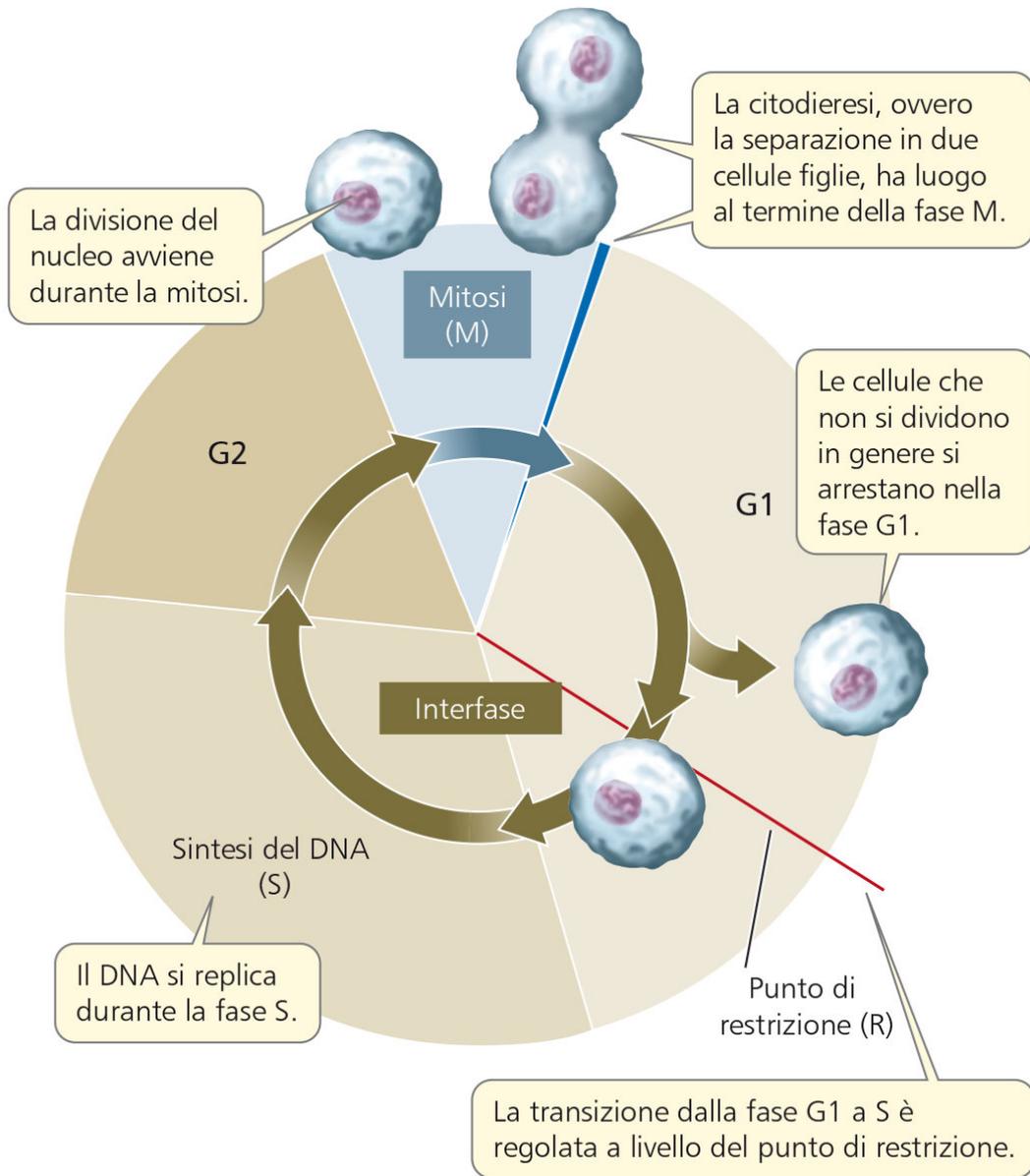
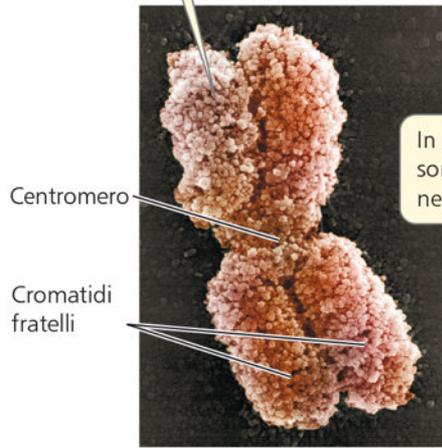


Il ciclo cellulare

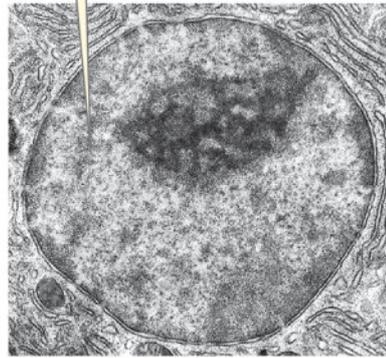


Nelle cellule in fase M il DNA e le proteine associate in ogni cromosoma formano strutture compatte.

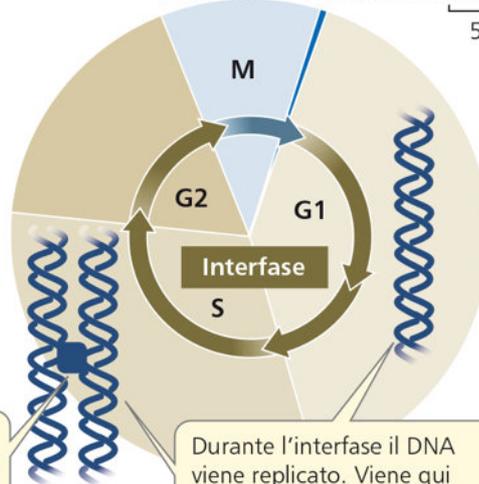


0,5 μm

In un nucleo interfase, i cromosomi sono strutture filiformi disperse nel nucleo.

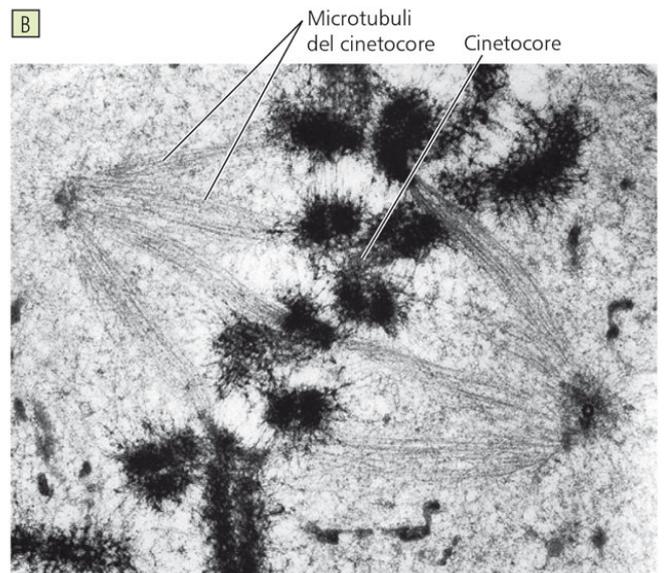
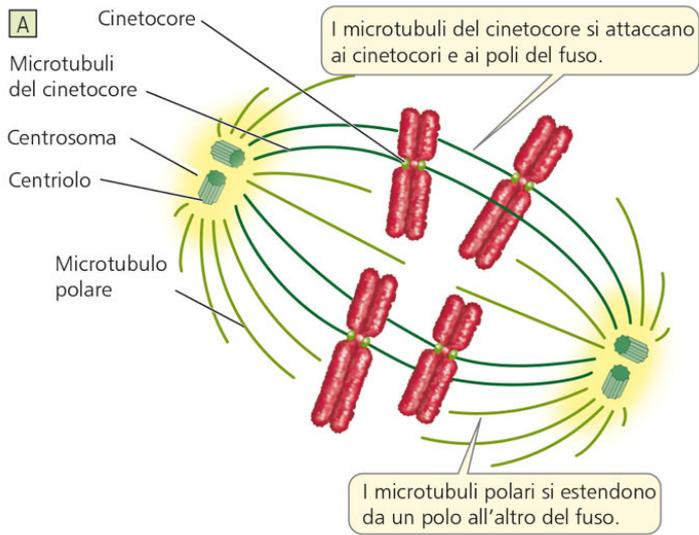


5 μm



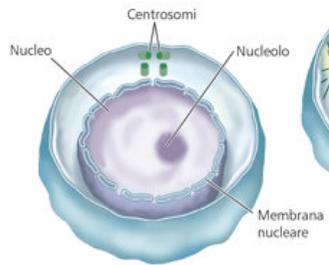
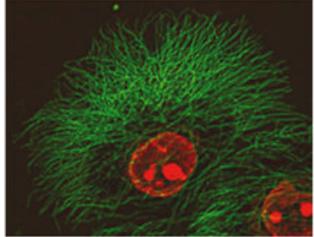
Alla fine della fase S i cromatidi sono uniti in corrispondenza del centromero.

Durante l'interfase il DNA viene replicato. Viene qui mostrata solo una piccola porzione di uno tra i tanti cromosomi.



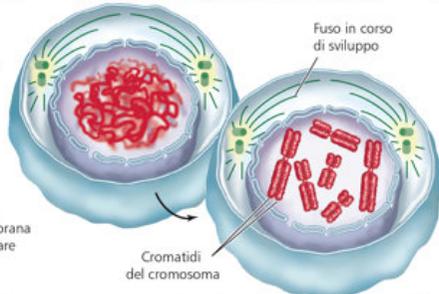
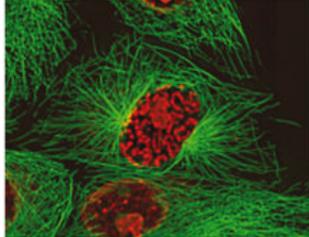
FASI DELLA MITOSI

Interfase



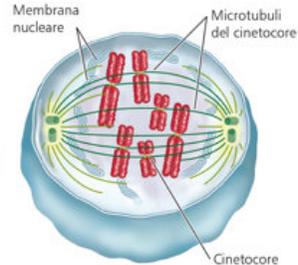
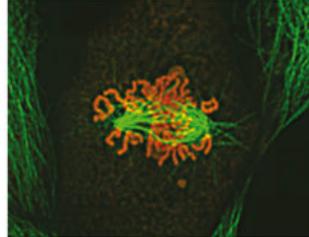
1 Durante la fase S dell'interfase il nucleo replica il suo DNA ed i centrosomi

Profase



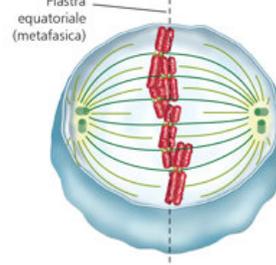
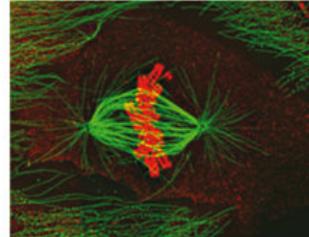
2 La cromatina si avvolge e si superavvolge, diventando sempre più compatta e condensandosi in cromosomi visibili. I cromosomi consistono di due cromatidi fratelli appaiati e identici, formati nella fase S. I centrosomi migrano verso i poli opposti.

Prometafase



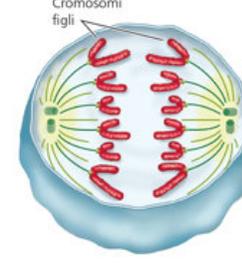
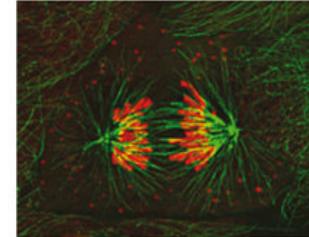
3 La membrana nucleare si dissolve. Si formano i microtubuli del cinetocore, che connettono i cinetocori ai poli.

Metafase



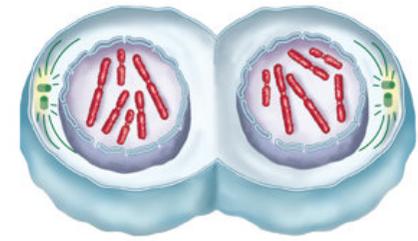
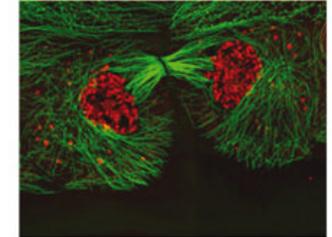
4 I centromeri si allineano in un piano all'equatore della cellula

Anafase



5 I cromatidi fratelli si separano, e i nuovi cromosomi figli iniziano a spostarsi verso i poli.

Telofase



6 I cromosomi figli raggiungono i poli. Quando la telofase si conclude, si riformano la membrana nucleare e i nucleoli la cromatina si despiralizza, e dopo la citodieresi le cellule figlie entrano nuovamente in interfase.

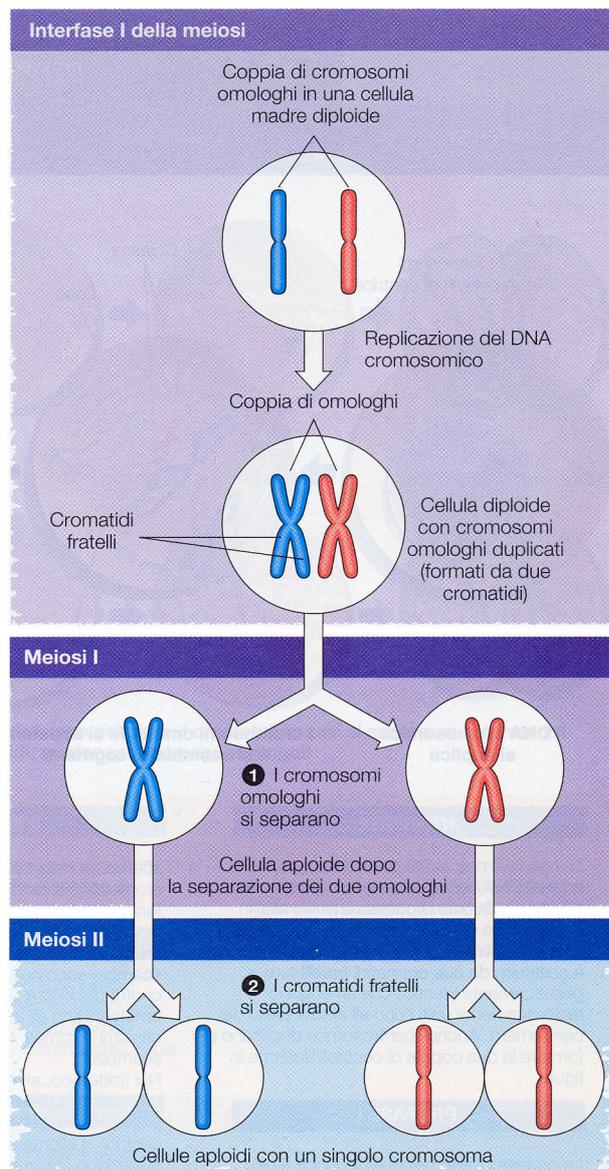


Figura 13.6

Riepilogo della meiosi: il dimezzamento del numero dei cromosomi. Dopo la replicazione del DNA cromosomico, la cellula diploide si divide *due volte*, producendo complessivamente quattro cellule figlie aploidi. La cellula illustrata in questa figura contiene soltanto una coppia di cromosomi omologhi, che per semplicità viene mostrata nella sua condizione più condensata (in realtà, durante l'interfase i cromosomi non sono condensati). In questa figura e in altre figure più avanti nel capitolo, gli omologhi sono rappresentati con i colori rosso e blu, ricordando che essi possono portare versioni differenti di alcuni geni.

La meiosi riduce il numero di cromosomi da diploide ad aploide

Molte delle tappe che costituiscono la meiosi somigliano a eventi corrispondenti della mitosi. Come la mitosi, anche la meiosi è preceduta dalla replicazione del DNA. Nel caso della meiosi, tuttavia, quest'unico evento di duplicazione è seguito da due divisioni cellulari consecutive, note rispettivamente come meiosi I e meiosi II. Ciascuna di queste divisioni è suddivisa nelle stesse quattro fasi viste per la mitosi (profase, metafase, anafase, telofase). Tali divisioni portano alla produzione di quattro cellule figlie (a differenza delle due cellule figlie che si originano dalla mitosi), ognuna provvista di un corredo cromosomico dimezzato rispetto alla cellula madre (Fig. 13.6, 13.8). Più specificamente, la meiosi I è una divisione riduzionale (che comporta cioè il dimezzamento del numero dei cromosomi) mentre la

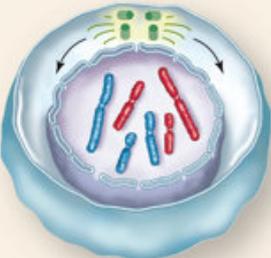
meiosi II è una divisione equazionale (senza variazione del numero di cromosomi).

I cicli biologici sessuali danno origine alla variabilità genetica osservabile tra i discendenti. Nelle specie che si riproducono sessualmente, il comportamento dei cromosomi durante la meiosi e la fecondazione sono responsabili della maggior parte della variabilità genetica che si osserva a ogni generazione.

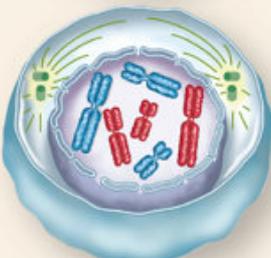
MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO

MITOSI

Cellula madre ($2n$)

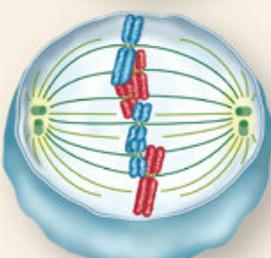


Profase



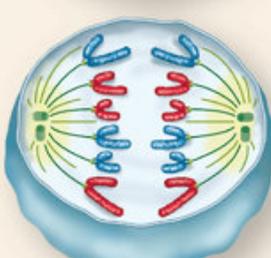
1 Non c'è l'appaiamento degli omologhi.

Metafase



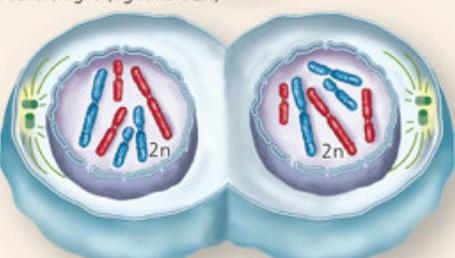
2 I singoli cromosomi si allineano lungo la piastra equatoriale.

Anafase



3 I centromeri si separano. I cromatidi fratelli si separano durante l'anafase, diventando i cromosomi figli.

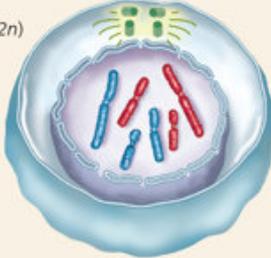
Due cellule figlie (ognuna è $2n$)



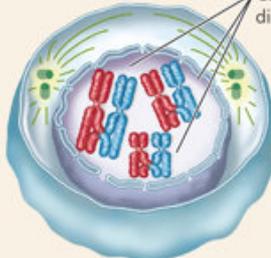
La mitosi è un meccanismo che garantisce la costanza genetica: il nucleo parentale dà origine a due nuclei figli, geneticamente identici.

MEIOSI

Cellula madre ($2n$)



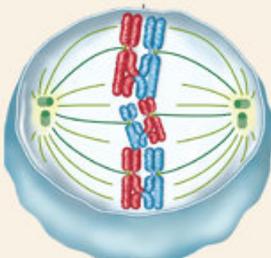
Profase I



Coppie di omologhi

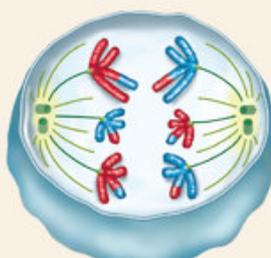
1 Fra i cromosomi omologhi si verificano l'appaiamento e il crossing over.

Metafase I



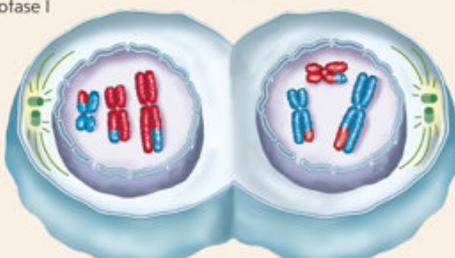
2 Le coppie di omologhi si dispongono sulla piastra equatoriale.

Anafase I



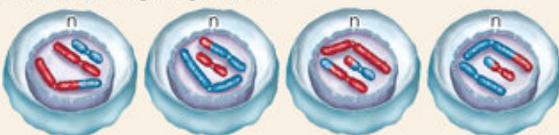
3 I centromeri non si separano; i cromatidi fratelli restano uniti durante l'anafase I; si separano gli omologhi; il DNA non si replica prima della profase II.

Telofase I



Al termine della telofase I, i due membri di ogni coppia omologa si sono separati.

Quattro cellule figlie (ognuna è n)



La meiosi produce quattro cellule figlie aploidi geneticamente diverse fra loro. Quindi, la meiosi è un processo che genera diversità genetica.

Crossing over

A causa dell'assortimento indipendente dei cromosomi durante la meiosi, ogni

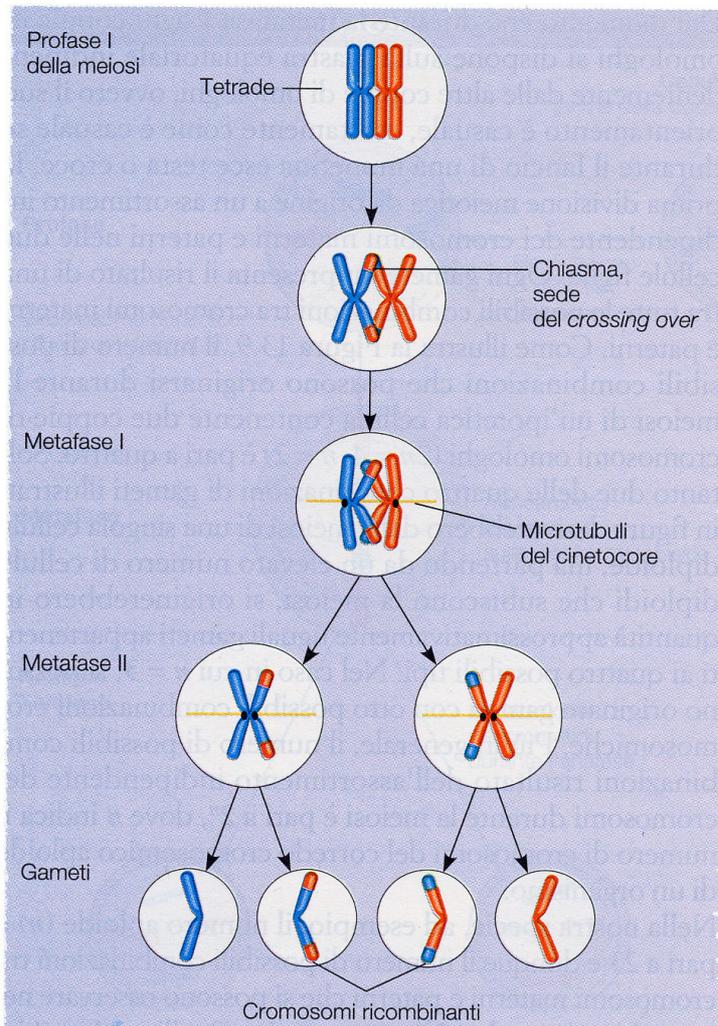


Figura 13.10

Il risultato dei crossing over durante la meiosi. Durante la profase della meiosi I, i cromatidi non fratelli di cromosomi omologhi si scambiano segmenti corrispondenti. Seguendo tali cromosomi attraverso tutte le fasi della meiosi, si osserva che i *crossing over* danno origine a cromosomi ricombinanti, ossia a cromosomi che possiedono una certa combinazione del DNA derivato originariamente dai due differenti genitori.

individuo produce una serie di gameti che differiscono l'uno dall'altro per la combinazione di cromosomi materni e paterni ereditati dai propri genitori. Da quanto illustrato finora, sembra che ogni *singolo* cromosoma di un determinato gamete sia interamente di origine materna o paterna, ovvero, che il suo DNA derivi esclusivamente da uno dei due genitori. **In realtà non è così.** Un processo noto come **crossing over** o scambio porta alla formazione di **cromosomi ricombinanti**, che contengono alcuni geni di origine materna e altri di derivazione paterna (Fig. 13.10).