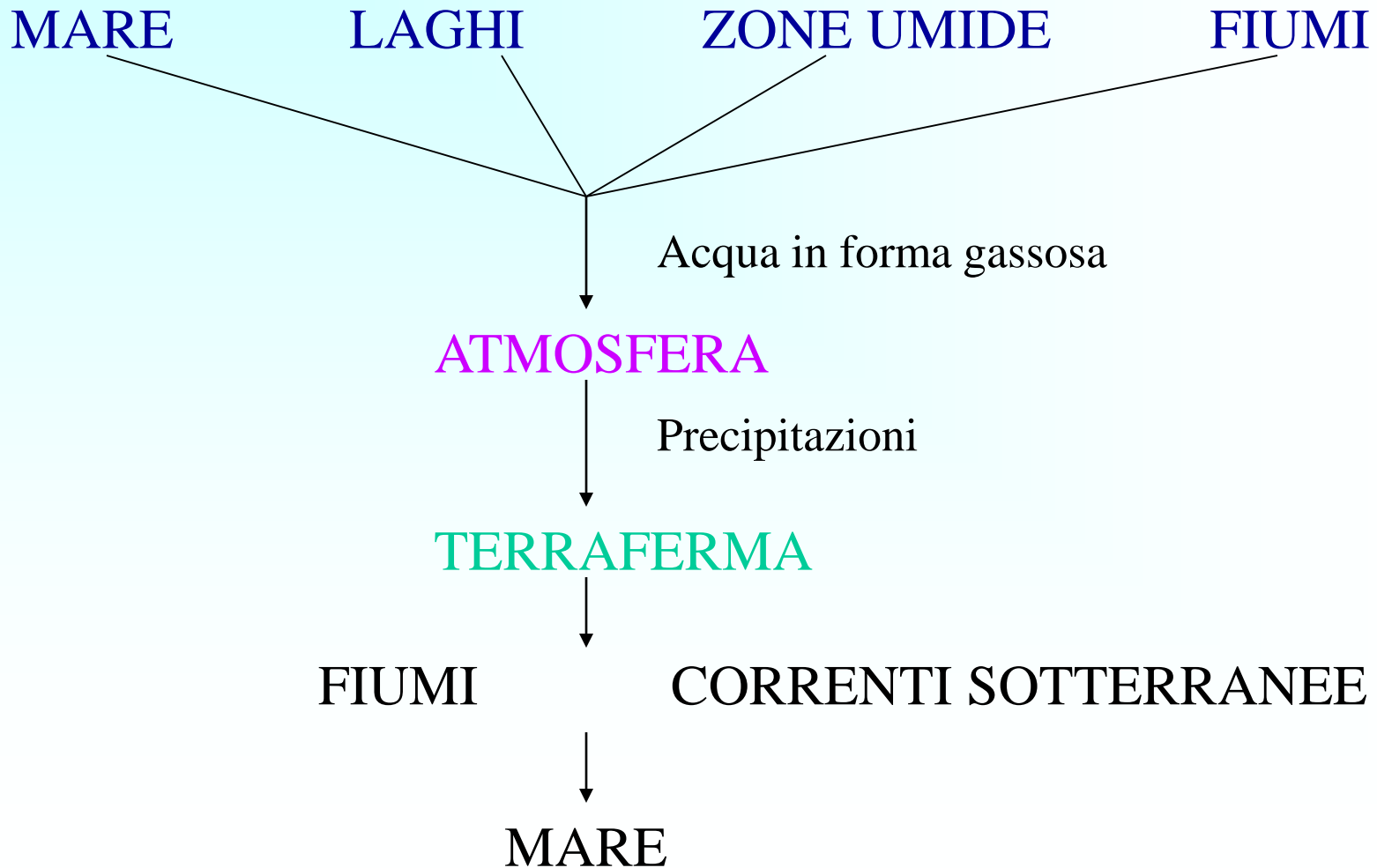


## Il Ciclo dell'Acqua

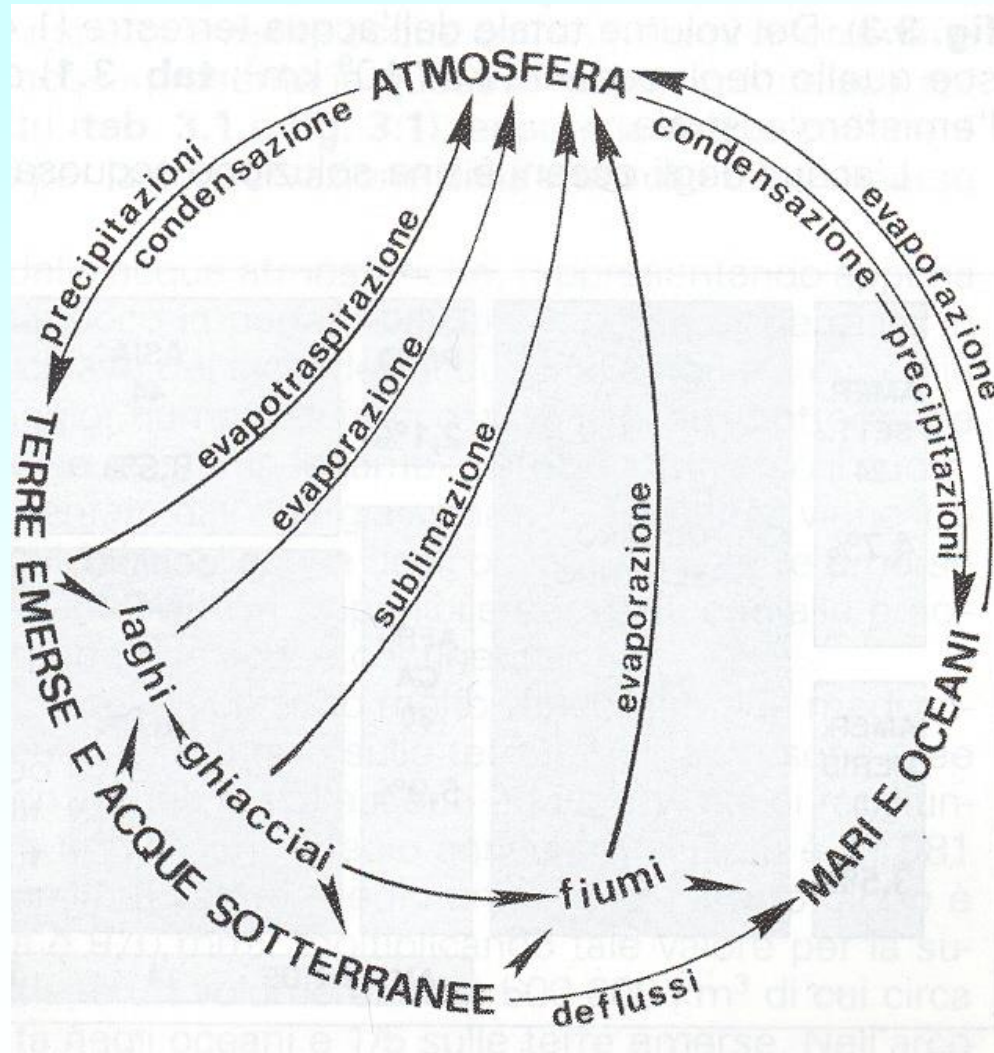
$\frac{3}{4}$  della superficie della Terra è ricoperta d'acqua

	volumi (Km <sup>3</sup> )	(%)
Oceani e mari	1.370.000.000	96,96
Ghiacciai	34.000.000	2,41
Acque sotterranee	8.400.000	0,58
Laghi e fiumi	510.000	0,04
Umidità del suolo	66.000	0,005
Atmosfera	13.000	0,001

La disponibilità di acqua dipende da un bilancio ad andamento ciclico. In esso si possono individuare 3 stadi fondamentali:



# LA REALTA' E' PIU' COMPLESSA



Il ciclo si complica ulteriormente se si considerano i processi di traspirazione:

ANIMALI e **VEGETALI** —————> ATMOSFERA  
(FORESTE EQUATORIALI)

Del volume totale d'acqua che ricopre la superficie terrestre  
Circa il 97% costituisce quello degli oceani, presenti  
soprattutto nell'emisfero australe

L'acqua degli oceani è una soluzione acquosa composta da molti sali

**Tab. 3.3** - Composizione media dell'acqua marina (g/kg d'acqua). La somma dei valori riportati è pari a circa 35 g/kg, espresso come 35 ‰ (**tab. 2.2**).

cloruro di sodio	<b>NaCl</b>	<b>27,2</b>
cloruro di magnesio	<b>MgCl<sub>2</sub></b>	<b>3,8</b>
solfoato di magnesio	<b>MgSO</b>	<b>1,7</b>
solfoato di calcio	<b>CaSO<sub>4</sub></b>	<b>1,3</b>
solfoato di potassio	<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>0,9</b>
carbonato di calcio	<b>CaCO<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>
bromuro di magnesio	<b>MgBr<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>

<b>Salinità dell'acqua</b>			
<b>Acqua dolce</b>	<b>Acqua salmastra</b>	<b>Acqua salata</b>	<b>Salamoia</b>
<b>&lt; 0,05%</b>	<b>0,05-3%</b>	<b>3-5%</b>	<b>&gt; 5%</b>
<b>&lt; 450 ppm</b>	<b>500-30.000 ppm</b>	<b>30.000 - 50.000 ppm</b>	<b>&gt; 50.000 ppm</b>

Soltanto il 3% delle acque terrestri sono poco salate, di queste l'uomo può utilizzare non più dello 0,5% del totale, ovvero quelle rappresentate dalle acque superficiali continentali:  
**FIUMI e LAGHI.**

Il mantenimento di questi ambienti è strettamente collegato con la presenza d'acqua nell'atmosfera. Il motore di questo ciclo è l'ENERGIA SOLARE.

MARE → ATMOSFERA → ACQUE CONTINENTALI

La quantità d'acqua che passa dall'atmosfera alla superficie terrestre, attraverso le precipitazioni varia.

Mediamente è pari a 1140 mm annui sugli oceani e 720 mm annui sulle terre emerse.

L'area con le più elevate precipitazioni annue è Mount Waichale nelle Hawaii (11.981 mm).

Il valore medio annuo per l'Italia è 970 mm

Zona geografica	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NORD	-	981,4	731,9	884,4	1052,0	1280,8	727,4	837,0	709,4	-
CENTRO	-	905,3	603,3	758,7	919,7	864,5	698,6	683,5	576,3	-
SUD	-	886,8	685,0	731,4	787,1	684,0	825,5	662,0	461,3	-
ITALIA	849,9	917,7	680,5	792,2	923,9	964,8	734,3	725,0	568,6	-

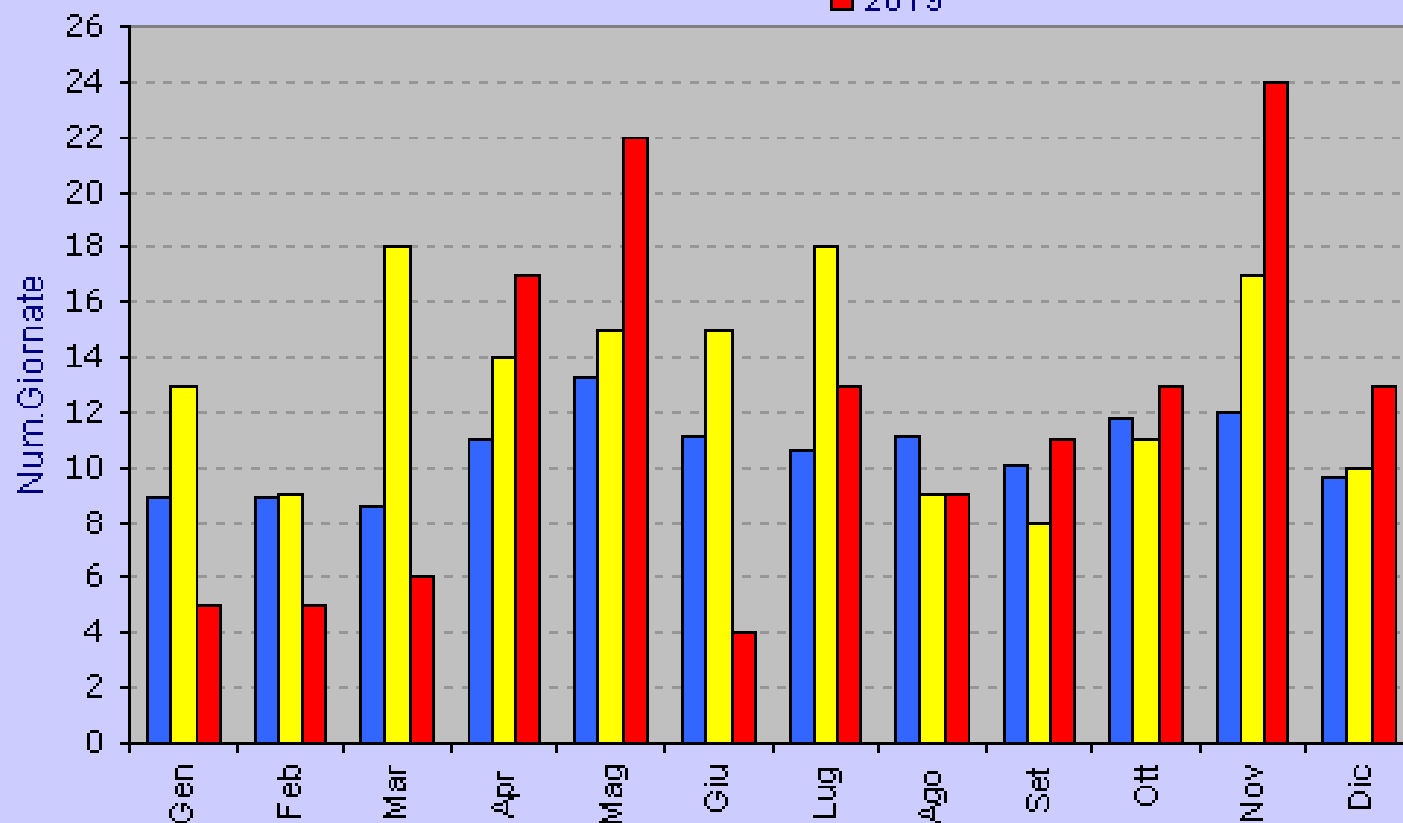
Valori Meteo di Precipitazione degli Ultimi 10 anni -

<https://www.politicheagricole.it/>

2017 si collocata al 2° posto tra gli anni più secchi dal 1961

## Numero Giorni Piovosi

■ Media Ultimi 15 Anni (2001-2015)  
■ 2018  
■ 2019





# INFLUENZE DELL'ATTIVITA' UMANA SUL CICLO DELL'ACQUA

-costruzione di bacini artificiali

-irrigazione → -acqua nei fiumi  
→ + umidità nel suolo + evapotraspirazione

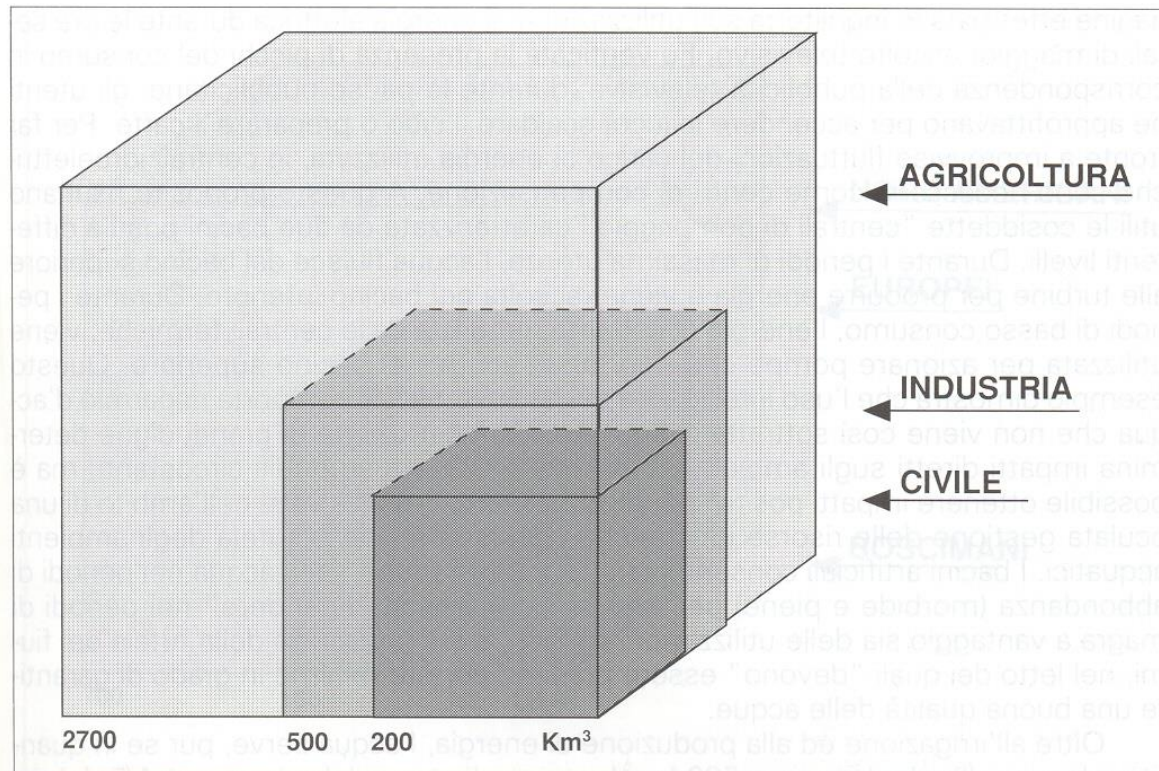
-deforestazione → - traspirazione

- prelievi da corpi idrici e dal sottosuolo

-modificazioni climatiche indotte dalle attività umane  
(effetto serra, piogge acide, inquinamenti termici)

Es: scioglimento dei ghiacci.....

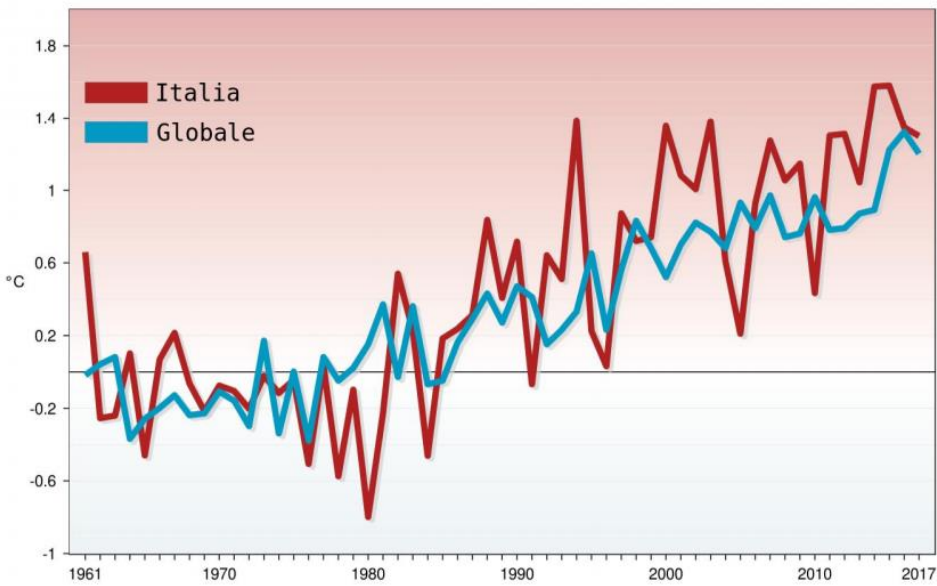
-cementificazione del territorio



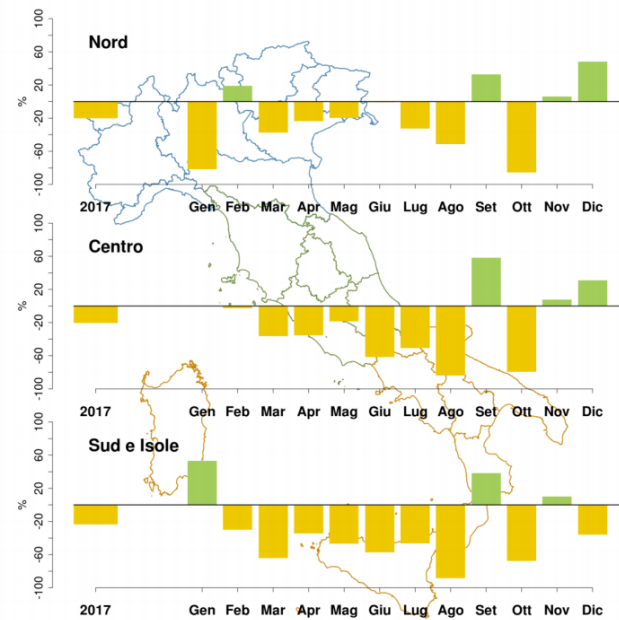
Agricoltura: in un anno vengono utilizzati 2.700 KM3 di acqua.  
 Soltanto 180 milioni di ettari su 1.400 vengono irrigati

1t. Barbabietole → 1000 t. H2O

1 t. Grano → 1.500 H2O



**Figura 2.1:** Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.



**Figura 5.3:** Anomalia media mensile ed annuale 2017, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.



Industria: 500 Km<sup>3</sup>/anno per l'intero globo. L'utilizzo industriale influisce relativamente poco in termini di volumi, ma influisce sulla qualità dell'acqua che viene reintrodotta nell'ambiente

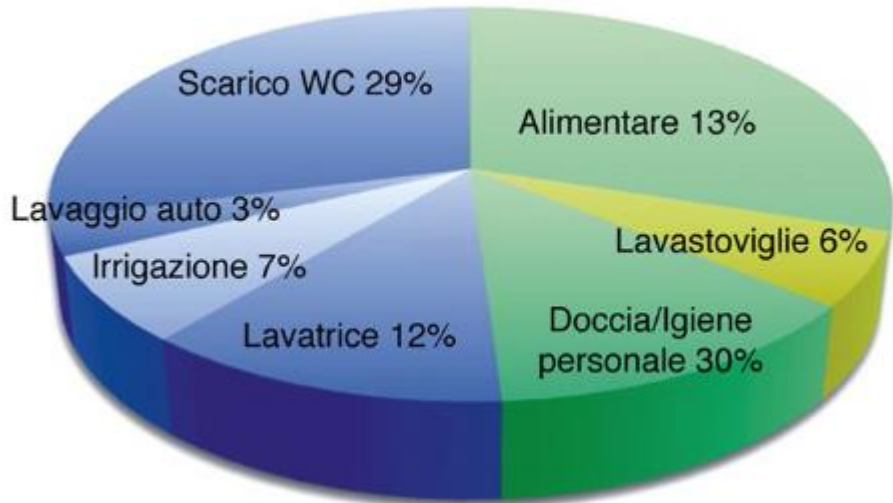
Le sostanze chimiche più diffusamente presenti negli scarichi industriali sono: ammoniaca, cloro, metalli pesanti, cianuri. Si tratta di composti che causano notevoli danni alla salute, in particolare al sistema nervoso, al sistema immunitario e al sangue.



Civile: 200 Km<sup>3</sup>/anno

Questa quantità varia enormemente nelle diverse aree geografiche, un europeo consuma mediamente 160 l. al giorno un americano 425 l. al giorno,

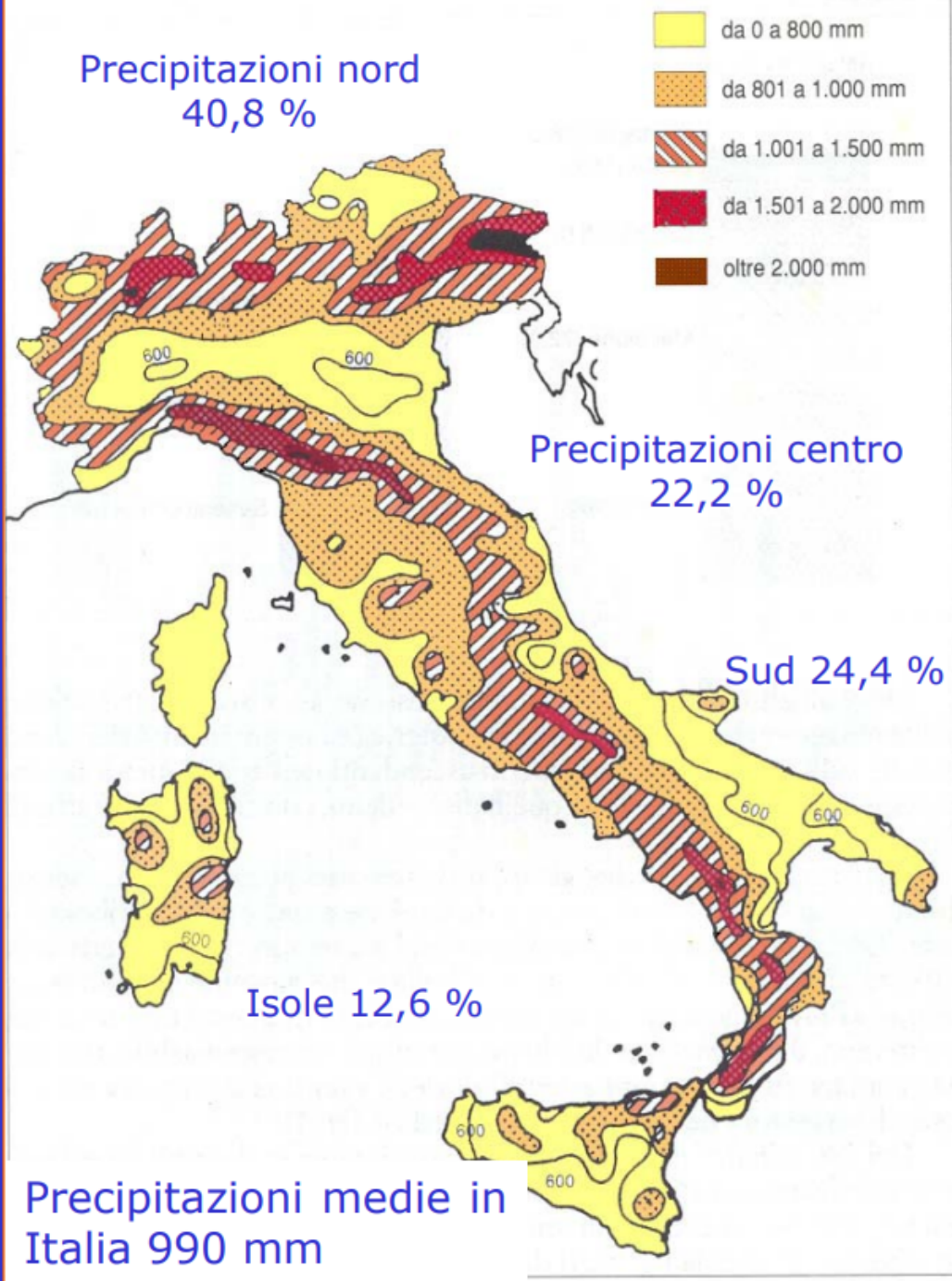
Consumo medio di acqua potabile in un'abitazione



40 litri la quantità minima di acqua al giorno per soddisfare i bisogni vitali, secondo l'Oms (Organizzazione Mondiale della Sanità).

+55% Aumento della domanda mondiale di acqua da qui al 2050  
Fonte: Ocse (Organizzazione per la sicurezza e cooperazione in Europa).





La formazione e la sopravvivenza degli ambienti acquatici dipende dalla **disponibilità** di acqua.

Tale disponibilità dipende dall'entità di volumi che giungono al suolo attraverso le precipitazioni.

Gli apporti meteorici dipendono da:

- Altitudine
  - Latitudine
  - Posizione geografica
- (da Supino, 1964, in Ghetti, 1993, modificato).

## Regime idrologico

Andamento delle precipitazioni

- Regime idrologico di laghi e fiumi
- Ricarica delle riserve sotterranee
- Disponibilità di acqua alle sorgenti

Acqua

Infiltrazione nei suoli

Scorrimento  
superficiale

Tirante  
idraulico

Portata

Portata

=

Volume x unità di tempo

=

m<sup>3</sup>/sec



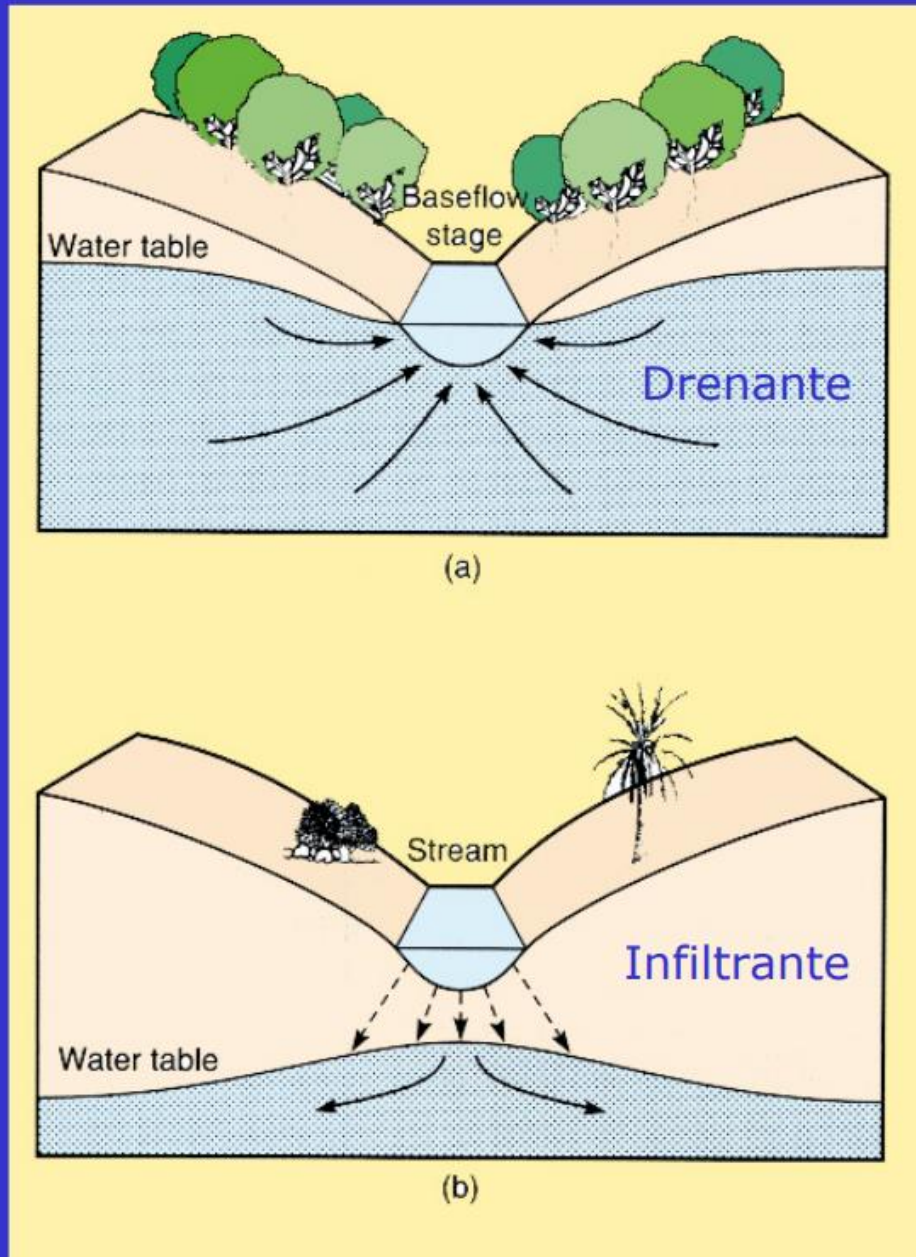
$$A = H \times C$$



$$V = A \times \text{Velox} \times \text{unità di tempo}$$



# Il rapporto con la falda acquifera

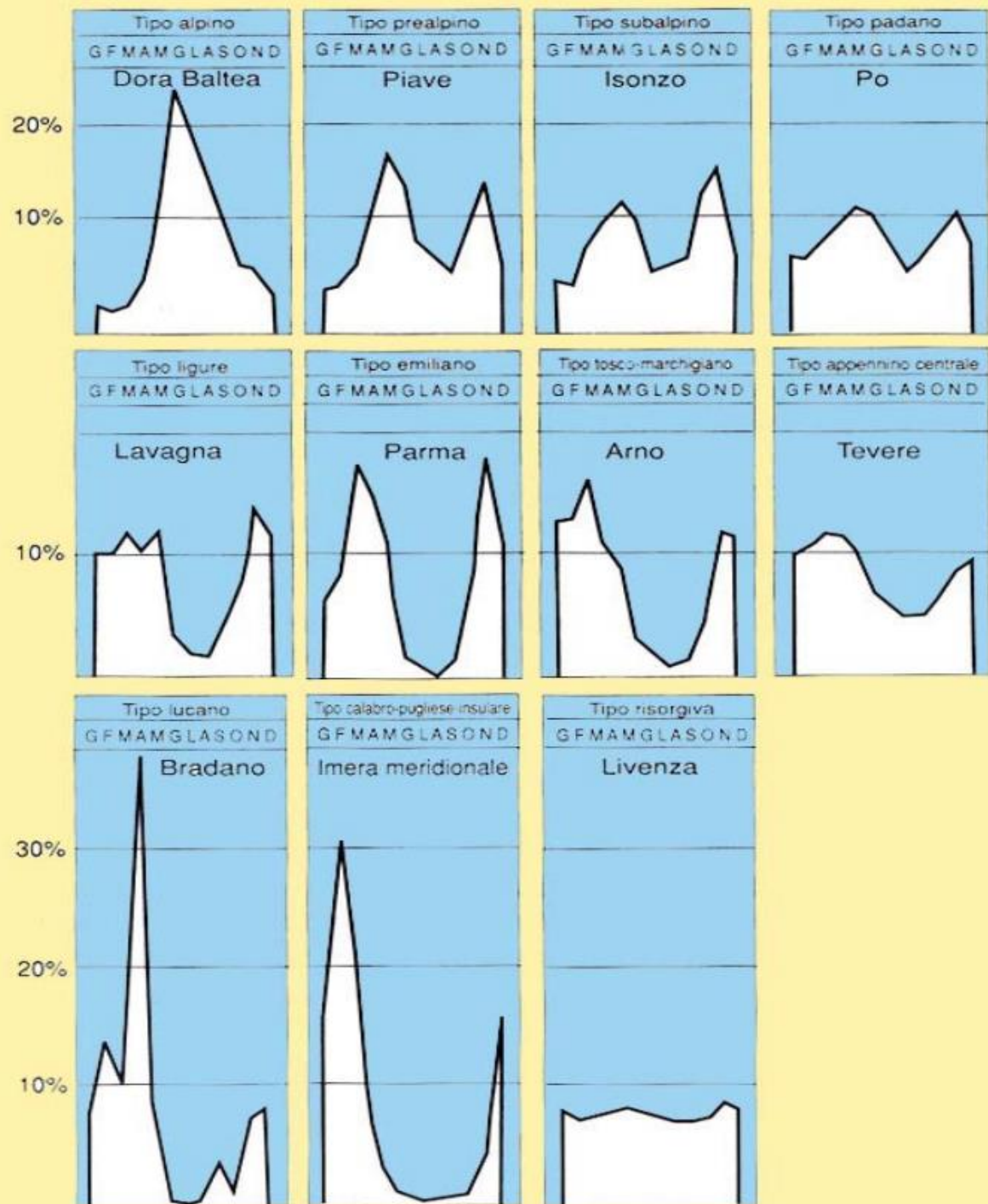


Sezioni di corsi d'acqua:

-drenanti (a), tipici di regioni umide, dove la falda ricarica le acque in alveo, e li rende perenni;

- infiltranti (b), tipici di regioni aride o comunque di situazioni in cui l'abbassamento delle falde, spesso dovuto a consumi esasperati, comporta la perdita per infiltrazione e spesso il prosciugamento degli alvei.

(da Allan, 1995, modificato)



La vita idrologica di un fiume è caratterizzata dalle **variazioni** di portata che si avvicinano durante le stagioni dell'anno

**Il regime idrologico** dei fiumi italiani presenta una notevole variabilità correlabile con le precipitazioni

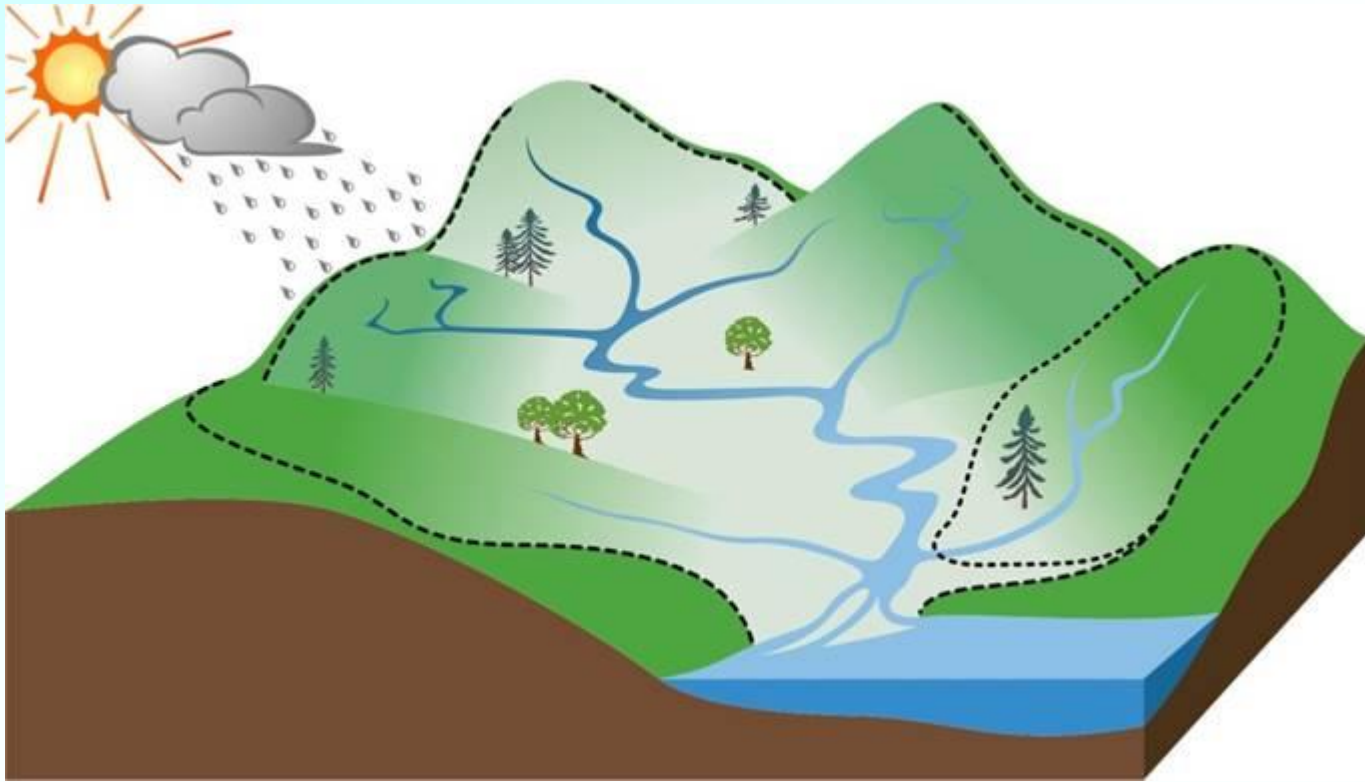
Le acque continentali vengono distinte principalmente in:

**ACQUE LOTICHE:** acque con elevato idrodinamismo (fiumi, torrenti ruscelli)

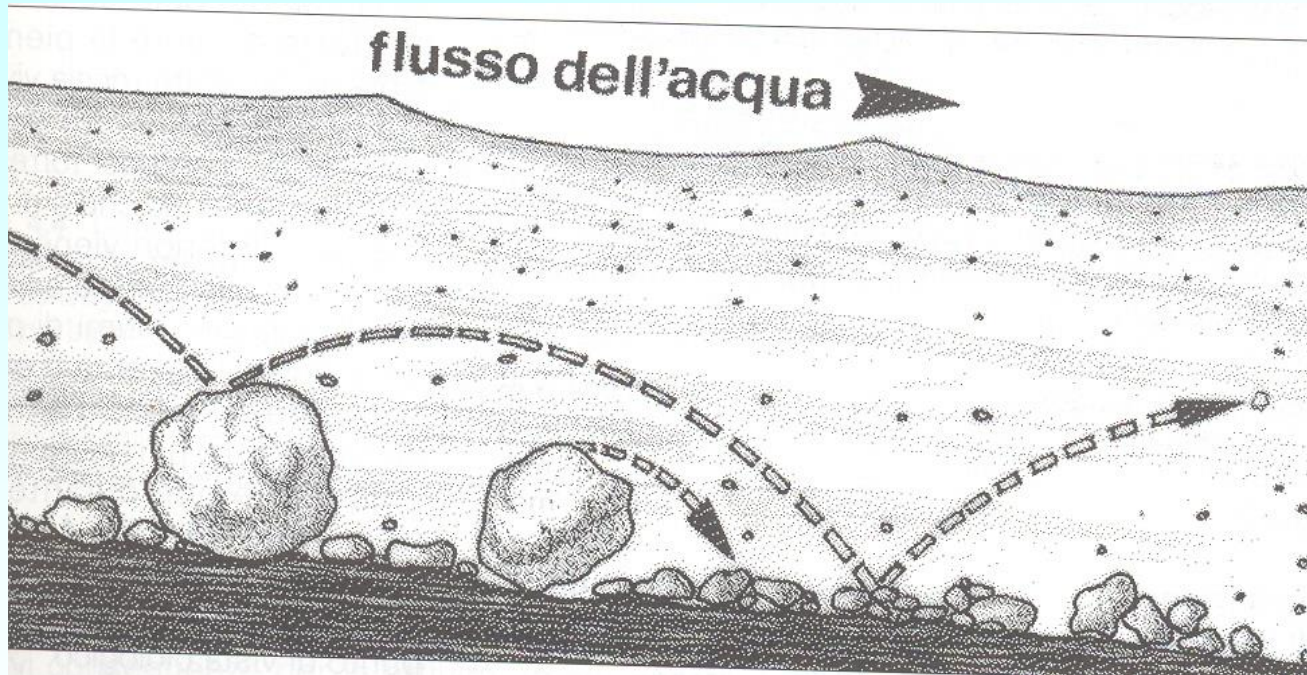
**ACQUE LENTICHE:** acque con idrodinamismo, rispetto alle precedenti, più modesto (laghi, paludi e stagni)

## **GENERALITA' SULLE ACQUE LOTICHE**

Un reticolo idrografico si forma grazie alle precipitazioni. Più in particolare l'acqua l'azione di erosione nei confronti del terreno viene a descrivere sullo stesso dei percorsi preferenziali



Questi percorsi preferenziali che contribuiranno a definire il reticolo idrografico sono determinati dalla presenza di **carico solido** nelle acque.



La complessa rete di canali che confluiscono tra loro fino a costituire un unico corso d'acqua, forma un **RETICOLO IDROGRAFICO**.

L'area drenata dal reticolo, le cui incisioni vanno con il passare del tempo approfondendosi, viene detta **BACINO IMBRIFERO**.

Il processo di **EROSIONE** dipende dalla **PENDENZA** del corso d'acqua che a sua volta influenza la **VELOCITA'**

**Tab. 4.1** - Correlazione tra velocità della corrente e granulometria dei materiali del fondo dei corsi d'acqua. Le categorie sono classificate in funzione delle dimensioni dei granuli:

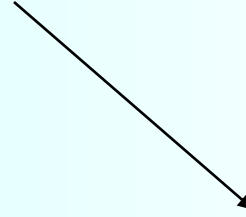
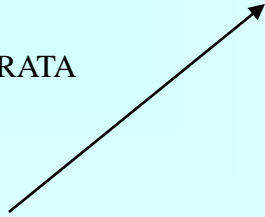
<b>limo (argilla, fango)</b>	diametro grani	< 0,004 mm
<b>silt (sabbia fine)</b>	diametro grani	0,004 ÷ 0,06 mm
<b>sabbia</b>	diametro grani	0,06 ÷ 2 mm
<b>ghiaia</b>	diametro ciottoli	> 2 mm

definizione di velocità	velocità (cm/sec)	natura dei fondali
molto lenta	0 ÷ 10	fango
lenta	11 ÷ 20	sabbia fine
abbastanza lenta	21 ÷ 30	sabbia
moderata	31 ÷ 55	ghiaia
abbastanza rapida	56 ÷ 80	ciottoli
rapida	81 ÷ 100	ciottoli grossi
molto rapida	oltre 100	roccia e massi



# BACINO IMBRIFERO= SISTEMA NATURALE

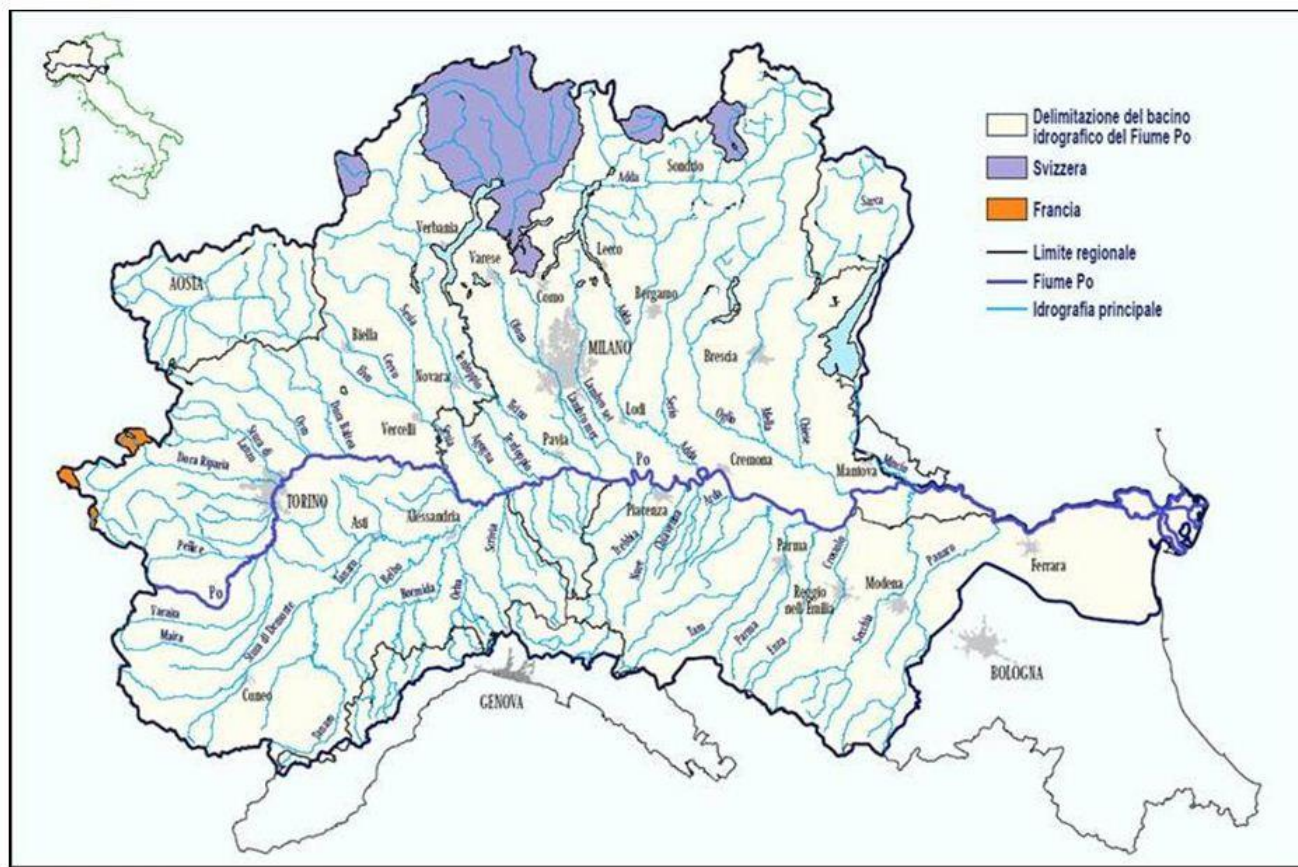
ACQUA IN ENTRATA



PIOGGIA  
GRANDINE  
NEVE

EVAPORAZIONE DAL TERRENO  
TRASPIRAZIONE DELLE PIANTE  
DEFLUSSI DEL FIUME PRINCIPALE

LE CARATTERISTICHE DI UN FIUME DIPENDONO  
DALLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL  
BACINO, DALLA NATURA DEL SUBSTRATO, DAL  
GRADO DI ANTROPIZZAZIONE



*Il bacino idrografico del fiume Po*

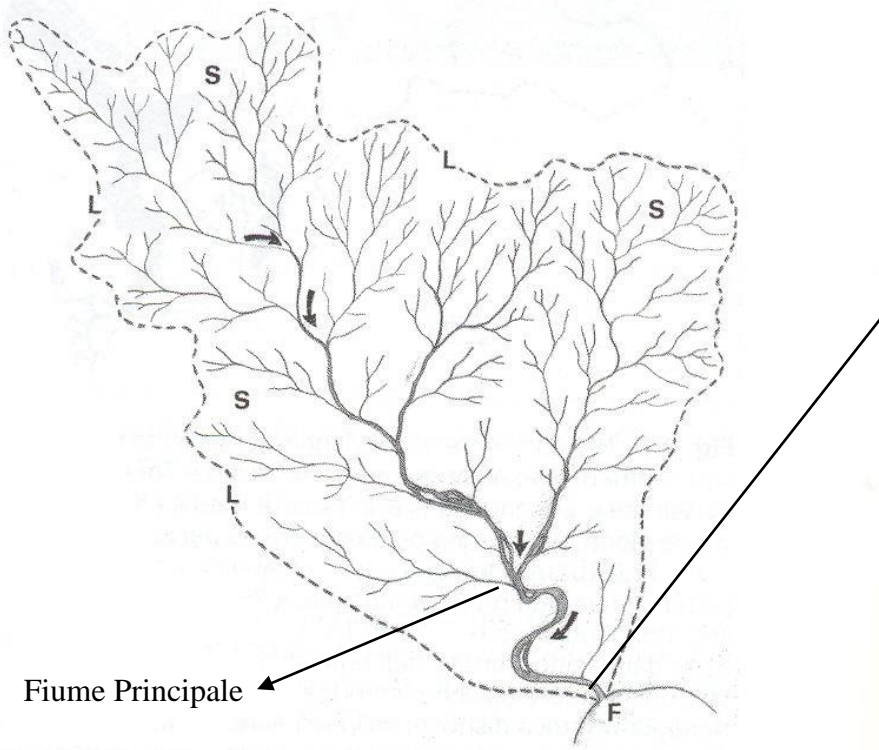
Superficie bacino = 75.000 Km<sup>2</sup>

Regioni incluse: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, parte Emilia

Popolazione che vive nel bacino  $\approx$  15 milioni

Scarico in Adriatico: 25.000 t. fosforo/anno



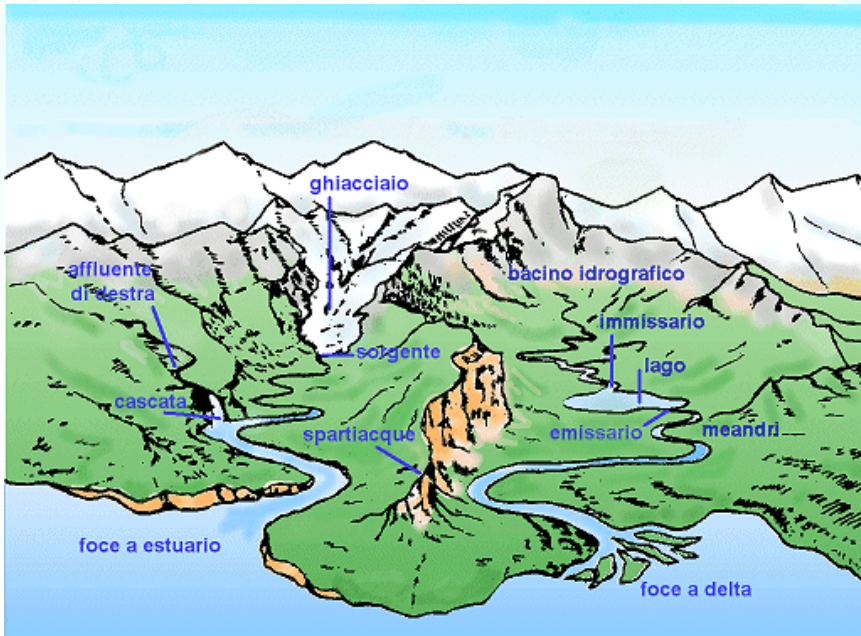


Sezione di chiusura del bacino

Rappresenta la fine del fiume e il suo sbocco al mare può essere rappresentato da:

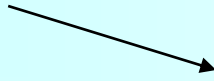
Un estuario, quanto la forza del mare è tale da spazzare i detriti trasportati dal fiume e risalire addirittura il fiume portando alla formazione di un imbuto

Un delta quando la forza del mare o di un lago è debole ed i detriti portano alla formazione di canali



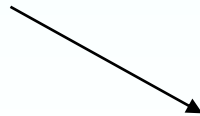
# VITA DI UN BACINO IMBRIFERO

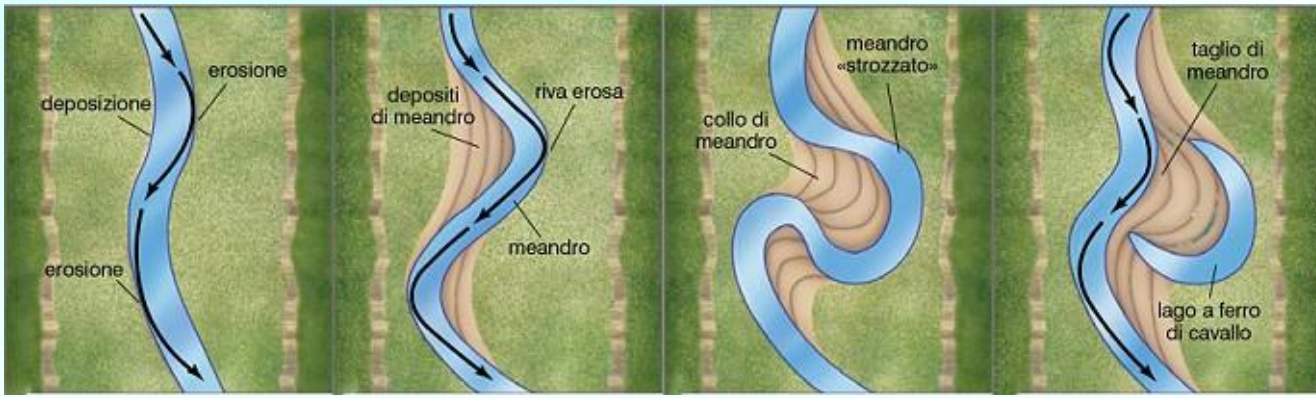
EROSIONE



TRASPORTO

SEDIMENTAZIONE





Stadio di giovinezza →

Il fiume principale è lungo tutta la sua lunghezza impetuoso, ripido, con forre, cascate e rapide. Presso la foce si ha sedimentazione

Stadio di maturità →

Le aree di erosione si “addolciscono”. Vi sono tre zone: tronco alto, tronco intermedio, tronco inferiore di pianura

Stadio di vecchiaia →

Minore pendenza, minore velocità.

Nello stadio finale di ha la formazione di una superficie lievemente ondulata detta **PENEPIANO**

evoluzione  
del profilo  
longitudinale

fase 1      fase 2      fase 3      fase 4

deposito

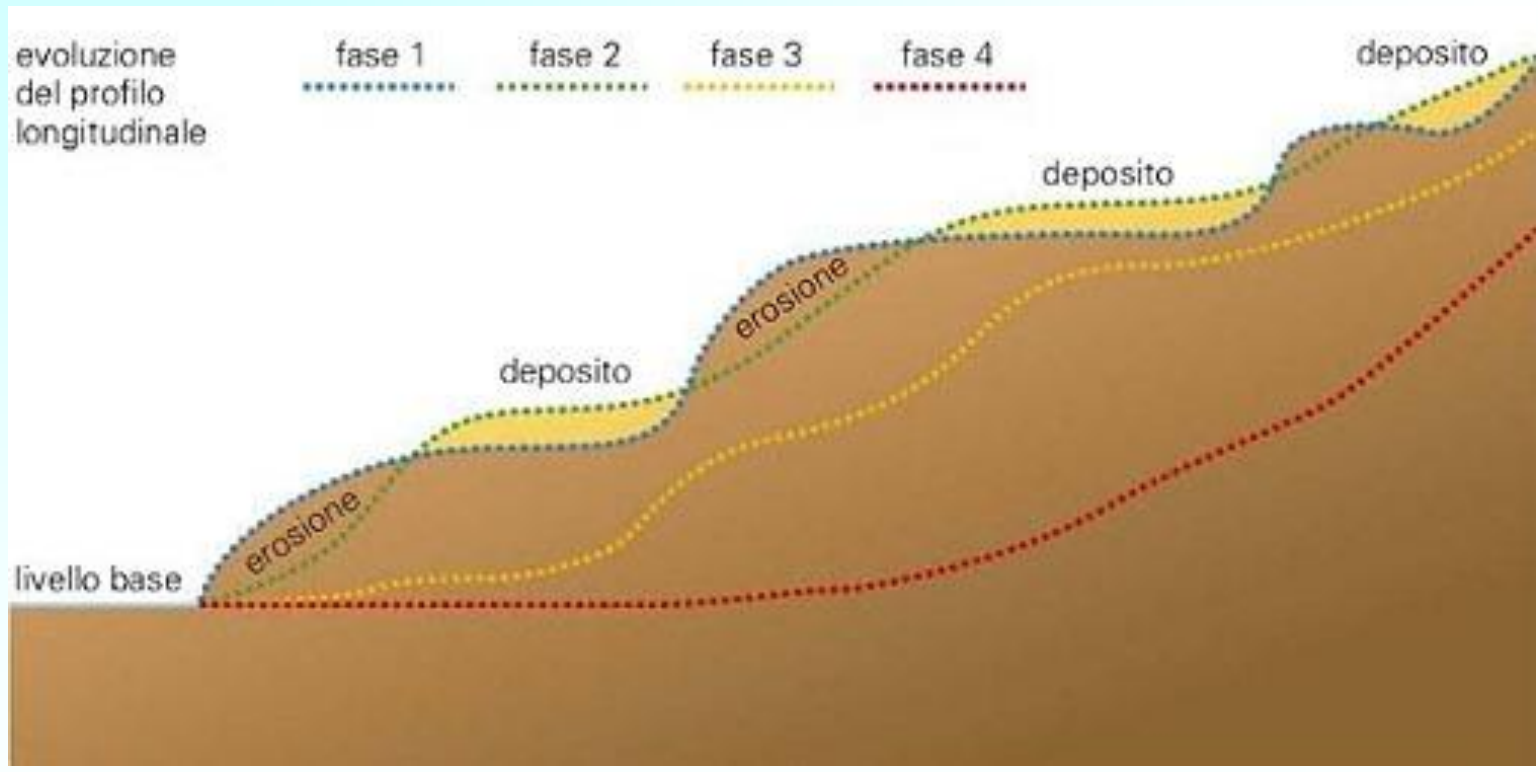
livello base

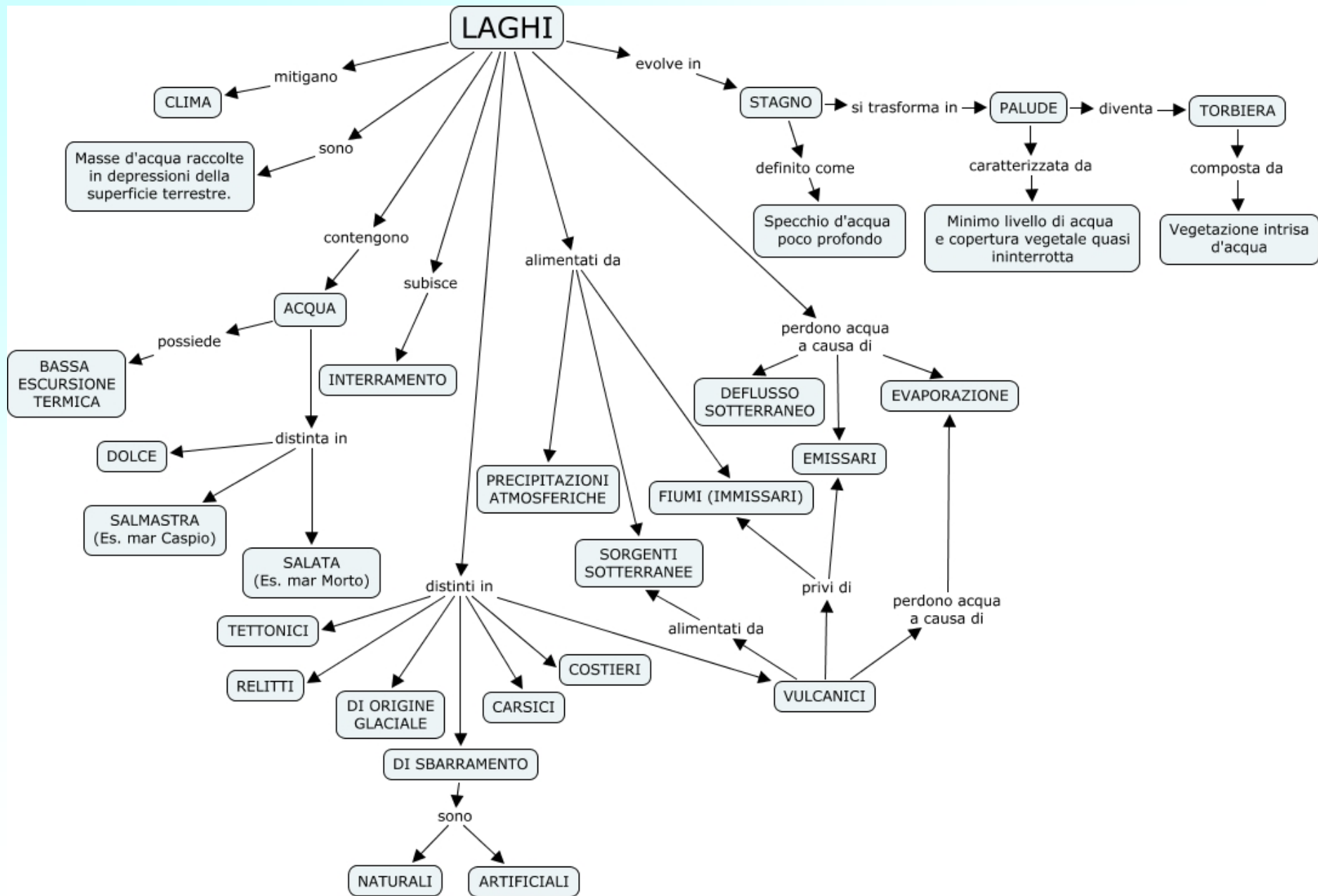
erosione

deposito

erosione

deposito





LAGO = Massa d'acqua raccolta in una depressione della superficie terrestre. Ha profondità non inferiore ai 3-5 m



STAGNO = Aumento della vegetazione acquatica. Vaste zone con profondità attorno ai 2 m



PALUDE= Vegetazione acquatica che occupa tutta la superficie. Profondità massima attorno al metro.



TORBIERA= L'acqua è presente nel terreno



# ORIGINI DEI LAGHI

Molti laghi italiani sono di **origine glaciale** in particolare nell'Italia settentrionale

1.000.000 di anni fa durante l'era Quaternaria vi furono notevoli cambiamenti climatici:

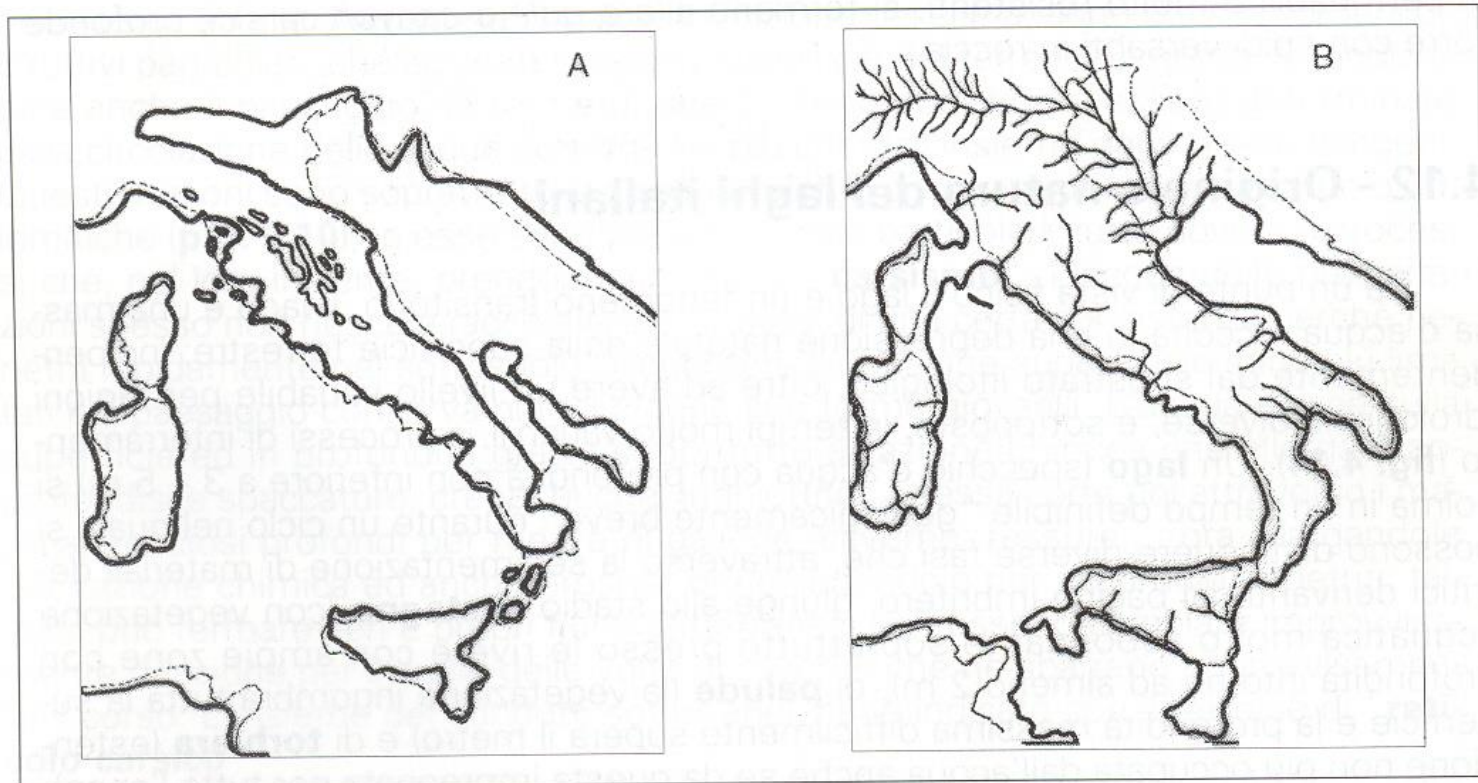
4 GLACIAZIONI → La prima iniziata  
1.200.000  
anni fa e l'ultima finita  
10.000 anni prima di  
Cristo.

INTERGLACIALI



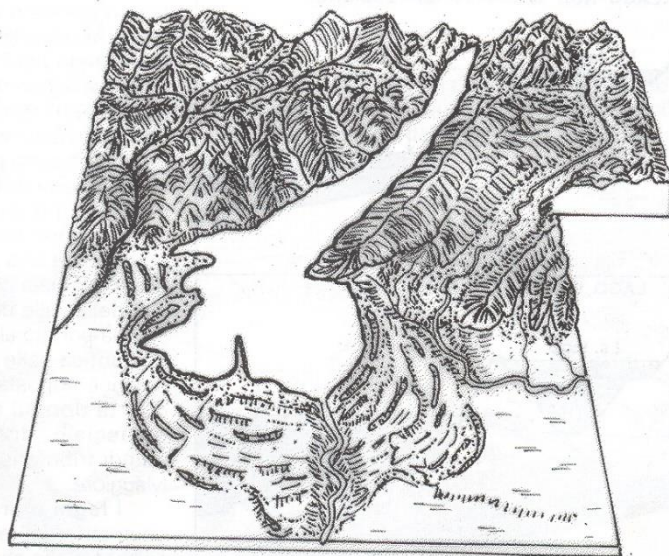
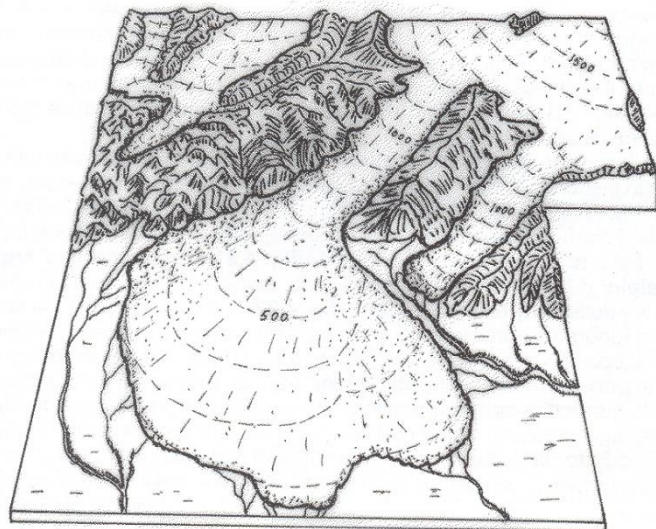
Prima della glaciazione

Durante la glaciazione



**Fig. 4.20** - L'Italia all'inizio del Quaternario (A) prima delle grandi glaciazioni. Durante la massima espansione dei ghiacci (B), per l'abbassamento del livello marino, l'Adriatico aveva dimensioni ridotte.

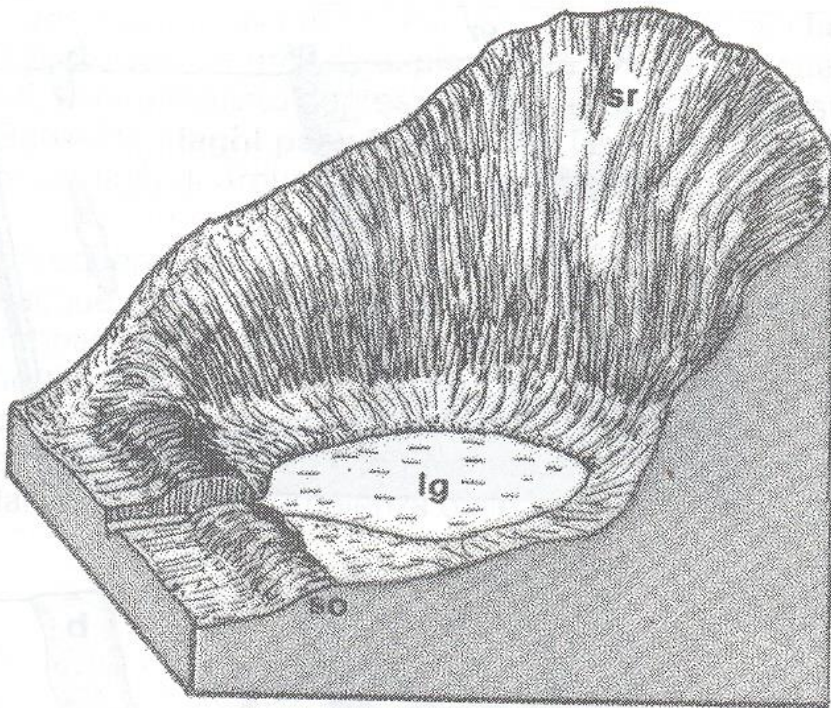
# Laghi di origine glaciale: Maggiore, Como, Garda, Iseo



**Laghi morenici** = depressioni fra collinette di origine morenica costituite da materiali detritici dei ghiacciai. Es. Lago di Ragogna



**Laghi di circo:** tipici dell'alta montagna si formano per azione dei ghiacciai e trascinarsi da parte degli stessi a valle di detriti che formano le sponde del lago, incise in seguito da piccoli emissari.



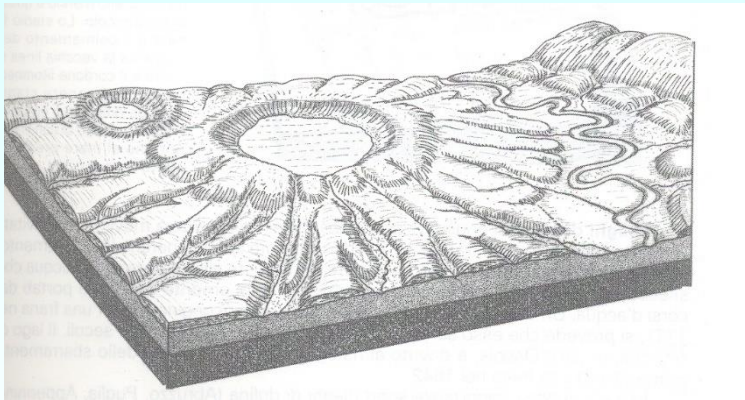
Origine tettonica: i laghi che hanno quest'origine si formano a causa dei movimenti degli strati più profondi della crosta terrestre che spostandosi o fratturandosi formano delle depressioni. Sono laghi molto profondi.

Es. Lago di Bolsena



**Laghi vulcanici:** si originano in crateri vulcanici ormai spenti o in seguito alla formazione di avvallamenti provocati da grosse esplosioni o implosioni o per lo sbarramento di colate laviche

Es: Vico, Bracciano....

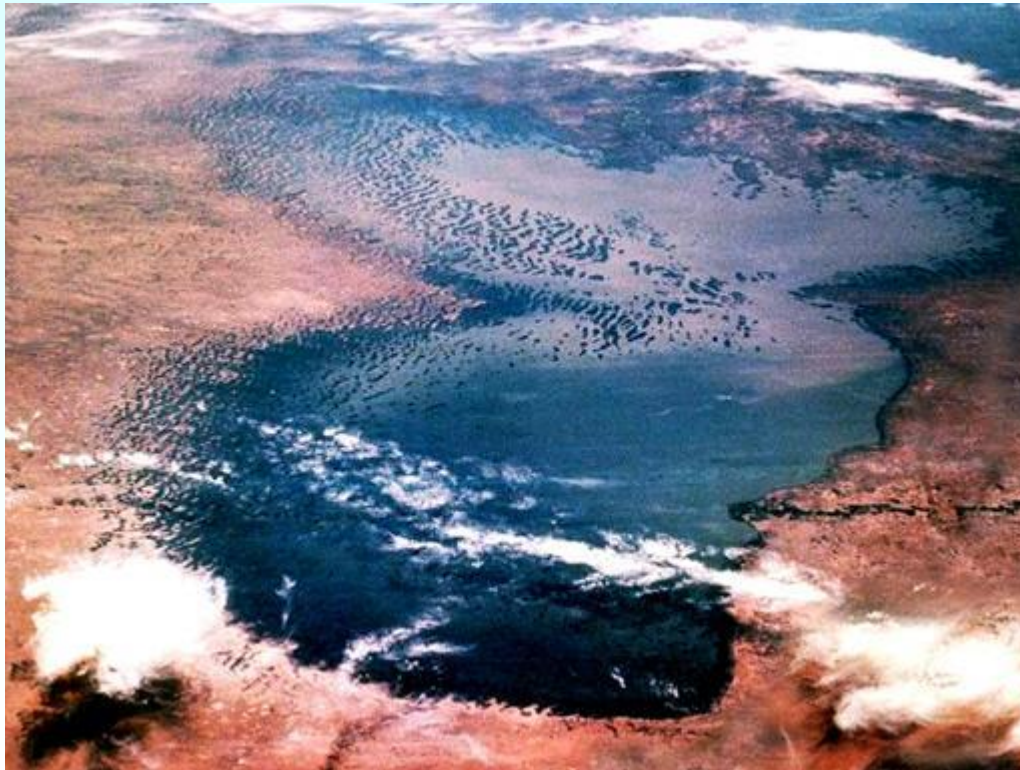


**Laghi di frana** si formano in seguito ad eventi catastrofici per la deposizione sul fondo di una vallata dei detriti franati da una parete della valle stessa

Es. Alleghe (Belluno)

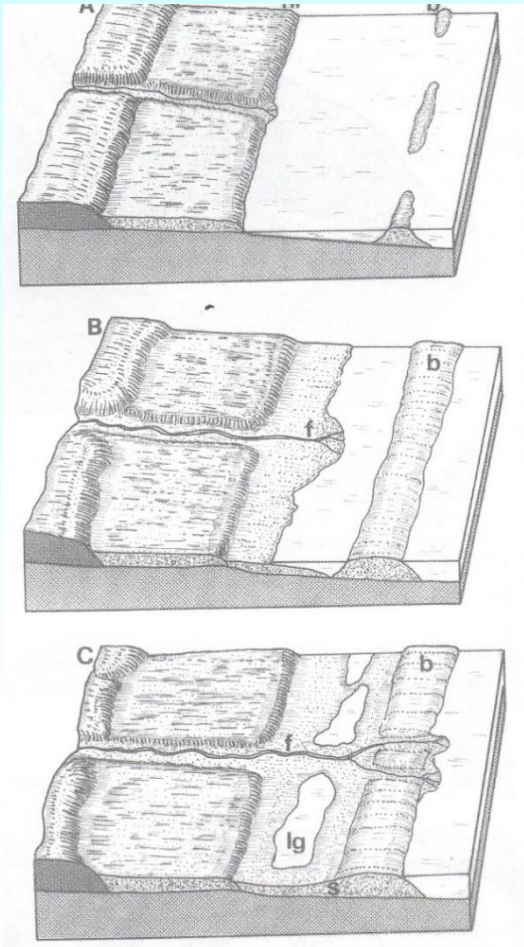


**Laghi formati dall'azione del vento.** Sono frequenti in zone con clima steppico e desertico nelle quali il vento può scavare vaste conche e accumulare grosse dune che sbarrano il percorso di fiumi. Alcuni esempi sono costituiti dai Laghi Amari della Penisola del Sinai e dal Lago Ciad in Africa (Sudan).





**Laghi costieri salmastri:** Es. litorale tirrenico (Fogliano, Monaci, Caprolace, Patria.) Gargano (Lesina, Varano)



## Laghi carsici:

di solito sono di piccola dimensione e sono spesso effimeri e temporanei, si formano di solito in una dolina (depressione che si forma in zone altamente carsiche), in una uvale (unione di più doline) o in valli chiuse. Tra questi il lago di Doberdò e quello di Piediluco. Se tali formazioni non hanno immissari possono prosciugarsi completamente. A volte scompaiono a causa del crollo delle strutture carsiche sottostanti.



## Di origine fluviale

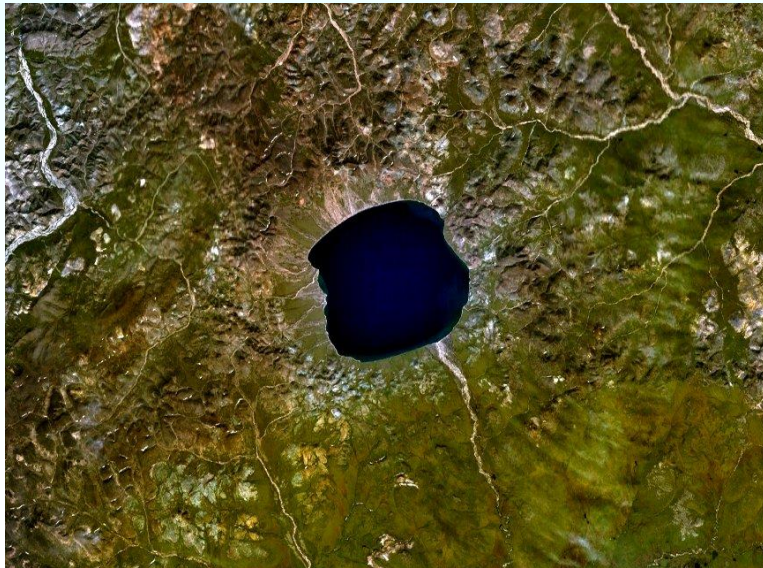
rientrano in questa categoria i laghi di lanca, derivanti dall'abbandono di un meandro (lago circunfluviale) e quelli derivanti dalla divagazione dei fiumi stessi (lago di Mantova) o dall'esondazione. A volte grazie a fenomeni erosivi l'alveo del fiume si allarga sino a trasformarsi in un lago.



**Laghi originati da accumulo** di materiale prodotto da **organismi viventi** come, ad esempio, i laghi di atollo.



**Laghi prodotti dall'impatto sulla terra di meteoriti come, ad esempio, il Lago Bosuntwi in Africa Occidentale e il Lago Elgygytgyn nel nordest della Siberia.**



**Laghi artificiali.** Sono laghi formati dall'azione diretta dell'uomo che attraverso sbarramenti e dighe forma bacini lacustri per costituire riserve d'acqua da utilizzare per scopi irrigui, idroelettrici, potabili.



## MOVIMENTI D'ACQUA NEI LAGHI

I movimenti sono causati principalmente dall'azione del vento, dalle entrate e uscite di acqua, dalle variazioni di temperatura tra gli strati d'acqua.

I movimenti possono essere distinti in:

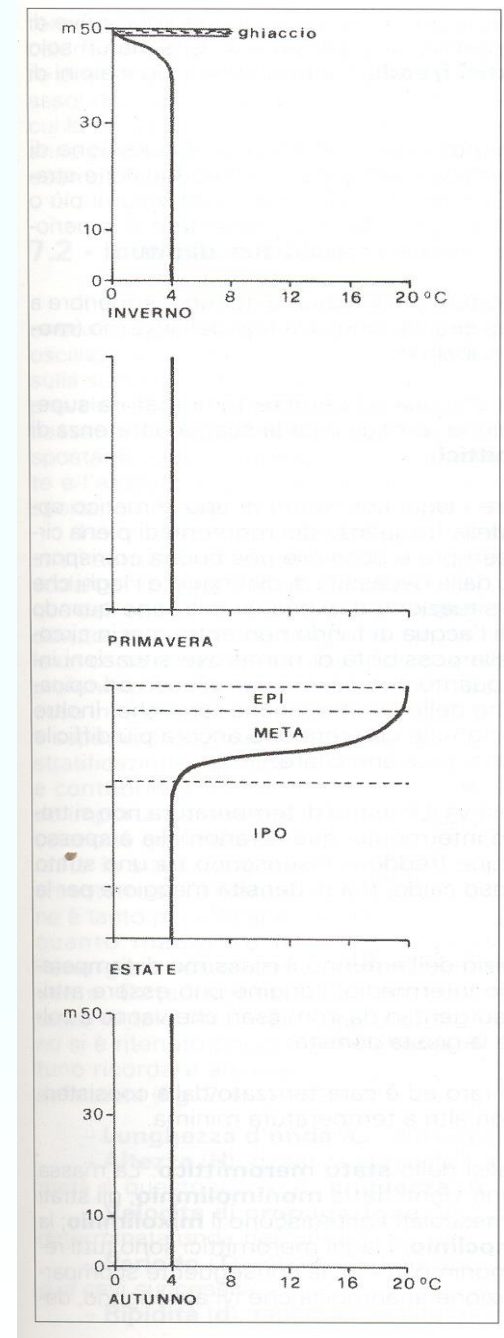
Moto ondoso

Sesse

Correnti di convezione, di immissario, di emissario, correnti di torbida (causate da frane subacquee)

# Movimenti legati al ciclo termico delle acque:

Tipico ciclo termico di un grande lago profondo posto in una regione con clima temperato





Numerosi fattori contribuiscono a caratterizzare il ciclo termico di un lago:

**latitudine e altitudine** che influenzano direttamente la sorgente di energia termica, cioè la quantità e l'intensità della radiazione solare.

**piovosità e ventosità** (fattori climatici)

**forma del bacino lacustre e profondità** (fattori morfologici) influenzano direttamente il trasferimento dell'energia termica agli strati più profondi.

La classificazione che consegue a quanto detto è quella che viene proposta qui di seguito:

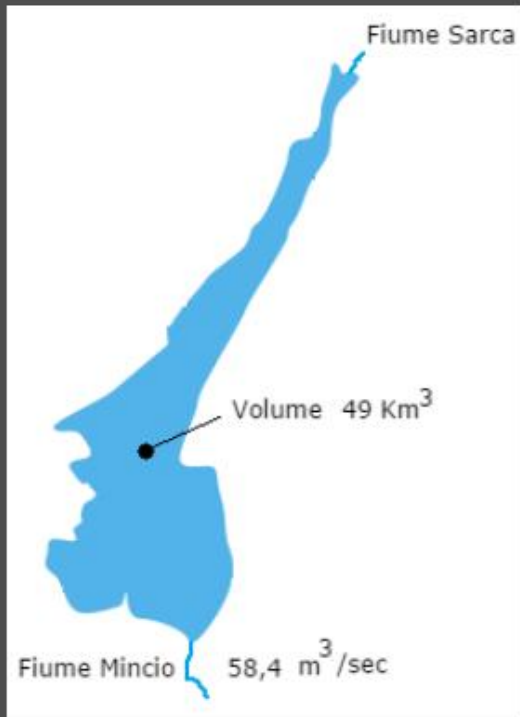
**Laghi di tipo polare:** acque superiori costantemente ghiacciate e sottostanti con temperature sempre inferiori a 4 °C, non c'è mai piena circolazione d'acqua lungo la colonna. Non sono presenti in Italia

**Laghi di tipo sub-polare:** solo in estate si ha lo scioglimento dei ghiacci e le temperature superano i 4 °C c'è la possibilità di un breve periodo di isotermità. In Italia sono i laghi alpini d'alta quota.

**Laghi di tipo sub-tropicale:** la temperatura è sempre superiore ai 4°C anche nelle zone di fondo, vi sarà isotermità solo alla fine dell'inverno. Laghi subalpini.

**Laghi tropicali:** temperature lungo tutta la colonna sempre superiori ai 4 °C, non vi è stratificazione.

# Tempo di ricambio delle acque di un lago



$$T_R = \frac{V_L}{q} = \frac{49 \cdot 10^9}{58.4}$$

$$= 839041096 \text{ s}$$

$$= 26.6 \text{ anni}$$

Quale è la probabilità che nel lago di Garda sia ancora presente l'acqua nella quale potrebbe essersi bagnato Gabriele D'Annunzio?



Gabriele D'Annunzio  
(1863, Pescara; 1938, Gardone Riviera)