

CHIMICA AMBIENTALE

CdL triennale in
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

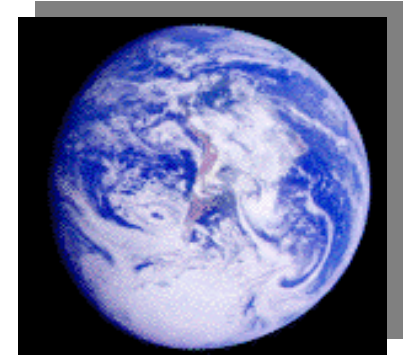
Docente
Pierluigi Barbieri

SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12

CHIMICA DELLE ACQUE

Idrosfera

Il sistema di tutta l'acqua che circonda il pianeta terra.



L'acqua dell'idrosfera, stimata in $1.36 \cdot 10^9 \text{ Km}^3$, è distribuita in modo estremamente disomogeneo:

Oceani $\approx 97\%$

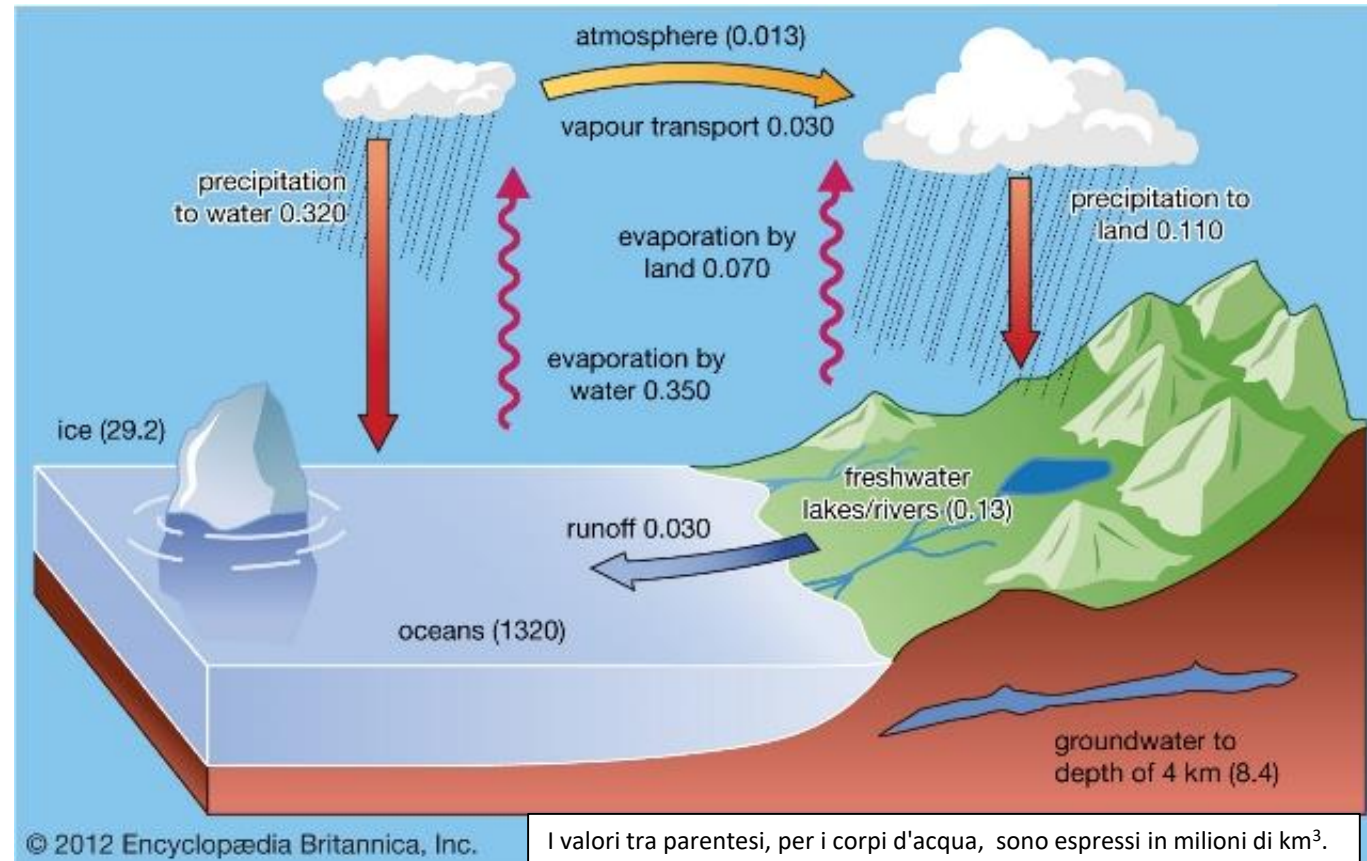
Acqua dolce $\approx 3\%$

L'acqua dolce è ripartita in: calotte polari, acque superficiali, sotterranee, acqua contenuta negli esseri viventi e vapore acqueo presente nell'atmosfera.



Idrosfera

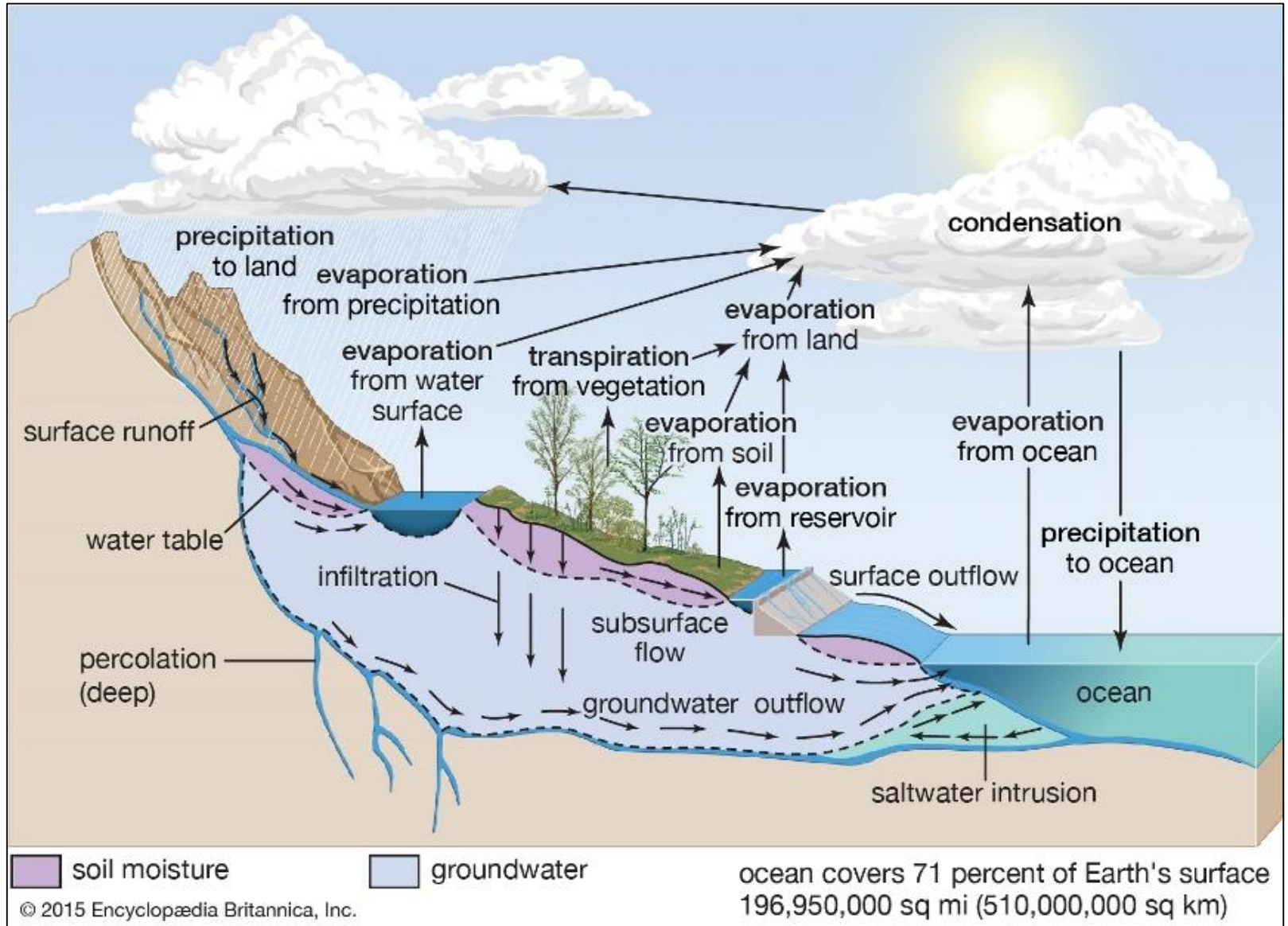
Le acque dolci disponibili sono solo 0.3-0.6%.



I valori tra parentesi, per i corpi d'acqua, sono espressi in milioni di km³.
I flussi dei processi sono espressi in milioni di km³/anno.

- **Acqua in evaporazione:** quasi-distillata
- **Acque meteoriche e acqua di dilavamento dei suoli:** ricche di inquinanti (piogge acide, composti organici, particolato, microorganismi)
- **Acque di falda :** filtrate ma con inquinanti solubili (sali, composti organici più solubili)

Ciclo dell'acqua



Uso dell'acqua in Europa

Il consumo di acqua in Europa

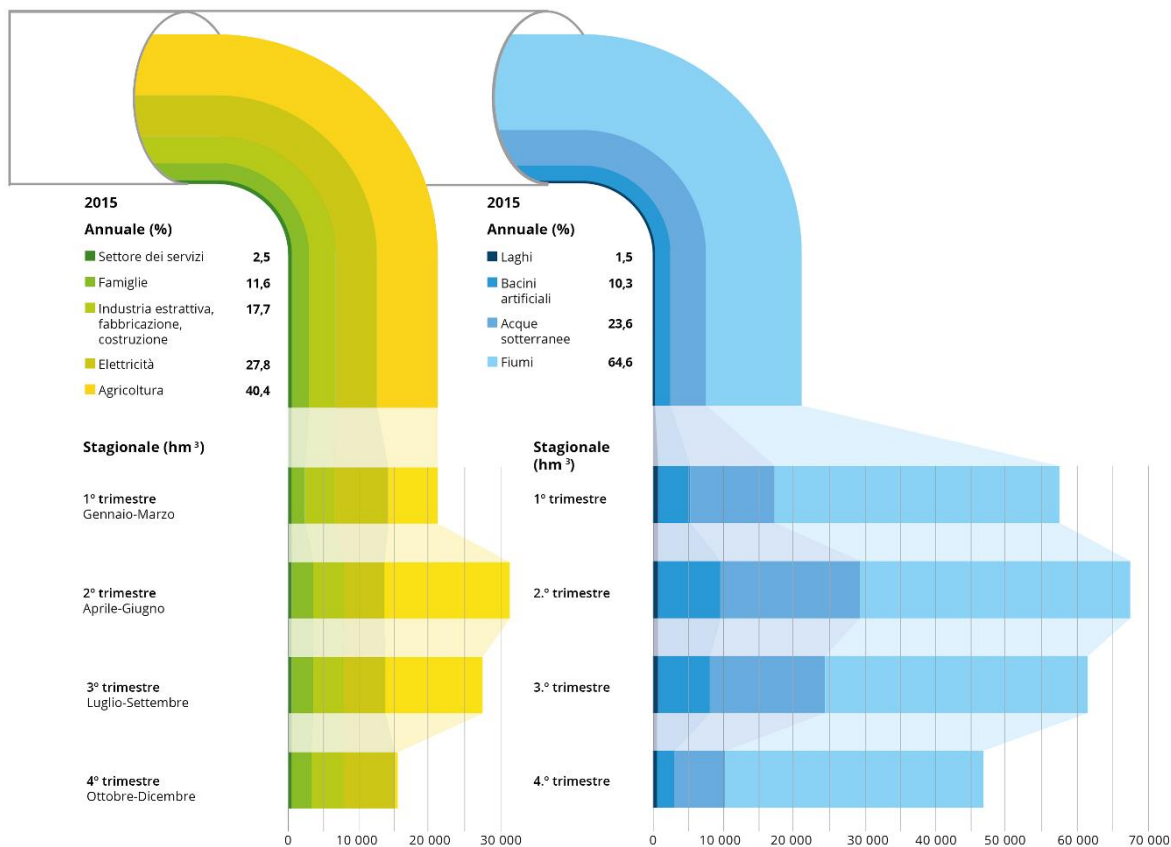
Secondo l'indice di sfruttamento idrico (WEI) dell'AEA, le attività economiche in Europa utilizzano in media circa 243 000 ettometri cubi di acqua all'anno. Sebbene gran parte di tale quantità (oltre 140 000 ettometri cubi - Hm³) sia restituita all'ambiente, questa contiene spesso impurità o agenti inquinanti, fra cui sostanze chimiche pericolose.

Nonostante la relativa abbondanza di fonti di acqua dolce in alcune zone dell'Europa, la disponibilità di acqua e l'attività socioeconomica non sono distribuite in modo omogeneo, il che determina notevoli differenze nei livelli di stress idrico nelle diverse stagioni e regioni.

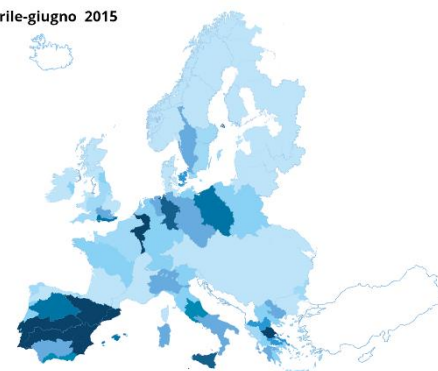
Utilizzo dell'acqua da parte dei settori economici

Estrazione di acqua dolce per fonte

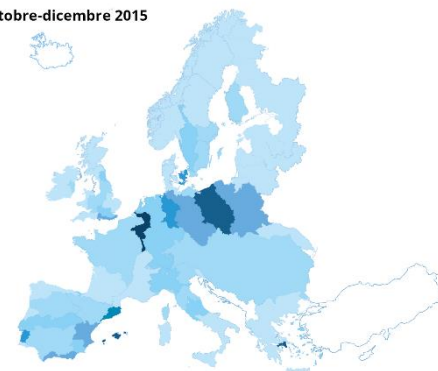
Sfruttamento idrico per bacino idrografico (1)



Aprile-giugno 2015



Ottobre-dicembre 2015



Fonte: indicatore dell'AEA sull'utilizzo delle fonti di acqua dolce.

Nota: (1) L'indice WEI+ (Water Exploitation Index Plus), che valuta il totale delle acque dolci utilizzate in percentuale del totale delle risorse di acqua dolce rinnovabili disponibili, costituisce un indicatore della pressione o dello stress sulle risorse di acqua dolce. Un WEI+ superiore al 20 % indica che un'unità idrica è minacciata, mentre un WEI+ superiore al 40 % indica una minaccia grave e un utilizzo della risorsa chiaramente non sostenibile (Raskin et al., 1997).

Utilizzo delle acque in Italia

Giornata mondiale dell'acqua. 22 marzo 2017



FAMIGLIE CHE NON SI FIDANO A BERE L'ACQUA DEL RUBINETTO

Anni 2002-2016, per 100 famiglie



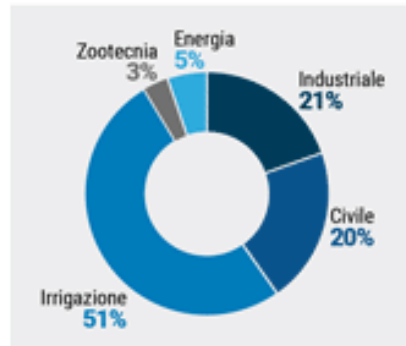
FAMIGLIE CHE LAMENTANO IRREGOLARITÀ NELL'EROGAZIONE DI ACQUA

Anni 2002-2016, per 100 famiglie



USO DI ACQUA PER LE PRINCIPALI ATTIVITÀ

Anno 2012, composizione percentuale

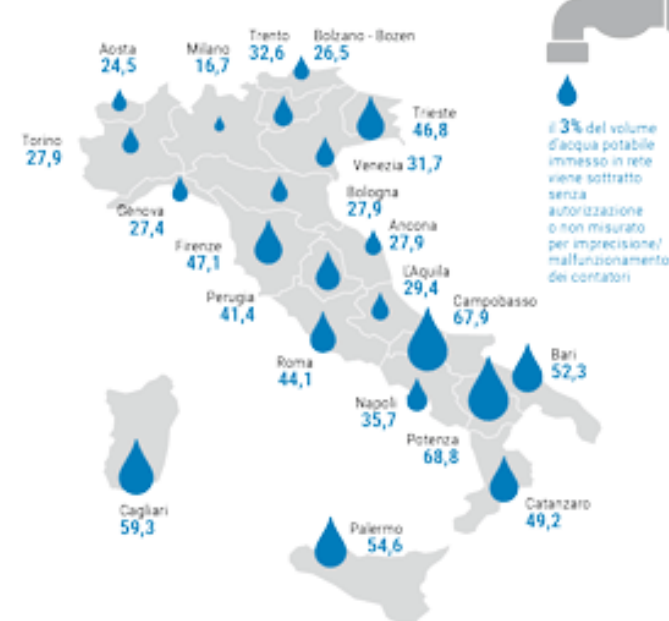


Attività di raccolta, trattamento e fornitura di acqua, gestione delle reti fognarie nel 2014



PERDITE IDRICHE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DI ACQUA POTABILE NEI COMUNI CAPOLUOGO DI REGIONE

Anno 2015, rapporto percentuale tra perdite totali e volume di acqua immesso in rete



Impronta idrica di alcuni prodotti (*water footprint*)

Prodotto	Quantità di acqua (l)	Tipo di acqua
1 litro di birra	300	85% verde, 6% blu, 9% grigia
1 litro di latte	1'000	85% verde, 7% blu, 8% grigia
1 kg di grano	1'600	70% verde, 19% blu, 11% grigia
1 kg di zucchero di canna	1'800	67% verde, 27% blu, 6% grigia
1 kg di riso	2'500	69% verde, 20% blu, 11% grigia
1 kg di cotone	10'000	54% verde, 33% blu, 13% grigia
1 kg di carne di manzo	15'400	93% verde, 4% blu, 3% grigia

- **Acqua blu:** si riferisce al prelievo di acque superficiali e sotterranee destinate ad un utilizzo per scopi agricoli, domestici e industriali. È la quantità di acqua dolce che non torna a valle del processo produttivo nel medesimo punto in cui è stata prelevata o vi torna, ma in tempi diversi;
- **Acqua verde:** è il volume di acqua piovana che non contribuisce al ruscellamento superficiale e si riferisce principalmente all'acqua evapo-traspirata per un utilizzo agricolo;
- **Acqua grigia:** rappresenta il volume di acqua inquinata, quantificata come il volume di acqua necessario per diluire gli inquinanti al punto che la qualità delle acque torni sopra gli standard di qualità.

Proprietà dell'acqua ed interesse biologico-ambientale

Proprietà	Effetti
Solvente	L'elevato potere solvente dell'acqua consente il trasporto di nutrienti e scarti biologici e quindi permette lo svolgersi dei processi biologici
Costante dielettrica	L'alta costante dielettrica promuove la solubilità di sostanze ioniche e la loro ionizzazione in soluzione
Tensione superficiale	L'alta tensione superficiale controlla fattori fisiologici e governa fenomeni di superficie e formazione di gocce (<i>drops</i>)
Trasparenza alla luce	La trasparenza alla luce visibile e alla frazione di ultravioletto a maggiore lunghezza d'onda consente lo svolgimento della fotosintesi anche a profondità considerevoli nei corpi idrici
Densità	Il massimo di densità in fase liquida a 4°C contrasta la circolazione verticale nei corpi idrici agevolando la stratificazione. Inoltre la densità minore in fase solida (ghiaccio) consente il galleggiamento sopra alla fase liquida.
Entalpia di vaporizzazione	E' elevata, promuove il trasferimento di calore e molecole d'acqua dai corpi d'acqua all'atmosfera.
Entalpia di fusione	E' elevata, promuove la stabilità della temperatura al punto di congelamento.
Capacità termica	E' elevata, promuove la stabilità delle temperature degli organismi e delle regioni geografiche.

Componenti della matrice acqua

ACQUE

(fiumi, laghi, paludi, estuari, mari, oceani)

Le specie e i materiali disciolti variano sensibilmente a seconda dell'ambiente acquatico considerato

Soluti:

- costituenti maggiori (concentrazione > 1 mg/l);
- costituenti minori (concentrazione < 1 mg/l);
- gas disciolti (O₂, CO₂, etc...)
- sali disciolti;
- nutrienti (N, P);
- sostanza organica (DOM - *dissolved organic matter*).

Componenti della matrice acqua

ACQUE

(fiumi, laghi, paludi, estuari, mari, oceani)

Le specie e i materiali disciolti variano sensibilmente a seconda dell'ambiente acquatico considerato

Soluti:

- costituenti maggiori (concentrazione > 1 mg/l);
- costituenti minori (concentrazione < 1 mg/l);
- gas disciolti (O₂, CO₂, etc...)
- sali disciolti;
- nutrienti (N, P);
- sostanza organica (DOM - *dissolved organic matter*).

Materiale particellato:

- Silicati e alluminosilicati;
- Carbonati di calcio;
- Ossi e idrossidi (es. di Fe e Mn);
- sostanza organica (SOM - *suspended organic matter*).

Parametri di qualità delle acque

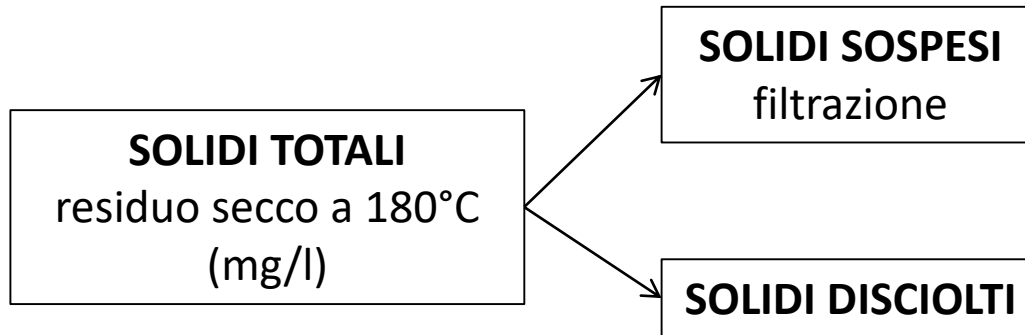
PARAMETRI FISICI

- Solidi totali, sospesi e disciolti
- Torbidità
- Colore, odore, sapore
- Temperatura
- Conducibilità elettrica

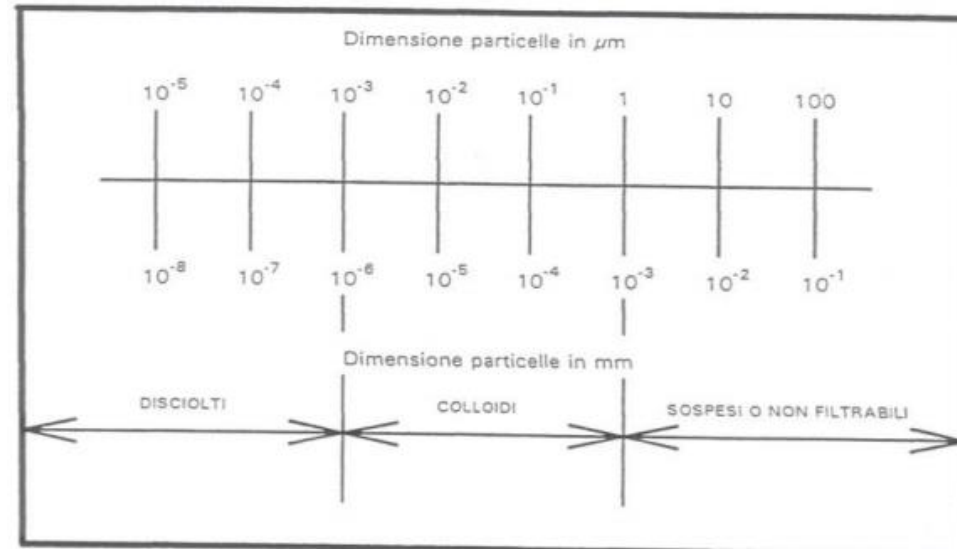
PARAMETRI CHIMICI

- O₂ disciolto
- BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)
- COD (*Chemical Oxygen Demand*)
- pH
- Nutrienti: P (fosforo totale, ortofosfato), N (azoto totale, ammoniacale, nitrico)
- Durezza
- Alcalinità

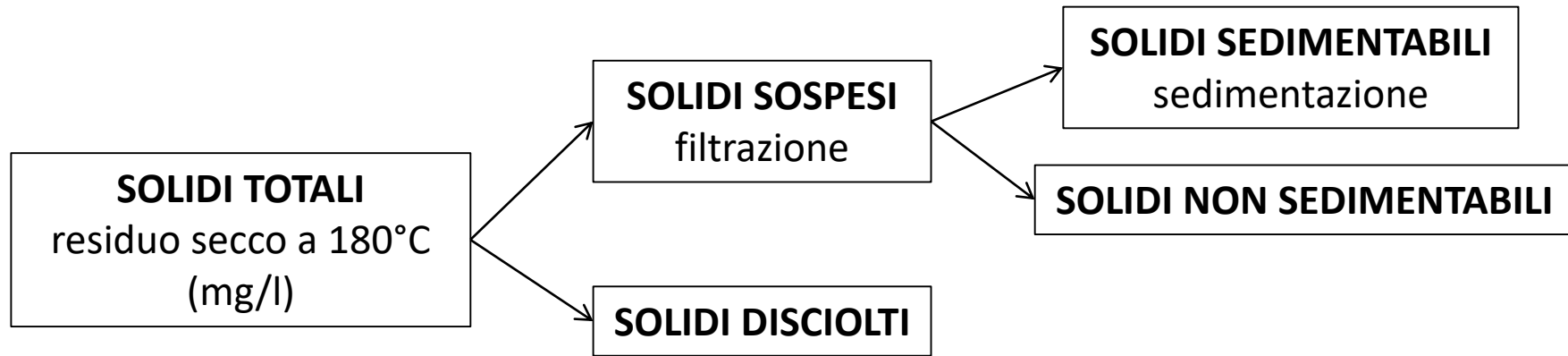
Classificazione dei solidi presenti in un'acqua



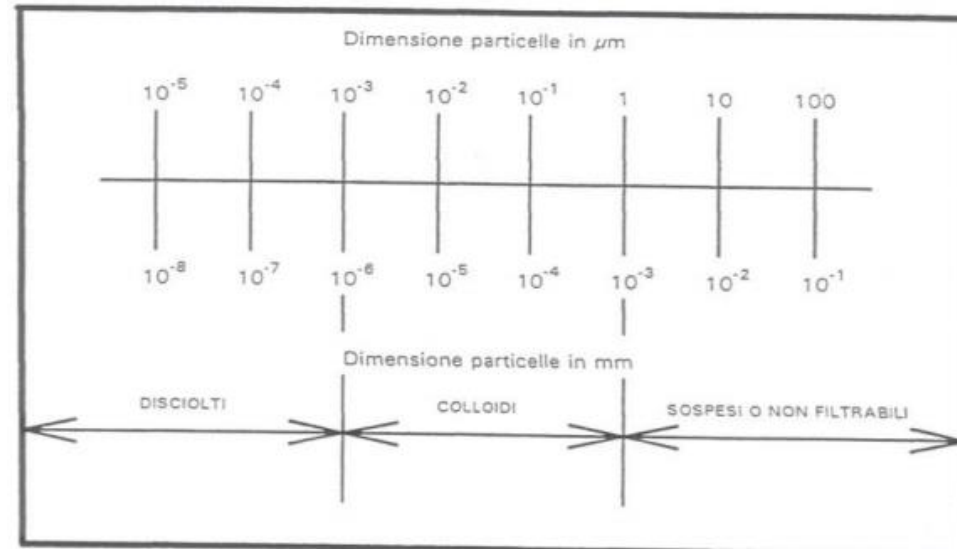
Classificazione dei solidi in acqua in base alle dimensioni



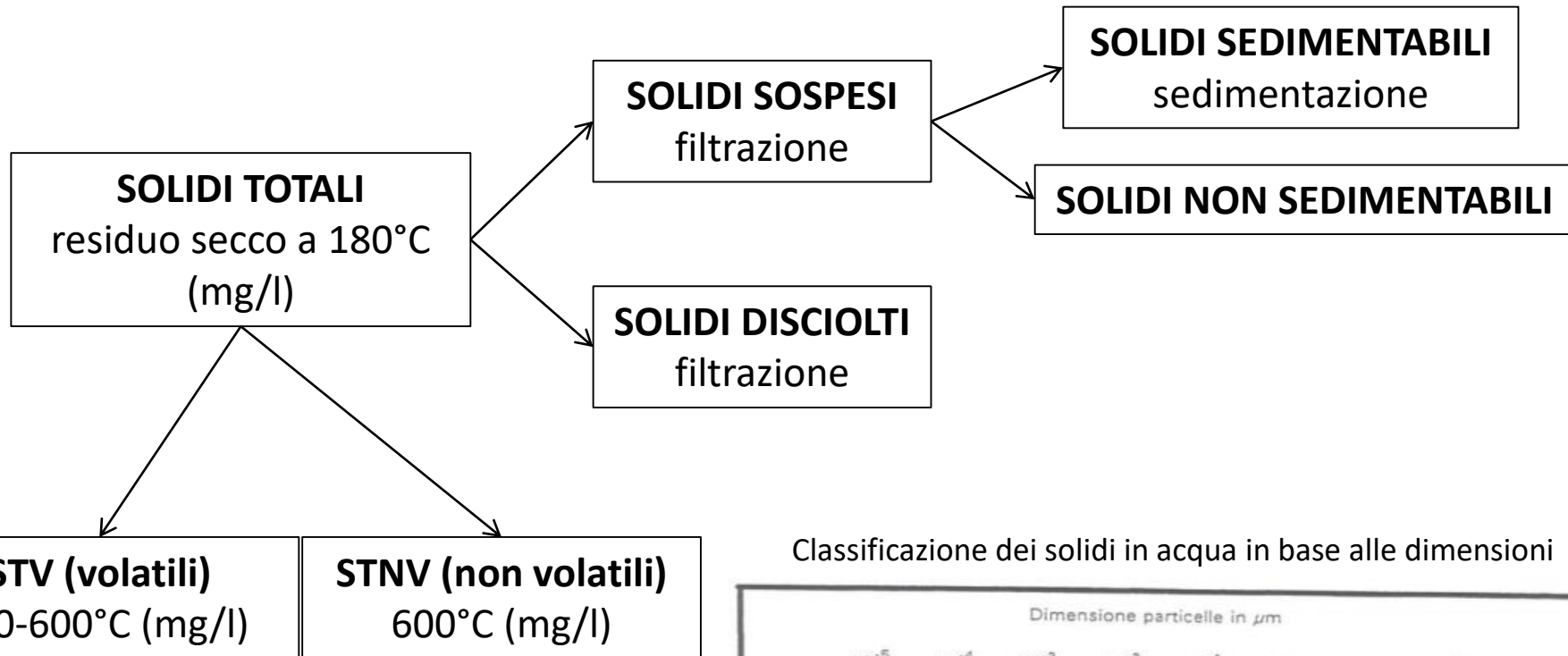
Classificazione dei solidi presenti in un'acqua



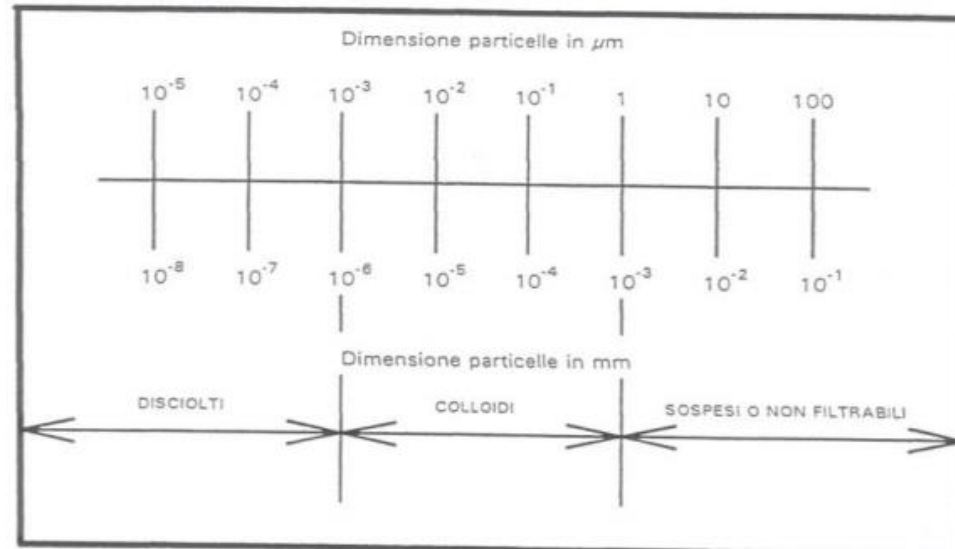
Classificazione dei solidi in acqua in base alle dimensioni



Classificazione dei solidi presenti in un'acqua



Classificazione dei solidi in acqua in base alle dimensioni



Torbidità

La torbidità è correlata con il contenuto (e la dimensione) di solidi sospesi

- Diminuisce penetrazione luce (attività algale, specie ittiche)
- Influisce negativamente sull'uso (ricreazione, approvvigionamento)



Torbidità

La torbidità è correlata con il contenuto (e la dimensione) di solidi sospesi

- Diminuisce penetrazione luce (attività algale, specie ittiche)
- Influisce negativamente sull'uso (ricreazione, approvvigionamento)



Si misura per via spettrofotometrica con il nefelometro:
% luce diffusa su perpendicolare al raggio incidente



Es. soluzione standard "Unità di silice": SiO_2 (mg/l)

