

Cristina Cavazzuti
Daniela Damiano

Terra, acqua, aria

Seconda edizione

Capitolo 6

Le acque oceaniche e continentali

1. Le caratteristiche delle acque marine
2. I movimenti del mare
3. I corsi d'acqua
4. I laghi e i ghiacciai
5. Le acque sotterranee

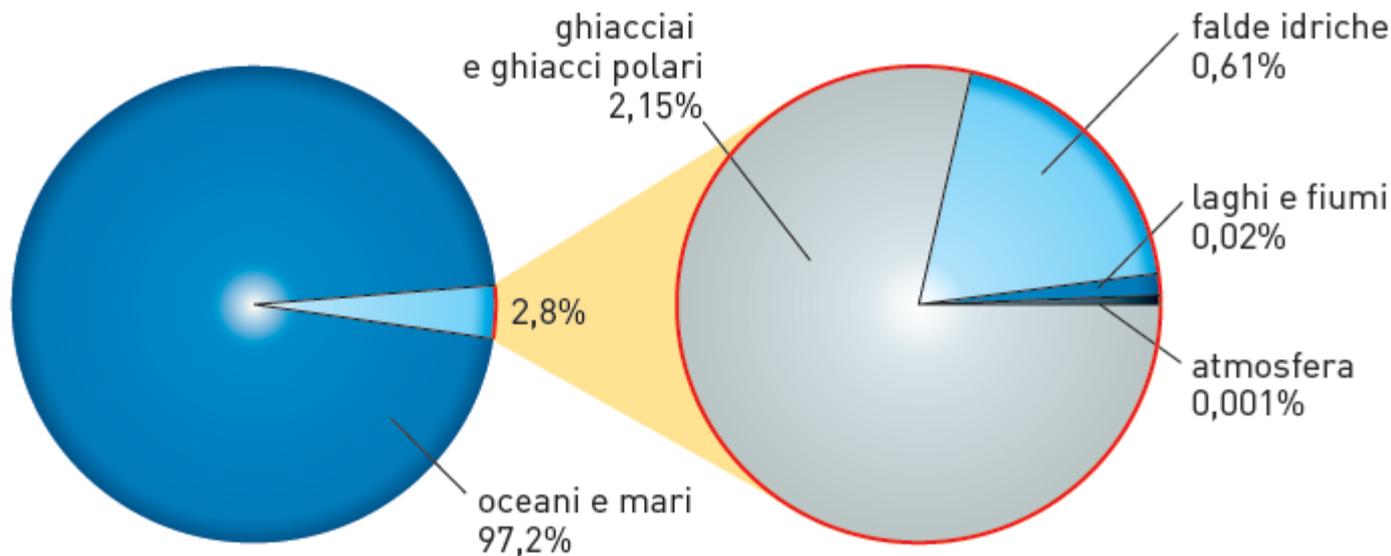
Lezione 1

Le caratteristiche delle acque marine

1. La distribuzione delle acque

Si stima che la quantità d'acqua presente sulla Terra sia quasi un miliardo e mezzo di km³ e nel suo insieme costituisce l' **idrosfera**. L'acqua sulla Terra si trova in tutti e tre gli stati di aggregazione:

- allo *stato liquido*: negli **oceani** e nei **mari**, nei **laghi** e nei **fiumi**, nelle **falde idriche**;
- allo *stato solido*: nei **ghiacciai**;
- allo *stato aeriforme*: nell' **atmosfera**.



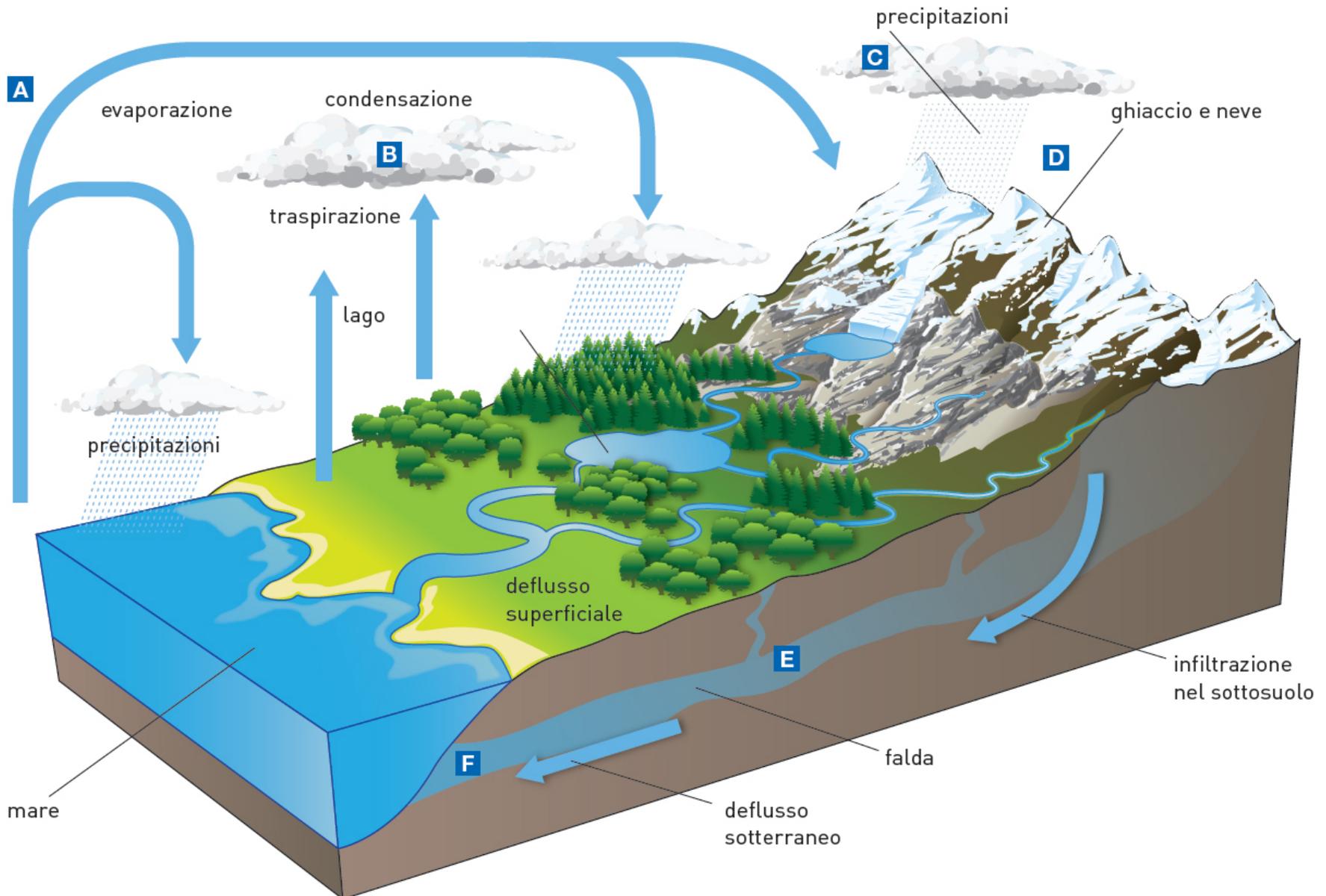
2. Il ciclo dell' acqua

Tra i cinque serbatoi dell' idrosfera avvengono continui scambi, che compongono il **ciclo dell' acqua** o *ciclo idrologico*.

Il ciclo dell' acqua si realizza attraverso il passaggio delle molecole d' acqua da uno stato di aggregazione all' altro.

L' energia necessaria affinché avvengano questi passaggi di stato e l' acqua possa trasferirsi da un serbatoio all' altro è fornita dal **Sole**, attraverso le radiazioni che raggiungono la superficie terrestre.

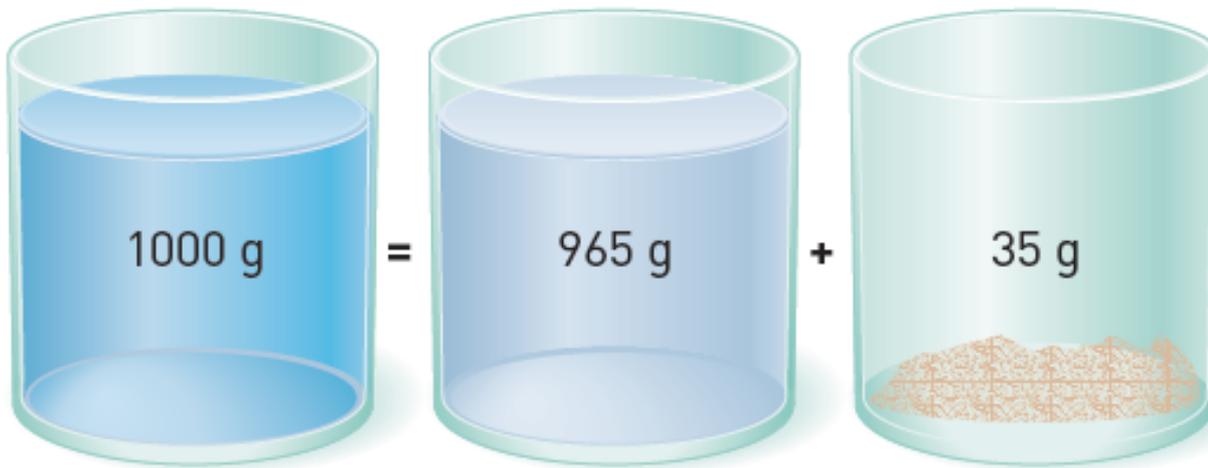
2. Il ciclo dell'acqua



3. La salinità delle acque marine

La **salinità** è una delle caratteristiche chimiche delle acque. È la quantità di sali disciolti in 1000 grammi di acqua e si indica con il simbolo ‰ (che significa «parti per mille»).

In media 1 kg di acqua di mare contiene in soluzione 35 grammi di sali. I sali disciolti nei mari provengono dall'erosione delle rocce e dei suoli attraversati dall'acqua. Il più abbondante è il **cloruro di sodio** (NaCl).



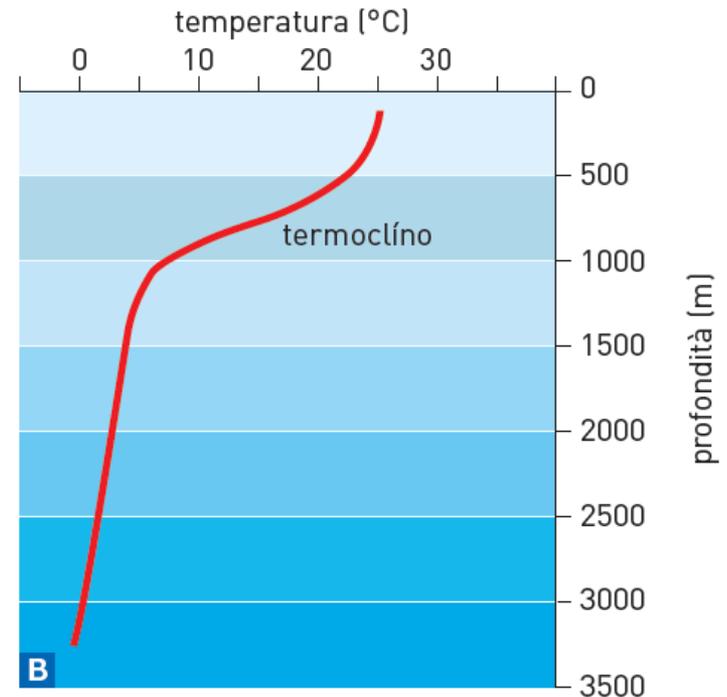
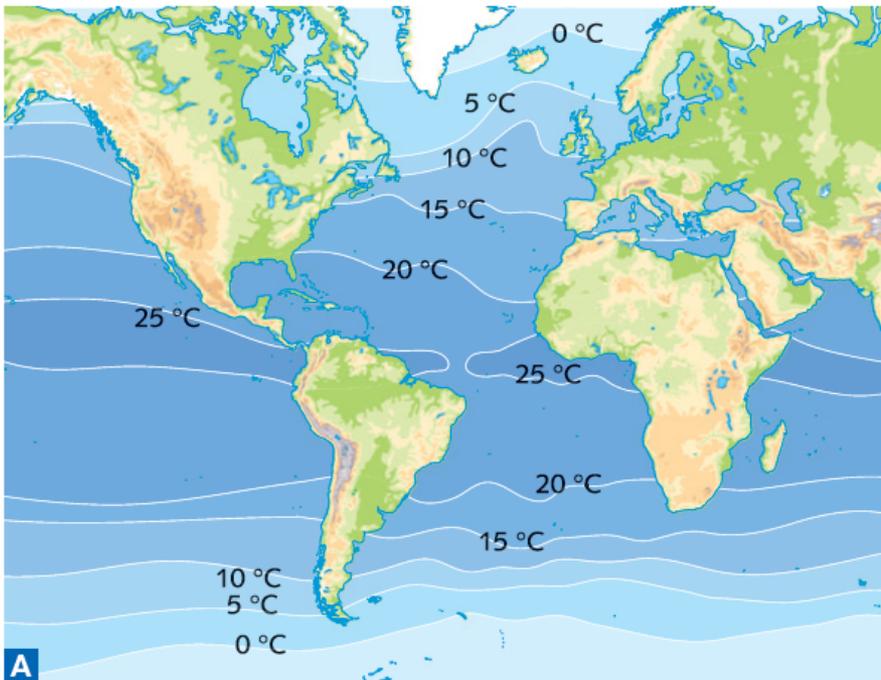
4. Le proprietà fisiche delle acque marine

La **densità** dell' acqua dipende dalla salinità (più è salata più è densa).

Infatti, la densità di una soluzione aumenta con la sua concentrazione.

La **temperatura di congelamento** dell' acqua di mare è minore di quella dell' acqua pura.

La **temperatura** dell' acqua di mare dipende dalla quantità di radiazione solare assorbita negli strati superficiali e varia a seconda della stagione, della latitudine e della profondità.



4. Le proprietà fisiche delle acque marine

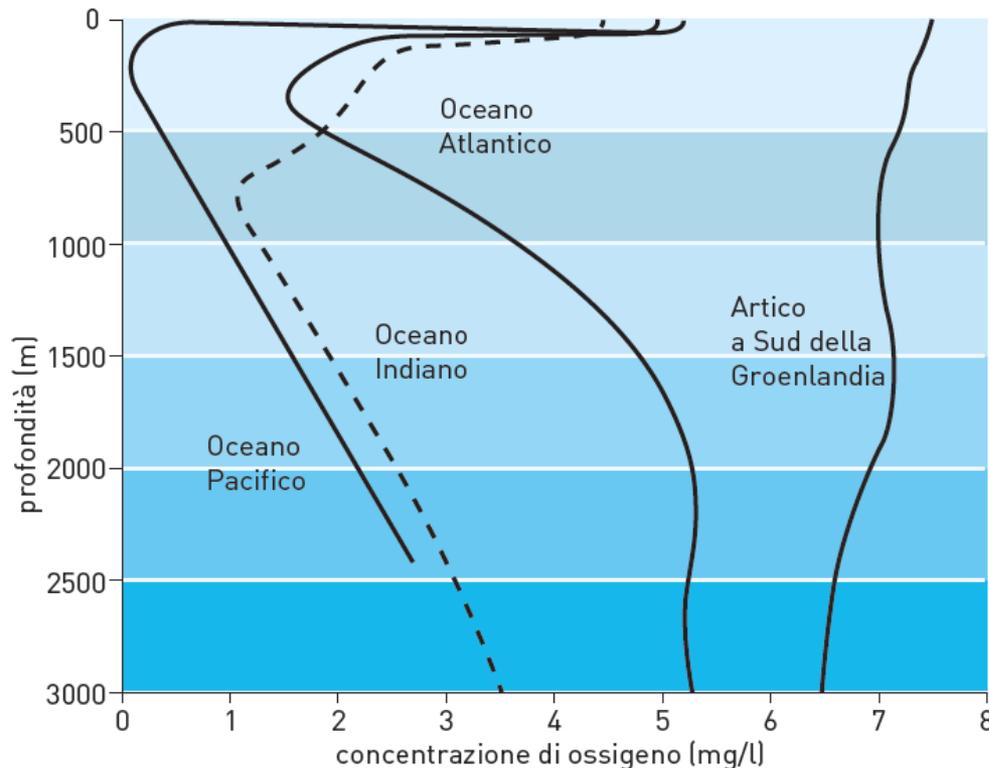
Al variare della profondità varia anche la **pressione**. Ogni 10 m di profondità la pressione aumenta di 1 atmosfera.

Il **colore** delle acque marine normalmente tende all'azzurro perché riflette il colore del cielo, ma dipende anche dalla profondità e dalla presenza di organismi viventi o di materiali particolari che costituiscono il fondale.

La **trasparenza** delle acque dipende dalla capacità della luce di propagarsi al suo interno e dalla presenza di materiale in sospensione. In generale i mari tropicali sono più trasparenti, mentre i mari freddi sono più torbidi.

5. I gas disciolti nelle acque marine

Tra l'atmosfera e l'acqua marina si verificano continui **scambi di gas**; fra quelli che si sciolgono in acqua, i più importanti dal punto di vista chimico e biologico sono l'ossigeno, l'azoto e l'anidride carbonica. La **solubilità dei gas** aumenta con la pressione (quindi con l'aumentare della profondità) e con il diminuire della temperatura, ma diminuisce con l'aumentare della salinità.



6. L' inquinamento delle acque

L' **inquinamento** delle acque marine può essere causato dallo sversamento di sostanze non biodegradabili o tossiche, e dall' immissione di materiale decomponibile in elevate quantità.

Un inquinante molto noto e dannoso è il **petrolio**.

Un altro pericoloso inquinante è la **plastica**, che nei mari forma vere e proprie isole galleggianti. Con il tempo si trasforma in *microplastica*, che viene ingerita e trasmessa lungo la catena alimentare.

Altri inquinanti molto nocivi sono i **solventi** e i **metalli pesanti** (come piombo, nichel, cromo, cadmio): anch' essi si accumulano negli esseri viventi a ogni passaggio della catena alimentare.

Tali inquinanti provengono dal versamento volontario o accidentale di prodotti dell' attività agricola e industriale o dai rifiuti urbani.

Lezione 2

I movimenti del mare

7. Le onde

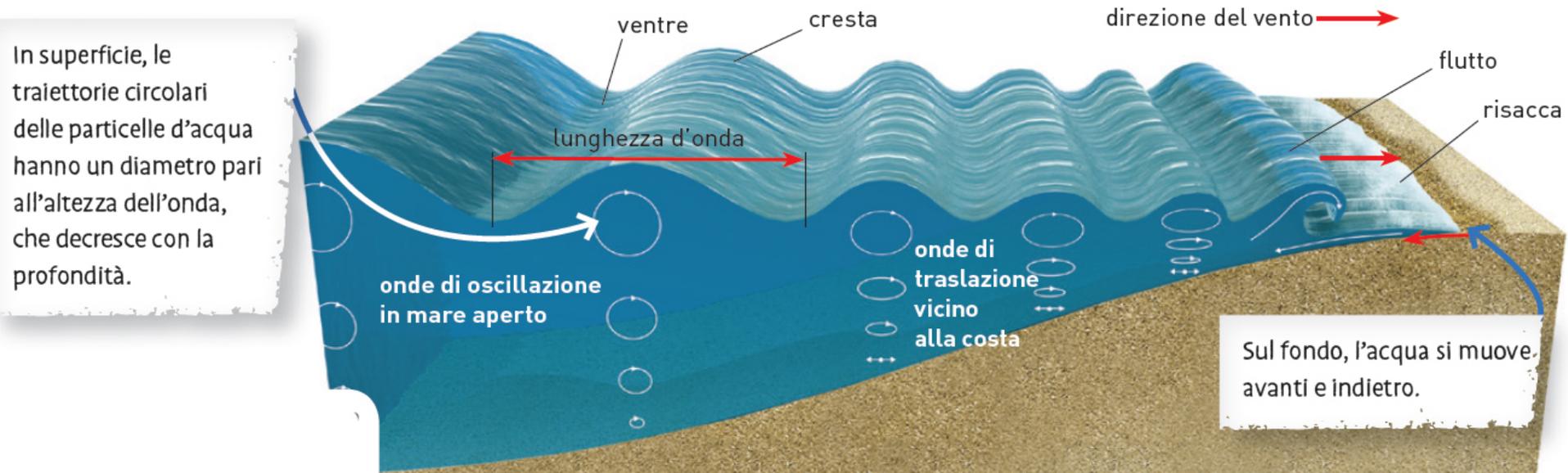
Il **moto ondoso** è un movimento irregolare e variabile delle acque marine provocato principalmente dal vento.

In mare aperto, il vento colpisce le particelle d'acqua in superficie, trasmette loro parte della sua energia e le spinge verso il basso; le particelle d'acqua premono su quelle sottostanti, costringendole a spostarsi lateralmente e a innalzarsi; il moto che ne risulta è circolare e determina in superficie le **onde di oscillazione**.

7. Le onde

Le particelle superficiali sono più veloci di quelle che risentono dell'influenza del fondale e le sorpassano, formando le **onde di traslazione**.

Sulla riva, le onde di traslazione si rompono formando i **frangenti di spiaggia**.



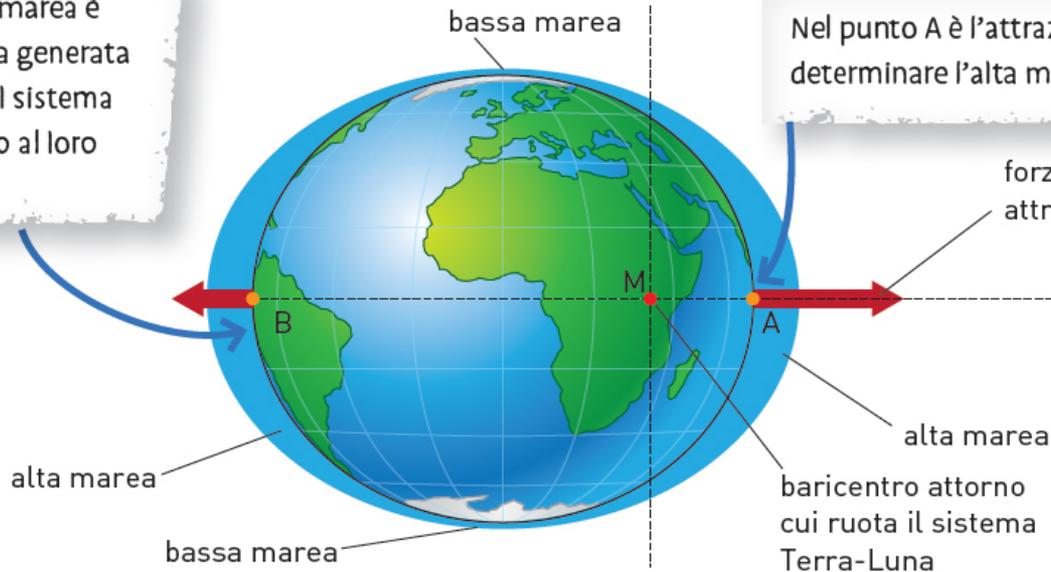
8. Le maree

Il periodico innalzarsi e abbassarsi del livello del mare è causato dall'attrazione gravitazionale esercitata dalla Luna sulla Terra (ma in parte anche dal Sole) e si chiama **marea**.

La fase di innalzamento (*flusso*) è detta **alta marea**, mentre la fase di abbassamento (*riflusso*) è detta **bassa marea**.

Il dislivello tra bassa e alta marea è detto *ampiezza di marea*.

Nel punto B l'alta marea è causata dalla forza generata dalla rotazione del sistema Terra-Luna attorno al loro baricentro.

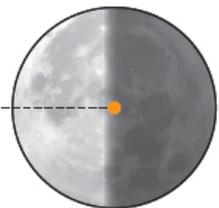


Nel punto A è l'attrazione lunare a determinare l'alta marea.

forza di attrazione

alta marea

baricentro attorno cui ruota il sistema Terra-Luna



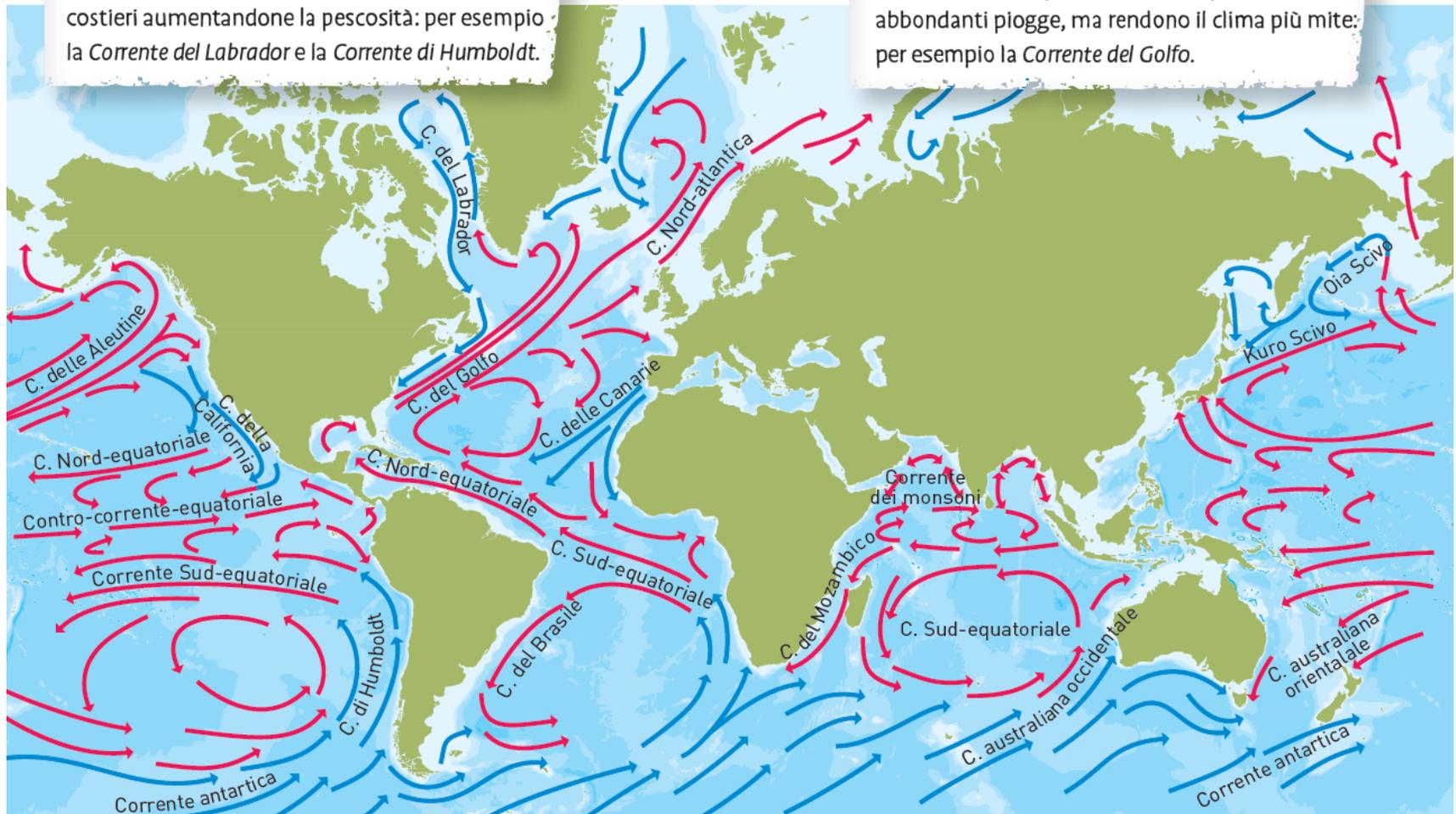
9. Le correnti marine

Le **correnti marine** sono movimenti di grandi masse d'acqua con temperatura, densità e salinità differenti rispetto alle acque circostanti.

Possono essere *fredde* o *calde*, *orizzontali* o *verticali*.

Le **correnti fredde** apportano nutrienti ai mari costieri aumentando la pescosità: per esempio la *Corrente del Labrador* e la *Corrente di Humboldt*.

Le **correnti calde** portano umidità provocando abbondanti piogge, ma rendono il clima più mite: per esempio la *Corrente del Golfo*.



9. Le correnti marine

In base alla causa che le origina, si dividono in *correnti di deriva*, *correnti di gradiente* e *correnti di marea*.

Le **correnti di deriva** sono correnti superficiali causate dai venti che spingono le particelle d'acqua nella loro stessa direzione.

Le **correnti di gradiente** sono causate principalmente da differenze chimico-fisiche, come temperatura e salinità, dell'acqua di mari adiacenti.

Le **correnti di marea** sono scorrimenti orizzontali di acqua che accompagnano la salita e la discesa della marea.

Nel loro insieme le correnti costituiscono la **circolazione generale oceanica**. L'andamento delle correnti è influenzato anche da fattori come la forza di Coriolis, i fondali, la profondità e la forma del bacino.

Lezione 3

I corsi d'acqua

10. Le caratteristiche dei corsi d'acqua

L'idrosfera comprende anche il serbatoio delle **acque dolci**: i corsi d'acqua, i laghi, i ghiacciai e le acque sotterranee.

Le acque dolci superficiali provengono soprattutto dalle precipitazioni atmosferiche che, assieme alle acque di fusione dei ghiacciai e alle acque sotterranee, alimentano i **corsi d'acqua**, come ruscelli, torrenti e fiumi, che scorrono in canali chiamati **alvei** o *letti*.

I **fiumi** sono corsi d'acqua perenni, mentre **torrenti e ruscelli** sono intermittenti.

Il percorso di un fiume di solito inizia da una *sorgente* situata ad alta quota e, dopo un tragitto più o meno lungo, termina con la *foce*.

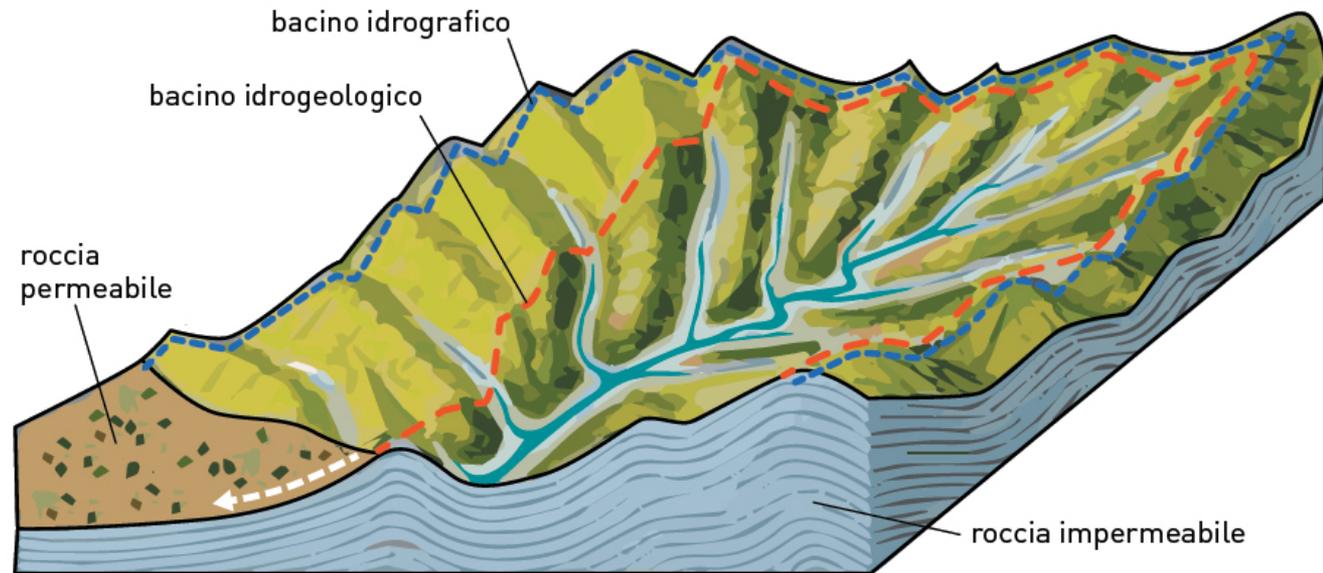
10. Le caratteristiche dei corsi d'acqua

Ogni fiume è alimentato dalle acque provenienti da una specifica area geografica detta **bacino idrografico**.

I fiumi che confluiscono in fiumi più grandi vengono chiamati **affluenti**, mentre quelli che riversano le acque in un lago sono detti **immissari**.

Il **bacino idrografico** è costituito dalle acque provenienti da una precisa area geografica.

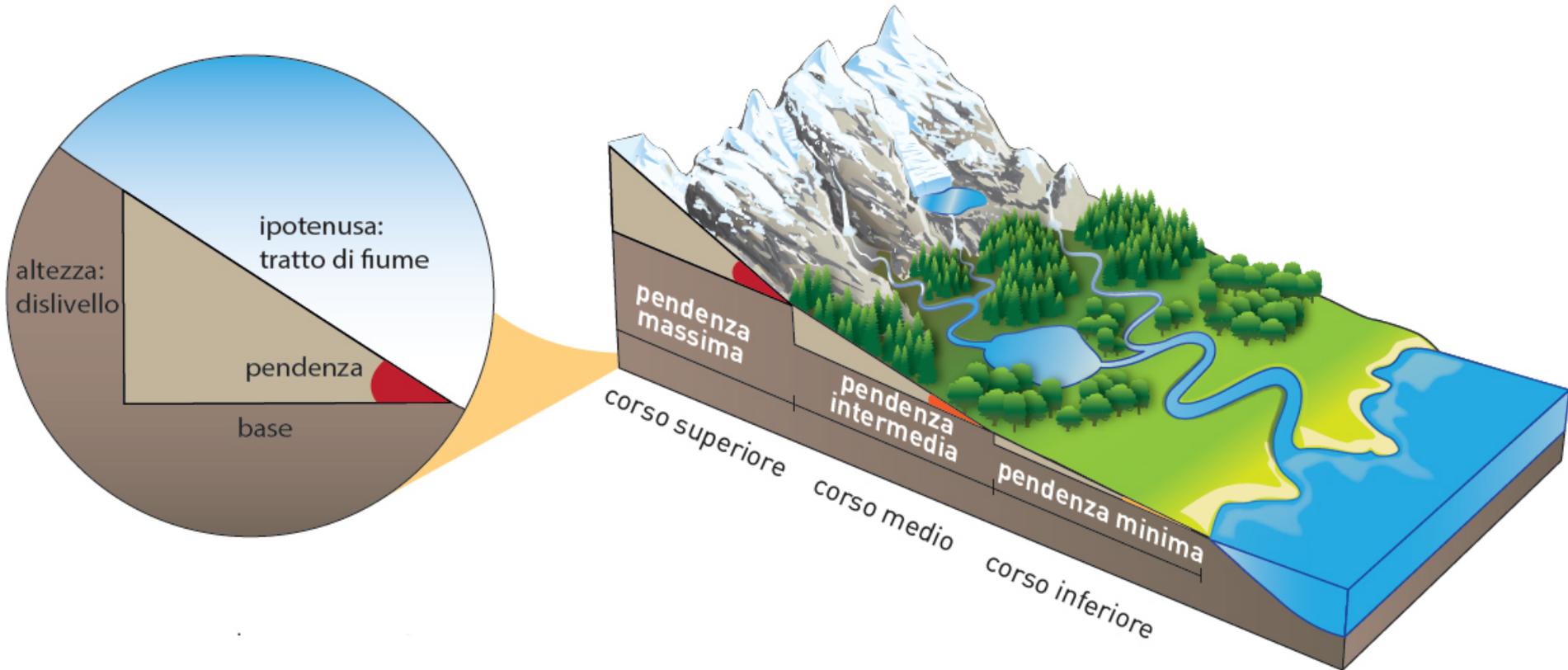
Il **bacino idrogeologico** comprende anche le acque sotterranee.



10. Le caratteristiche dei corsi d'acqua

I corsi d'acqua non hanno caratteristiche uniformi lungo il loro percorso.

La **pendenza** è massima nel corso superiore, diminuisce nel corso



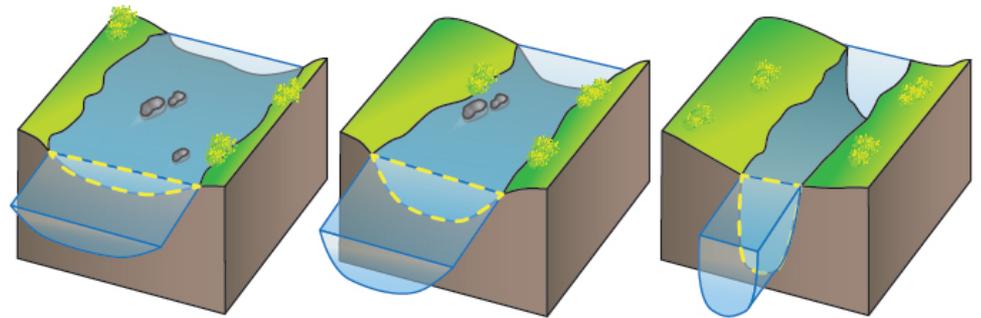
10. Le caratteristiche dei corsi d'acqua

La **velocità** dipende dalla pendenza dell' alveo, maggiore la pendenza, più veloce è lo scorrimento delle acque.

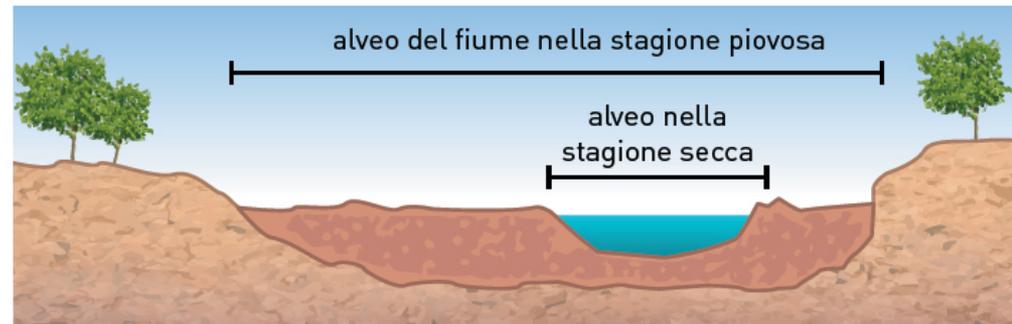
La **forma dell' alveo** dipende dalla pendenza e dalla quantità di acqua che il fiume riceve; può influenzare la velocità delle acque.

La **portata** è la quantità d' acqua che passa attraverso una sezione trasversale del fiume in un secondo.

La variazione della portata nel corso dell' anno è detta **regime**.



In prossimità delle sponde e vicino al fondo la velocità è minore perché c'è più attrito, mentre la velocità è massima al centro e sulla superficie del corso d'acqua.



Durante il periodo di piena l'alveo si riempie di acqua e talvolta straripa, nei periodi di magra l'alveo è quasi asciutto.

11. L'azione abrasiva dei fiumi

Le acque incanalate erodono notevolmente il suolo su cui scorrono, svolgendo un'azione molto incisiva detta **abrasione**.

Nella parte più ripida dell'alveo, i torrenti e i fiumi scavano profondamente le rocce in cui scorrono, formando delle incisioni chiamate **forre** o *gole*, in cui spesso sono visibili le **marmitte dei giganti**.

A mano a mano che il fondo e le sponde sono erosi, l'alveo si allarga e diventa più profondo. Con il tempo i solchi creati dai corsi d'acqua si trasformano in **valli a V**.

L'erosione regressiva è responsabile della formazione di cascate e rapide.

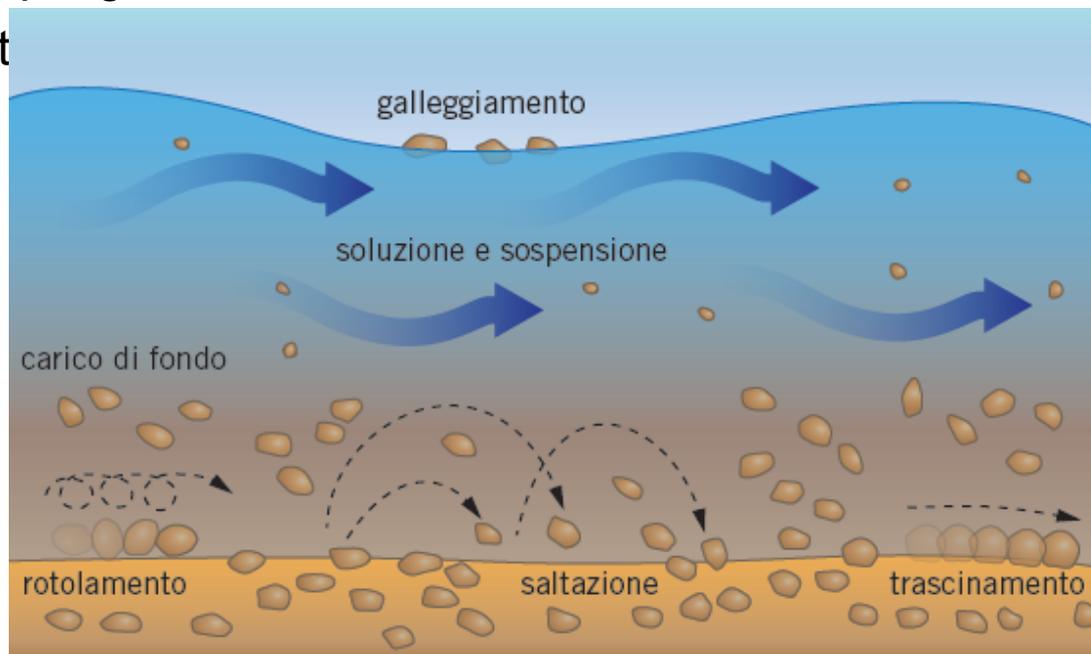
La **cattura fluviale** si ha quando il punto di origine di un fiume arretra per l'intensa azione erosiva e raggiunge l'alveo di un altro fiume, di cui «cattura» le acque.

12. Il trasporto e il deposito fluviale

Il volume di materiale solido che un corso d'acqua asporta dall'alveo e trasporta verso valle è chiamato **carico sedimentario**.

Il tipo di trasporto dipende dalle dimensioni e dalla turbolenza dell'acqua:

- i detriti piccoli o leggeri sono trasportati per **galleggiamento**;
- in **soluzione** troviamo tutti i sali che le acque disciolgono;
- i materiali argillosi sono tenuti in **sospensione**;
- i detriti più grandi, che costituiscono il *carico di fondo*, sono trasportati

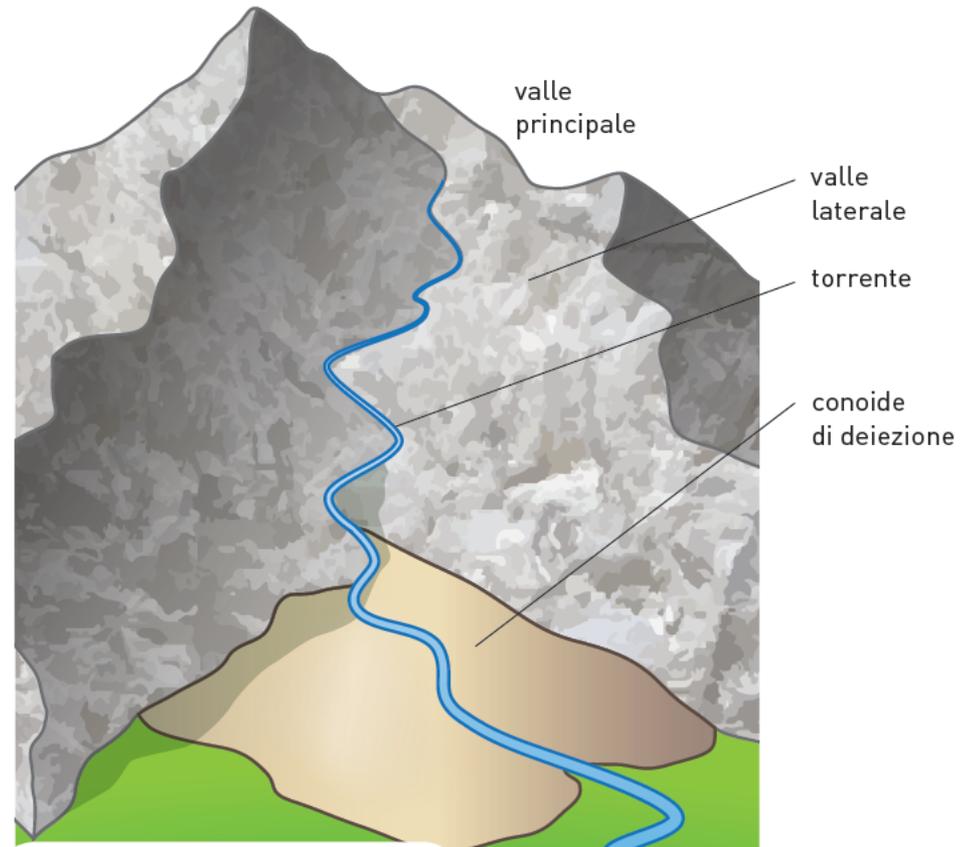


12. Il trasporto e il deposito fluviale

A mano a mano che la pendenza dell' alveo diminuisce, le acque scorrono più lentamente, la capacità di trasporto si riduce e inizia il *deposito fluviale dei detriti*.

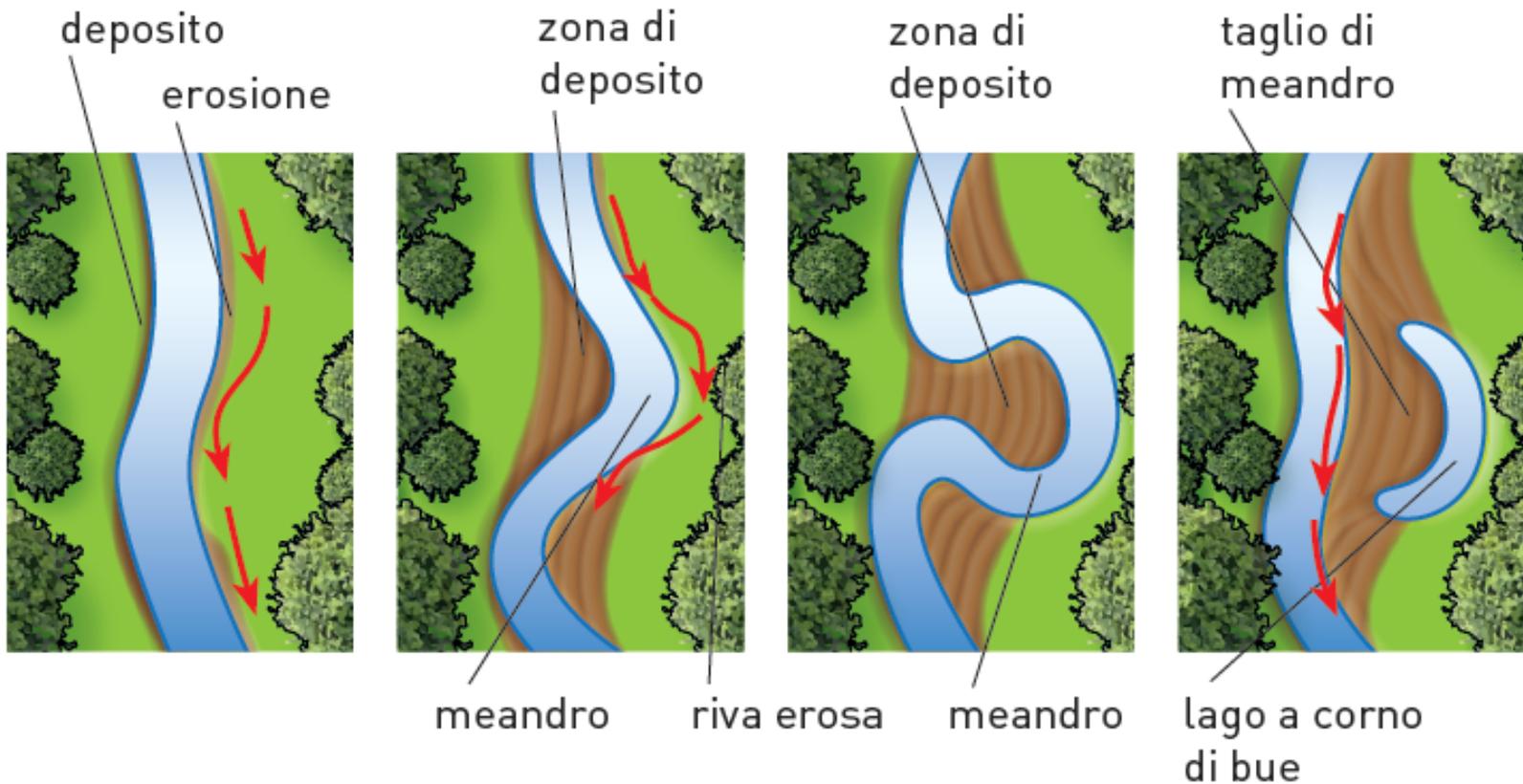
Quando il corso d' acqua giunge in una zona pianeggiante, la pendenza dell' alveo si riduce e i materiali trasportati vengono depositati sul fondo. Si forma così una specie di ventaglio chiamato **conoide di deiezione**.

Il deposito fluviale può anche dare origine a grandi **pianure alluvionali**.



13. I meandri e le foci dei fiumi

Quando un fiume scorre lento tra i materiali alluvionali, può trovare degli ostacoli che ne fanno deviare il corso; si formano così delle ampie anse, chiamate **meandri**, nelle quali avvengono sia l'erosione sia il deposito di sedimenti.

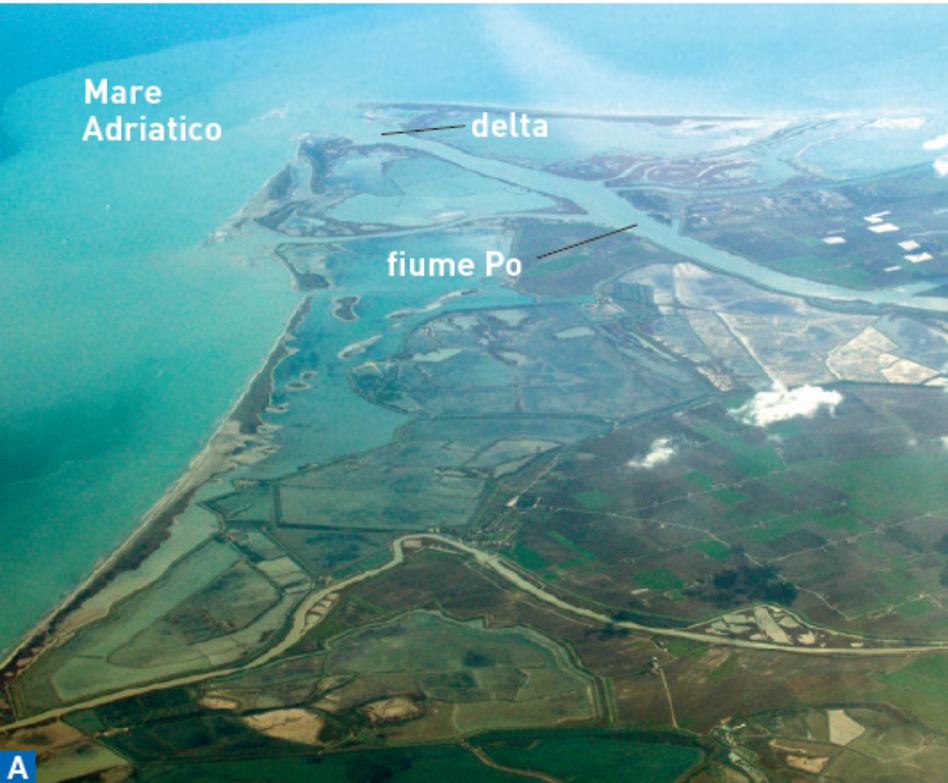


13. I meandri e le foci dei fiumi

Un fiume termina il suo corso quando raggiunge il mare o un lago.

La **foc**e di un fiume che sbocca in mare può essere:

- a **delta** (A): le acque fluviali si dividono in rami e si mescolano a quelle marine;
- a **estuario** (B): ha un unico ramo che si allarga a imbuto.



14. Le alluvioni

Piogge frequenti e abbondanti possono ingrossare i fiumi fino a determinarne l' esondazione con conseguente **alluvione** delle zone circostanti.

Esistono diversi fattori che predispongono al fenomeno alluvionale.

Uno di questi è la **natura del terreno**: suoli poco permeabili e **rilievi molto ripidi** favoriscono lo scorrimento rapido dell' acqua verso valle.

Nel caso di precipitazioni eccezionalmente abbondanti, inoltre, i fiumi chiusi da alti **argini artificiali** o con **strozzature** diventano molto pericolosi.

15. Il rischio alluvionale in Italia

L' Italia presenta un discreto rischio alluvionale soprattutto causato dalla massiccia costruzione di argini artificiali lungo i fiumi.

Utilizzando i dati raccolti dall' ISPRA è stata realizzata la **Carta della pericolosità idraulica**, che classifica il rischio alluvionale.

Pericolosità elevata (P3) significa che il tempo previsto tra un' alluvione e la successiva è tra i 20 e i 50 anni (alluvioni frequenti), pericolosità media (P2) con tempo di ritorno tra i 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti) e pericolosità bassa (P1) con scarsa probabilità di alluvioni.

Le regioni con i valori più alti di superficie a pericolosità idraulica media sono Emilia-Romagna, Toscana, Lombardia, Piemonte e Veneto.

Lezione 4

I laghi e i ghiacciai

16. L'origine dei laghi

I laghi si possono classificare in base all'origine della depressione che li ospita e si dividono in *endoreici* e *esoreici*.

I **laghi glaciali** occupano le conche naturali prodotte dall'azione erosiva di antichi ghiacciai oggi scomparsi o molto ridotti. I laghi prealpini italiani hanno questa origine.

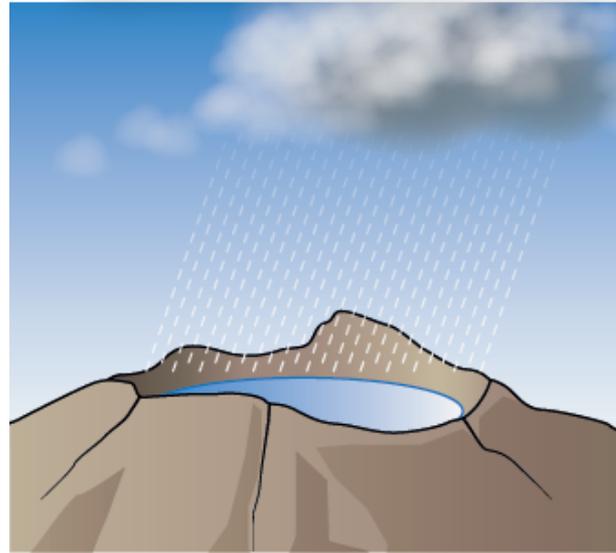


16. L'origine dei laghi

I laghi craterici

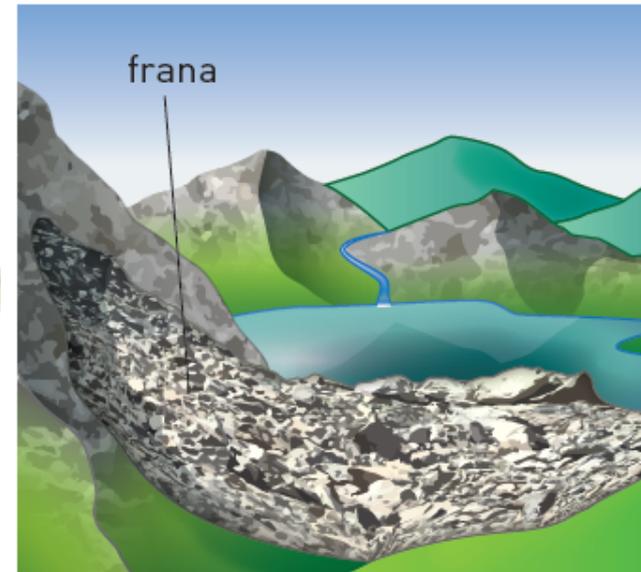
occupano i crateri o le caldere di vulcani spenti.

Molti laghi dell'Italia centrale sono craterici.



I laghi di sbarramento

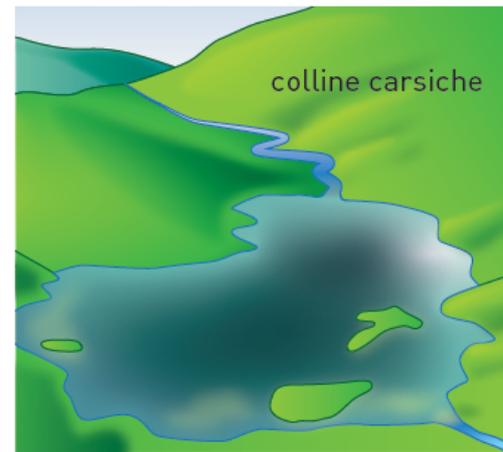
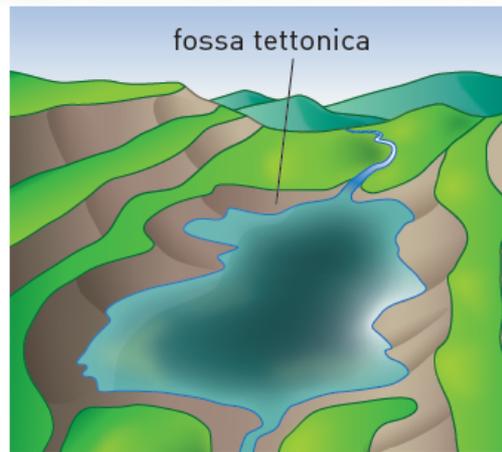
si formano quando il percorso di un fiume viene ostruito, per esempio da una frana.



16. L'origine dei laghi

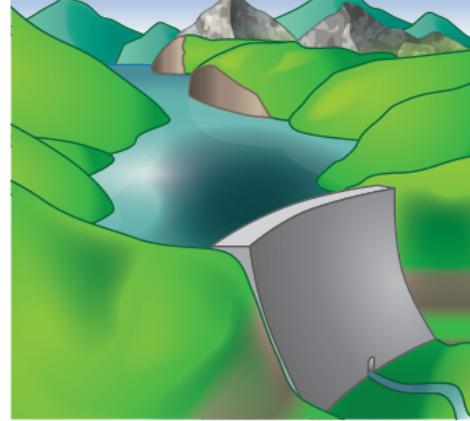
I **laghi tettonici** occupano depressioni formatesi a causa dei movimenti della crosta terrestre.

I **laghi carsici** si sono originati per l'azione erosiva dell'acqua piovana su particolari tipi di rocce, tra cui le rocce calcaree.



16. L'origine dei laghi

I **laghi artificiali** sono bacini costruiti dall'uomo per fini industriali, naturalistici o paesaggistici.



I **laghi costieri** sono laghi di sbarramento di un fiume a opera delle dune litoranee o a causa dell'isolamento di una insenatura del mare.

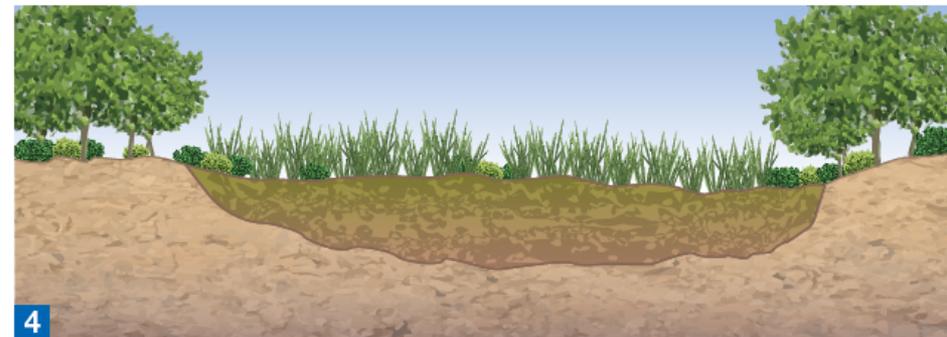
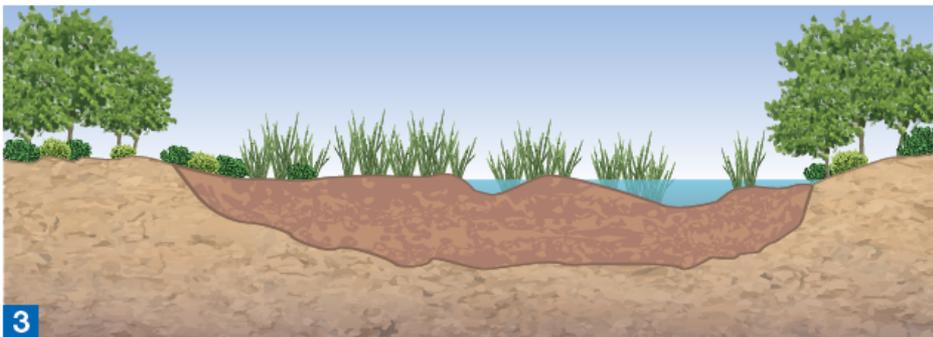
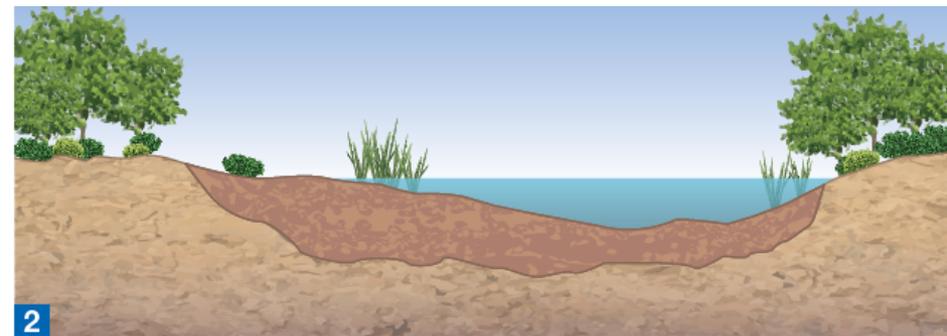
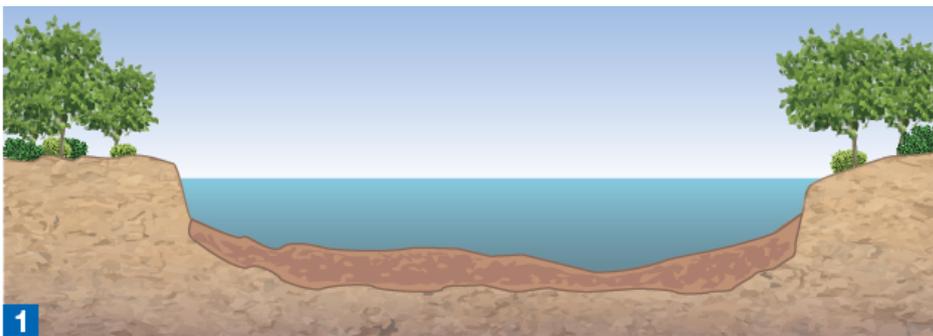


I **laghi relitti** sono residui di antichi mari interni, come il Mar Caspio.



17. L'evoluzione dei laghi

A causa del deposito dei materiali detritici e organici, i **laghi** sono destinati a scomparire. Si possono trasformare prima in uno **stagno**, con acque basse e abbondante vegetazione; poi possono diventare **palude**, con fondali ancora più bassi; infine, quando l'intera conca è occupata da muschi e vegetazione acquatica, può formarsi una **torbiera**.



18. La formazione di un ghiacciaio

I **ghiacciai** sono masse di ghiaccio in movimento sotto la spinta del proprio peso. Si originano dalla compattazione della neve in un *nevaio*.

In montagna i ghiacciai si formano alle quote situate al di sopra di una linea immaginaria, chiamata **limite delle nevi persistenti** (o perenni), dove la neve che cade in inverno fonde solo parzialmente durante l'estate.

19. I vari tipi di ghiacciai

I ghiacciai si classificano in tre categorie principali.

I **ghiacciai continentali** (A) occupano vaste aree in modo uniforme e costituiscono il 99% in volume di tutti i ghiacciai della Terra.

Le **banchise** (B) si trovano al Polo Nord e si formano per solidificazione dell'acqua marina.

La calotta antartica è il più grande ghiacciaio continentale: costituisce l'86% in volume di tutti i ghiacciai del mondo.



La banchisa del Polo Nord frantumata in pack.



19. I vari tipi di ghiacciai

I **ghiacciai montani** hanno un' estensione locale, occupano conche e valli oltre il limite delle nevi perenni con una forma determinata dalla morfologia del substrato roccioso.

I **ghiacciai di tipo alpino** si originano da un' ampia concavità posta ad alta quota, detta *circo glaciale* e scendono verso valle con un' unica lingua.

I **ghiacciai di tipo pirenaico** hanno ridotte dimensioni e si formano sui versanti in nicchie e valloni.

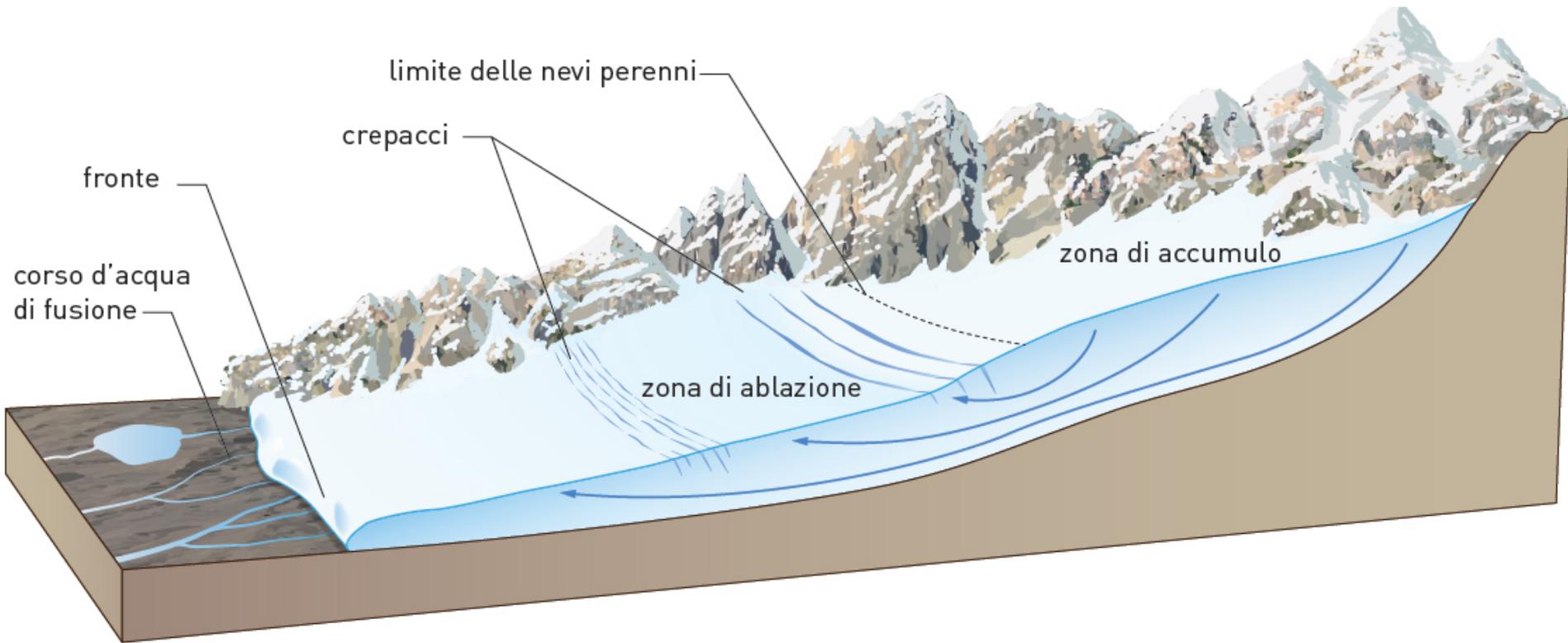
20. La morfologia di un ghiacciaio montano

In un ghiacciaio di montagna si distinguono:

- il **bacino collettore**: è la zona dove si ha la formazione di ghiaccio a partire dalle precipitazioni nevose;
- il **bacino ablatore**: si trova al di sotto del limite delle nevi perenni ed è la zona in cui si ha perdita di ghiaccio, per fusione o valanghe. Questa zona assume una forma allungata che prende il nome di **lingua glaciale**;
- la **fronte glaciale**: è la parte terminale del ghiacciaio, da cui fuoriesce il torrente glaciale.

Le differenze nella velocità di spostamento del ghiacciaio verso valle portano alla formazione di profonde spaccature dette **crepacci** che possono incrociarsi isolando punte di ghiaccio chiamate **seracchi**.

20. La morfologia di un ghiacciaio montano



21. L'erosione, il trasporto e il deposito glaciali

L'erosione glaciale è dovuta all'attrito tra il ghiaccio e la roccia su cui scorre; si compie attraverso due processi:

- l'**estrazione**: consiste nello «strappare» dal letto sul quale scorre il ghiacciaio frammenti rocciosi di diverse dimensioni;
- l'**esarazione**: è l'azione abrasiva sulle rocce sottostanti esercitata dal ghiaccio e dai frammenti rocciosi in esso inglobati.

Una regione dove c'erano ghiacciai ha forme di erosione caratteristiche. Il **circo glaciale** è la zona dove si trovava il bacino collettore del ghiacciaio.

Le **valli glaciali**, un tempo occupate dalle lingue dei ghiaccio, hanno una caratteristica forma a **U**, con il fondo piatto e i fianchi ripidi.

Si differenziano dalle valli fluviali (a forma di V) perché il ghiacciaio erode il letto in cui scorre per tutta la sua ampiezza, mentre il corso d'acqua concentra la sua azione erosiva solo nella parte centrale.

21. L'erosione, il trasporto e il deposito glaciali

All'azione erosiva segue il **trasporto dei detriti**, che non sono selezionati nel momento della deposizione, a differenza di quanto avviene nei fiumi.

Quando un ghiacciaio si scioglie, tutto il materiale che conteneva va a formare un cumulo di detriti di svariate forme e dimensioni, detti **morene**.

Esse possono essere frontali, laterali, centrali o di fondo.

Le morene frontali possono disporsi a semicerchio dando origine a colline che formano un **anfiteatro morenico**.

Altre forme particolari di deposito glaciale sono i **massi erratici**.



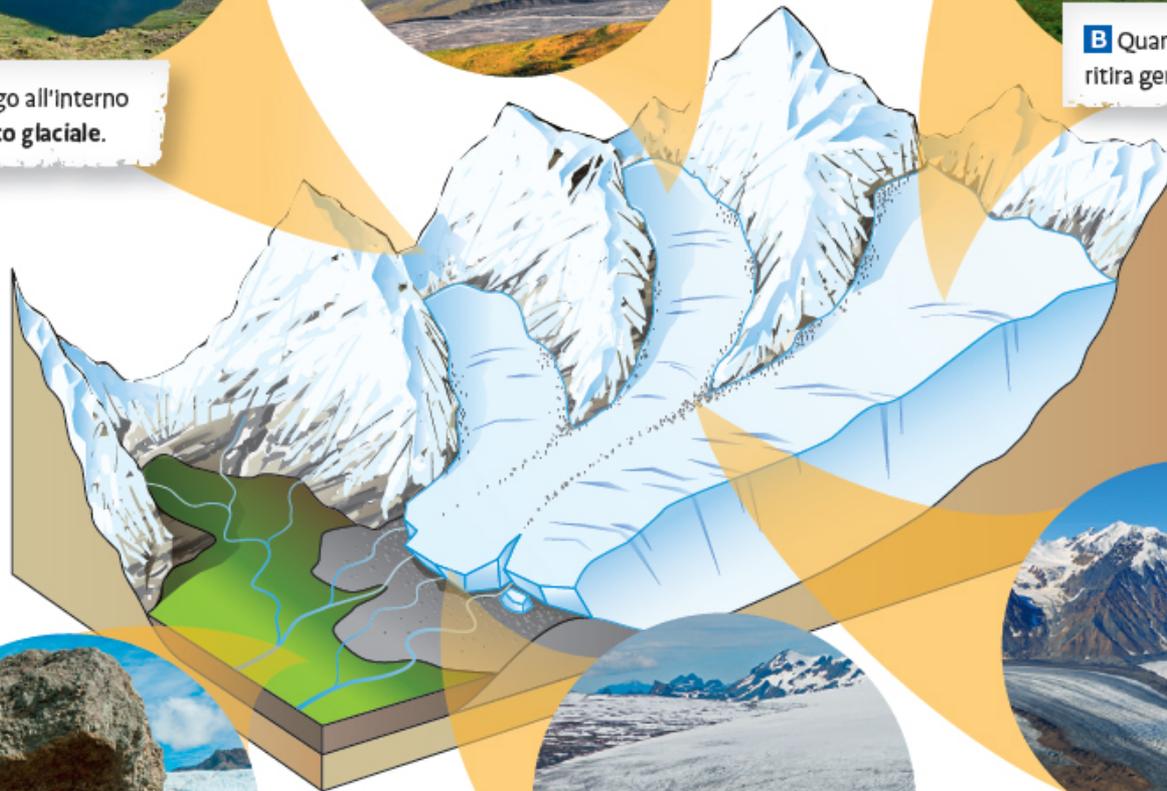
A Un lago all'interno di un circo glaciale.



C Con il ritiro delle lingue glaciali secondarie emergono le valli sospese.



B Quando un ghiacciaio si ritira genera le valli a U.



F I massi erratici sono frammenti di roccia trasportati dal ghiacciaio.



E La morena frontale è formata da detriti trasportati dal ghiacciaio.



D Le morene laterali sono detriti caduti dai versanti e la morena centrale è dovuta all'incontro di due ghiacciai.

Lezione 5

Le acque sotterranee

22. La percolazione delle acque

Le **acque sotterranee** sono molto importanti perché riforniscono gli acquedotti. L'acqua piovana che cade sulla terraferma in parte evapora, in parte scorre sulla superficie e in parte penetra nel terreno.

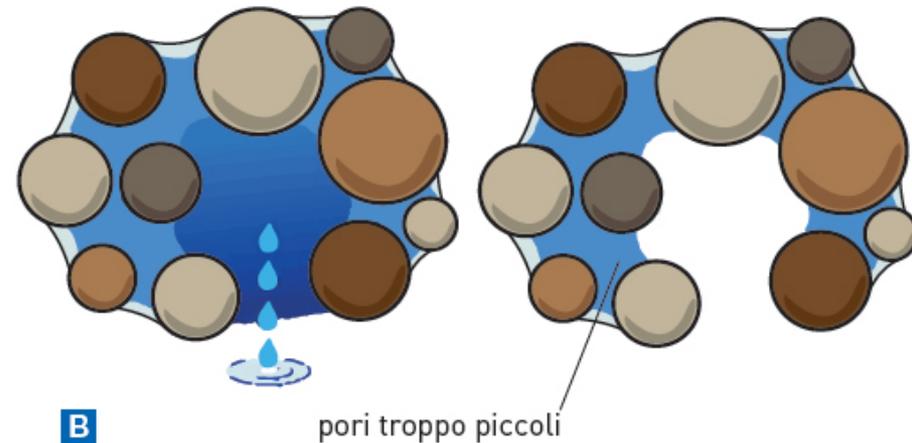
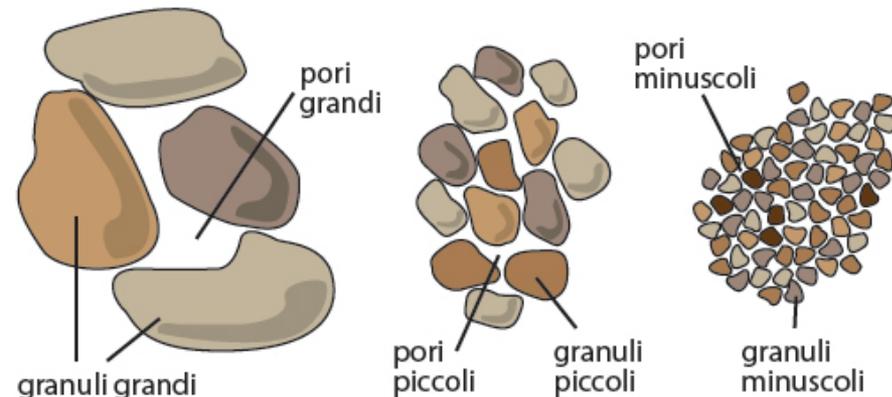
Il movimento di acqua nel sottosuolo è detto **percolazione**. La velocità con esso cui avviene dipende dalla **permeabilità**, la quale dipende a sua volta dalla **porosità** e dal grado di **fratture e fessure** tra le rocce.

La porosità di un terreno dipende dalla dimensione dei granuli (A) e dagli spazi vuoti (B).

GHIAIA

SABBIA

ARGILLA



A Maggiori sono le dimensioni dei granuli, maggiore è la porosità di un terreno.

B Se la dimensione dei pori è troppo piccola, l'acqua aderisce ai granuli e non scorre.

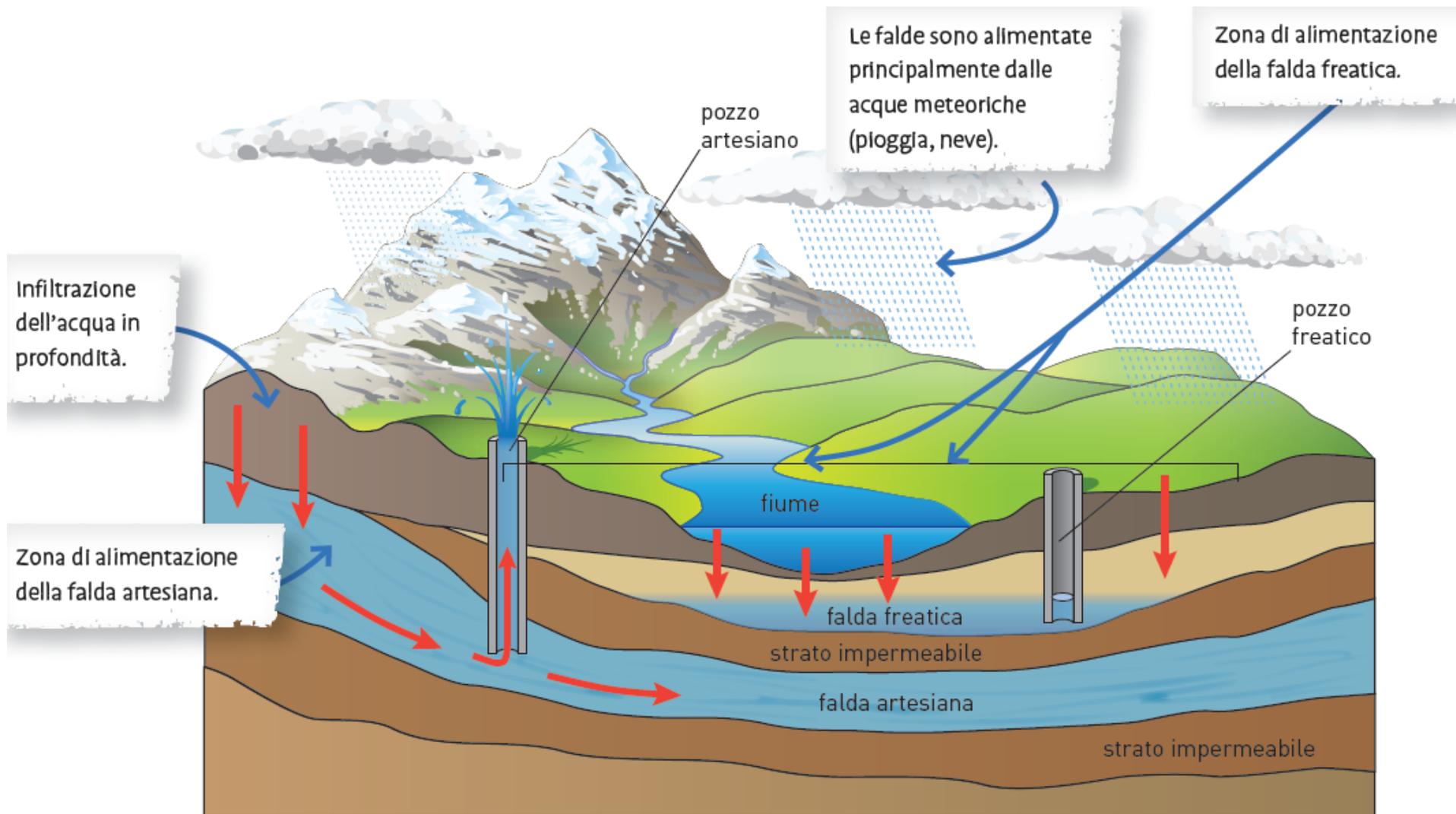
23. Le falde idriche

Quando l'acqua di percolazione incontra uno strato di roccia impermeabile si arresta e forma una **falda idrica**.

Si possono distinguere due tipi di falde idriche:

- la **falda freatica**: è costituita da uno strato permeabile che contiene sia aria sia acqua. L'acqua può essere attinta dalla falda attraverso la costruzione di pozzi;
- la **falda artesianiana**: l'acqua rimane intrappolata in due strati impermeabili e si trova sotto pressione. Se si costruisce un pozzo perforando lo strato impermeabile superiore, l'acqua sale spontaneamente fino a zampillare in superficie.

23. Le falde idriche



24. Le sorgenti

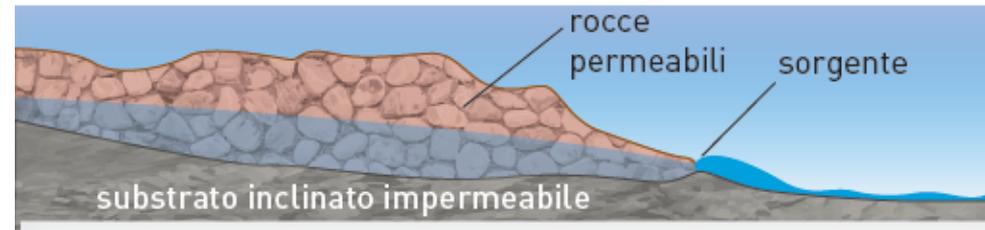
Quando lo strato impermeabile alla base della falda sotterranea incontra la superficie si forma una **sorgente**.

È il luogo dove l'acqua che si è accumulata nelle rocce permeabili sovrastanti fluisce all'esterno.

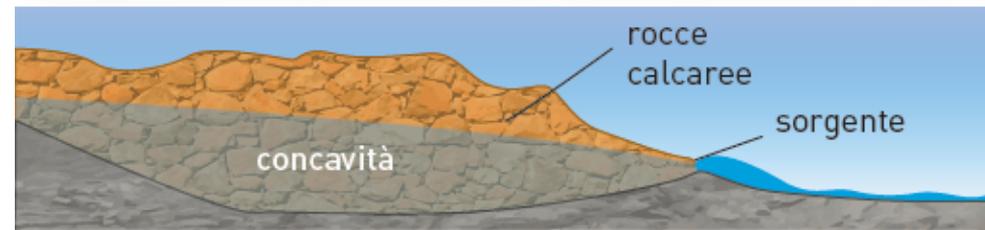
Le sorgenti possono essere di **deflusso**, di **trabocco** e **carsiche**.

La quantità di acqua che sgorga da una sorgente può avere temperature diverse e sali minerali disciolti variabili.

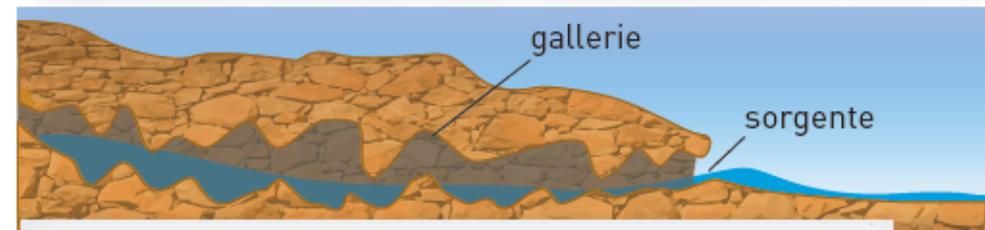
Nelle pianure alluvionali è frequente un tipo particolare di sorgente, detto **fontanile** o **risorgiva**.



Nella **sorgente di deflusso** la falda idrica giace in rocce permeabili su un substrato impermeabile inclinato verso la sorgente.



Nella **sorgente di trabocco** una concavità, solitamente di calcari, piena d'acqua poggia su uno strato impermeabile inclinato.



Nelle **sorgenti carsiche** le acque si infiltrano in calcoli con carsismo e raggiungono un reticolo di gallerie e cunicoli.

25. L'importanza dell'acqua potabile

L'acqua è una sostanza di vitale importanza per tutti gli organismi viventi. Oltre che per bere, noi usiamo l'acqua per cucinare e lavare. È quindi indispensabile che l'acqua sia **potabile**, ossia raggiunga certi valori standard per alcune caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e organolettiche in modo da non recare danno alla nostra salute.

L'**inquinamento delle falde acquifere** è un grave problema poiché la loro bonifica richiede migliaia di anni e riduce l'acqua potabile

