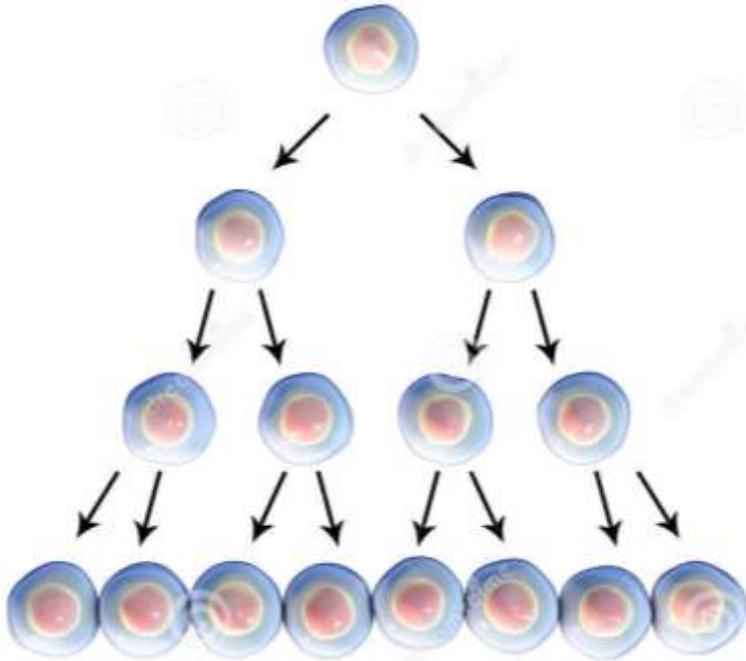


DIVISIONE CELLULARE E RIPRODUZIONE

LA DIVISIONE CELLULARE



La divisione cellulare è il processo grazie al quale una cellula si divide in due cellule figlie. Permette agli organismi di accrescersi e sostituire le cellule morte ed è alla base della riproduzione.

Una cellula nasce solo da un'altra cellula

La riproduzione delle cellule, sia procariotiche sia eucariotiche, è detta divisione cellulare.

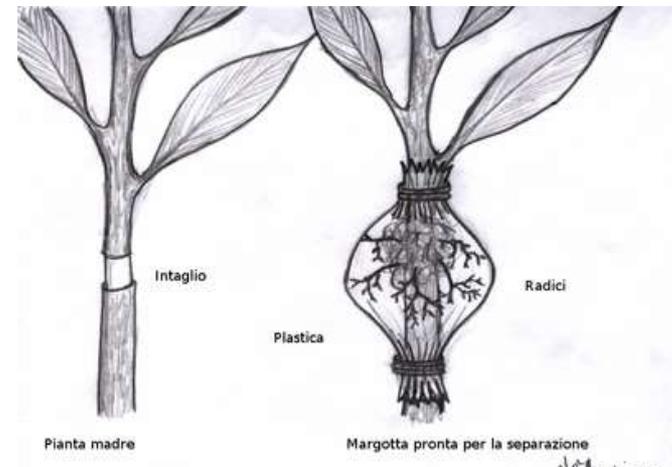
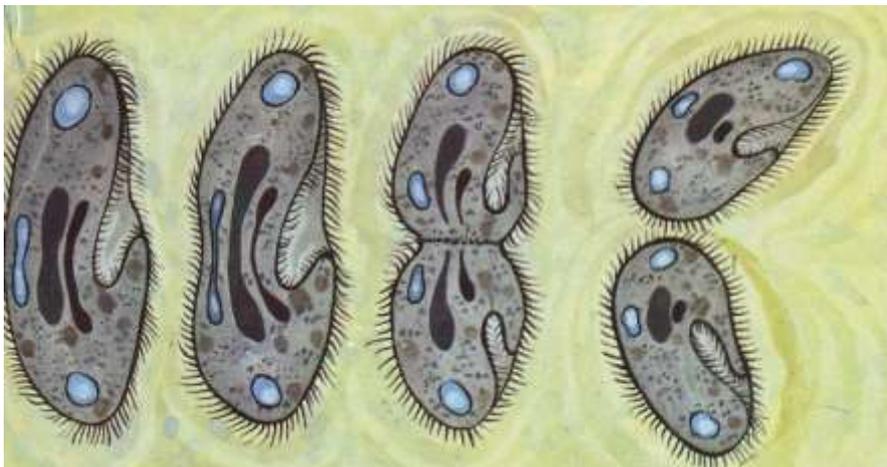
La divisione cellulare è il centro della riproduzione delle cellule e degli organismi perché le cellule derivano solo da cellule preesistenti.

RIPRODUZIONE ASESSUATA

Nella **riproduzione asexuata**, ciascuna cellula figlia riceve una copia del DNA della cellula madre.

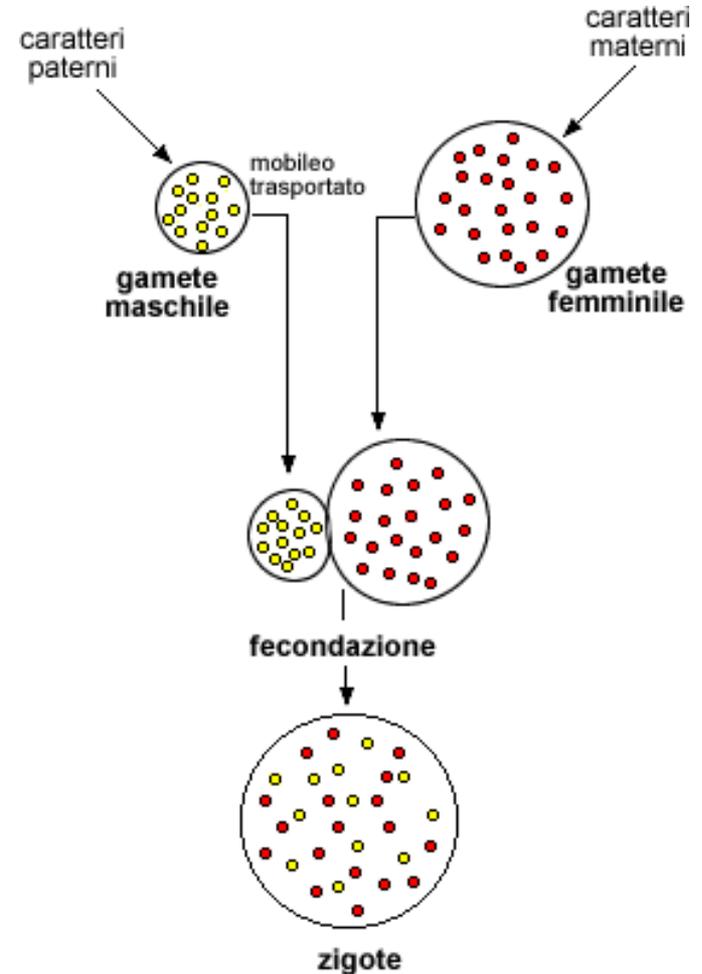
Le nuove cellule sono quindi **geneticamente identiche** alla cellula madre.

Esempi: l'aumento del numero di *cellule somatiche* negli organismi pluricellulari (MITOSI) (per la crescita e per la riparazione dei tessuti), e l'aumento del numero di *organismi unicellulari*.

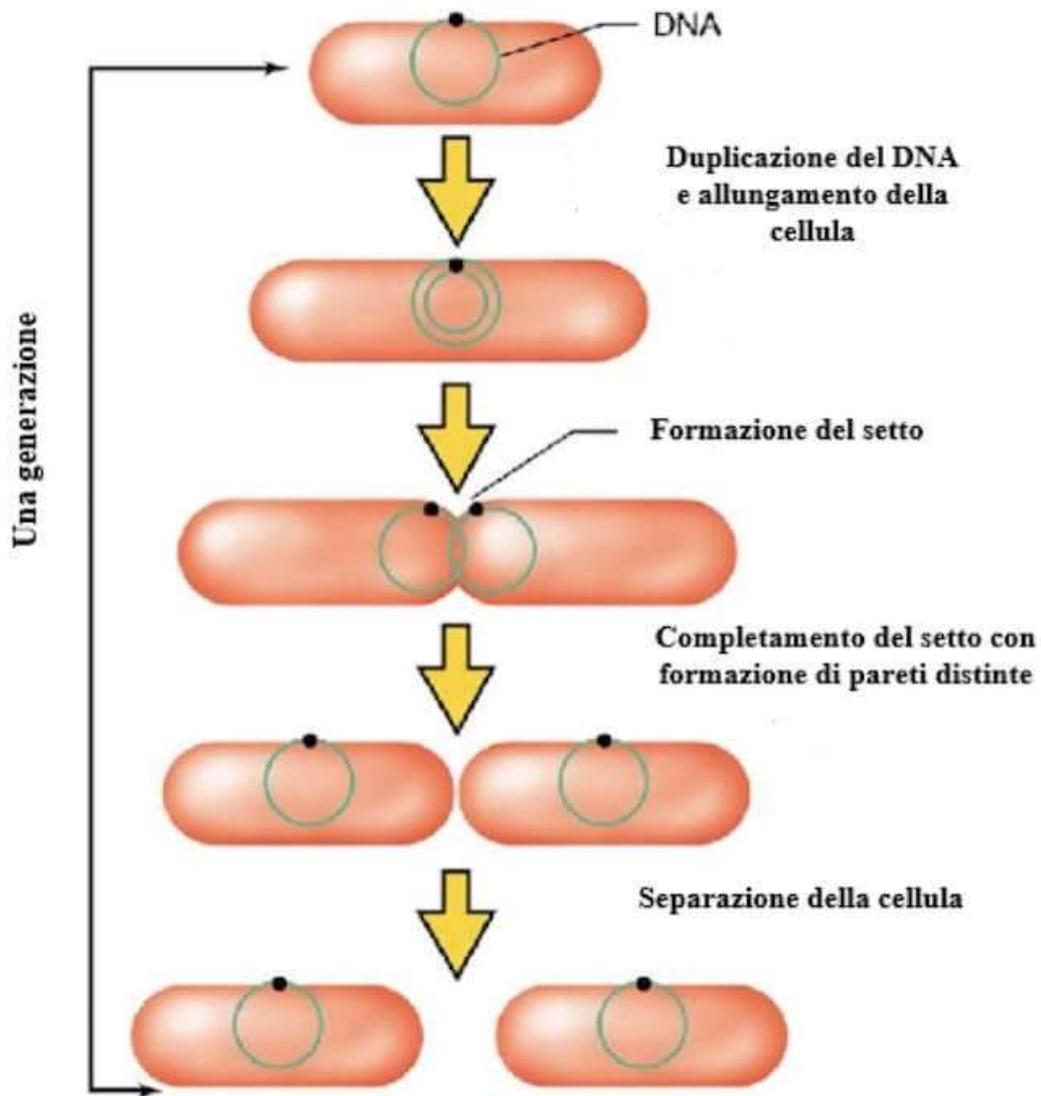


RIPRODUZIONE SESSUATA

- Durante la **riproduzione sessuata**, i due gameti (maschile e femminile) si uniscono e la prole riceve una combinazione del DNA dei genitori.
- La prole ha quindi una **composizione genetica unica** e diversa da quella dei genitori



SCISSIONE BINARIA

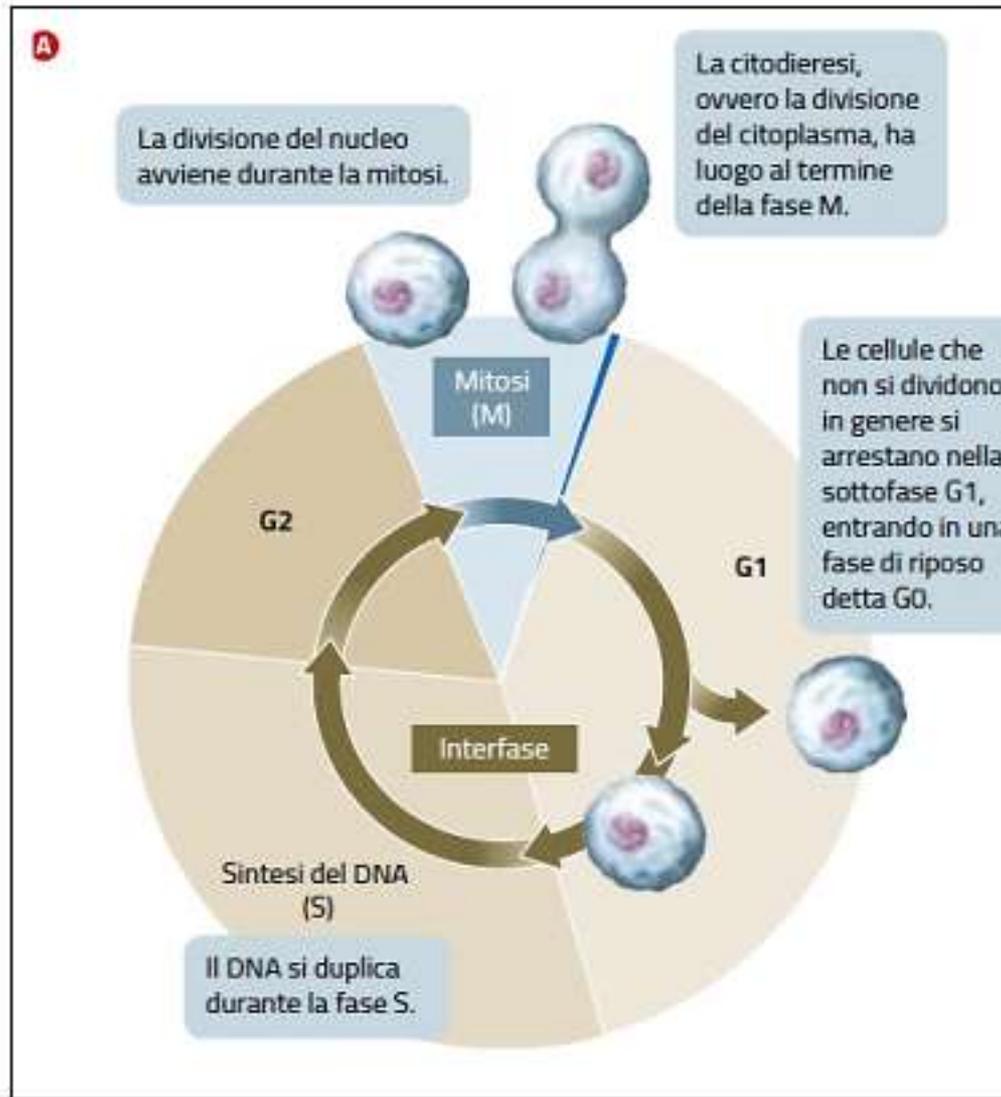


Nei **procarioti** unicellulari la divisione cellulare avviene per scissione binaria: la cellula cresce di dimensioni, duplica il proprio DNA e poi si divide, producendo due cellule identiche.

Questo processo implica quattro eventi:

- dei segnali riproduttivi;
- la duplicazione del DNA;
- la segregazione del DNA;
- la citodieresi.

IL CICLO CELLULARE



Il ciclo cellulare è la serie di eventi che avvengono in una cellula tra una divisione cellulare e quella successiva.

La durata del ciclo cellulare varia col variare della specie, del tipo di cellula e delle condizioni di crescita.

Negli organismi pluricellulari alcune cellule una volta raggiunta la maturità perdono la capacità di dividersi.

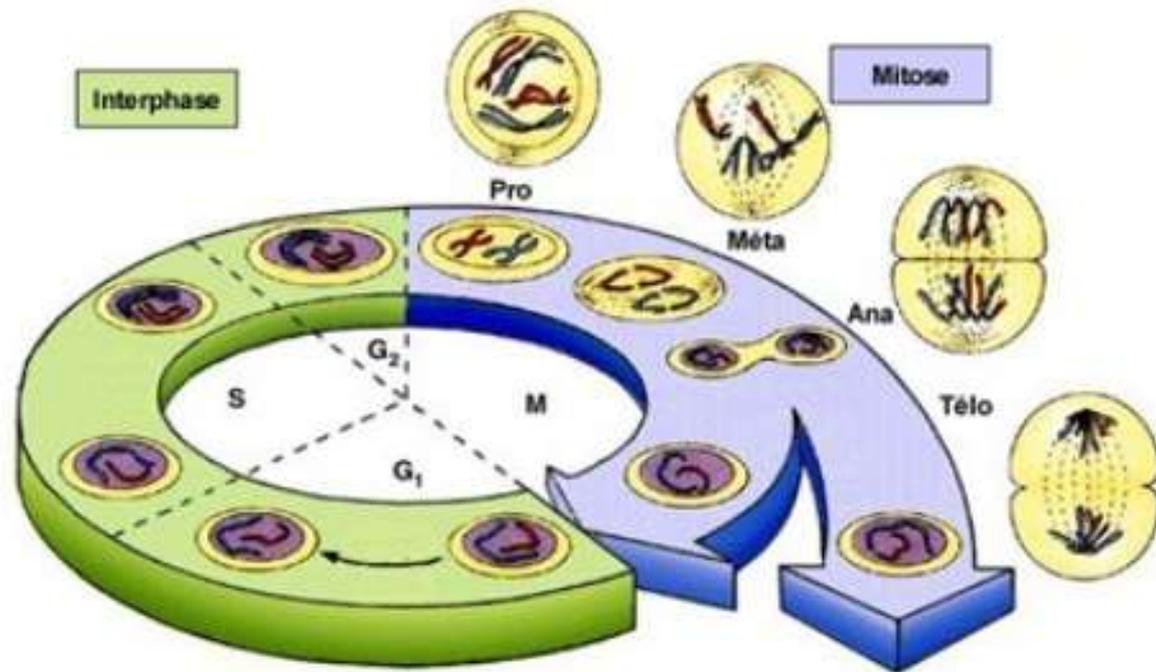
Prevede due fasi:

-interfase

-fase mitotica

LE FASI DELLA MITOSI

- Interfase
- Profase
- Metafase
- Anafase
- Telofase



Alla telofase segue poi la
CITODIERESI

INTERFASE

- Fase G_1

Accrescimento

- Fase S

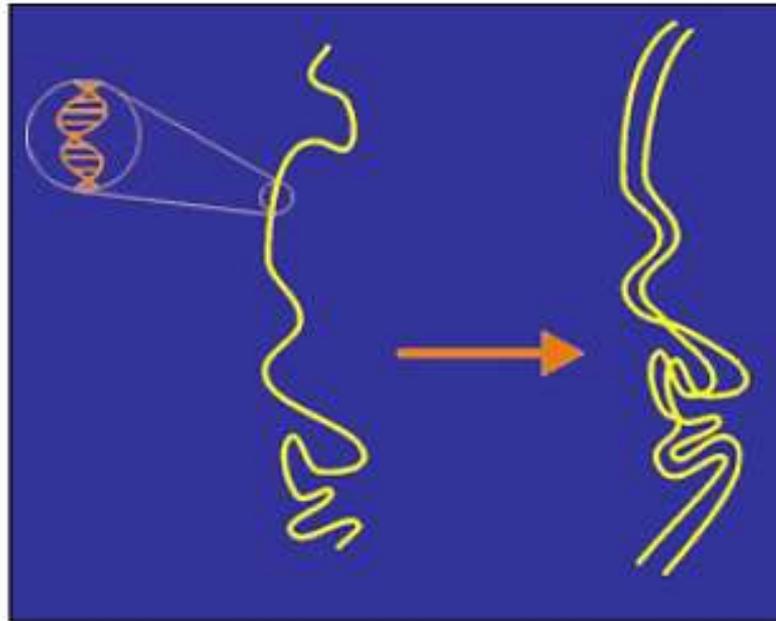
Accrescimento

Replicazione DNA

- Fase G_2

Accrescimento

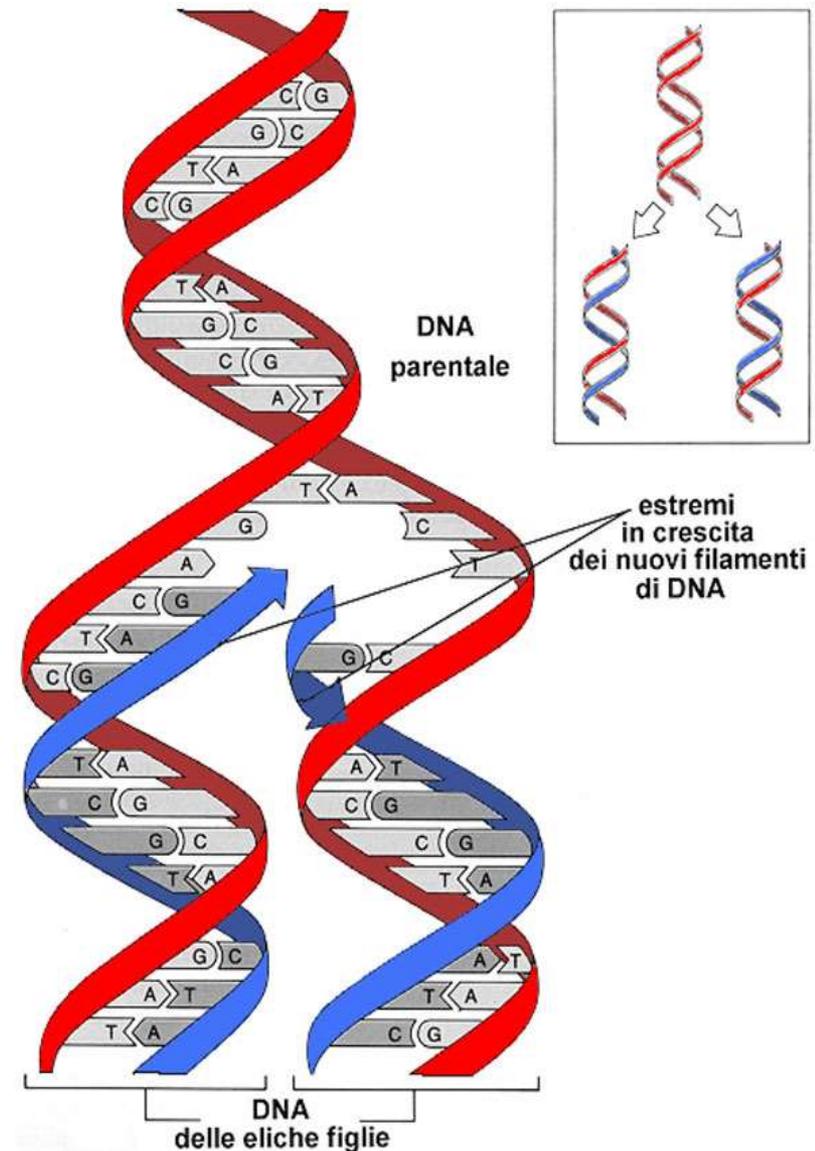
Ultimi preparativi prima della divisione



Prima della sottofase S il DNA non è spiralizzato e si trova sotto forma di cromatina; alla fine della sottofase S è duplicato e all'inizio della fase M si condensa a formare i cromosomi, ciascuno composto da due cromatidi fratelli.

Duplicazione del DNA

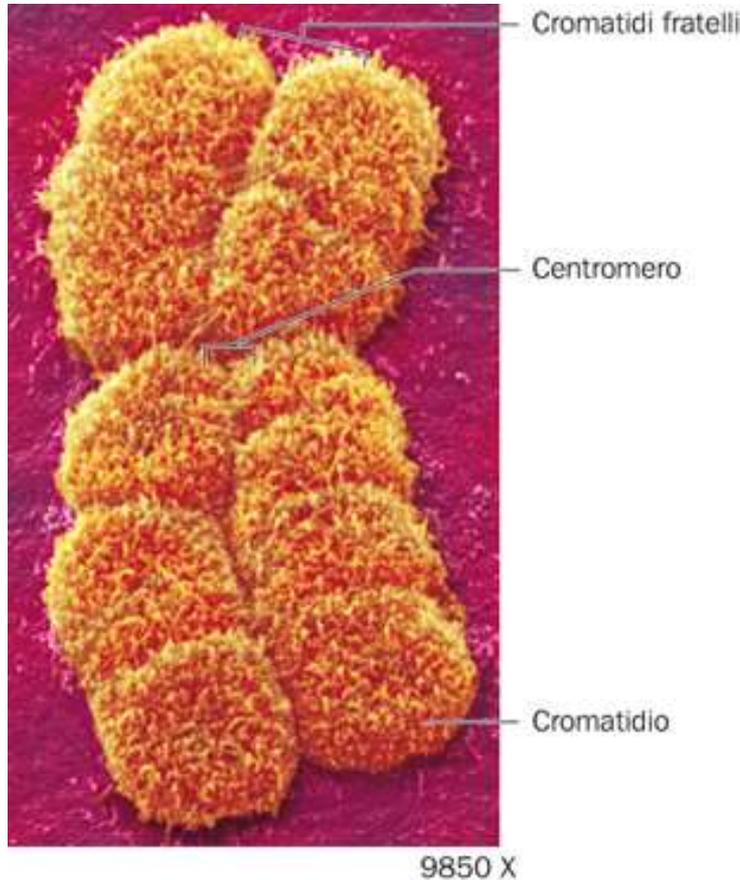
- Avviene nella fase S della interfase
- E' necessaria perché ogni cellula figlia deve ricevere lo stesso DNA, cioè le stesse informazioni genetiche.
- Si rompono i legami tra le basi azotate che tengono uniti i due filamenti, i due filamenti si separano e ciascuno funziona da stampo per la sintesi di un nuovo filamento complementare.
- Questo processo è regolato da enzimi detti **DNA polimerasi**



Organizzazione del DNA

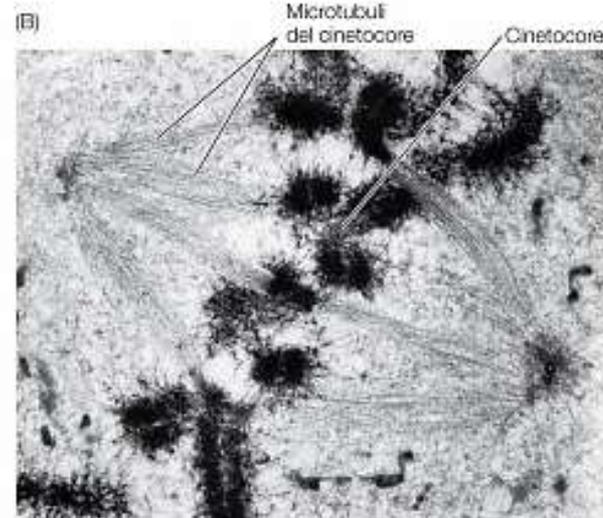
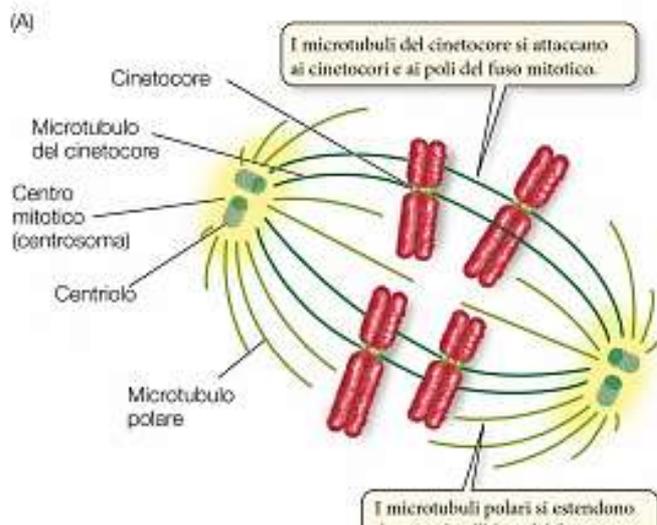
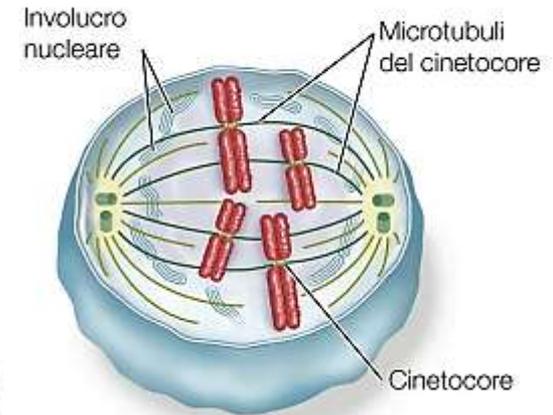
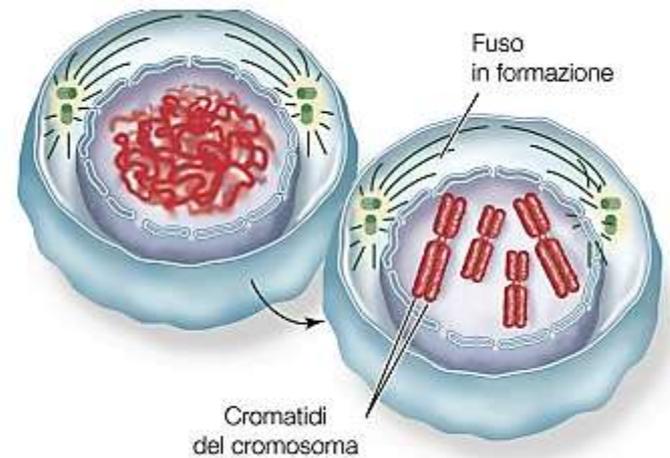
Quando una cellula eucariotica non è in divisione, il DNA si trova in una massa intricata di filamenti sottili, la **cromatina**.

Prima della divisione nucleare, dopo che il DNA si è duplicato, la cromatina si spiralizza e si condensa; diventano così ben visibili i singoli **cromosomi**, formati ciascuno da **2 cromatidi** identici, legati in corrispondenza del **centromero**



PROFASE

- La cromatina si avvolge diventando progressivamente più compatta e condensata in cromosomi;
- L'involucro nucleare si frammenta;
- Compaiono i microtubuli che connettono i cinetocori ai due poli della cellula e formano il fuso mitotico.





Interfase



Profase
(inizio)

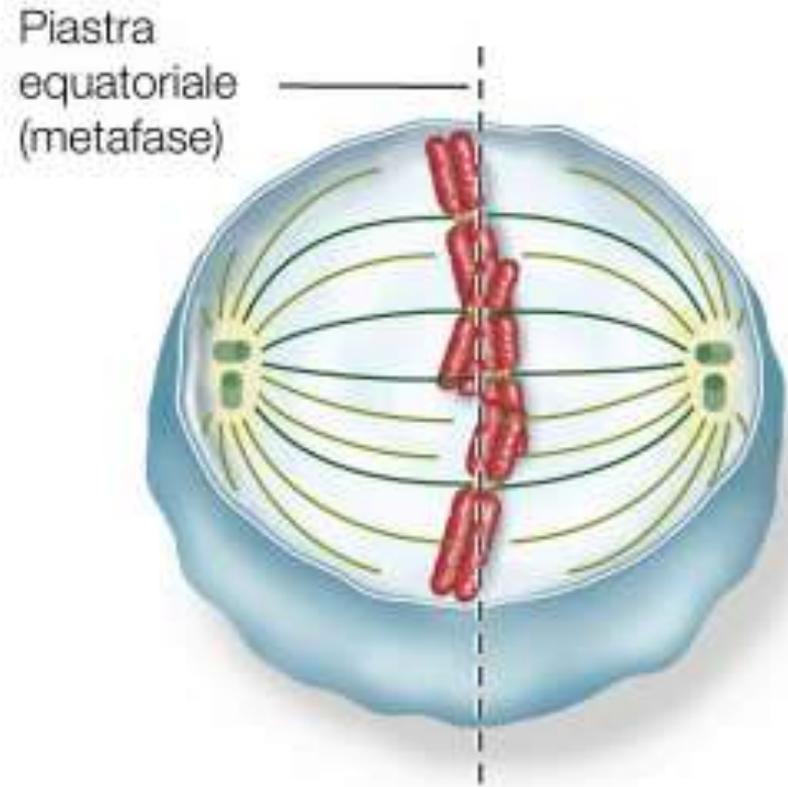


Profase
(termine)

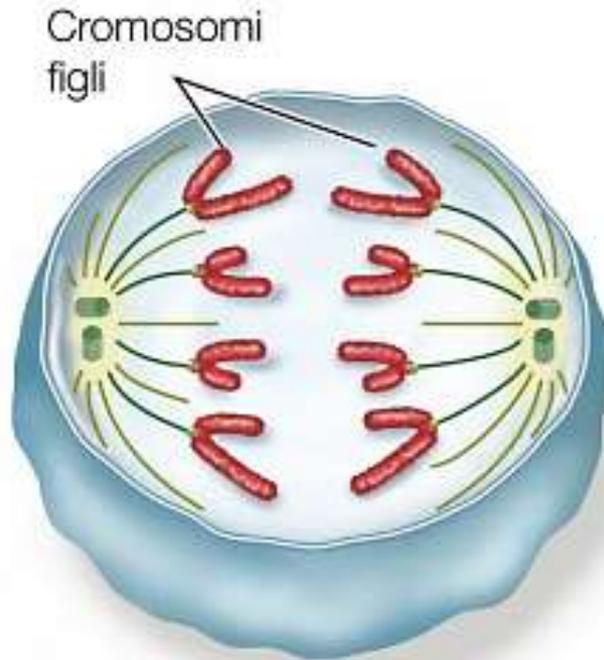
Interfase e Profase in cellule di cipolla

METAFASE

Durante la metafase i centromeri dei cromosomi sono allineati al centro della cellula, lungo la piastra metafasica o piastra equatoriale.



ANAFASE



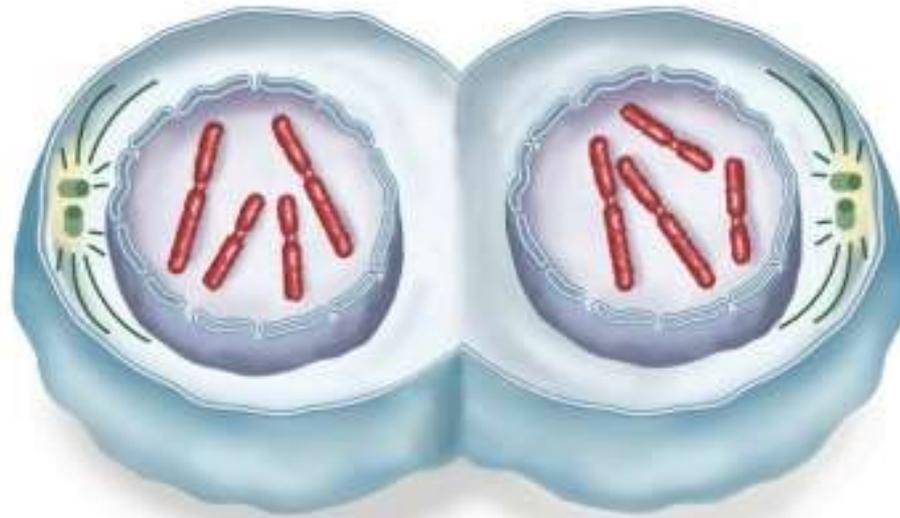
I cromatidi fratelli si separano in due **cromosomi figli** che si spostano verso i poli opposti della cellula.

Ogni cellula figlia riceve un corredo genetico identico a quello della cellula madre.

TELOFASE

Si formano i **nuovi nuclei** cellulari.

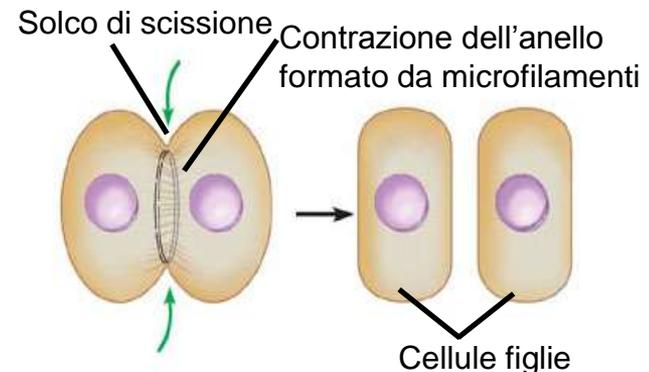
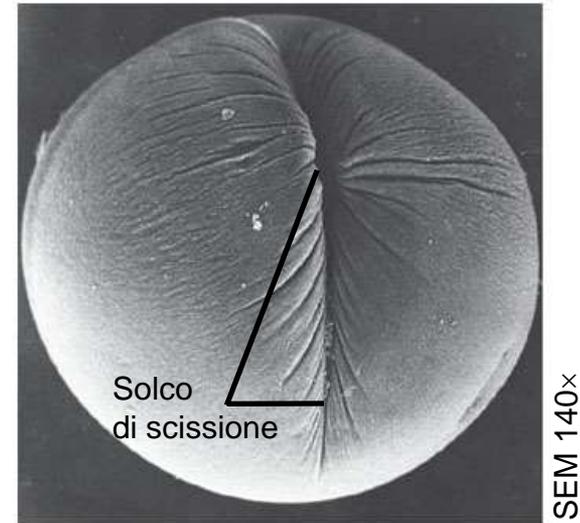
La cromatina diventa meno compatta e la cellula entra in una nuova interfase.



CITODIERESI

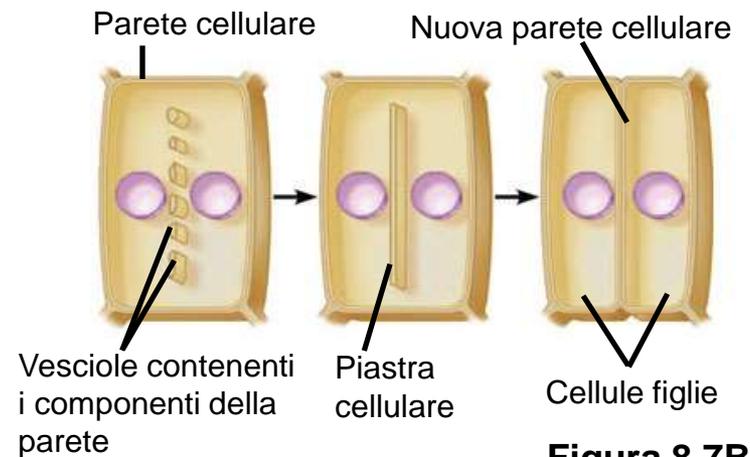
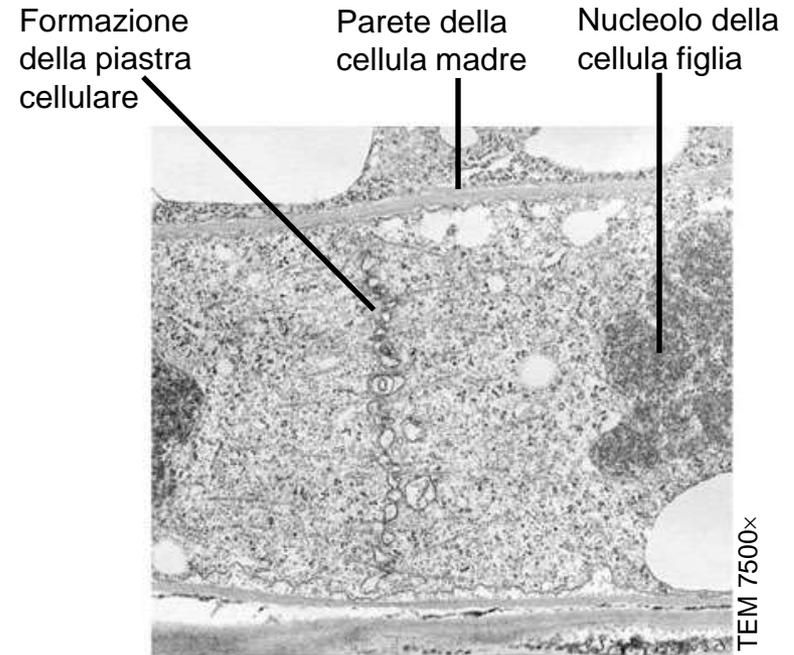
La citodieresi avviene in maniera diversa nelle cellule animali e nelle cellule vegetali

- Nelle cellule animali la citodieresi avviene grazie a un processo di scissione.
- Il primo segno della divisione è la comparsa di un **solco di scissione** a livello equatoriale.

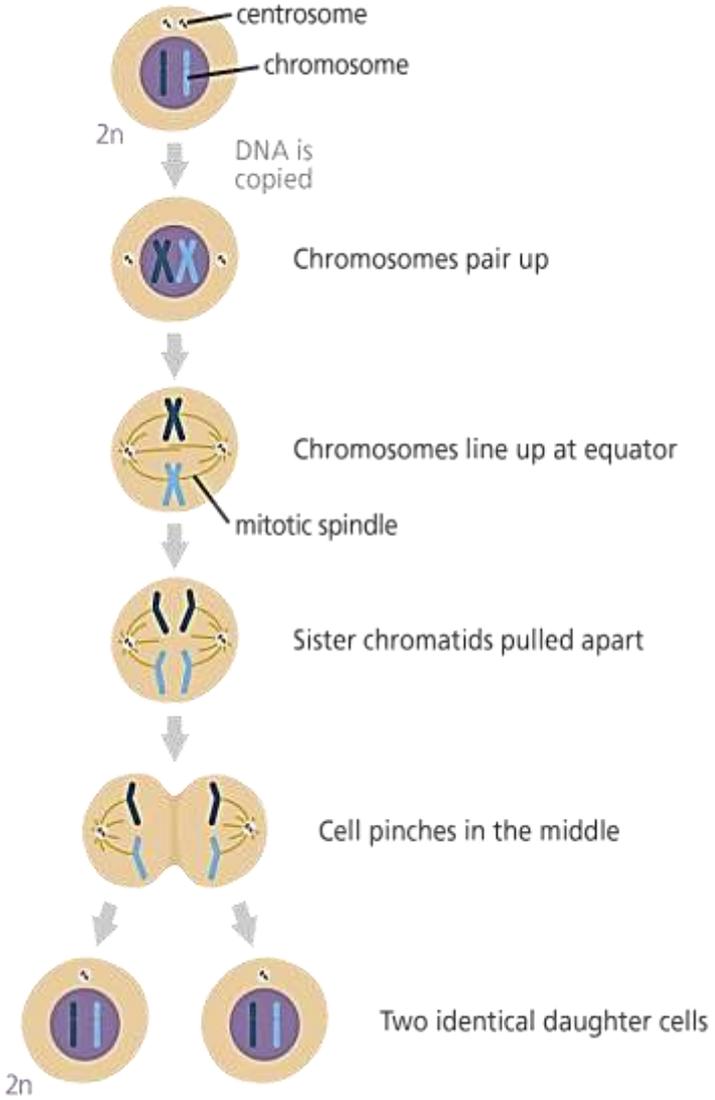


CITODIERESI

- Nelle cellule vegetali, vista la presenza della parete cellulare la citodieresi avviene senza la formazione del solco di scissione.
- La cellula vegetale è divisa in due da un disco circondato da membrane (chiamato **piastra cellulare**) formato da vescicole provenienti dall'apparato di Golgi.

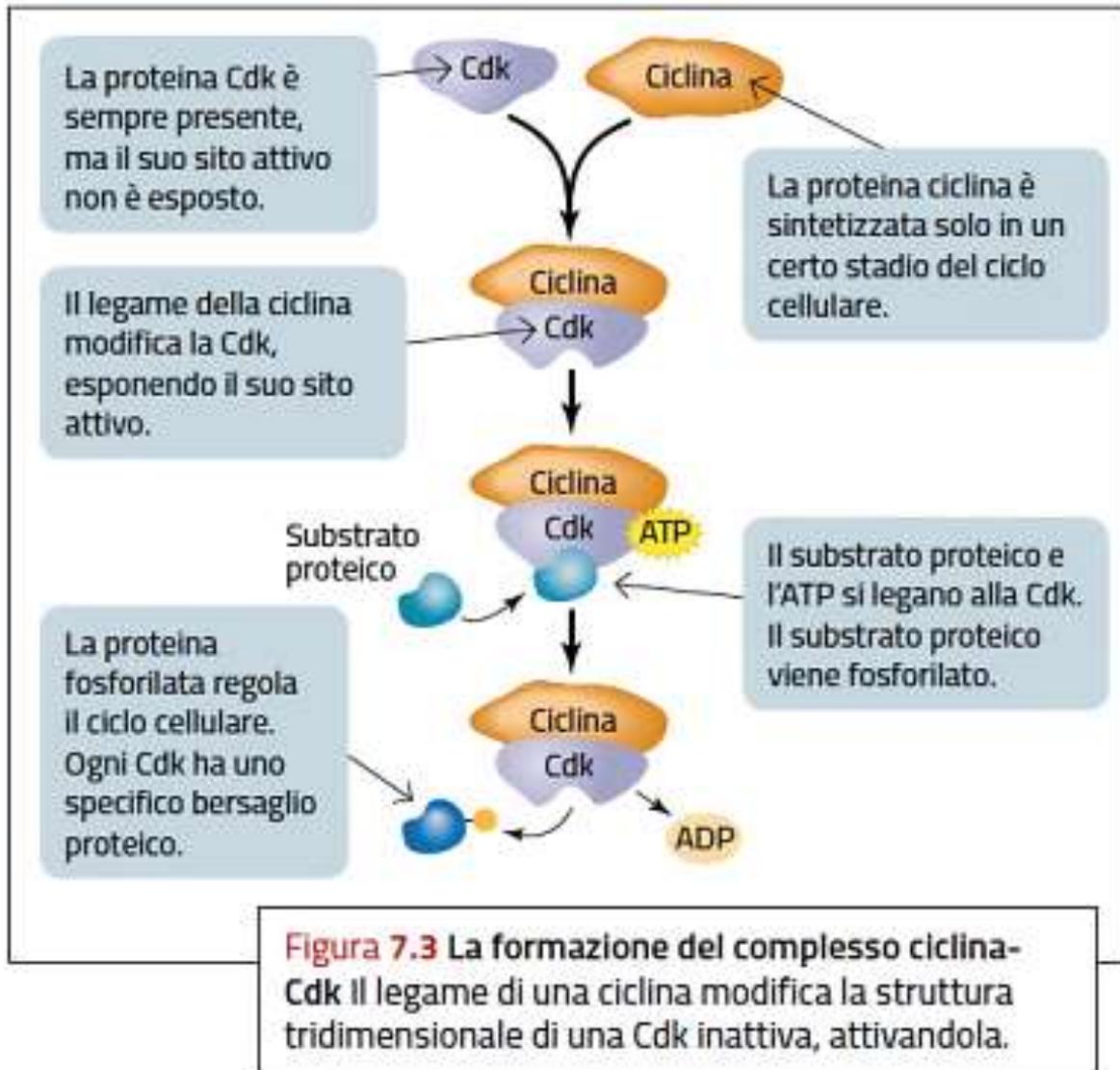


FASE	EVENTI
INTERFASE G1	La cellula si accresce
INTERFASE S	Il DNA si duplica
INTERFASE G2	Inizia la sintesi del fuso; la cellula si prepara alla mitosi
PROFASE	I cromosomi si condensano, il fuso si assembla
PROMETAFASE	La membrana nucleare si dissolve, i cromosomi si attaccano al fuso
METAFASE	I cromosomi si allineano sulla piastra equatoriale
ANAFASE	I cromatidi si separano e migrano ai poli della cellula
TELOFASE	I cromosomi si despiralizzano, si riforma la membrana nucleare
CITODIERESI	Le due cellule figlie si separano, si riformano la membrana plasmatica e la parete cellulare.



<https://www.youtube.com/watch?v=g7iAVCLZ>
[WuM](#)

IL CONTROLLO DEL CICLO CELLULARE



Il passaggio da una fase all'altra del ciclo cellulare è finemente regolata e dipende dall'intervento di una famiglia di proteine le Cdk che catalizzano il trasferimento di un gruppo fosfato dall'ATP ad una proteina bersaglio.

SISTEMI DI CONTROLLO

Il ciclo cellulare presenta precisi *punti di controllo* che fanno continuare il ciclo solo se tutto procede nel verso giusto. In caso contrario, la cellula va incontro all'**apoptosi** (distruzione cellulare programmata).

1. Punto di controllo G_1

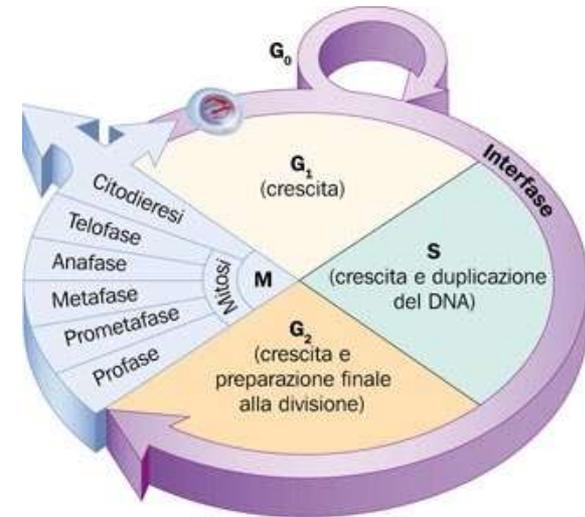
Punto di controllo del ciclo cellulare. La cellula entra nella fase G_0 o, se il DNA è danneggiato in modo irreparabile, avviene l'apoptosi. Altrimenti, la cellula viene avviata alla divisione, proseguendo il ciclo.

2. Punto di controllo G_2

Punto di controllo della mitosi. La divisione mitotica avviene solo se il DNA è duplicato correttamente, altrimenti, se il DNA è danneggiato in modo irreparabile, avviene l'apoptosi.

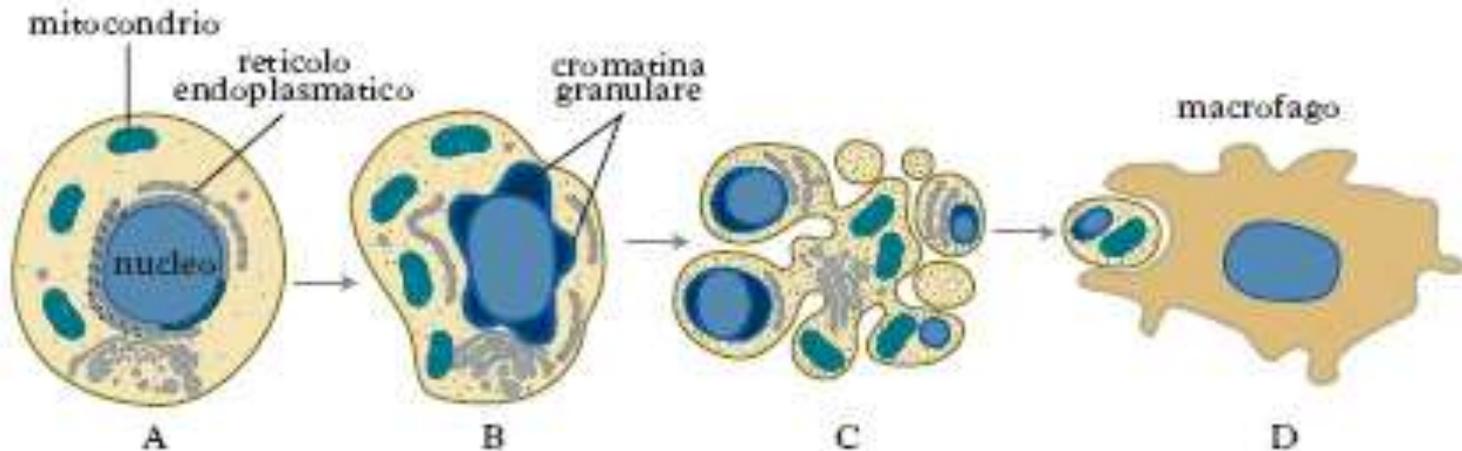
3. Punto di controllo M

Punto di controllo del fuso mitotico. Se i cromosomi non sono allineati correttamente lungo le fibre del fuso, la mitosi non procede.



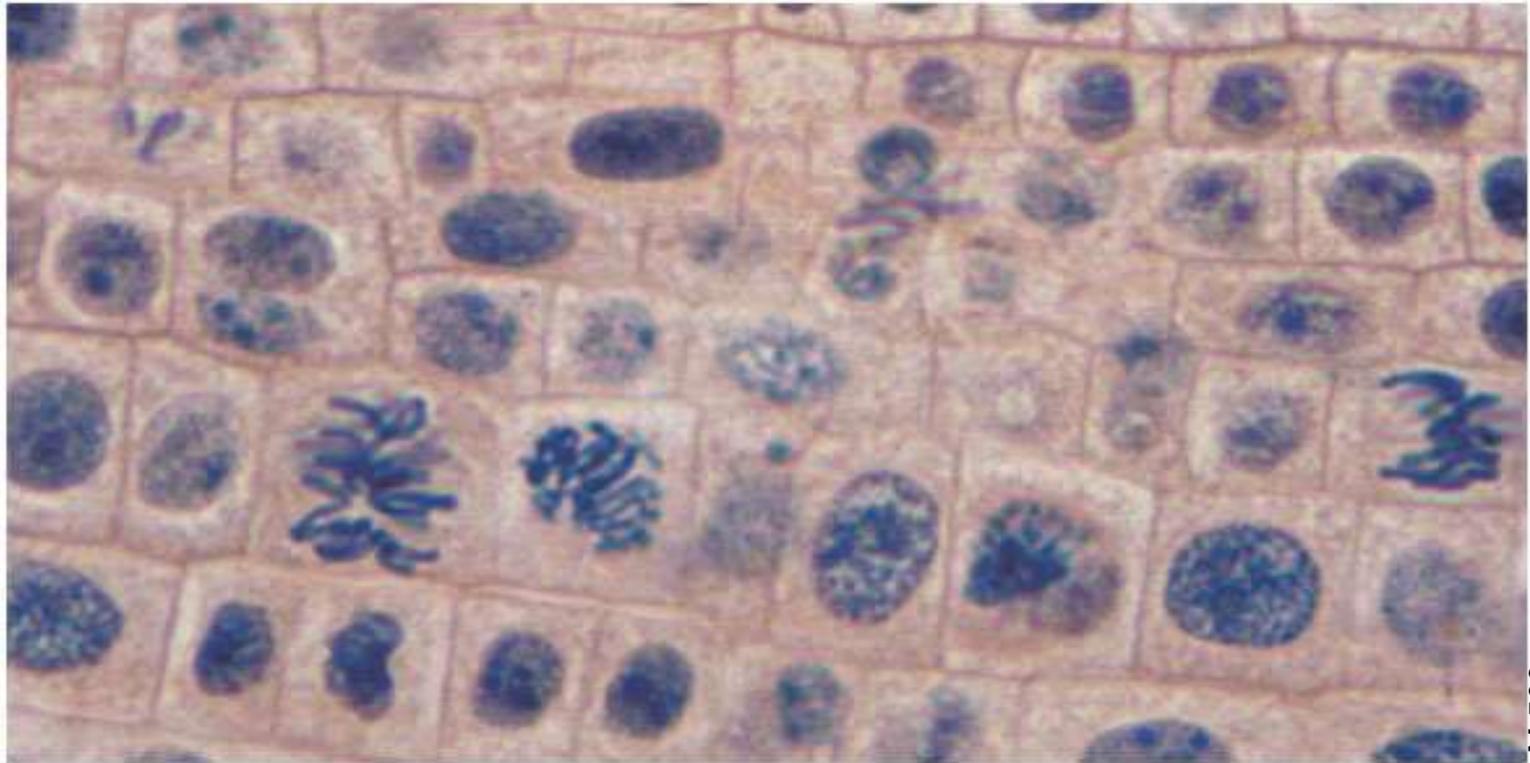
Apoptosi

- E' la **morte programmata** delle cellule.
- Avviene in modo regolato ed implica consumo di ATP
- In un organismo adulto, ogni secondo, diverse centinaia di migliaia di cellule vengono prodotte, e lo stesso numero di cellule viene distrutto e riciclato



Quando il ciclo cellulare funziona normalmente, la divisione cellulare mitotica rende possibile:

- la crescita;
- la rigenerazione e la riparazione dei tessuti;
- la riproduzione a sessuata.

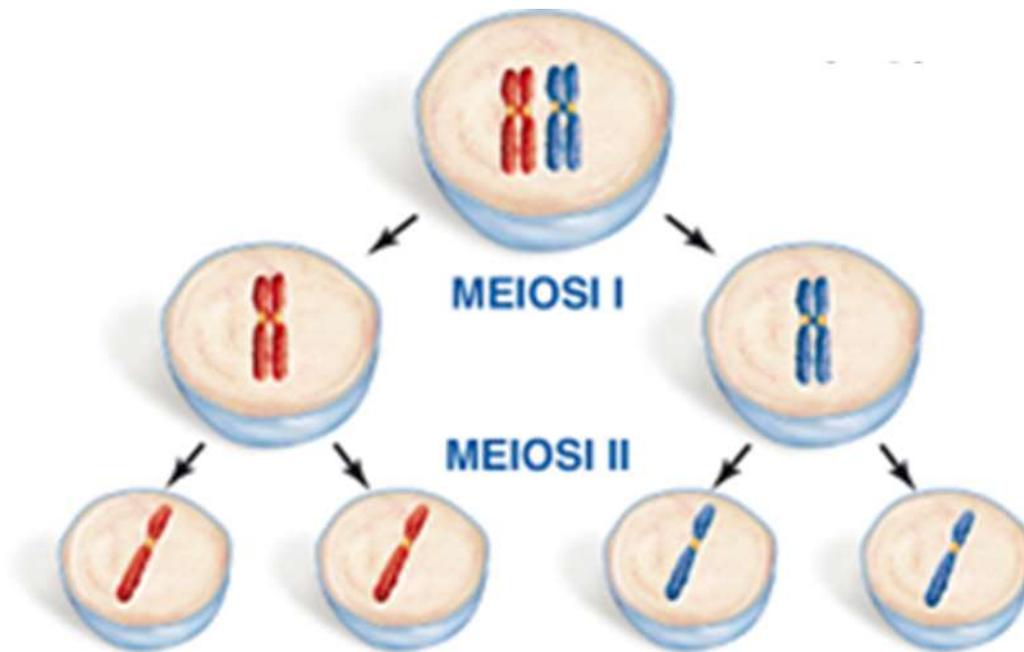


LM 500x

La crescita per divisione cellulare di una radice di cipolla.

LA MEIOSI

La meiosi è il tipo di divisione cellulare che ha un ruolo chiave nella *riproduzione sessuata* e prevede la formazione di gameti con corredo cromosomico dimezzato.

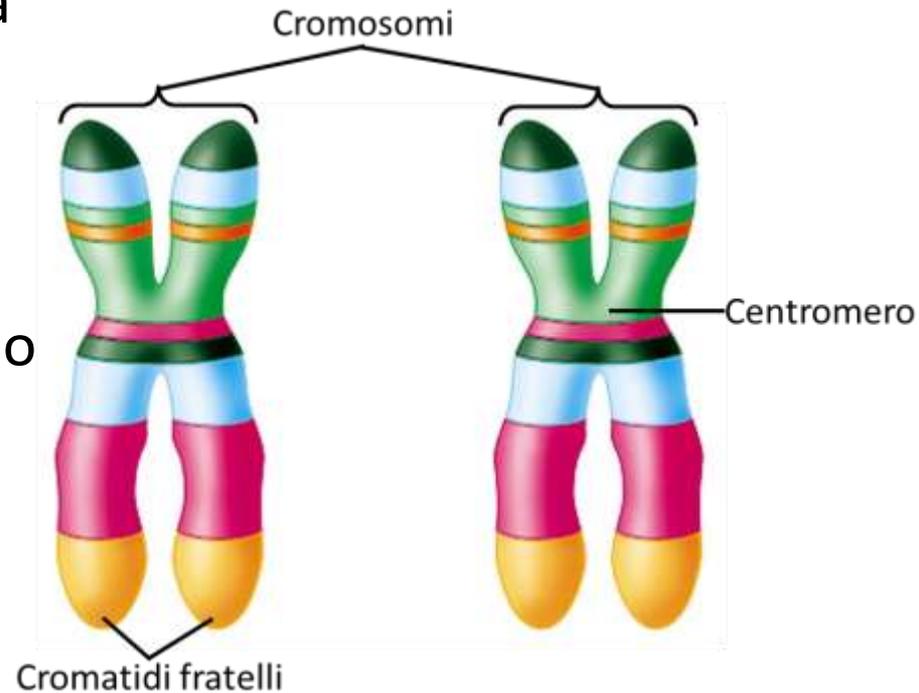


I cromosomi formano coppie omologhe

- Le **cellule somatiche** di ogni specie contengono un numero specifico di cromosomi (presenti sempre in coppie).
- Per esempio, le cellule dell'uomo hanno 46 cromosomi, suddivisi in 23 coppie.

- I due cromosomi che formano una coppia sono detti **cromosomi omologhi**.

- I due cromosomi omologhi portano i geni che controllano le stesse caratteristiche ereditarie nella stessa posizione o **locus**.

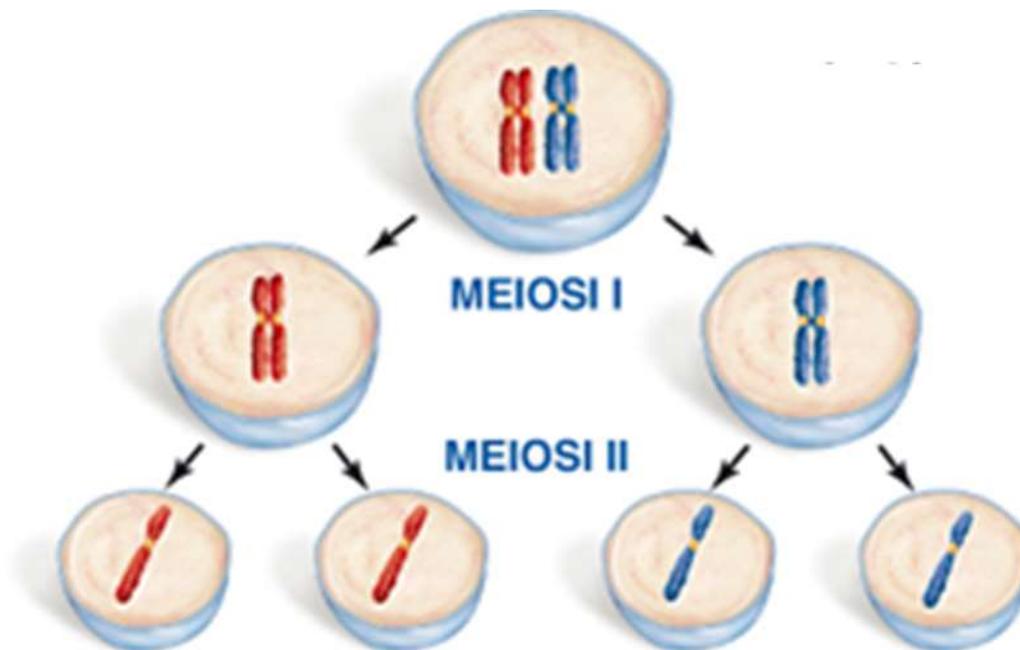


I gameti possiedono un assetto cromosomico singolo

- Le cellule i cui nuclei contengono due serie di cromosomi omologhi sono dette **diploidi**.
- I gameti (gli ovuli e gli spermatozoi/ polline e cellula uovo) hanno un assetto cromosomico singolo e sono detti **aploidi**.
- Tutti i cicli sessuali, compreso quello umano, presentano un'alternanza tra uno stadio aploide e uno diploide.

La meiosi riduce il numero dei cromosomi da diploide ad aploide

- La meiosi (il processo che produce cellule sessuali aploidi), come la mitosi, è preceduta dalla duplicazione dei cromosomi.
- Nella meiosi, però, le cellule si dividono due volte per formare quattro cellule figlie.

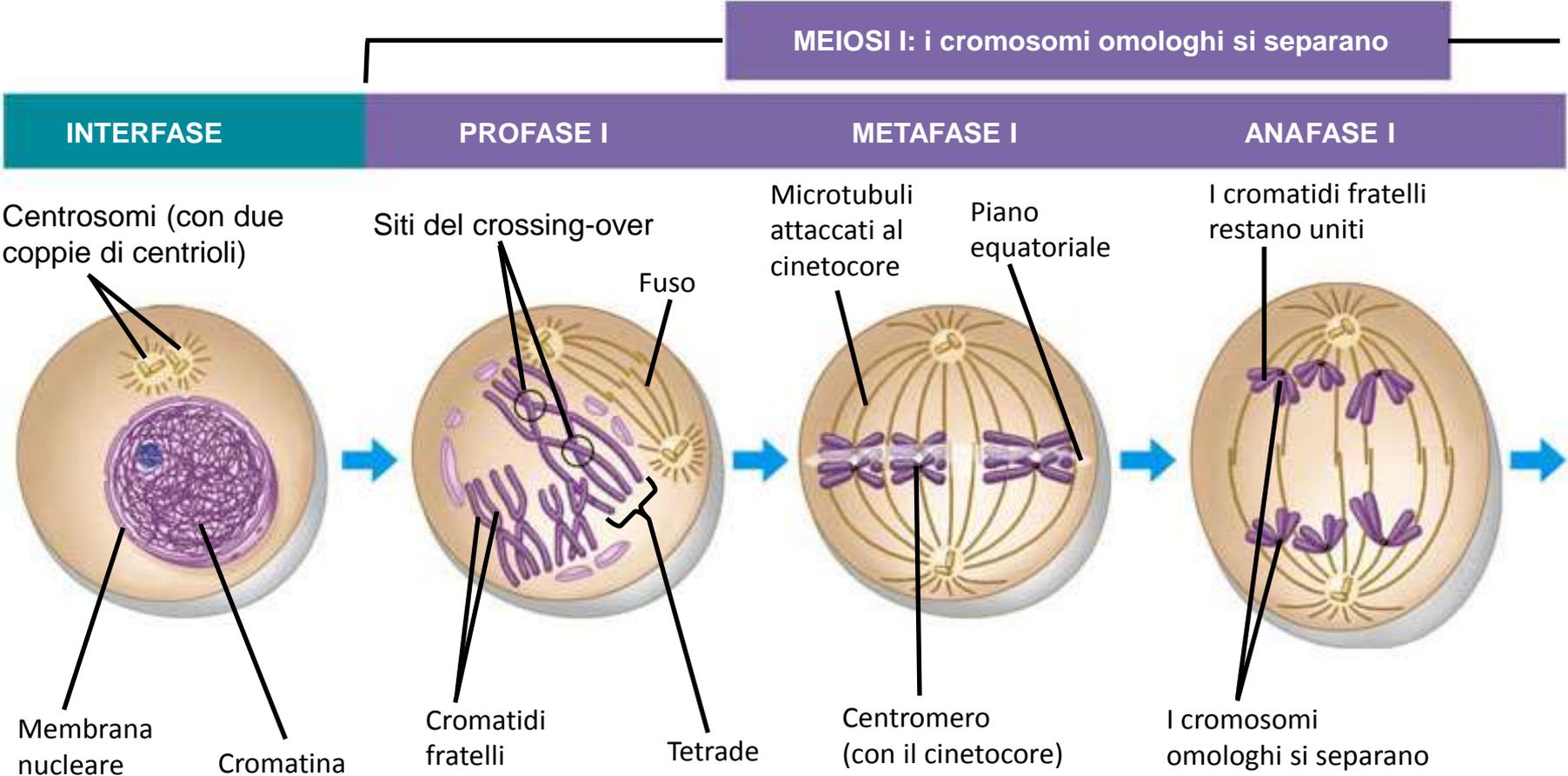


- La prima divisione (chiamata **meiosi I**) comincia con la *sinapsi*, l'appaiamento dei cromosomi omologhi.
- Durante la sinapsi, i cromatidi dei cromosomi omologhi si scambiano tra loro alcuni segmenti corrispondenti mediante un processo chiamato **crossing-over**.
- La meiosi I separa i cromosomi omologhi e produce due cellule figlie, ognuna con un assetto cromosomico aploide.

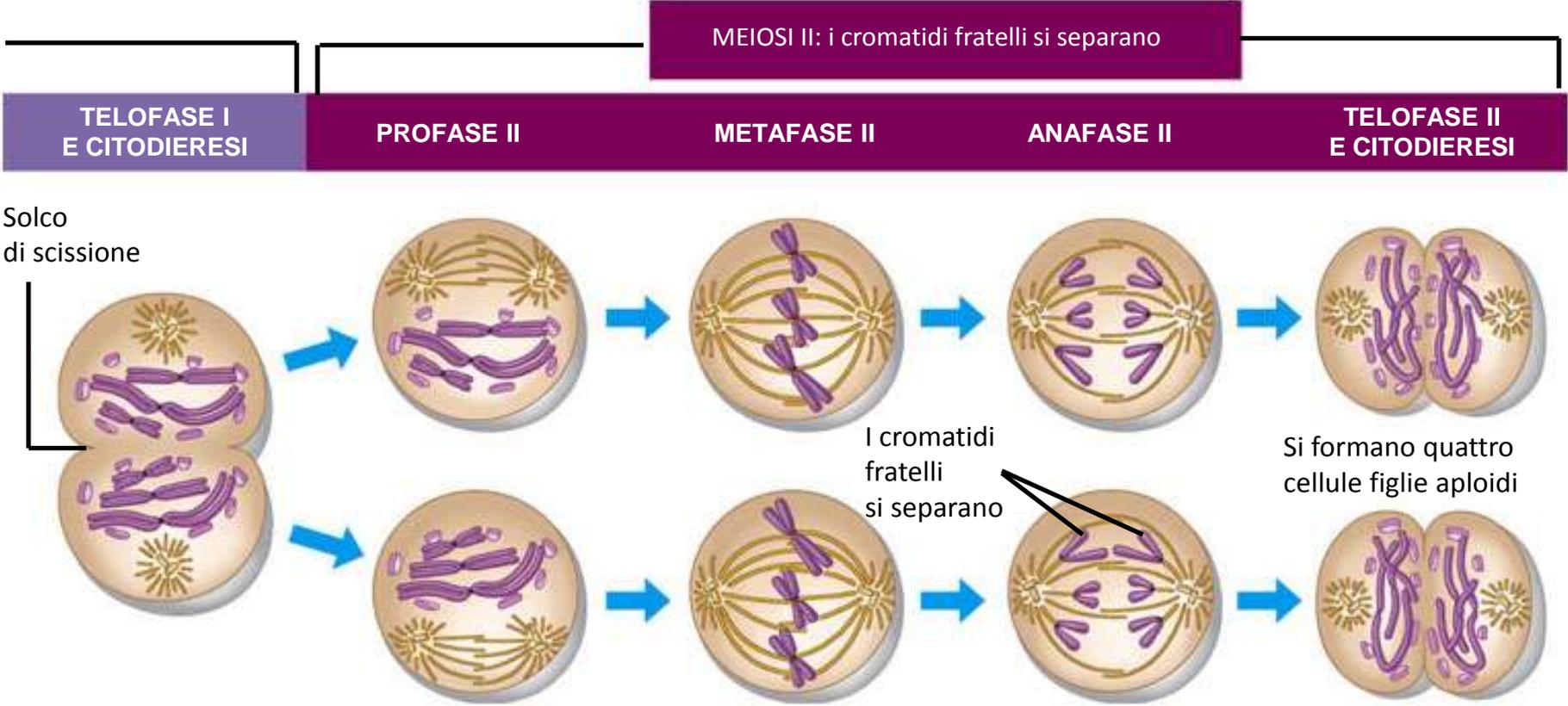
La **meiosi II** è essenzialmente simile alla mitosi (con la differenza sostanziale che ha inizio da una cellula aploide anziché diploide):

- i cromatidi fratelli di ogni coppia vengono separati;
- si formano in tutto quattro cellule aploidi.

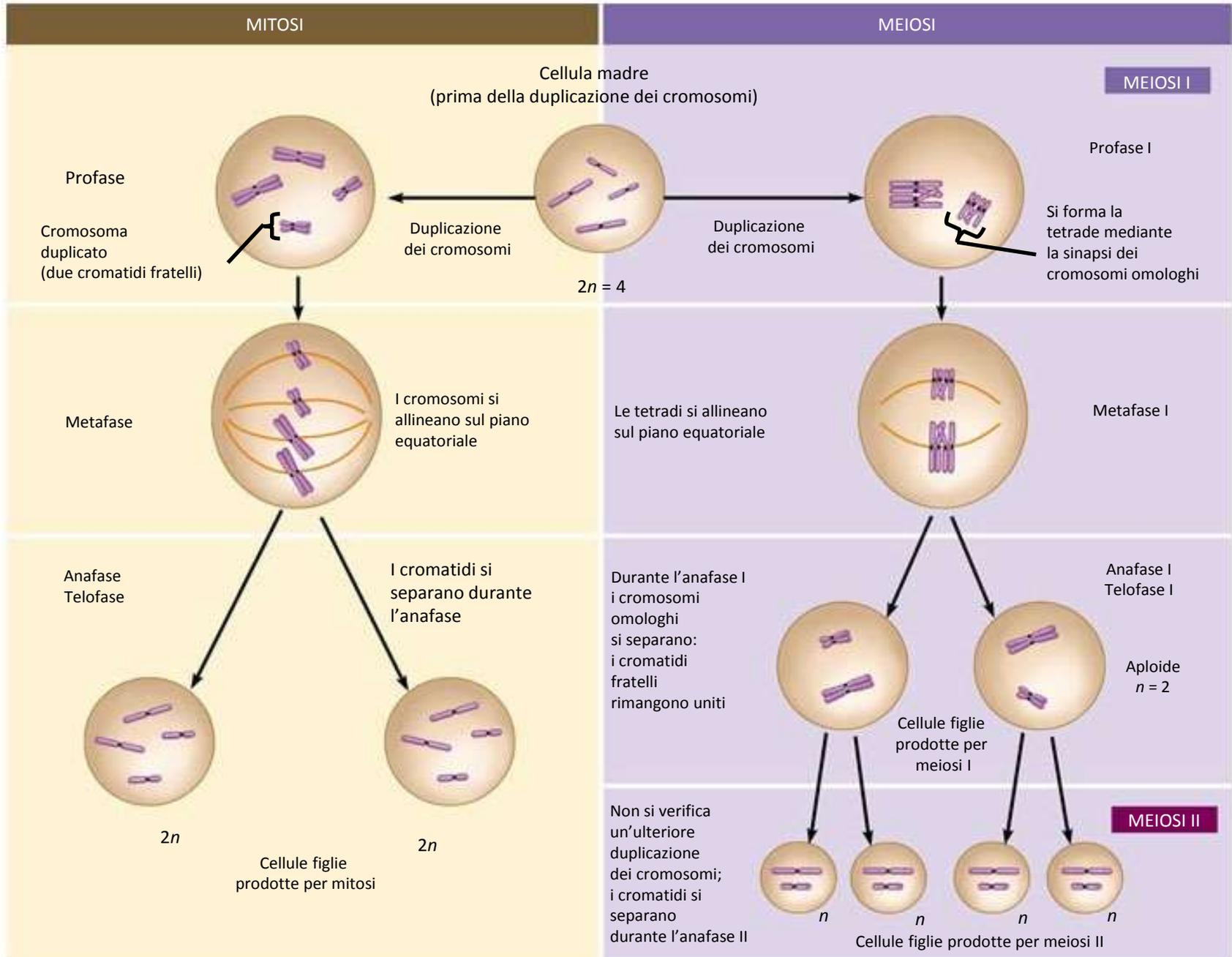
LE FASI DELLA MEIOSI:



LE FASI DELLA MEIOSI:



MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO



La varietà della progenie dipende dalla disposizione dei cromosomi durante la meiosi e dalla casualità della fecondazione

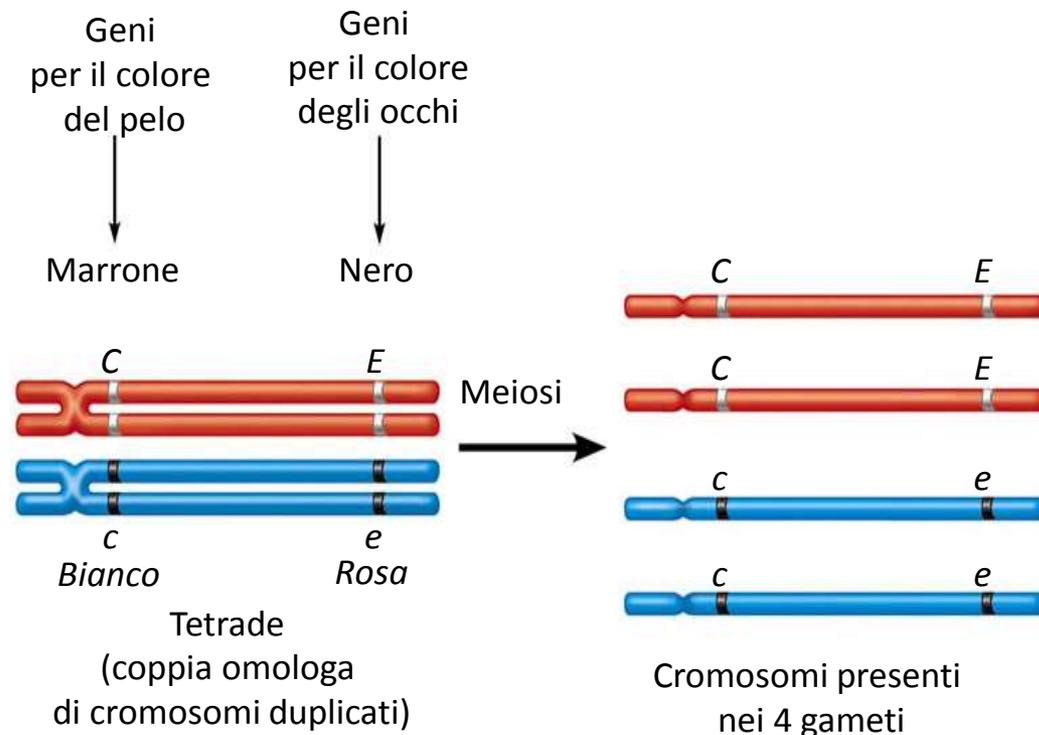
Ogni cromosoma di una coppia omologa differisce in diversi punti dall'altro membro della coppia: il cromosoma ereditato dalla madre porta versioni differenti dei geni che si trovano sul cromosoma omologo ereditato dal padre.

La variabilità degli zigoti

- Lo zigote si forma dall'unione casuale dei gameti maschile e femminile
- La fecondazione casuale aumenta grandemente la variabilità della prole.

I cromosomi omologhi possono portare versioni diverse dello stesso gene

Le differenze tra cromosomi omologhi si basano sul fatto che possono portare, sullo stesso locus, informazioni genetiche differenti relative alla stessa caratteristica.



Il crossing-over aumenta ulteriormente la variabilità genetica

- Il crossing-over è lo scambio di segmenti corrispondenti tra due cromosomi omologhi.
- La ricombinazione genetica che si verifica col crossing-over durante la profase I, aumenta ulteriormente la variabilità genetica.

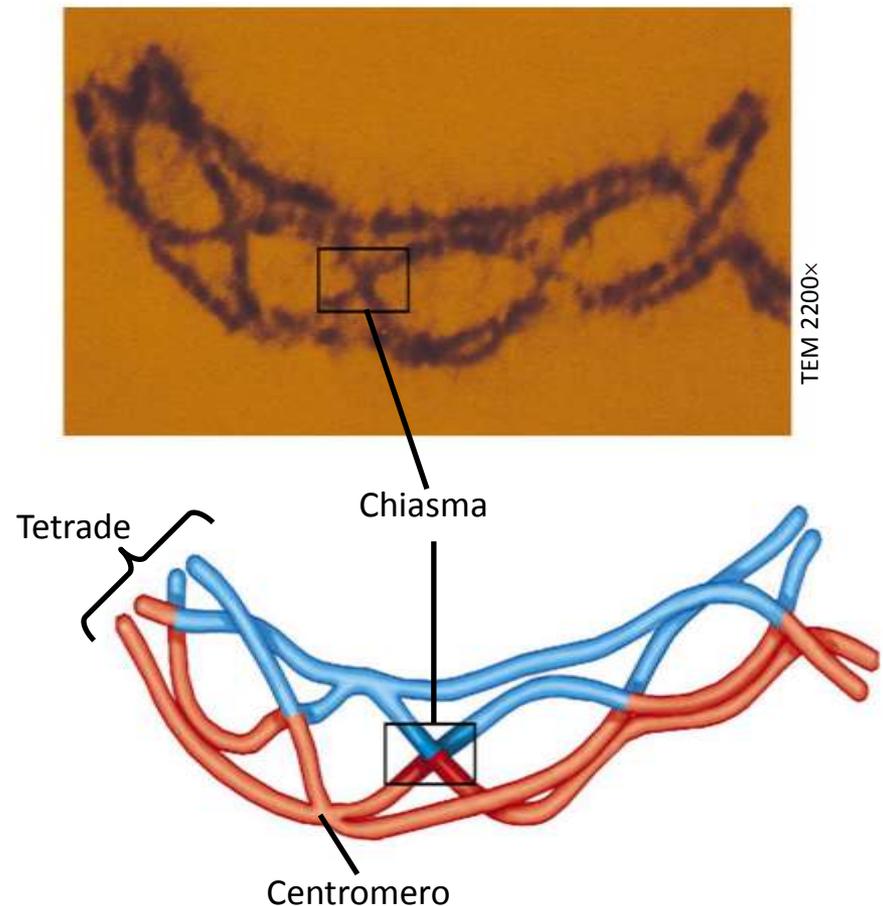


Figura 8.18A