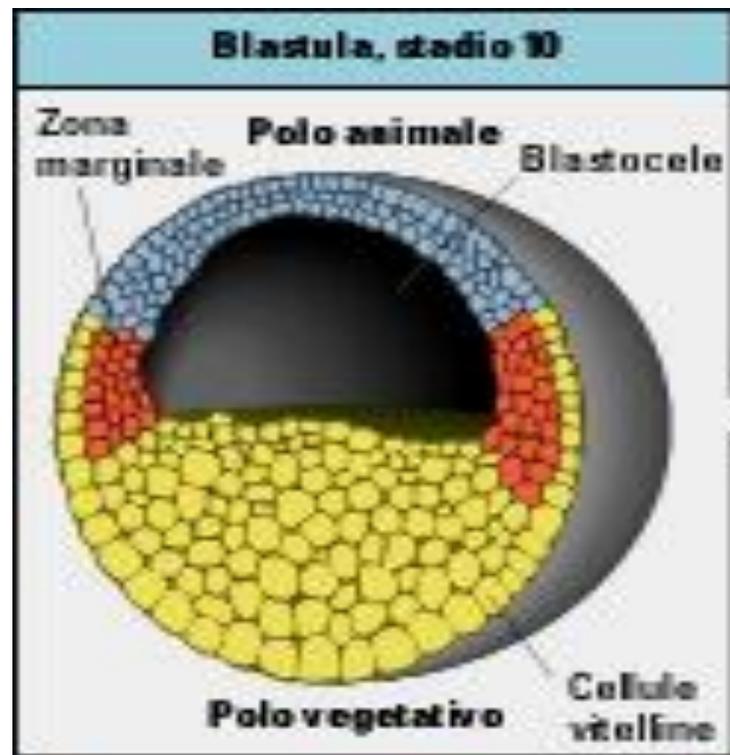


A close-up photograph of a tomato, showing its characteristic ribbed texture. The lighting creates a gradient from deep red on the left to bright yellow on the right. The text 'LA SEGMENTAZIONE' is overlaid in the center in a bold, yellow, sans-serif font with a black outline.

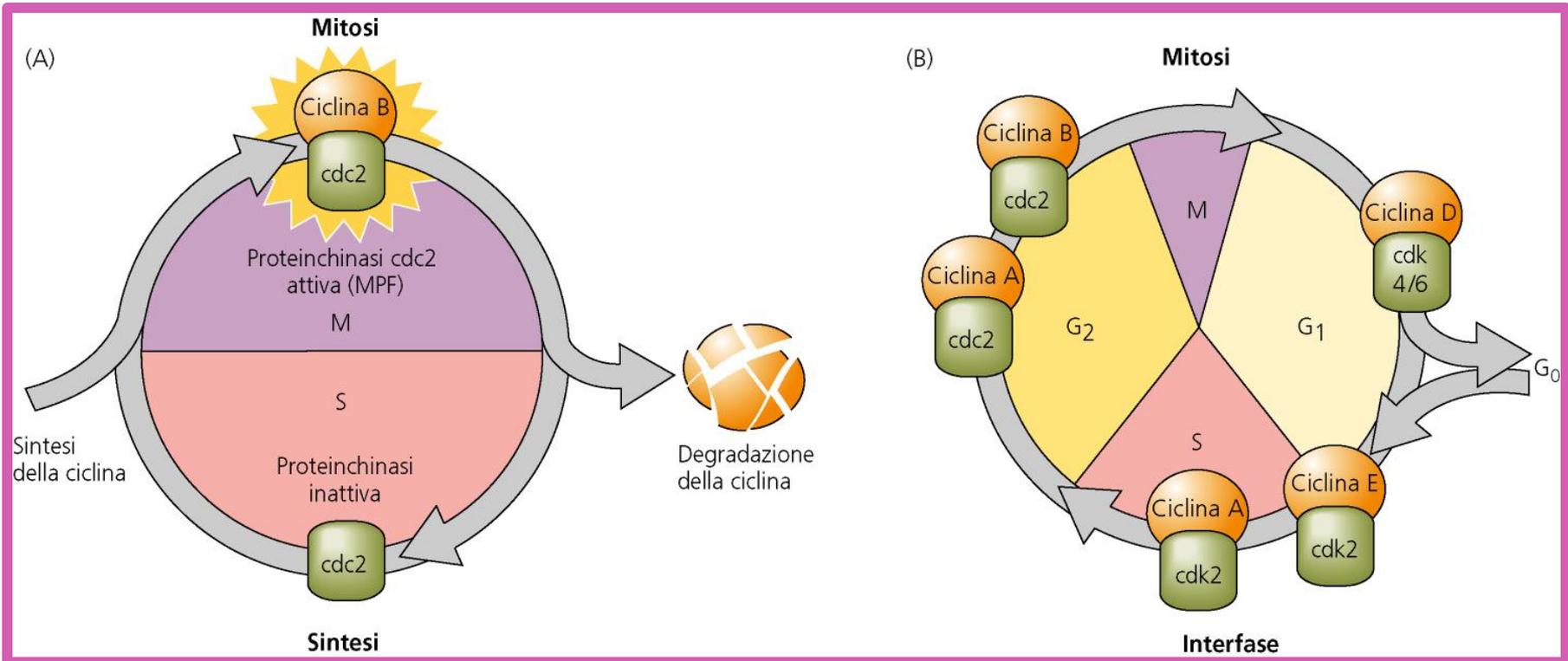
# LA SEGMENTAZIONE



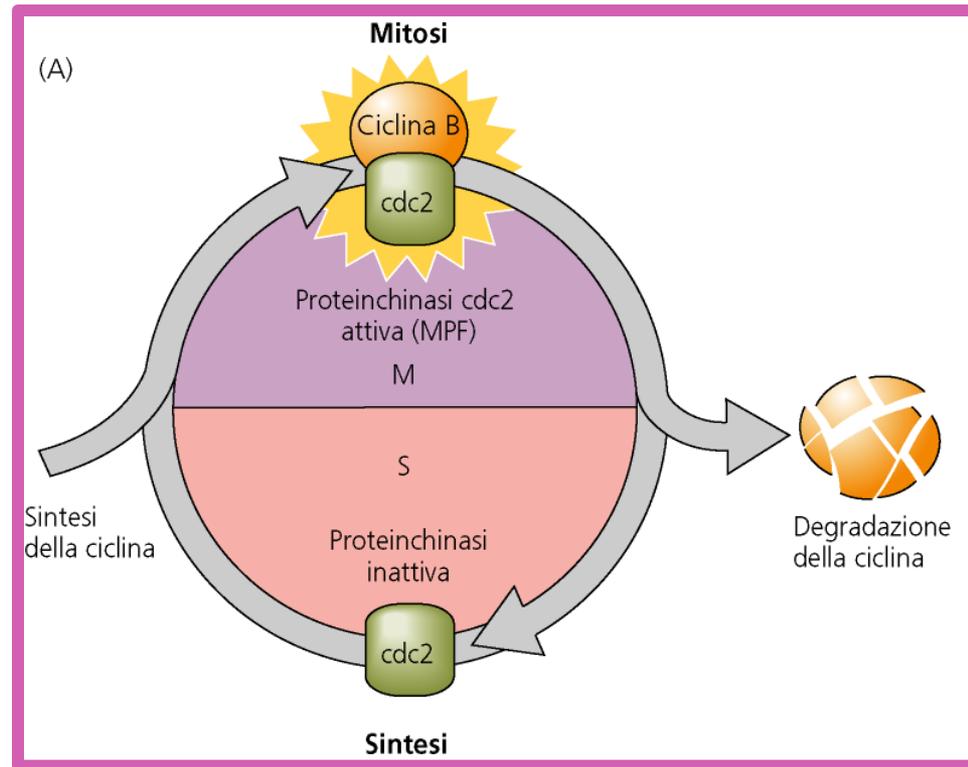


# Ciclo cellulare durante la segmentazione:

confronto tra il ciclo nei blastomeri e nelle cellule somatiche



# Dalla fecondazione alla segmentazione tramite l'MPF



**MPF**



Subunità  
minore

Subunità  
maggiore

**P34**

- o chinasi cdc2
- o cdk 1

**Ciclina B**

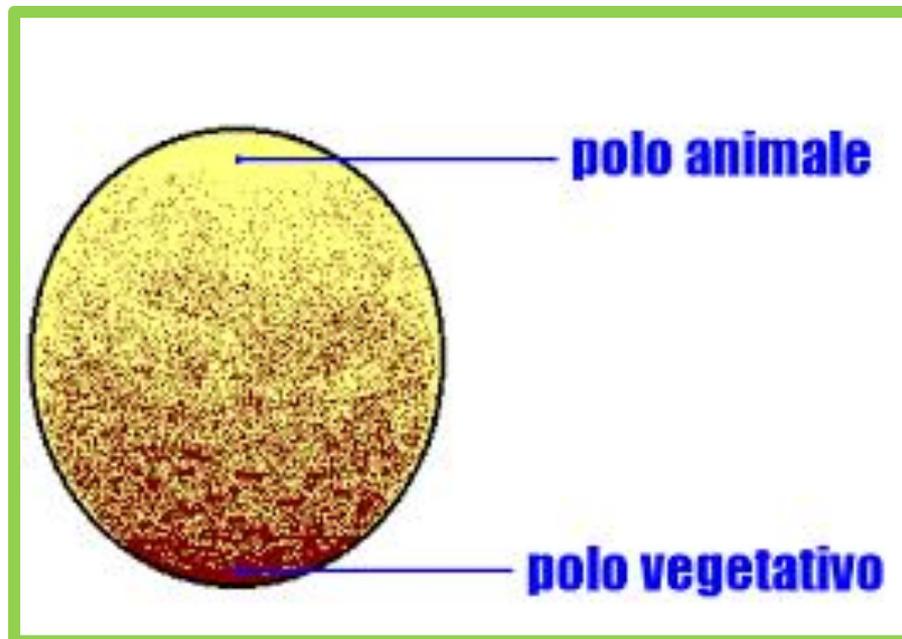
- o p56
- o cdc 13



Il profilo di segmentazione è determinato da due parametri:

1. Quantità e distribuzione del **tuorlo** nel citoplasma
2. Fattori che nel citoplasma dell'uovo influiscono sull'orientamento del **fuso mitotico** e sui tempi della sua formazione

**La segmentazione è influenzata dalla presenza del vitello che rallenta od ostacola la formazione del solco di divisione**





Quindi in base al tipo di uovo vi  
sono due grosse modalità di  
segmentazione:

**TOTALE o OLOBLASTICA,  
PARZIALE o MEROBLASTICA**

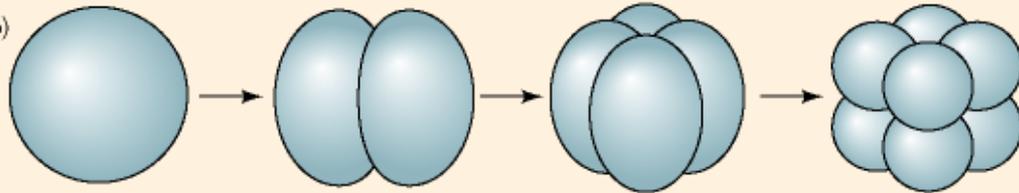
# Totale o oloblastica

## I. SEGMENTAZIONE OLOBLASTICA (TOTALE)

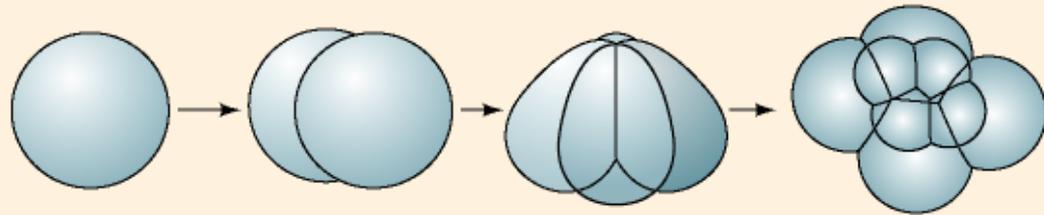
### A. Uova isolecitiche

(Vitello scarso, uniformemente distribuito)

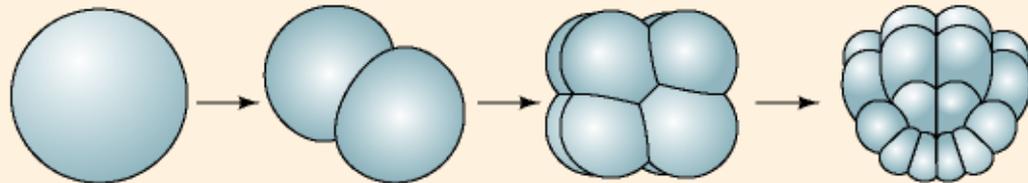
1. Segmentazione radiale  
Echinodermi, anfiosso



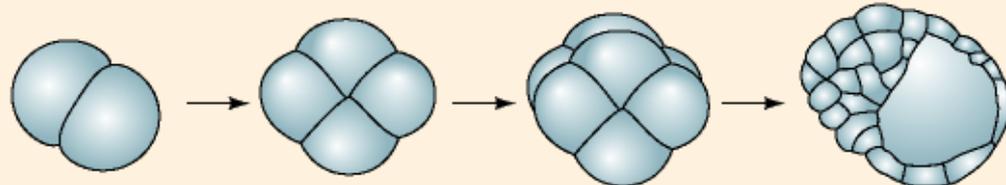
2. Segmentazione spirale  
Anellidi, molluschi,  
platelminti



3. Segmentazione bilaterale  
Tunicati



4. Segmentazione rotazionale  
Mammiferi, nematodi

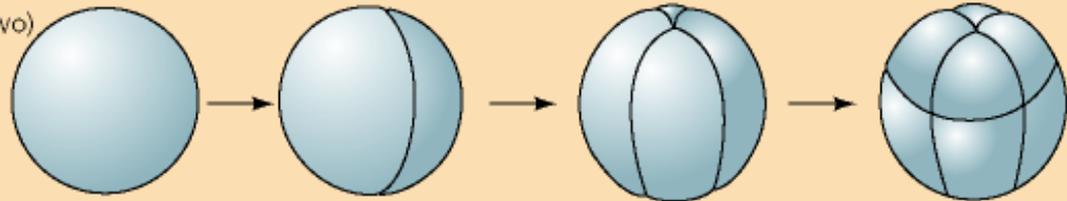


# Totale o oloblastica

## B. Uova mesolecitiche

(quantità modesta di vitello al polo vegetativo)

Segmentazione radiale ineguale  
Anfibi



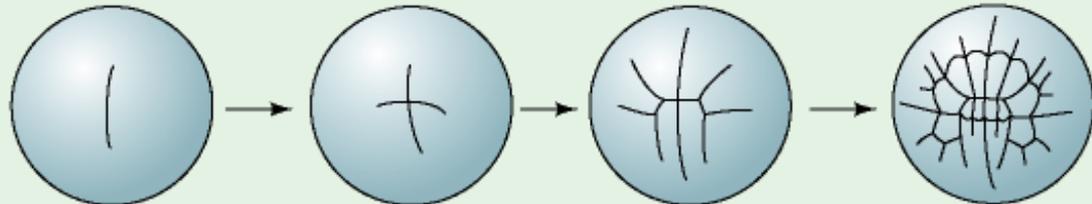
# Parziale o meroblastica

## II. SEGMENTAZIONE MEROBLASTICA (PARZIALE)

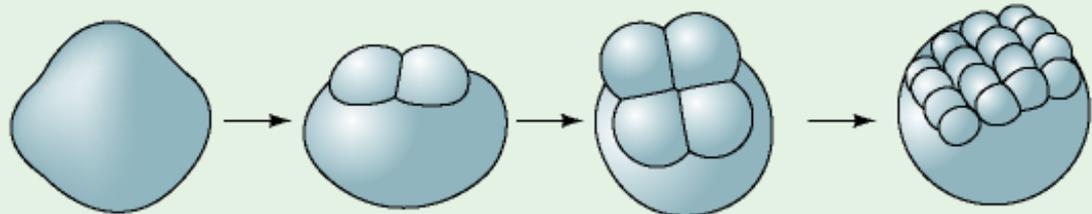
### A. Uova teleolecitiche

(vitello abbondante che occupa quasi tutta la cellula)

1. Segmentazione bilaterale  
Molluschi cefalopodi



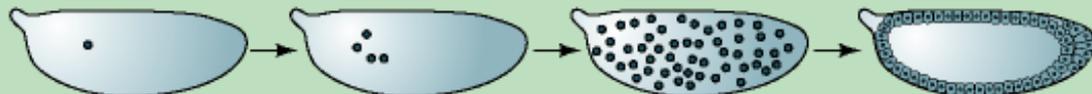
2. Segmentazione discoidale  
Pesci, rettili, uccelli



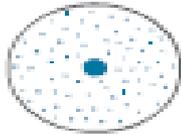
### B. Uova centrolecitiche

(vitello al centro dell'uovo)

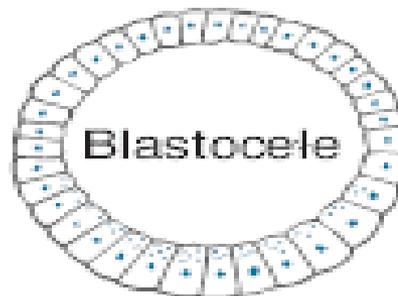
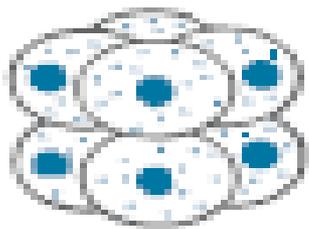
Segmentazione superficiale  
Maggior parte degli insetti



## Uovo isolecitico

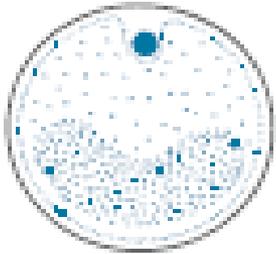


Segmentazione  
oloblastica

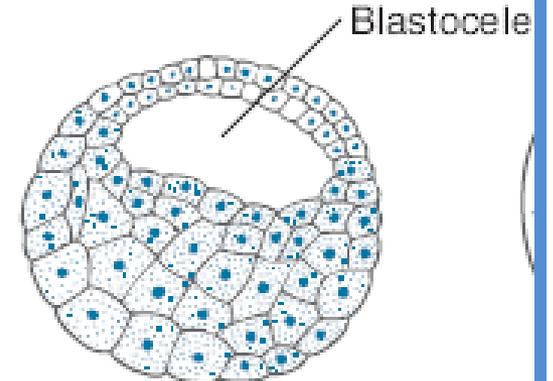
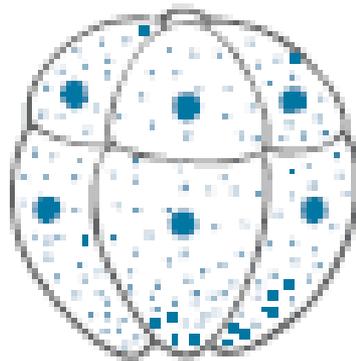


Riccio di mare

## Uovo mesolecitico

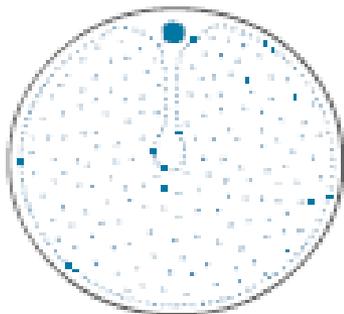


Segmentazione  
oloblastica

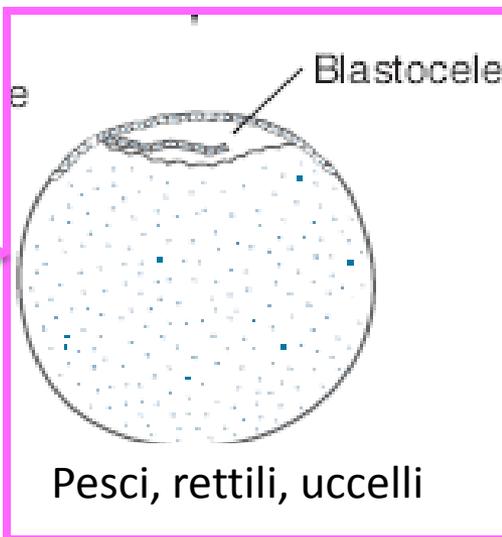
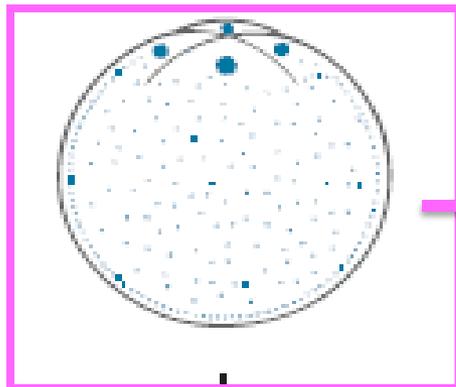


Rana

## Uovo telolecitico

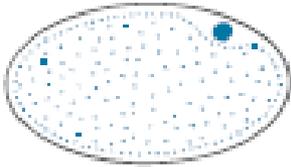


Segmentazione  
discoidale

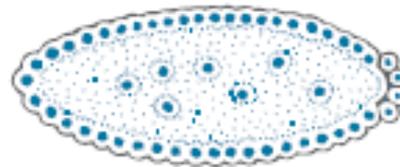
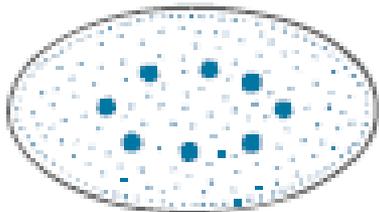


Pesci, rettili, uccelli

## Uovo centrolecitico



Segmentazione  
superficiale

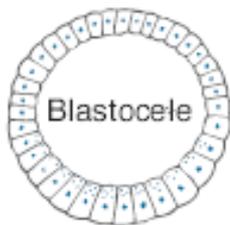


Insetto

Uovo isolecitico



Segmentazione oloblastica

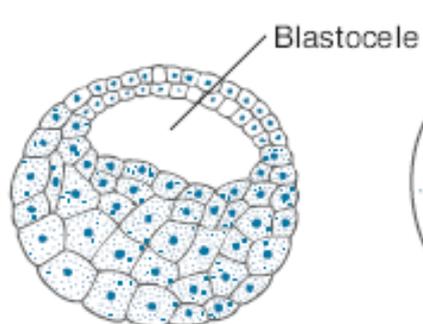
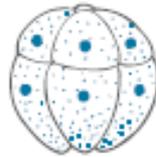


Riccio di mare

Uovo mesolecitico

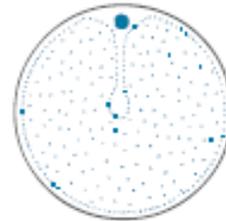


Segmentazione oloblastica

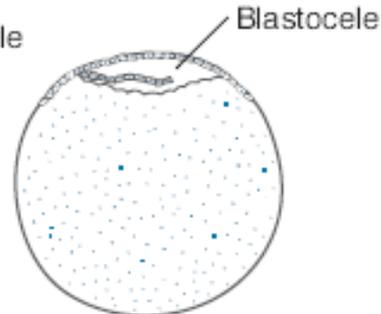
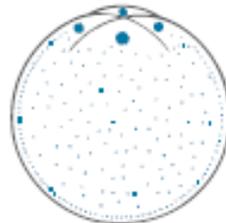


Rana

Uovo telolecitico

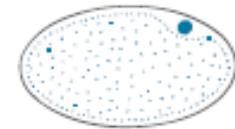


Segmentazione discoidale

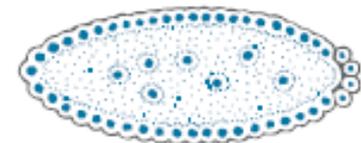
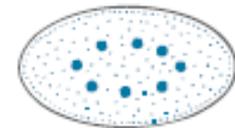


Uccello

Uovo centrolecitico



Segmentazione superficiale



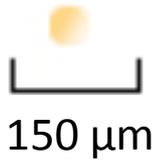
Insetto

<b>Tipo di uovo</b>	<b>Tipo di segmentazione</b>	<b>Modello di segmentazione</b>	<b>Forma blastula</b>	<b>Gruppo animale</b>
Isolecitico (poco vitello uniformemente distribuito)	Oloblastica (l'uovo si divide totalmente)	Radiale, bilaterale, spirale, rotazionale	Sferica (un singolo strato di blastomeri delimita il blastocele)	Echinodermi, cefalocordati, ascidie, molluschi, anellidi, mammiferi euteri
Mesolecitico (moderata quantità di vitello, più abbondante nell'emisfero vegetativo)	Oloblastica	Radiale	Sferica (più strati di blastomeri delimitano il blastocele eccentrico)	Anfibi e alcuni pesci
Telolecitico (l'uovo è quasi totalmente ripieno di vitello, tranne al polo animale in corrispondenza del blastodisco)	Meroblastica (l'uovo non si segmenta totalmente)	Discoidale (i blastomeri formano un disco che poggia sul vitello insegmentato)	Disco cellulare (formato da epiblasto e ipoblasto, separati da un blastocele)	Molti pesci, uccelli e rettili
Centrolecitico (il vitello è concentrato al centro dell'uovo)	Meroblastica	Superficiale (i blastomeri si formano sulla superficie dell'uovo)	Ovoidale (i blastomeri formano un singolo strato, detto blastoderma, che circonda il vitello)	Insetti e altri artropodi

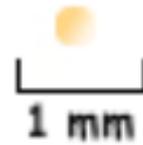
# Le dimensioni delle uova



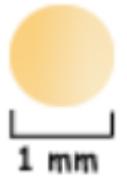
Echinodermi  
oligolecitico



Cefalocordati  
oligolecitico



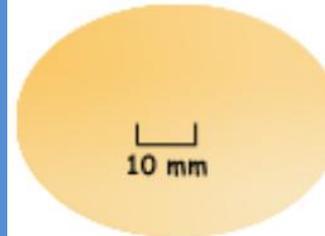
Teleostei  
telolecitico



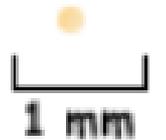
Anfibi  
mesolecitico



Uccelli/rettili  
telolecitico



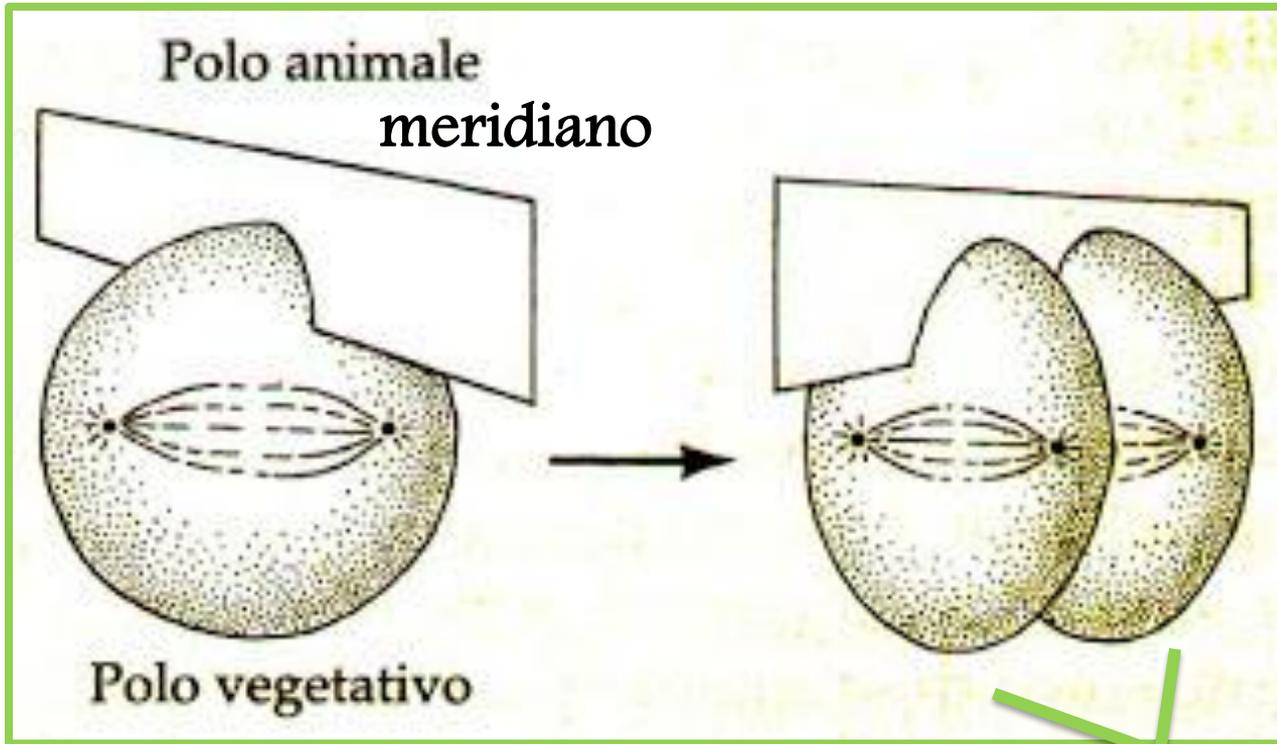
Mammiferi  
alecitico



# Segmentazione oblastica radiale: riccio di mare

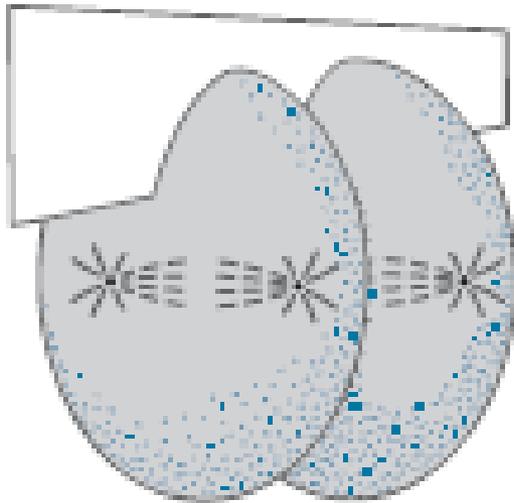
Tipo di uovo	Tipo di segmentazione	Modello di segmentazione	Forma blastula	Gruppo animale
Isolecitico (poco vitello uniformemente distribuito)	Oblastica (l'uovo si divide totalmente)	Radiale, bilaterale, spirale, rotazionale	Sferica (un singolo strato di blastomeri delimita il blastocele)	Echinodermi, cefalocordati, ascidie, molluschi, anellidi, mammiferi euteri





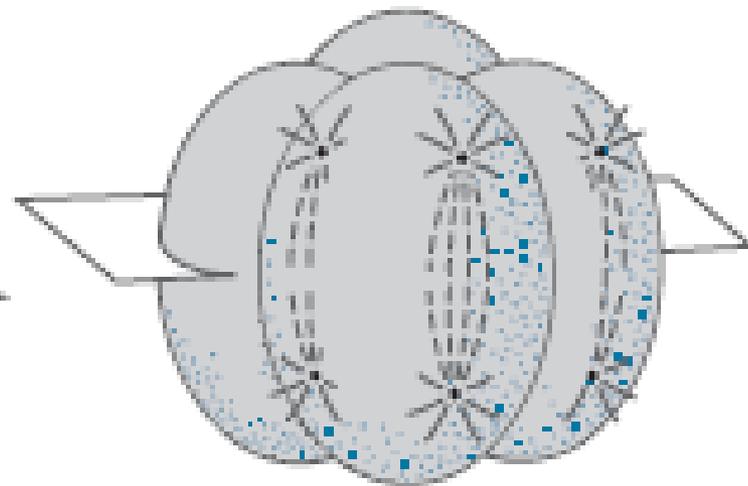
2 blastomeri

meridiano

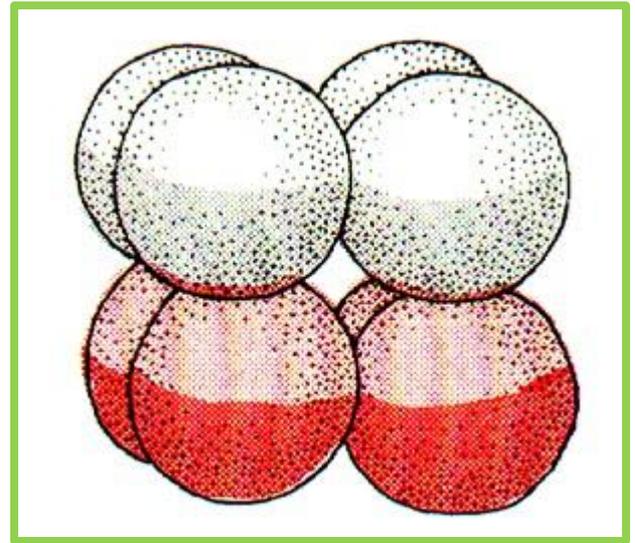
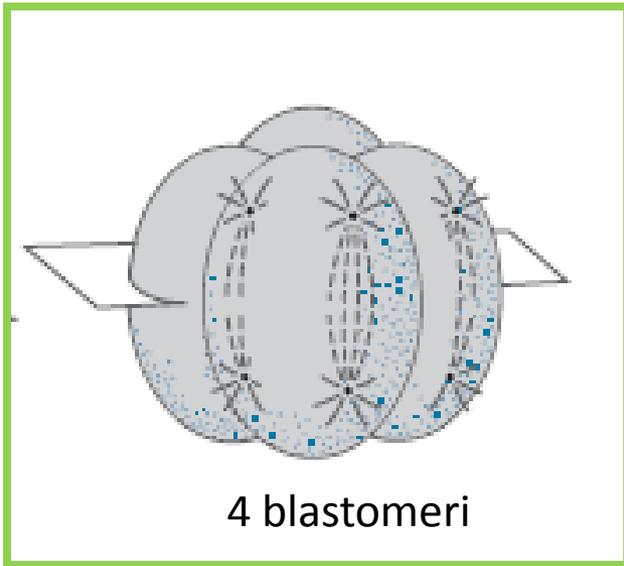


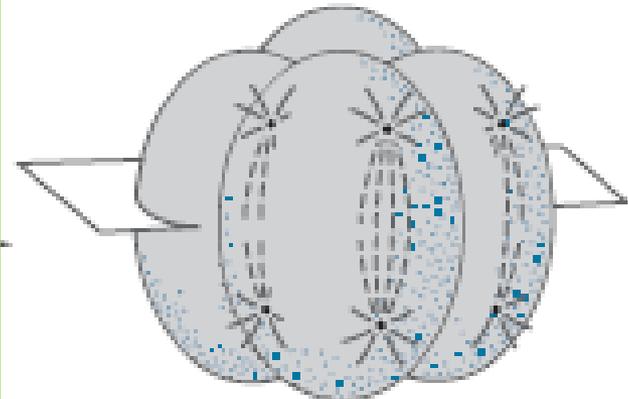
2 blastomeri

2  
→

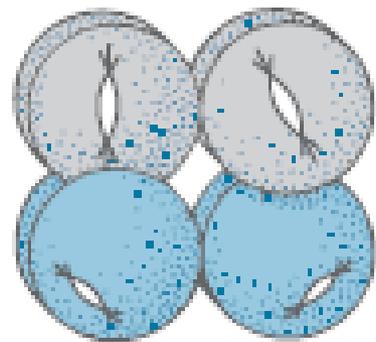


4 blastomeri



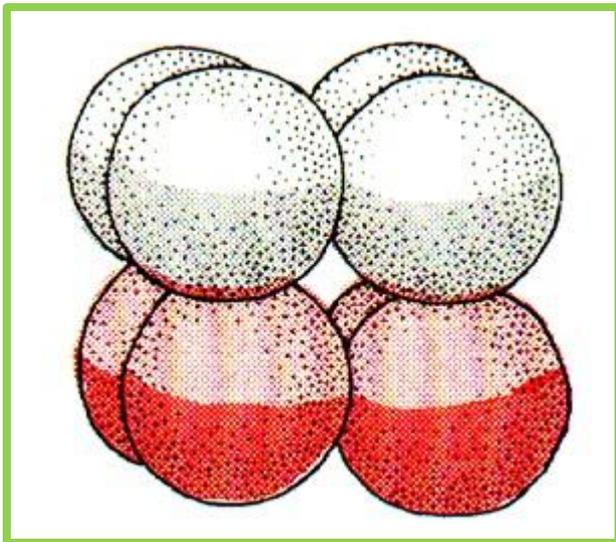


3

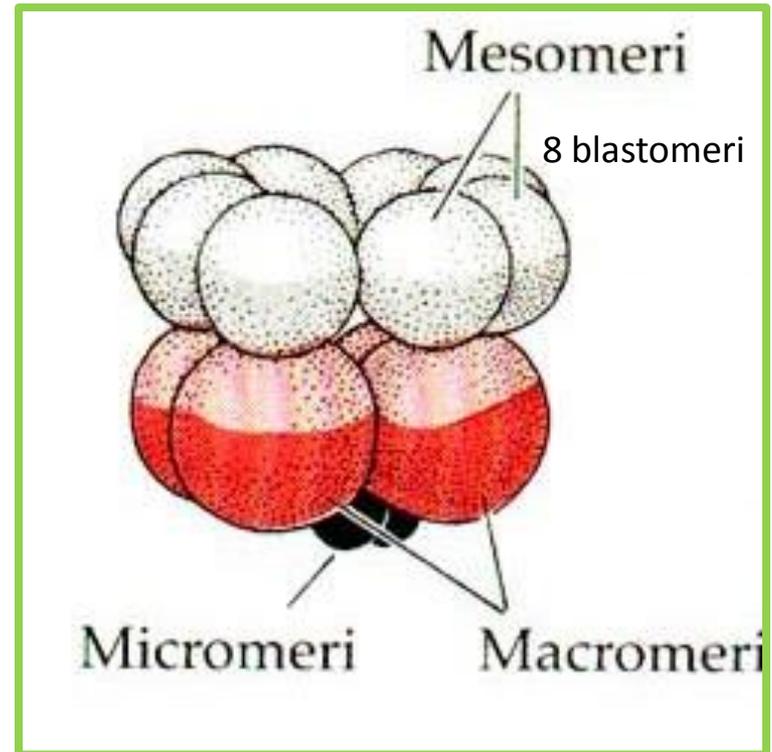


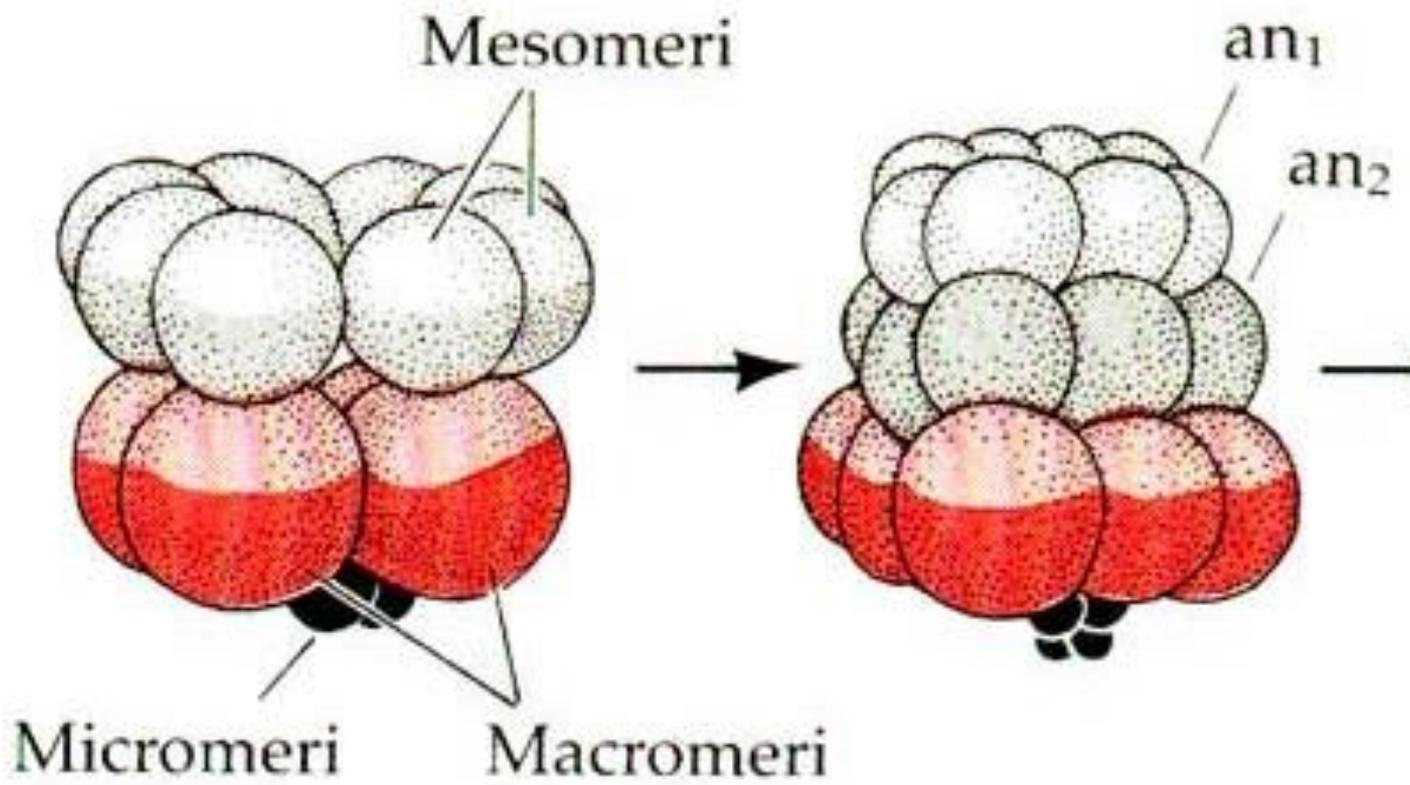
Emisfero animale

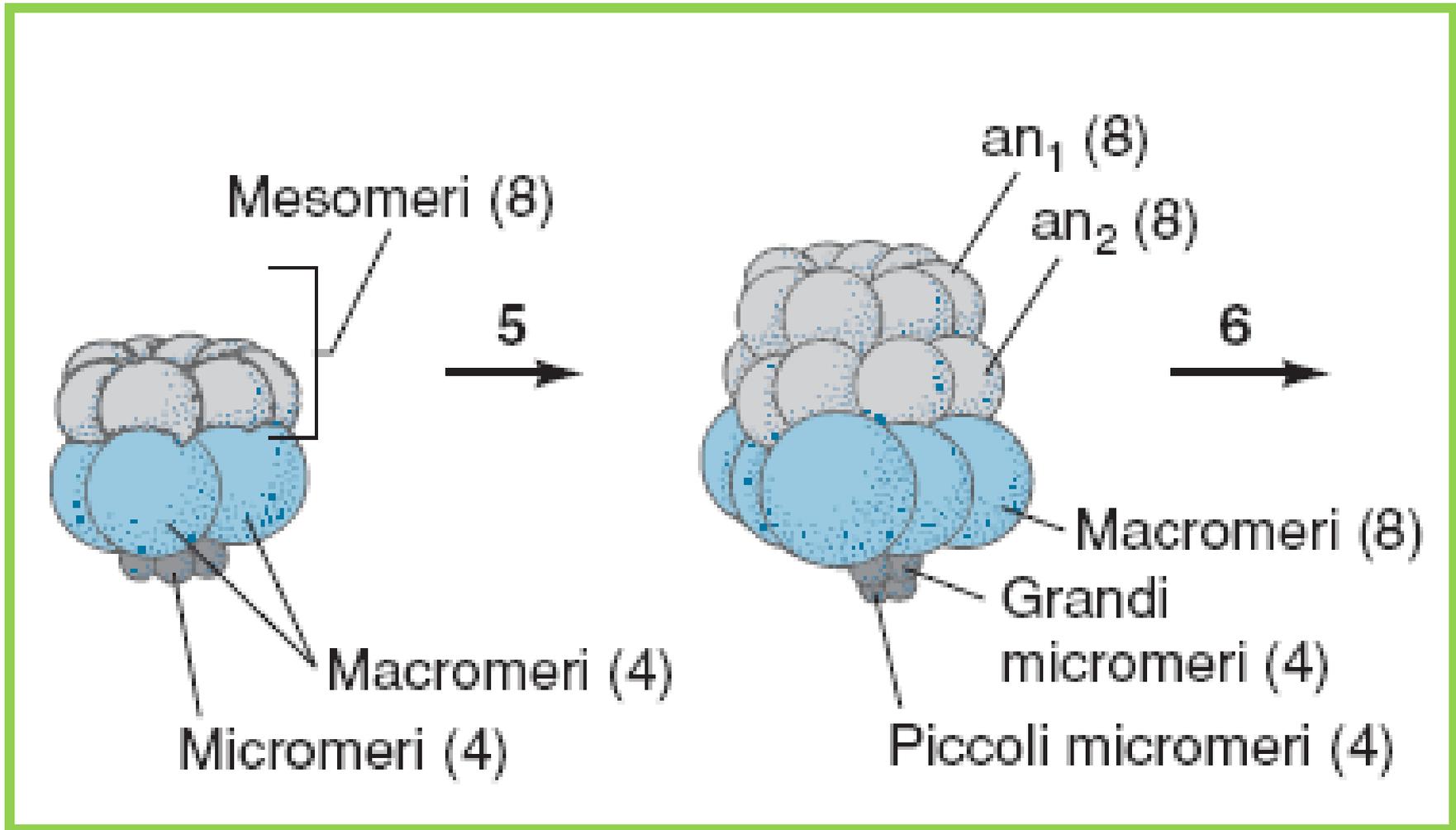
Emisfero vegetativo

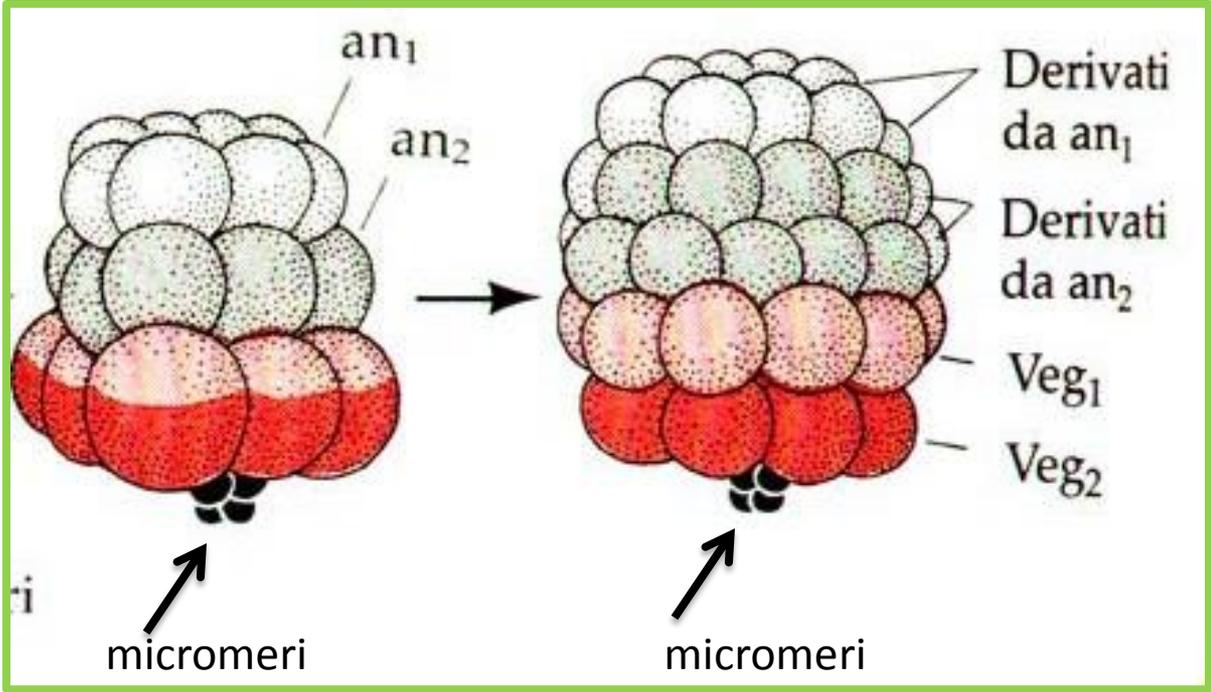


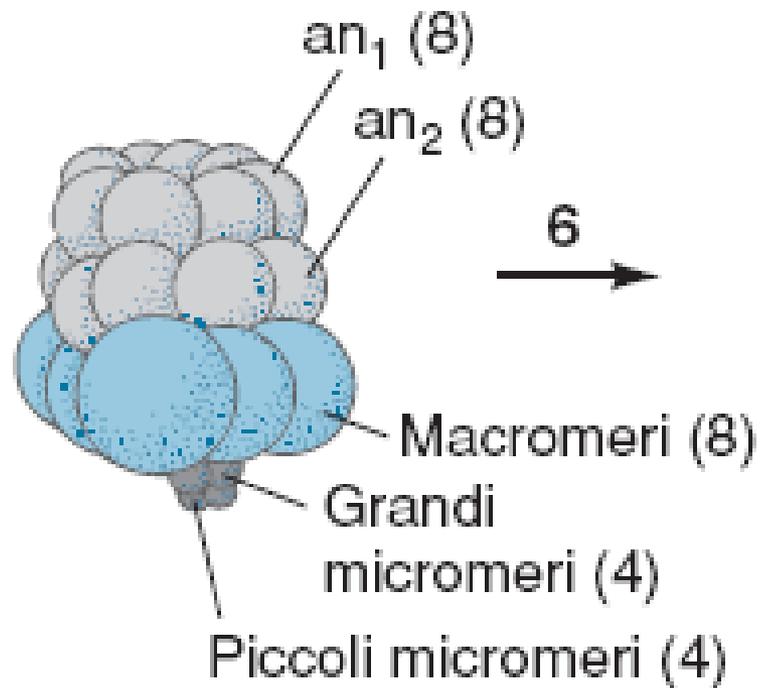
4 blastomeri al polo animale  
4 blastomeri al polo vegetativo



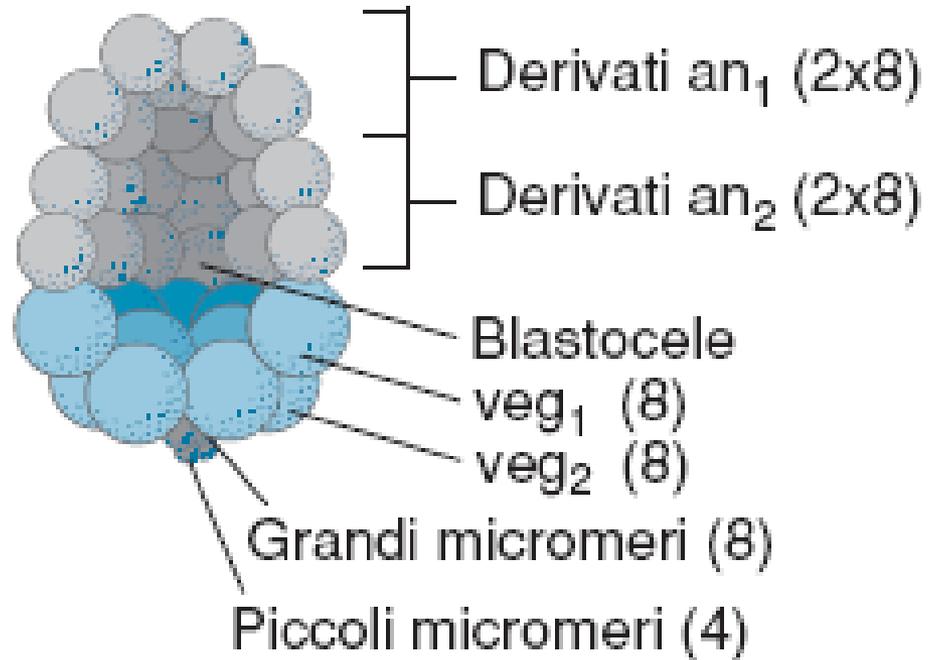




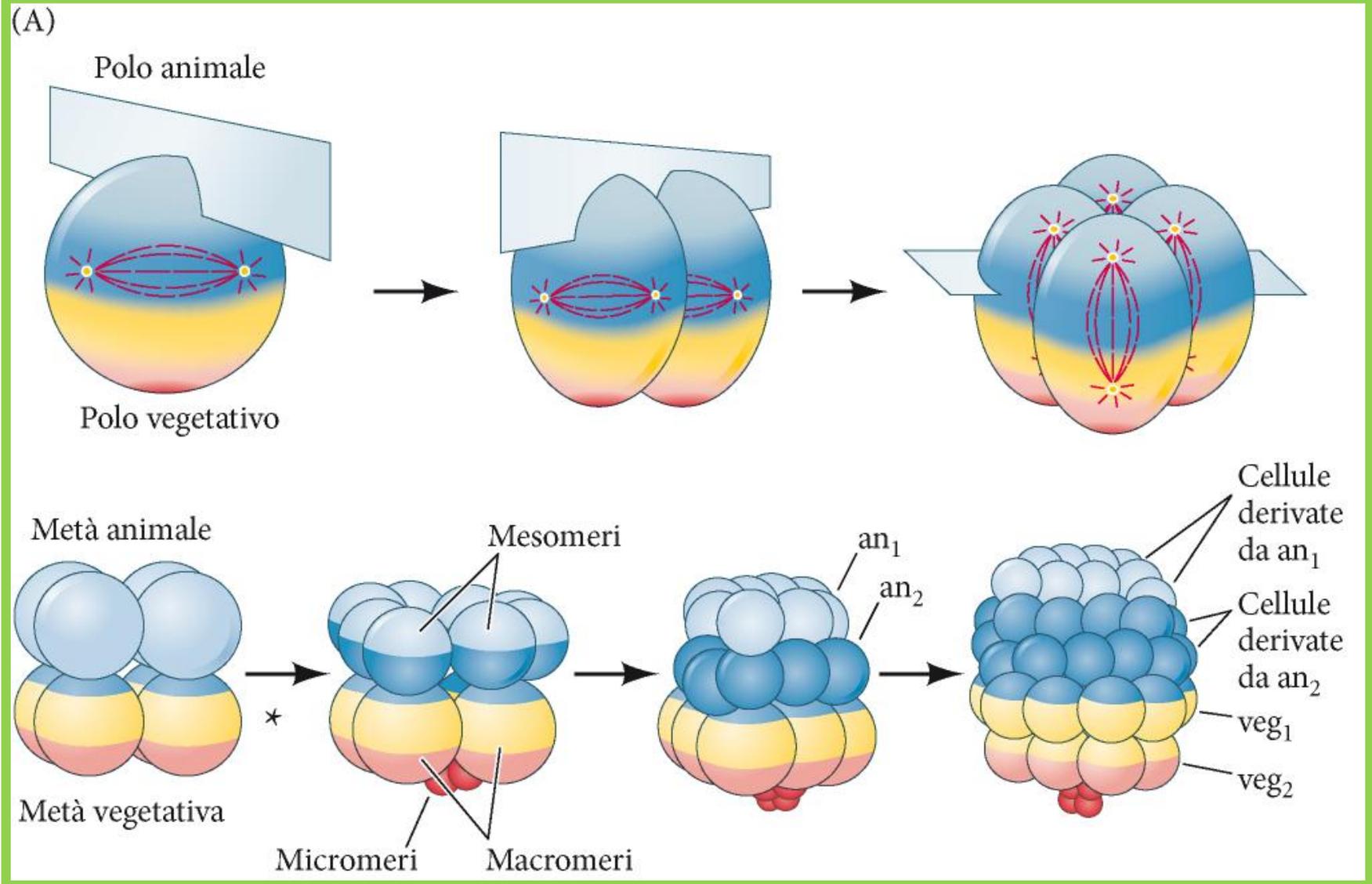


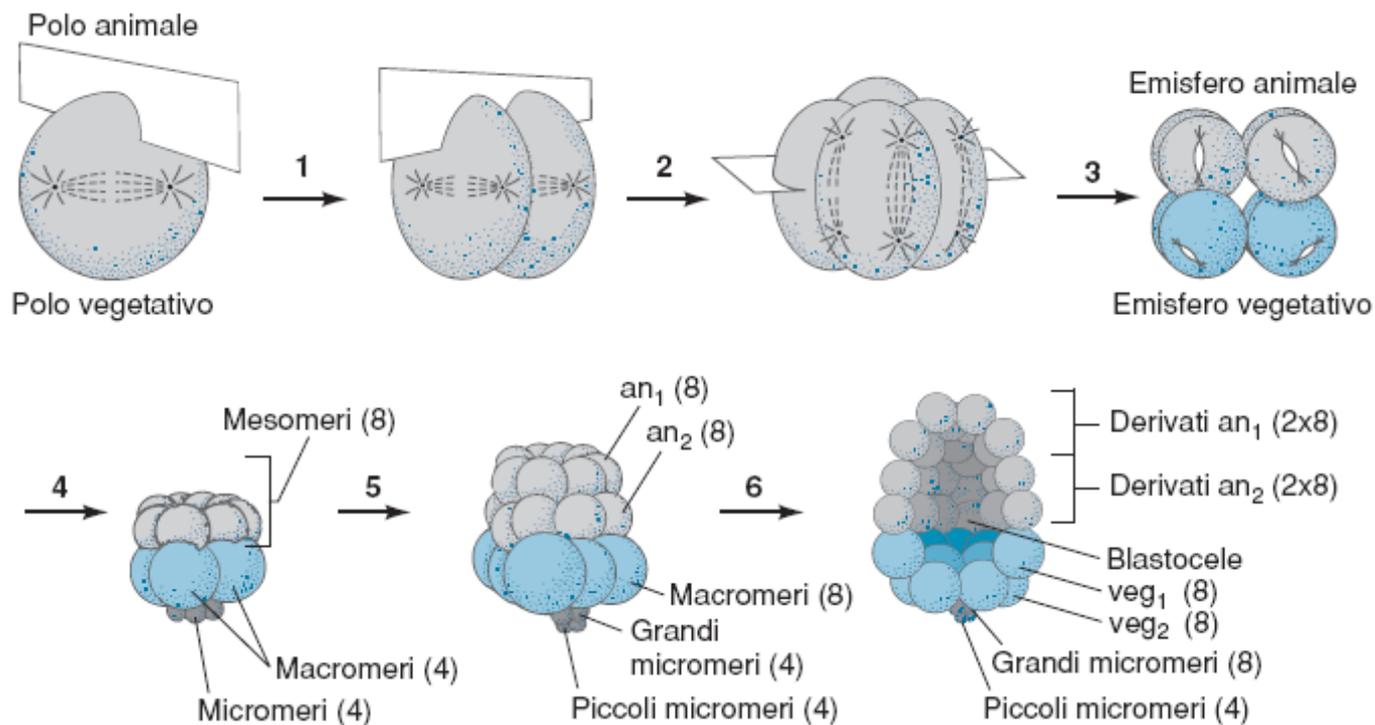


6



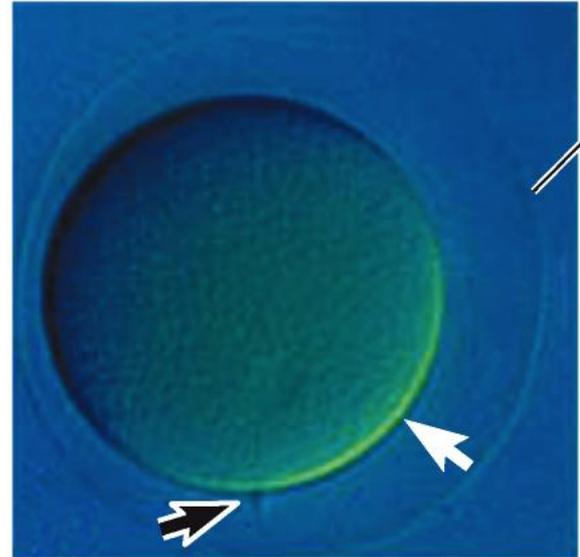
# Segmentazione oloblastica radiale: riccio di mare



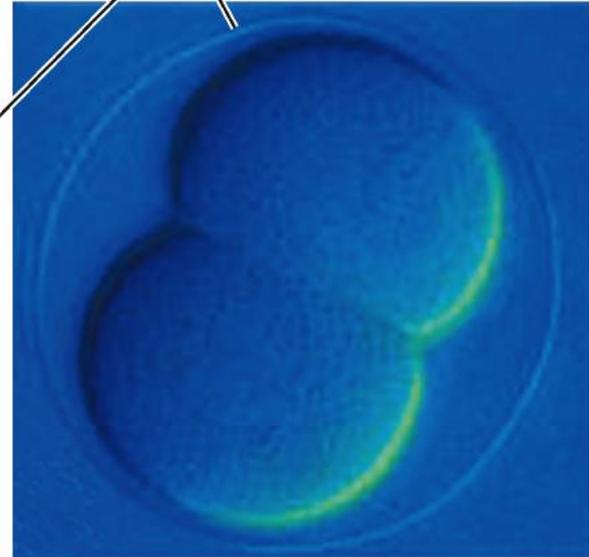


**Figura 5.4 Segmentazione dell'uovo di riccio di mare.** Il primo e il secondo piano di segmentazione sono meridiani e passano attraverso l'asse animale-vegetativo. Il terzo piano di divisione è equatoriale e perpendicolare all'asse animale-vegetativo. Con la quarta divisione di segmentazione i blastomeri animali si dividono in modo uguale secondo un piano meridiano formando otto mesomeri mentre i blastomeri vegetativi si dividono in modo diseguale formando quattro macromeri e quattro micromeri al polo vegetativo. Con la quinta divisione di segmentazione si formano due file animali ( $an_1$  e  $an_2$ ) di otto mesomeri ciascuna, una fila di blastomeri vegetativi di otto macromeri, quattro grandi micromeri e quattro piccoli micromeri. Alla sesta divisione di segmentazione l'embrione è mostrato in sezione polo animale /polo vegetativo. Si evidenzia il blastocoele, in posizione centrale; inoltre nell'emisfero animale si riscontrano due file di mesomeri di otto cellule ciascuna ( $an_1$ ) che sormontano altre due file di mesomeri di otto cellule ciascuna ( $an_2$ ); nell'emisfero vitellino vi sono due file di macromeri ( $veg_1$  e  $veg_2$ ) di otto cellule ciascuna, otto grandi micromeri e infine, all'estremo polo vitellino, 4 piccoli micromeri. Questi ultimi non si dividono durante la sesta divisione di segmentazione.

(A)

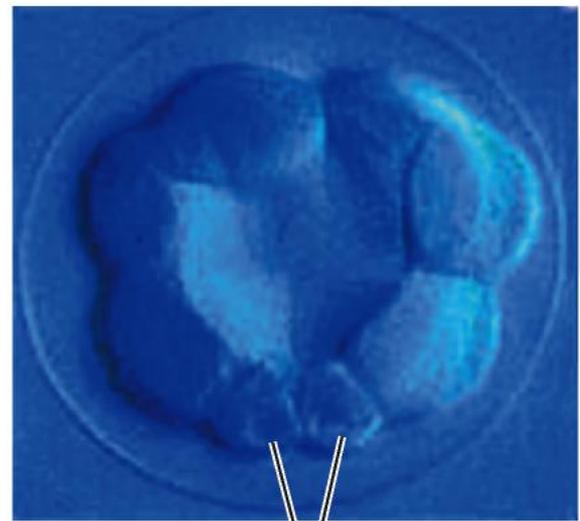


(B)



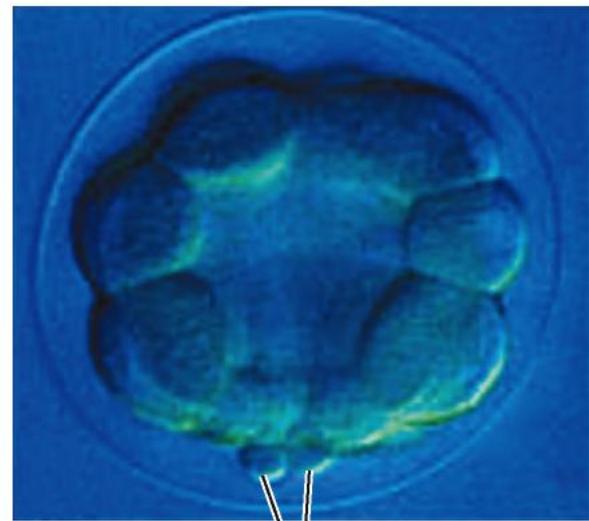
Membrana di fecondazione

(C)



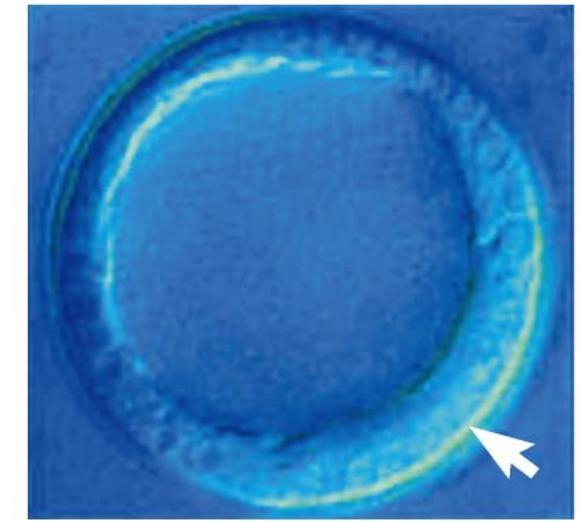
(D)

Micromeri

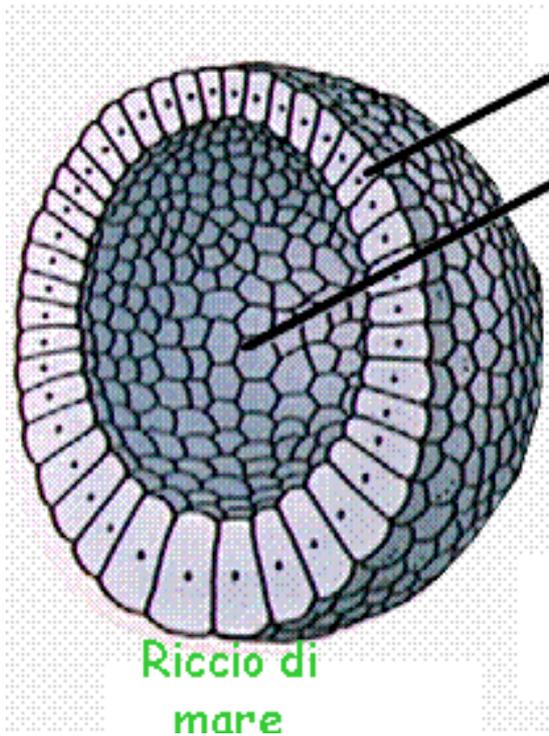


(E)

Micromeri



(F)

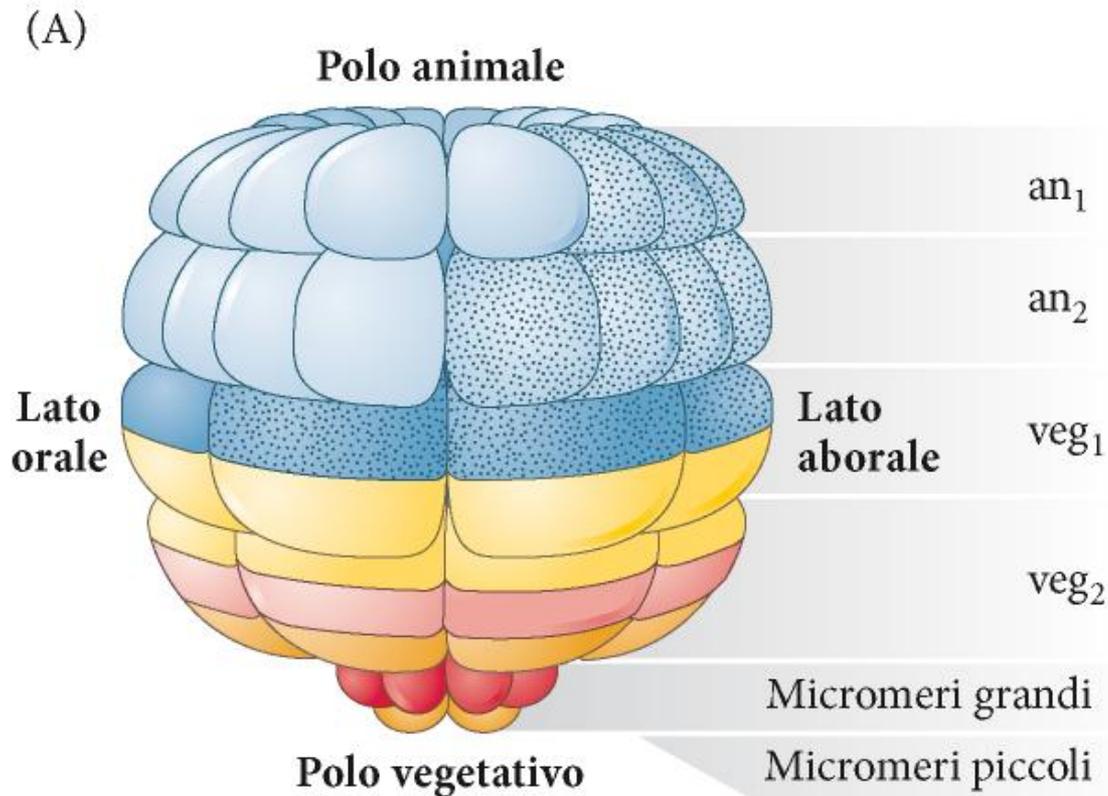


Blastoderma

Blastocele

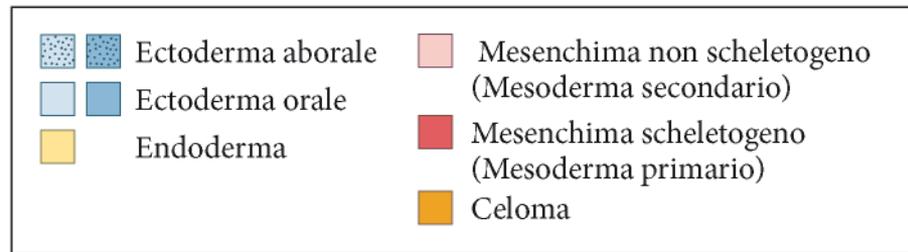
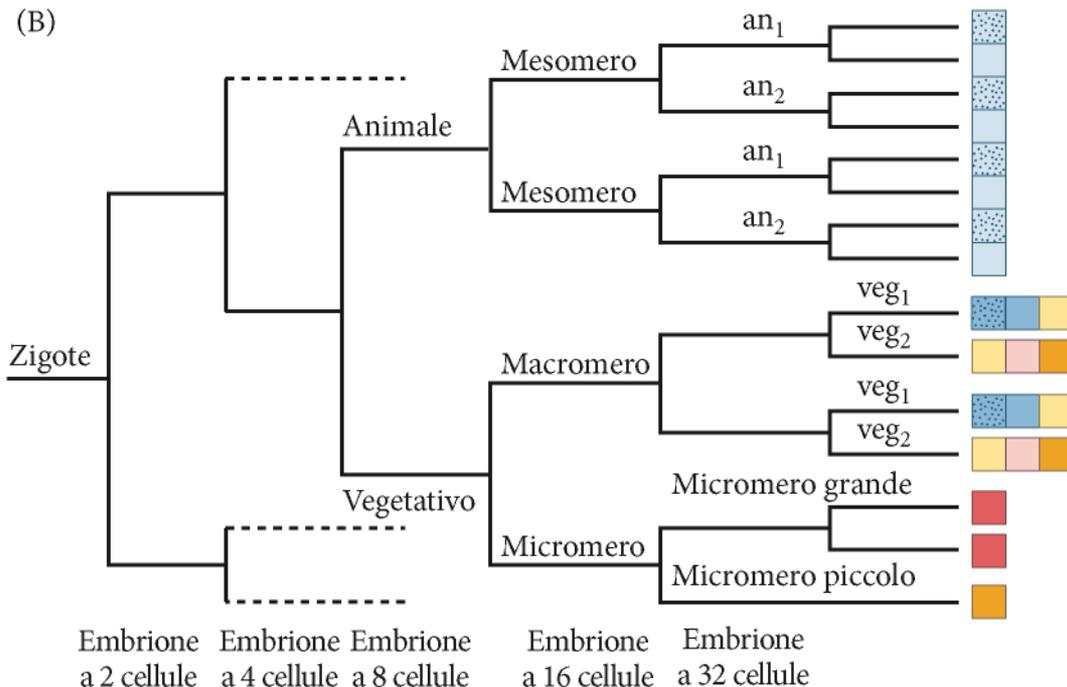
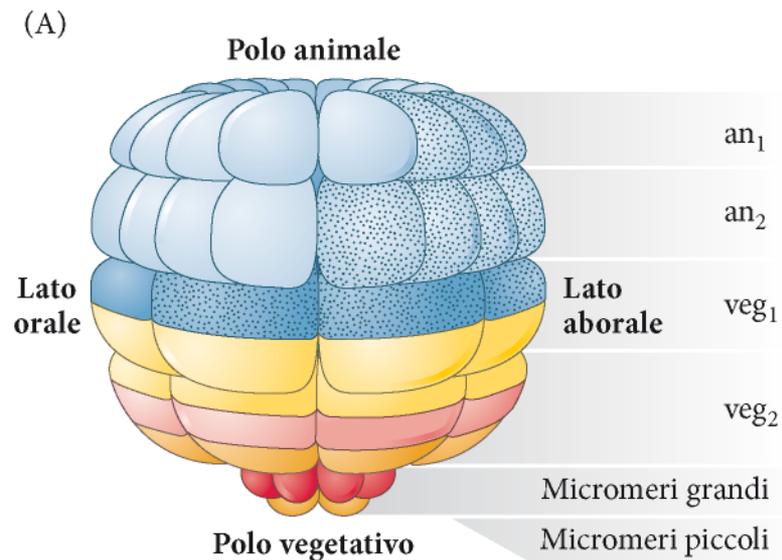
Riccio di  
mare

# Mappe presuntive e determinazione dei blastomeri nel riccio di mare



Una mappa presuntiva è una mappa che illustra la discendenza di linee cellulari provenienti da regioni specifiche dell'embrione. Una mappa che rappresenta ciò che sarà su una struttura che deve ancora dar luogo a questi organi.

# Mappe presuntive e determinazione dei blastomeri nel riccio di mare





**Il destino degli strati cellulari è determinato mediante due processi**

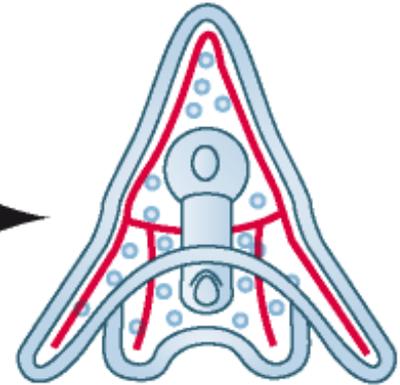
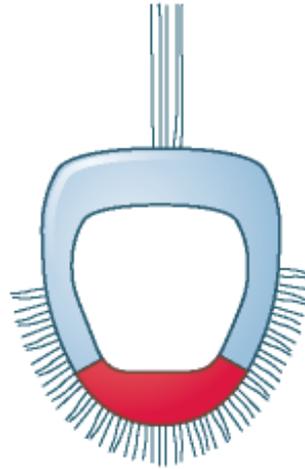
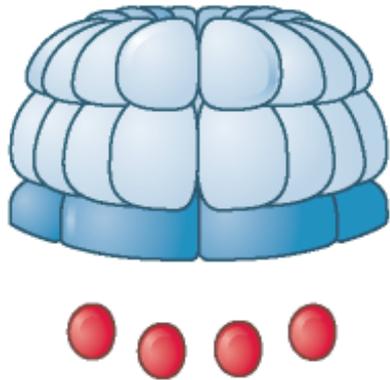


**AUTONOMAMENTE**



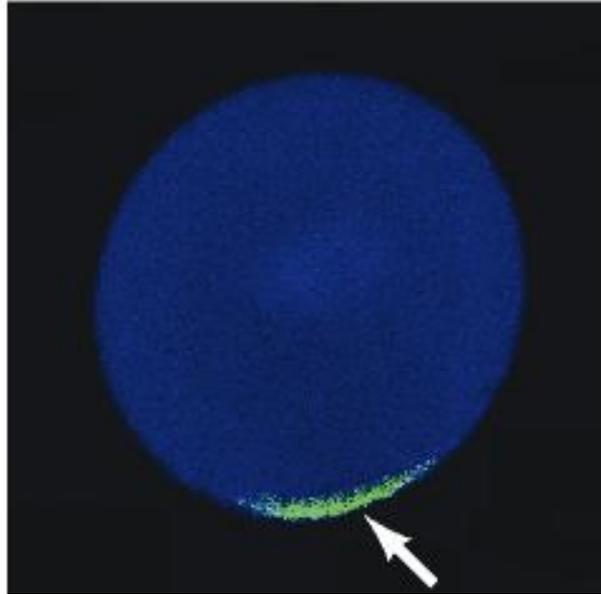
**SEGNALI PARACRINI**

(C) Emisfero animale posto  
a contatto diretto  
con i micromeri



Larva riconoscibile;  
endoderma derivato  
dagli strati cellulari  
dell'emisfero animale

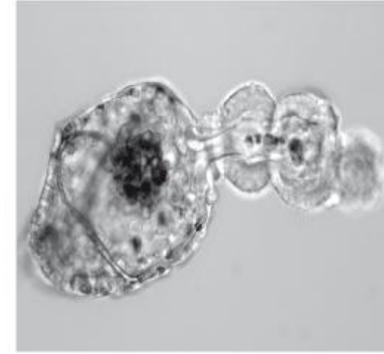
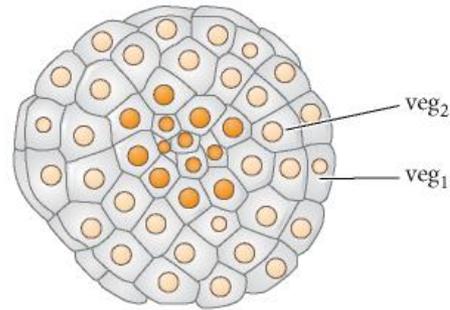
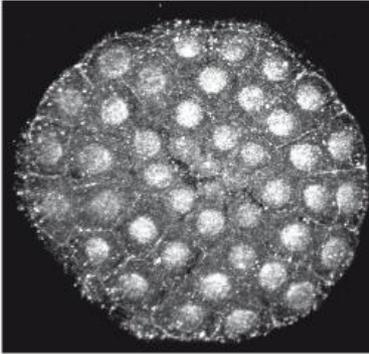
# La discendenza dei micromeri inizia nell'uovo non ancora diviso



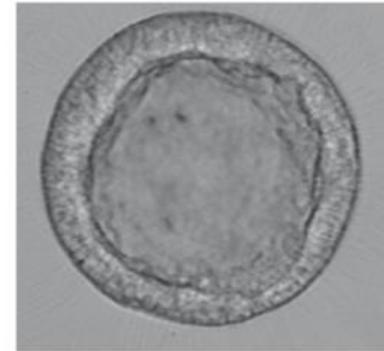
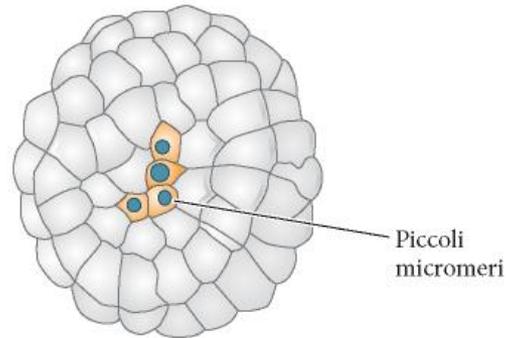
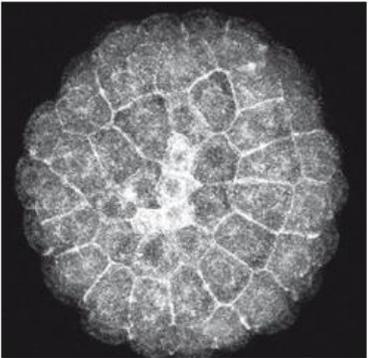
I micromeri sono specificati dalla presenza di elevate concentrazioni di  $\beta$ -catenina e Disheveled (Dsh) citoplasmatiche già presenti nell'uovo. Dsh impedisce la degradazione della  $\beta$ -catenina nei nuclei dei micromeri e dei macromeri.

**LiCl**

(C)



(D)



Il **LiCl** fa sì che la  $\beta$ -catenina **si accumuli nei nuclei di tutte** le cellule della blastula così anche le cellule del polo animale vengono specificate come mesoderma ed endoderma. Se, invece, si **impedisce alla  $\beta$ -catenina** di entrare nei nuclei anche le cellule vegetative daranno ectoderma e l'embrione si svilupperà come una sfera cava ciliata

# Successivo input regolatore dei micromeri: cancello del doppio negativo

Otx/ $\beta$ -catenina  $\xrightarrow{\text{Interagiscono}}$

Pmar1

~~X~~ Reprime

HesC\*

*Nei micromeri*

Non essendo attivo il repressore vengono espressi i geni coinvolti nel differenziamento dei micromeri

Viene “REPRESSO il REPRESSORE”  
→ quindi doppio negativo  
→ attivazione genica

\*HesC

Un gene che quando attivo codifica un altro fattore repressore

Alx1; Thr; Ets; Delta

# Successivo input regolatore dei micromeri: cancello del doppio negativo

↓  
**X** È represso

**Pmar1**

↓ È attivo

**HesC**

Non sarà ovviamente espresso nei nuclei dei micromeri ma sarà attivo in ogni nucleo dell'embrione dove reprime i geni coinvolti nel differenziamento dei micromeri.

↓  
**X**

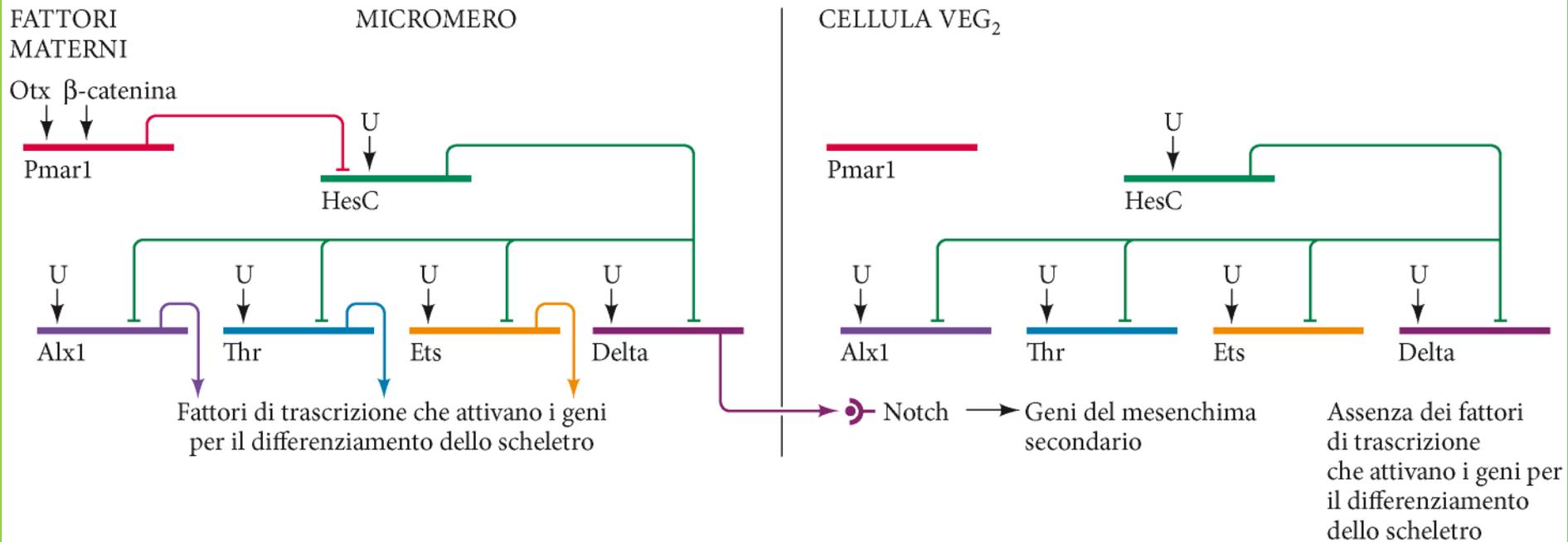
**Alx1; Thr; Ets; Delta**

\*HesC

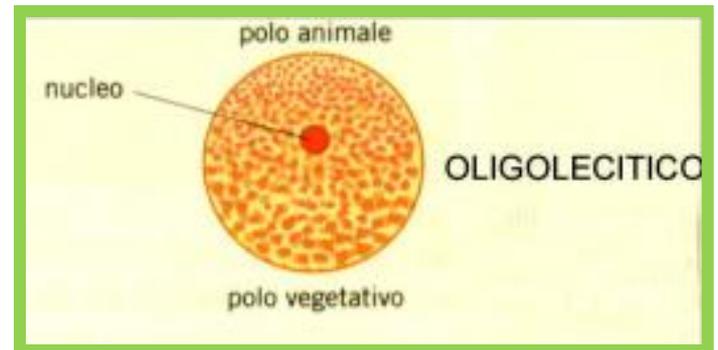
Un gene che quando attivo codifica un altro fattore repressore

# Cancello del doppio negativo

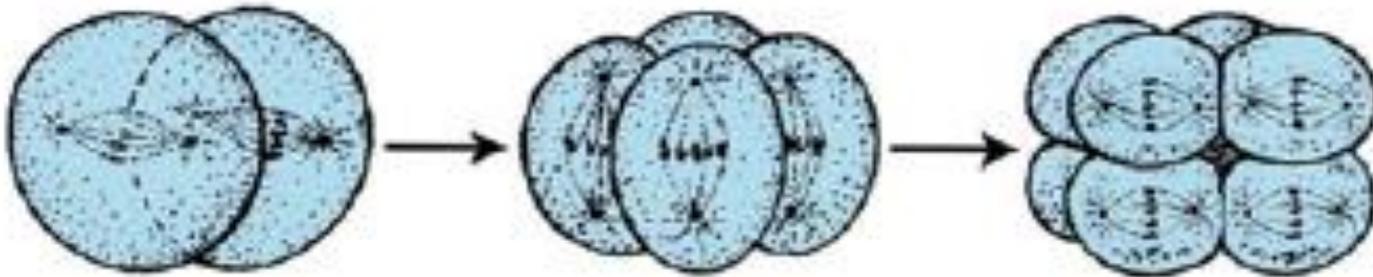
(B)



# Segmentazione oloblastica radiale: anfiosso

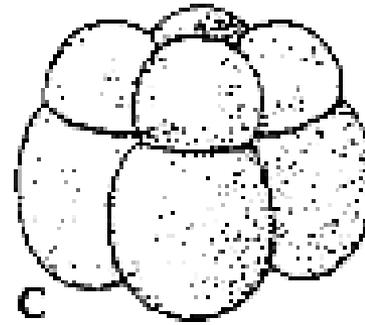
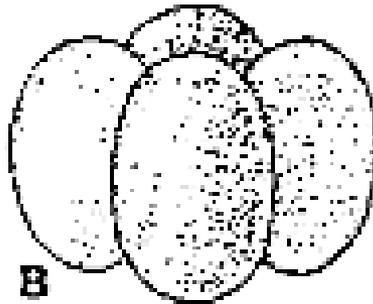
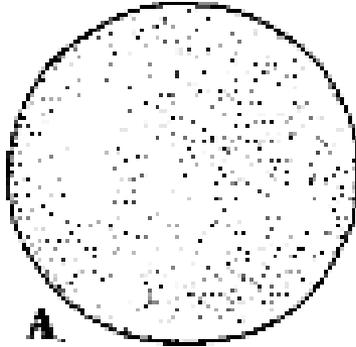


**Polo animale**

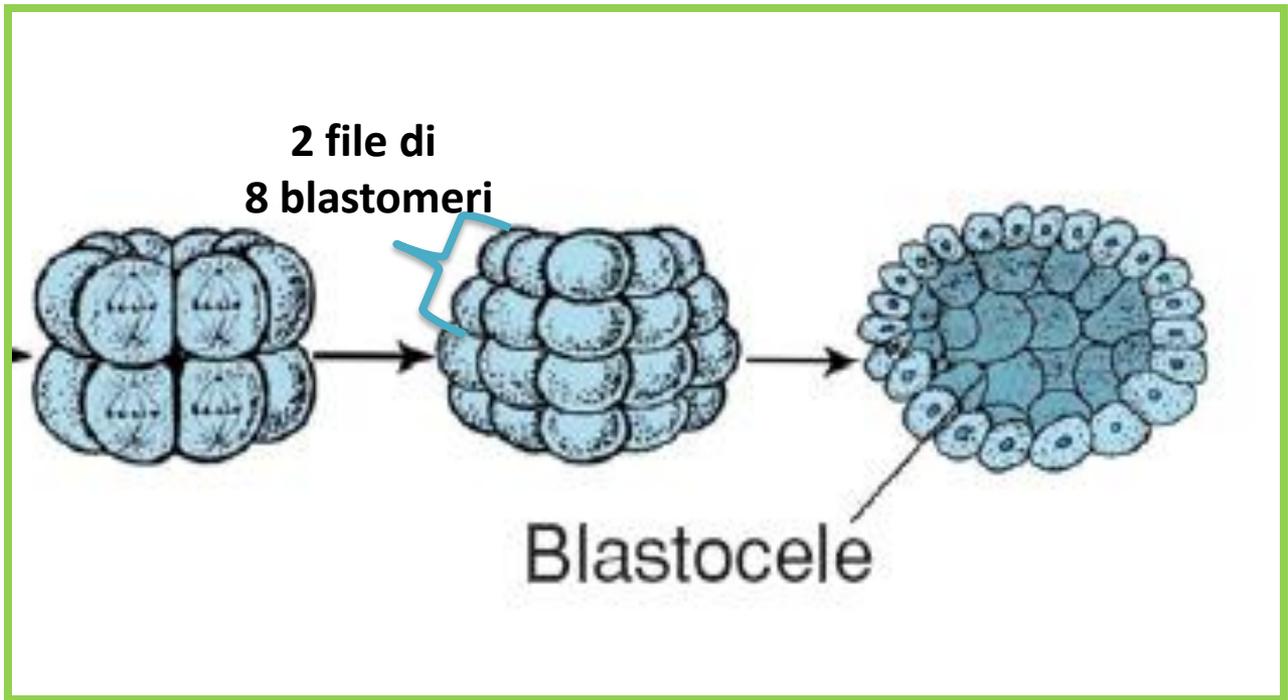


**Polo vegetativo**

Micromeri

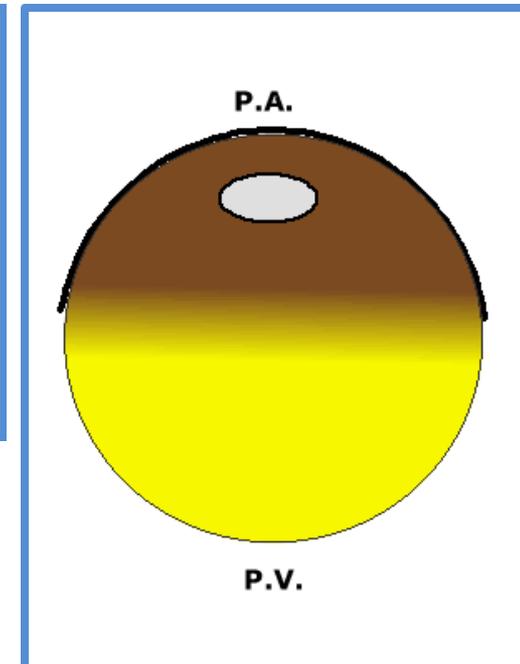
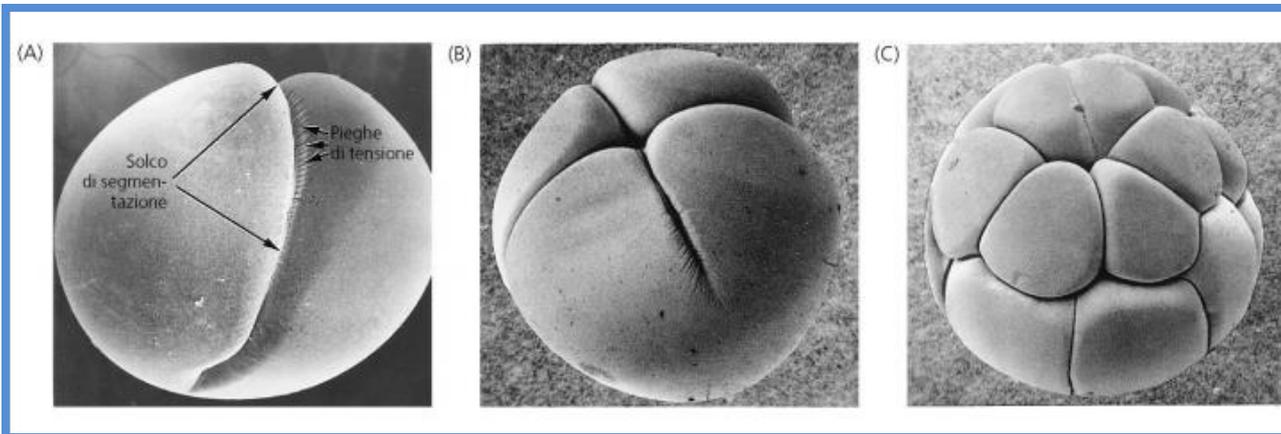


Macromeri

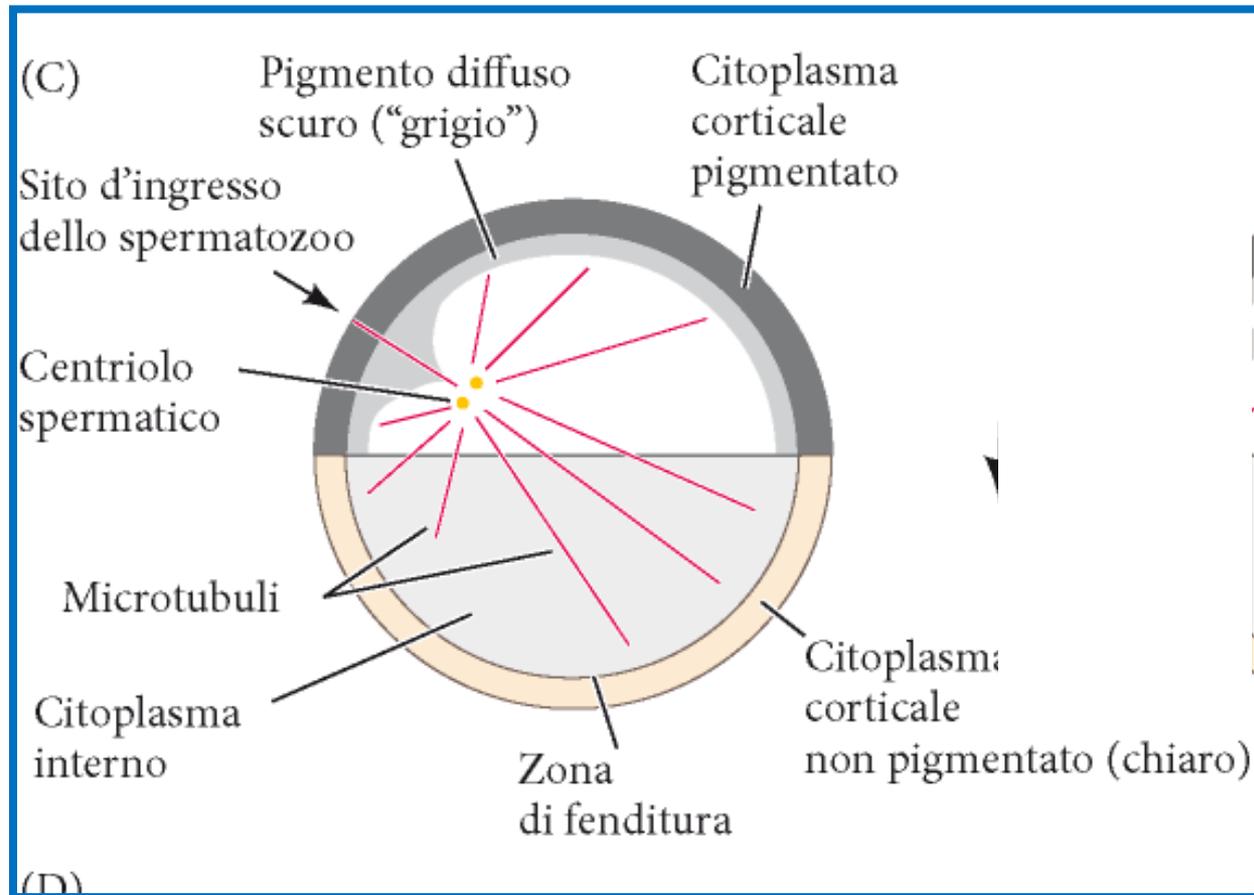


# Segmentazione oblastica radiale: anfibi

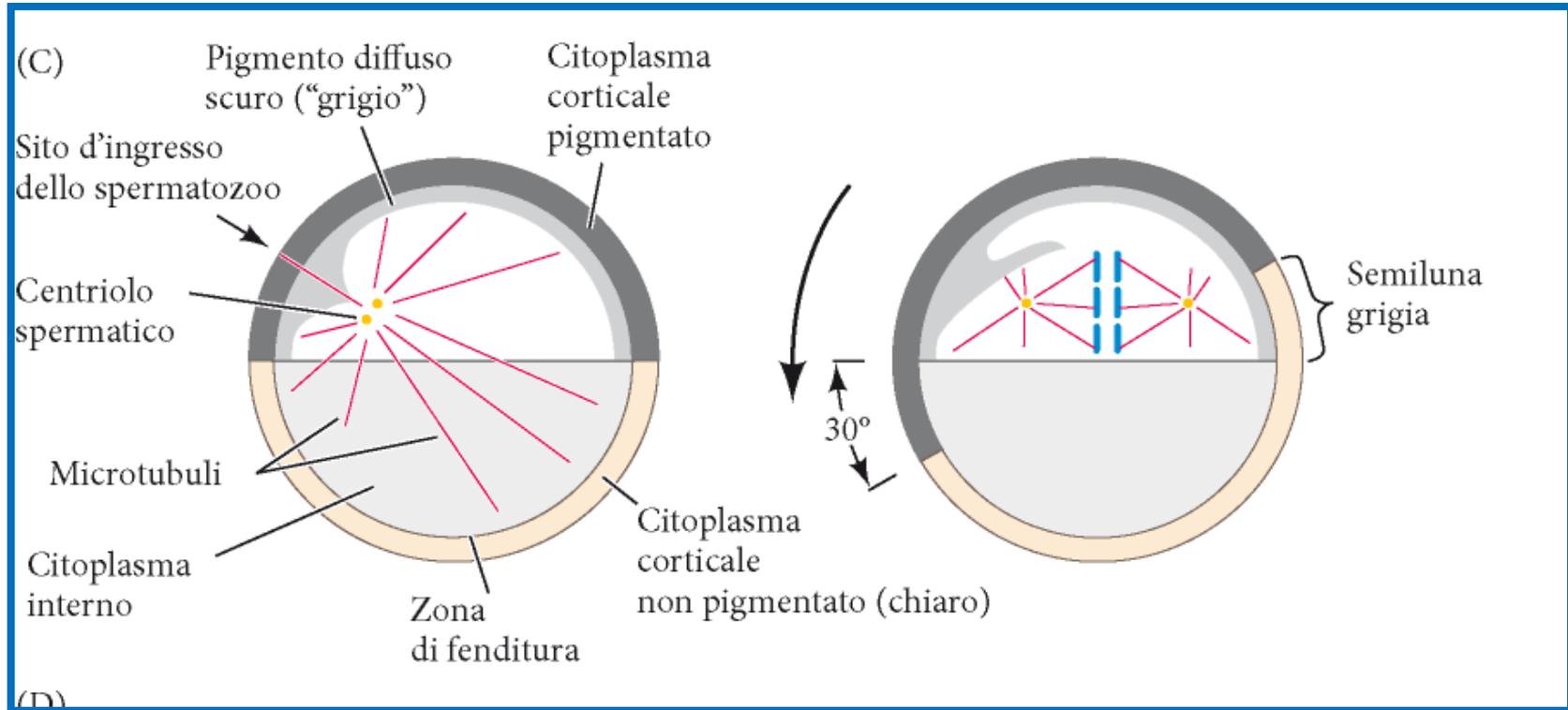
Tipo di uovo	Tipo di segmentazione	Modello di segmentazione	Forma blastula	Gruppo animale
Mesolecitico (moderata quantità di vitello, più abbondante nell'emisfero vegetativo)	Oblastica	Radiale	Sferica (più strati di blastomeri delimitano il blastocele eccentrico)	Anfibi e alcuni pesci



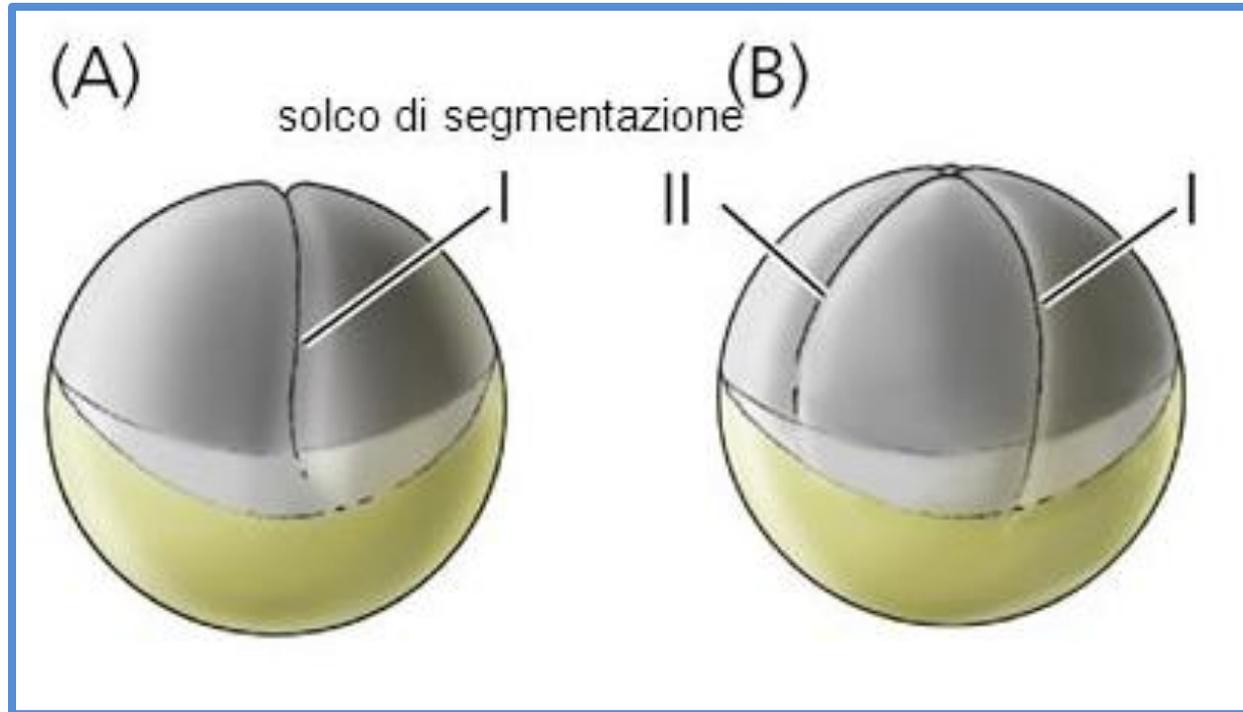
# I primi stadi dello sviluppo: anfibi

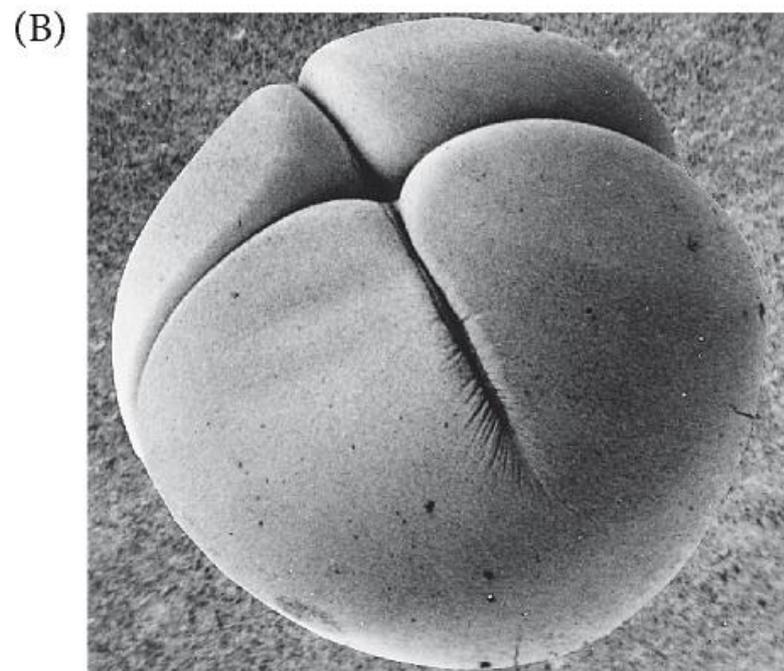
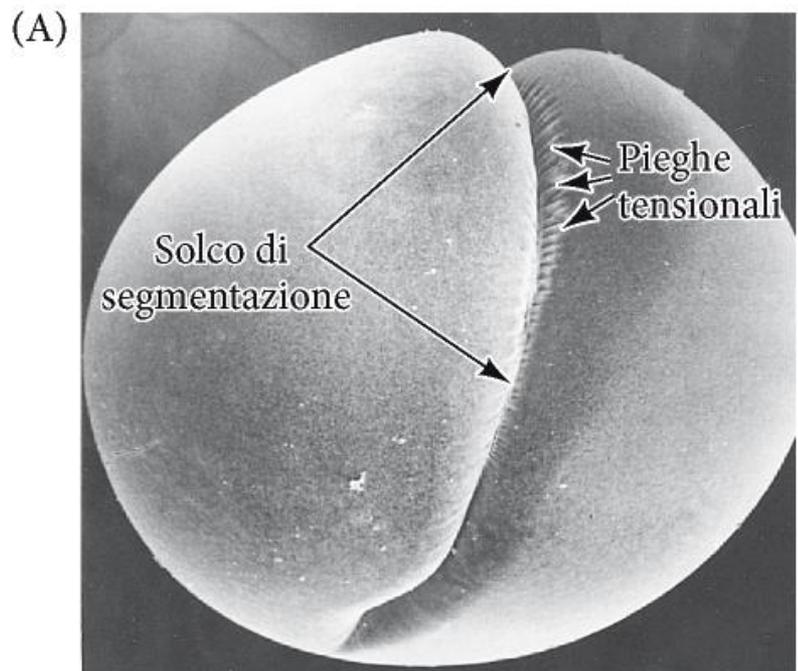


# I primi stadi dello sviluppo: anfibi

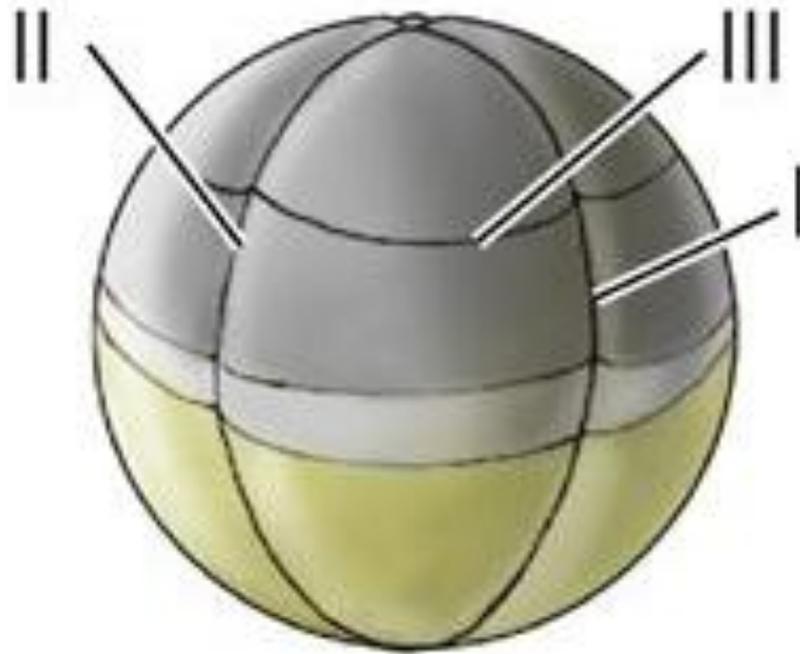


# Segmentazione oloblastica radiale: anfibi

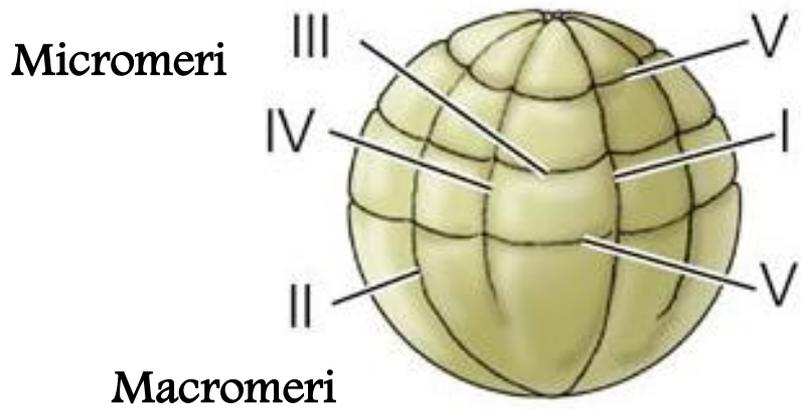




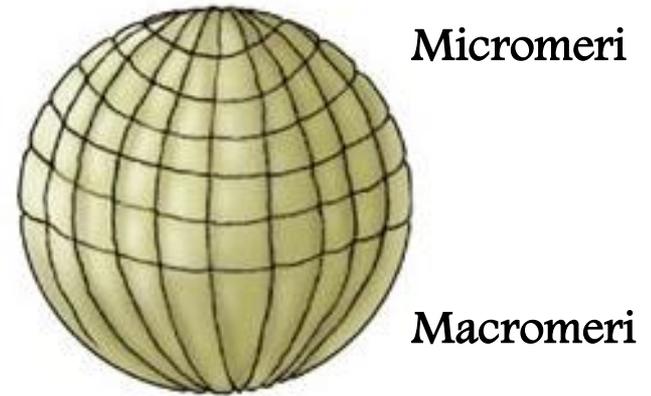
(C)

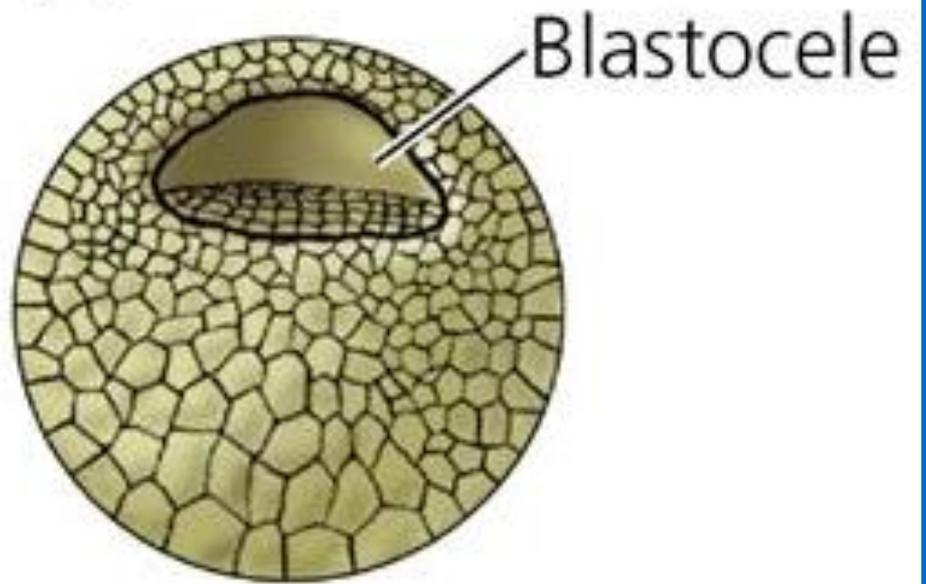


(E)

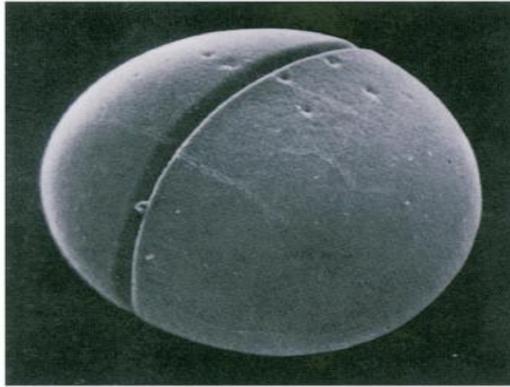


(F)

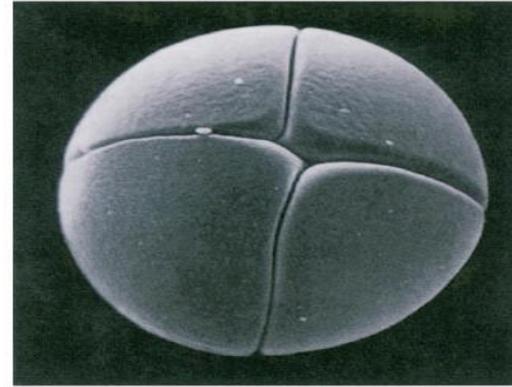




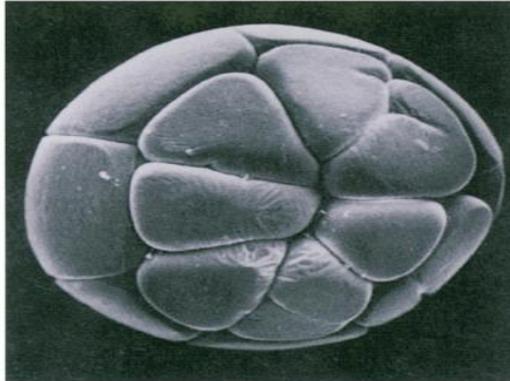
**Fig. 8.2:** *Microfotografie di embrioni di Xenopus in corso di segmentazione (gli embrioni sono privi di strato gelatinoso e di membrana di fecondazione, x 50)*



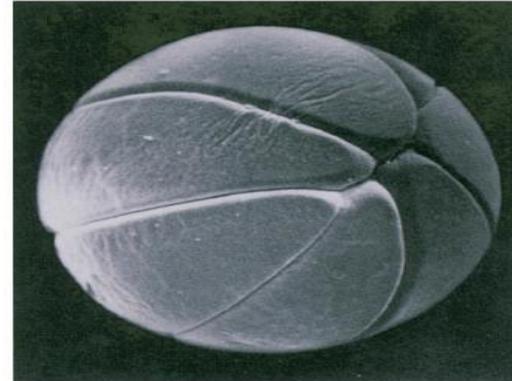
Stadio a 2 cellule



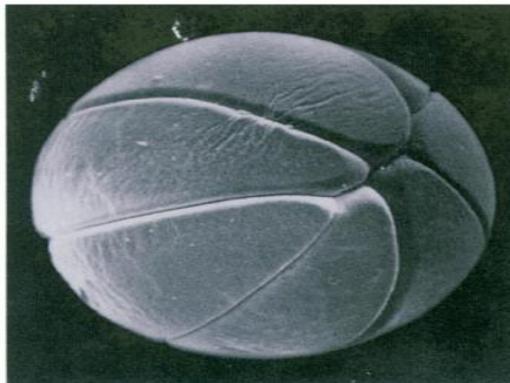
Stadio a 4 cellule



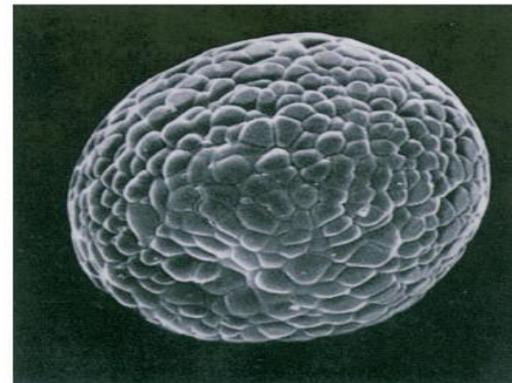
Stadio a 16 cellule, visione dal polo animale



Stadio a 16 cellule, visione dal polo vegetativo

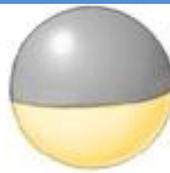


Stadio a 32 cellule in formazione



Blastula tardiva, visione dal polo animale

Zygote



2-cell stage forming



4-cell stage forming



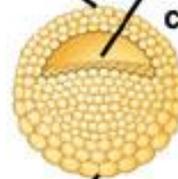
8-cell stage



Animal pole

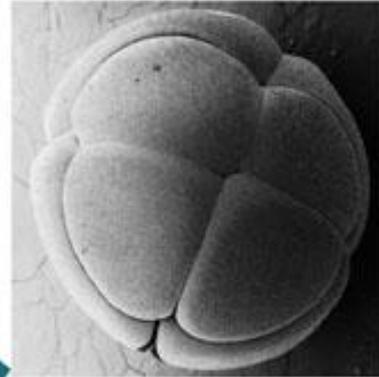
Blastula (cross section)

Vegetal pole



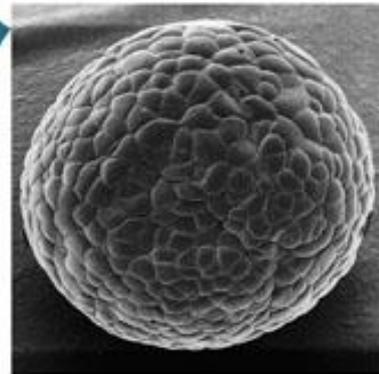
Blasto-coel

0.25 mm

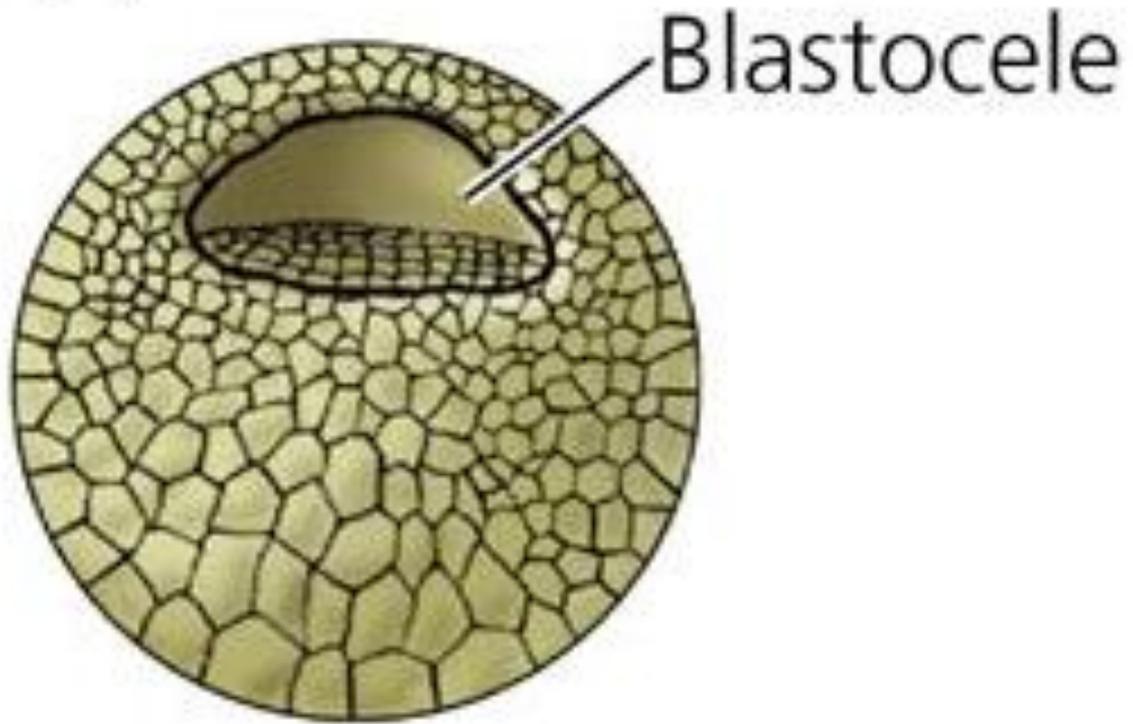


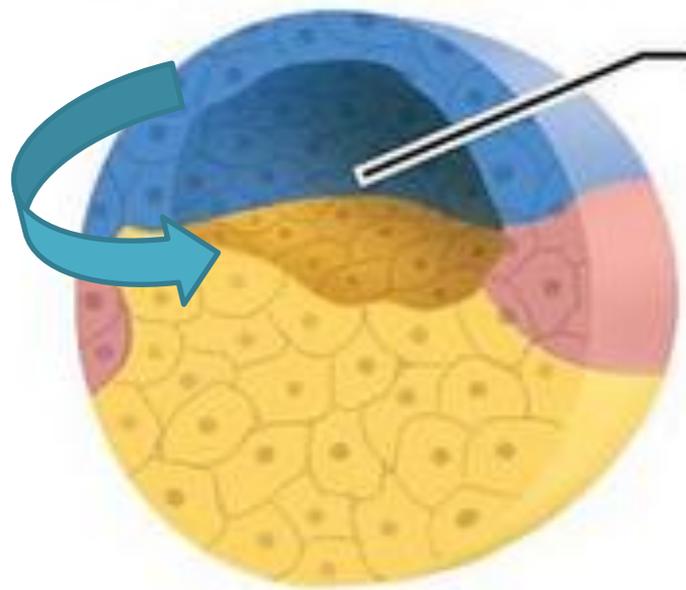
Eight-cell stage (viewed from the animal pole)

0.25 mm



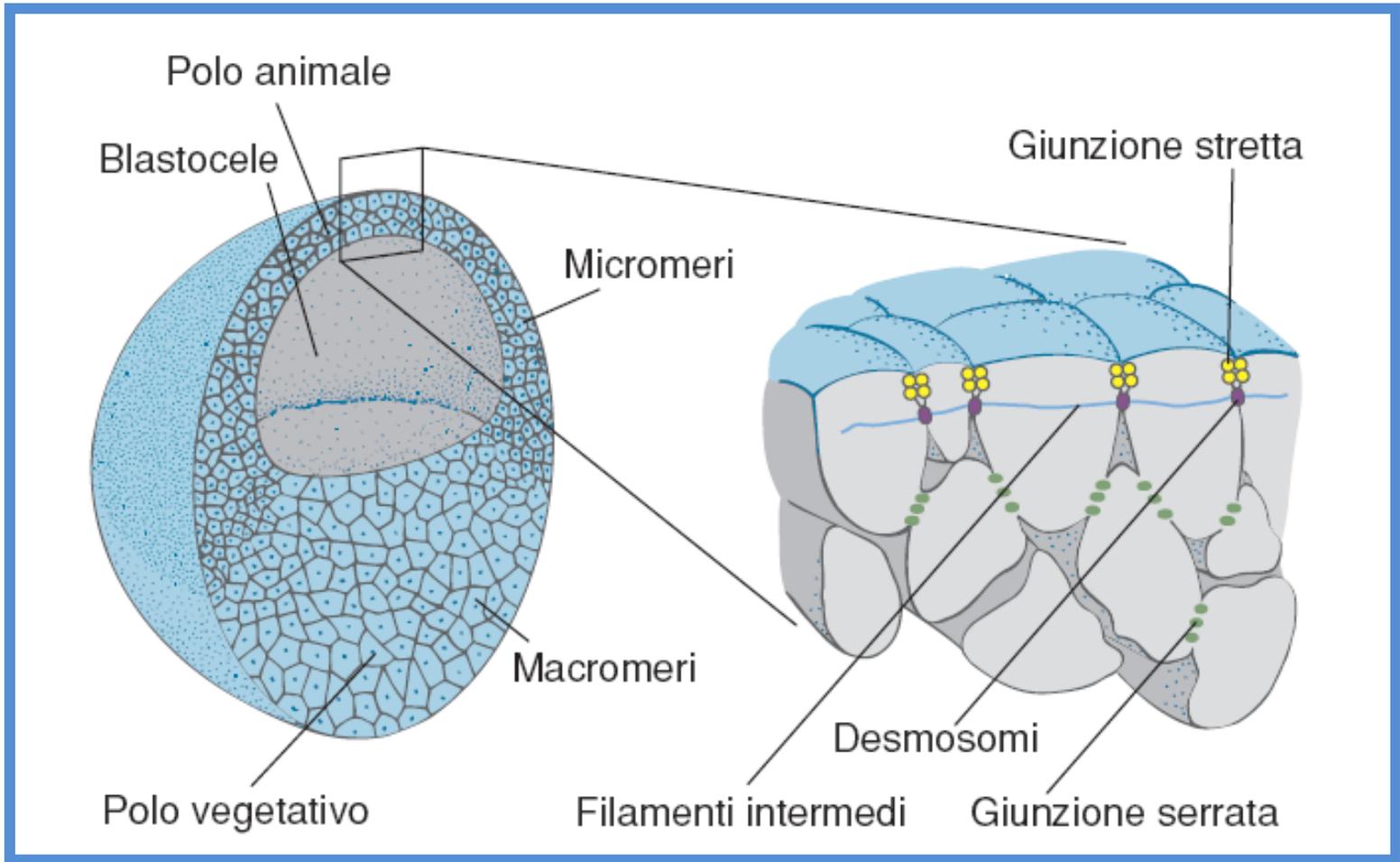
Blastula (at least 128 cells)



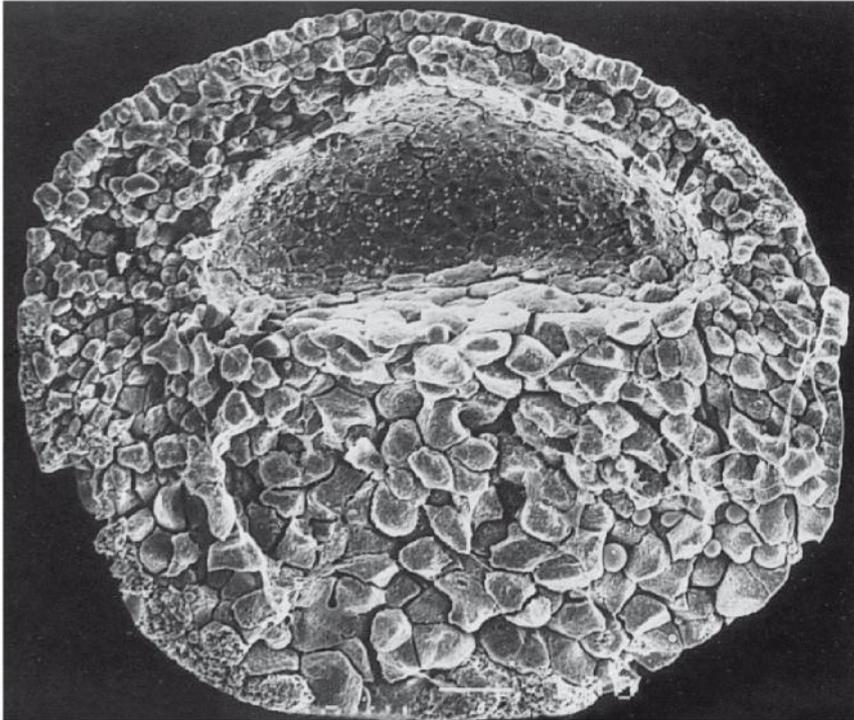


**Blastocoel**

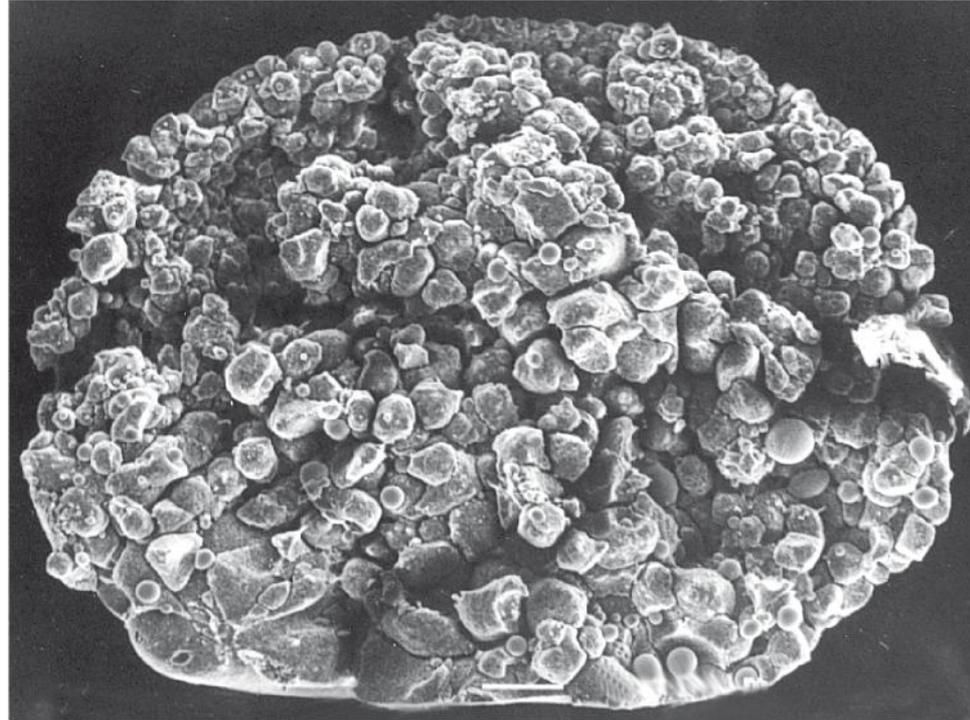
Il blastocele impedisce  
che le cellule  
vegetative destinate a  
diventare endoderma  
prendano contatto  
con le cellule  
destinate a diventare  
ectoderma



(A)



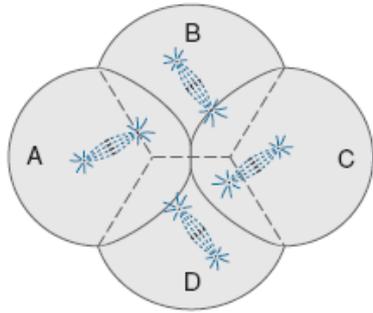
(B)



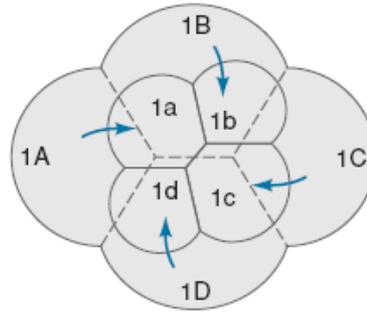
Se si **distrugge** il messaggero dell'EP-caderina, la proteina non viene prodotta e si riduce l'adesione tra i blastomeri, portando all'obliterazione del blastocele

# Segmentazione oloblastica spirale: i molluschi

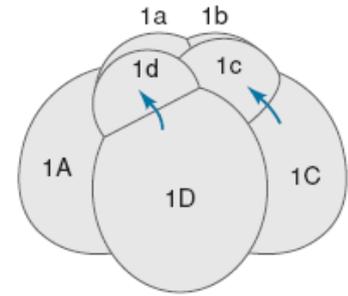
Le differenze rispetto alla segmentazione radiale sono molte. I piani di segmentazione **NON** sono perpendicolari al polo animale-vegetativo, sono **OBLIQUI**; ciò conferisce ai blastomeri un orientamento a spirale.



(a)

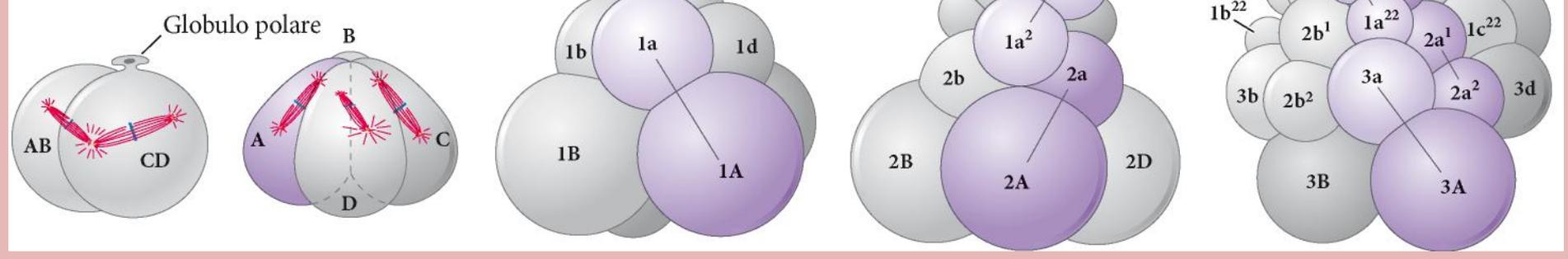


(b)

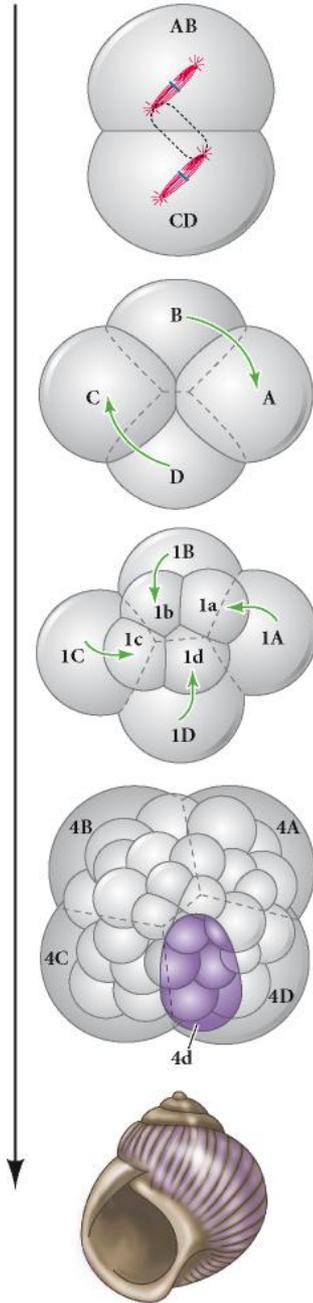


(c)

(B) Visione laterale



(A) Avvolgimento sinistrorso della conchiglia



(B) Avvolgimento destrorso della conchiglia

