

ELEMENTI GENERALI

SCOPRIRE L'ACQUA



Tutta l'acqua che c'è

L'**acqua** è la molecola più importante presente sulla Terra ed è anche il componente più abbondante su tutto il pianeta e nella sua atmosfera.

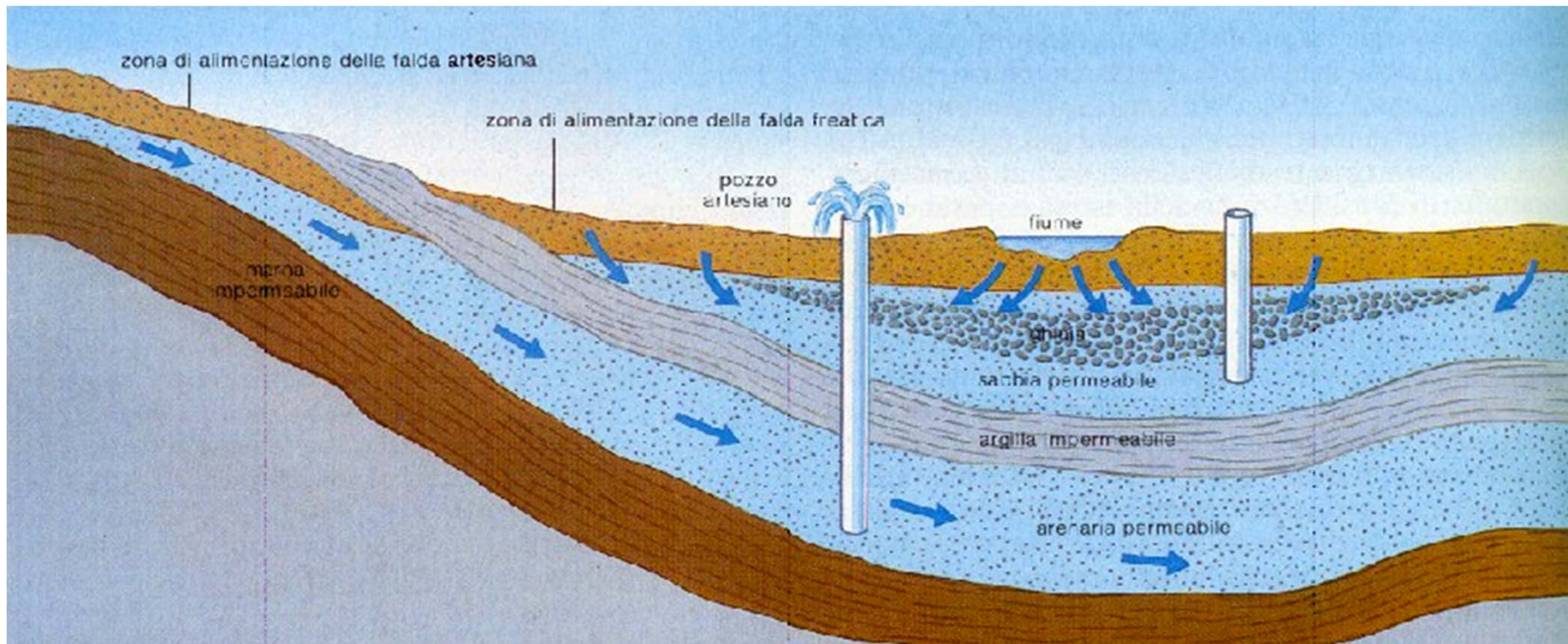


Tutta l'acqua che c'è



Il movimento dell'acqua intorno, al di sopra e attraverso la Terra è chiamato **ciclo dell'acqua**. Il ciclo dell'acqua, conosciuto tecnicamente come ciclo idrologico, consiste nella circolazione dell'acqua all'interno dell'idrosfera terrestre, includendo i cambiamenti di stato fisico dell'acqua tra la fase liquida, solida e gassosa.

ACQUA ELEMENTI GENERALI

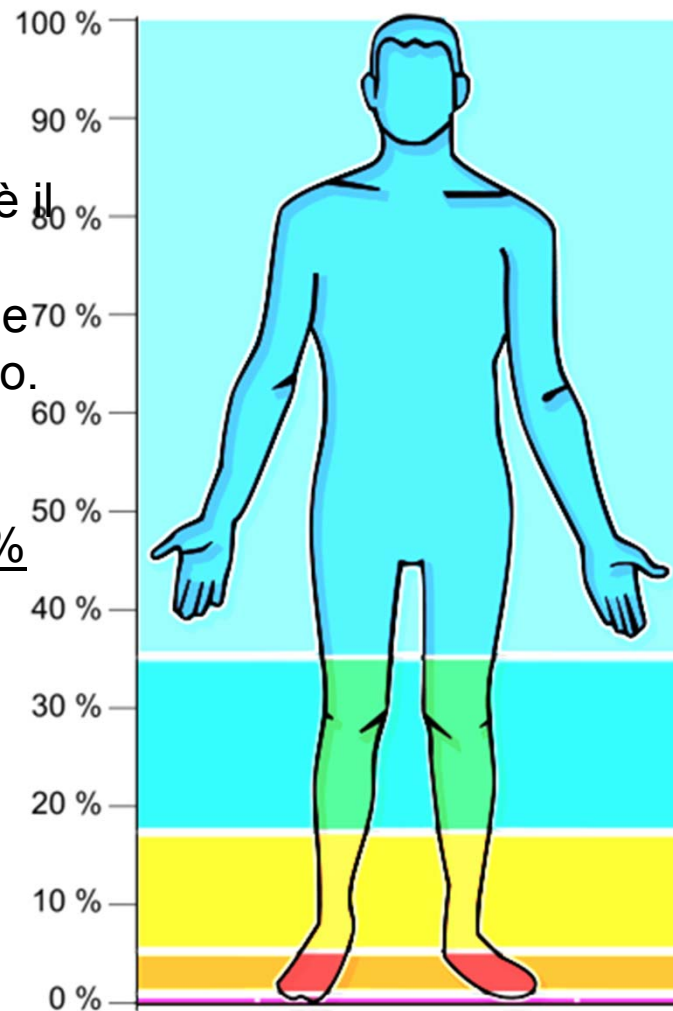
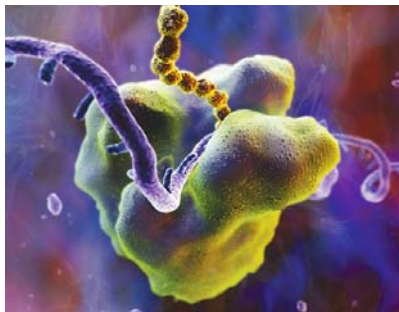


·L' *infiltrazione* è la transizione dall' acqua dalla superficie alle acque sotterranee. L'aliquota di infiltrazione dipende dalla permeabilità del suolo o della roccia e da altri fattori. Le acque sotterranee tendono a muoversi molto lentamente, così l' acqua può ritornare alla superficie dopo l' accumulo in un acquifero in un lasso di tempo che può arrivare al migliaio di anni in alcuni casi. L' acqua ritorna alla superficie ad altezza inferiore a quella del punto di infiltrazione, sotto l' azione della forza di gravità e delle pressioni da essa indotta.

Le acque sotterranee possono trascorrere oltre 10.000 anni sotto la superficie; l' acqua che trascorre in questa riserva tempi particolarmente lunghi è denominata acqua fossile.

Tutta l'acqua che c'è

La presenza dell'acqua è fondamentale per la nascita, lo sviluppo e la permanenza delle forme di vita sulla Terra. L'acqua è il costituente essenziale di tutte le cellule e consente il trasporto delle sostanze all'interno dell'organismo. L'acqua è presente in tutti gli organismi viventi, dei quali rappresenta anche più del 70-80% del peso.



Acqua: 65%

Proteine: 16%

Lipidi: 13%

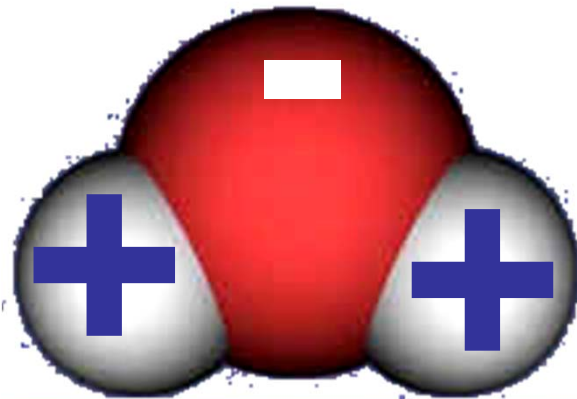
Sali minerali: 5%

Glucidi: 1%

Vitamine: tracce

Cosa è l'acqua

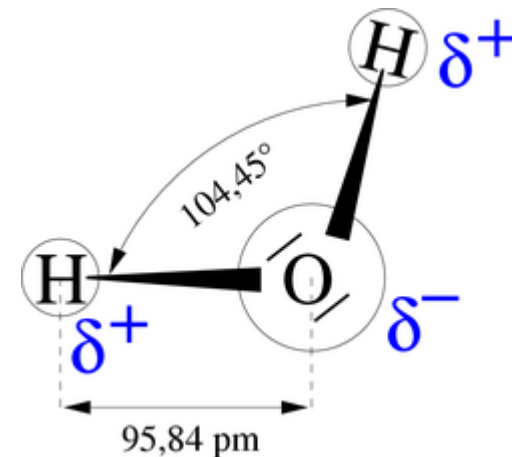
1. L'acqua è un composto di **idrogeno H** e **ossigeno O**
2. I 3 atomi della molecola sono tenuti assieme da legami **covalenti** dove ogni atomo condivide l'orbitale dell'elettrone più esterno.
3. La molecola **H₂O** non ha una carica elettrica, ma la disomogenea distribuzione degli *elettroni* (–) attorno i *nuclei* (+) la **rende comunque fortemente polare-**
4. La **forte polarità** della molecola **H₂O** è alla base delle eccezionali proprietà dell'acqua



Cosa è l'acqua

Un **legame covalente polare** si viene a instaurare quando avviene una sovrapposizione degli orbitali atomici di due atomi con una differenza di elettronegatività minore o uguale a 1,9. Ciò avviene per una ragione ben precisa: gli atomi tendono al minor dispendio energetico possibile ottenibile con la stabilità della loro configurazione elettronica (ad esempio l'ottetto). Gli orbitali atomici contenenti gli elettroni spaiati si sovrappongono, costituendo appunto, nuovi orbitali molecolari. Le sostanze così ottenute sono dette **molecole**.

In chimica, la **polarità** è una proprietà delle molecole, per cui una molecola (detta **polare**) presenta una parziale carica positiva su una parte della molecola e una parziale carica negativa su un'altra parte opposta alla molecola. Le molecole che non presentano il fenomeno della polarità sono dette **apolari** o non polari.



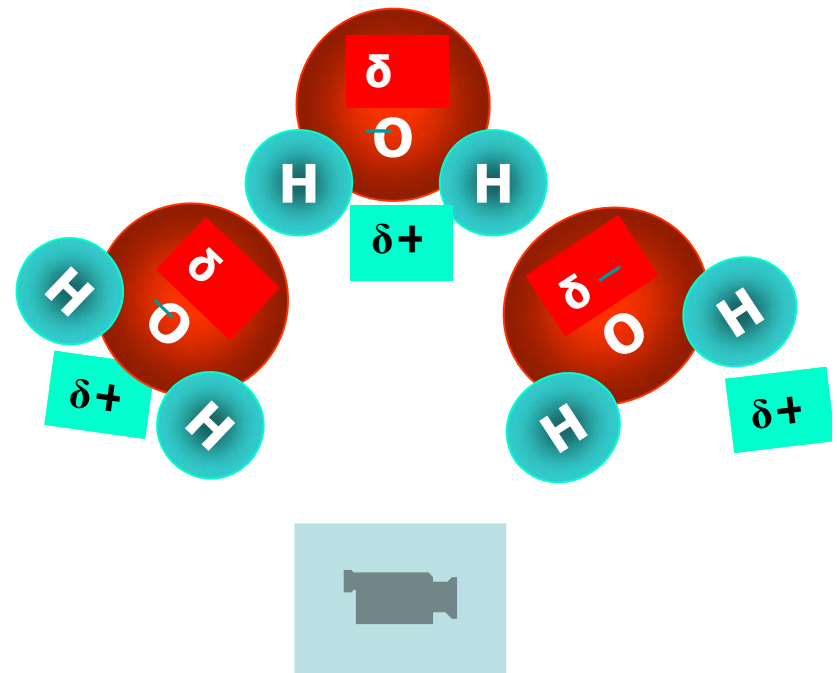
Cosa è l'acqua

A causa della conformazione a V e della polarità, gli atomi di H di una molecola vengono attirati da un atomo O di un'altra molecola, questo tipo di legame è detto : "legame a idrogeno"

-Il **legame a idrogeno** è debole, si forma e si scinde in continuazione, ma determina la "coesione" delle varie molecole di acqua, che in questa fase è in forma liquida;

-**per scindere i legami a idrogeno occorre fornire energia, fornendo energia le molecole si agitano sempre di più fino a divenire vapore;**

- **Per poter cambiare di stato, cioè divenire vapore, occorre fornire una maggiore quantità di calore detta calore latente, che è possibile recuperare quando il vapore condensa.**

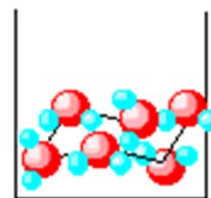
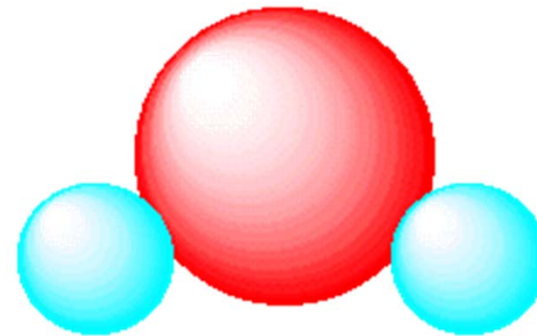


Cosa è l'acqua

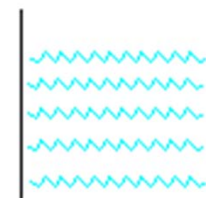
Gli stati fisici dipendono dall'energia cinetica delle molecole di acqua:
bassa nel ghiaccio, media nell'acqua liquida, **alta nel vapore**

L'acqua in natura si trova nei 3 stati fisici
Liquida mari, fiumi, laghi, falde sotterranee
Gassosa o *vapor d'acqua* in atmosfera
Solida o *ghiaccio* in ghiacciai, banchisa polare, iceberg, ecc.

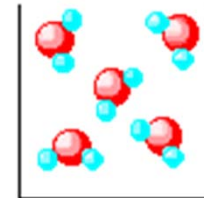
Molecola



ghiaccio



acqua



vapore



Cosa è l'acqua

L'acqua si presenta come molecola singola solo quando è allo stato di vapore, mentre negli altri stadi si presenta come un insieme di molecole unite da legame a idrogeno (H_2O)_x

La temperatura di 100° è definita come il punto di ebollizione alla pressione di 1 atmosfera.



La temperatura alla quale la fase solida e quella liquida si equilibrano, alla pressione di 760 mm Hg, corrisponde allo zero della scala centigrada (Celsius).



Cosa è l'acqua

L' acqua ha una elevatissima capacità termica, cioè può immagazzinare grandi quantità di calore senza che la sua temperatura aumenti di molto.

Questa proprietà **dipende dall' energia necessaria a rompere i legami idrogeno**, il cui numero diminuisce al crescere della temperatura.

Al raggiungimento della temperatura di 100°C (pressione 760 mm Hg) si ha l' ebollizione, cioè la rottura dei rimanenti legami idrogeno.

Cosa è l'acqua

*L'acqua ha una elevatissima **capacità termica**, cioè può immagazzinare grandi quantità di calore senza che la sua temperatura aumenti di molto. Il calore acquisito viene poi ceduto gradualmente*

per elevare di 1°C 1 g di acqua
- da 14° a 15°- occorrono **4,184 joule**, ossia **1 caloria**

Anche questa proprietà dipende dai **legami a idrogeno**: l'agitazione termica delle molecole viene contrastata dalle forze di attrazione tra le stesse.

Sostanza	Calore specifico (J/g° C)
acqua, liquida	4,184
acqua, ghiaccio	2,03
acqua, vapore	1,86
alluminio	0,90
ferro	0,45
argento	0,24
vetro, Pyrex	0,736

Cosa è l'acqua

All'aumentare della temperatura la densità dell'acqua diminuisce ...

La **densità** (chiamata più correttamente **massa volumica** o **massa specifica**) di un corpo (spesso indicata dal simbolo ρ o anche δ) è definita come rapporto tra la massa del corpo ed il volume del medesimo corpo.

$\rho = m/V$ Dove m è la massa e V il volume.

Nella tabella è indicata la densità dell'acqua in grammi per centimetro cubo a varie temperature (in °C)

Temperatura (°C)	Densità (g/cm³)	Volume specifico (cm³/g)
100	0,9584	1,0434
80	0,9718	1,0290
60	0,9832	1,0171
40	0,9922	1,00786
30	0,9956502	1,00437
25	0,9970479	1,00296
22	0,9977735	1,00223
20	0,9982071	1,001796
15	0,9991026	1,000898
10	0,9997026	1,000297
4	0,9999720	1,0000280
0	0,9998395	1,00016

Rho, delta

Cosa è l'acqua

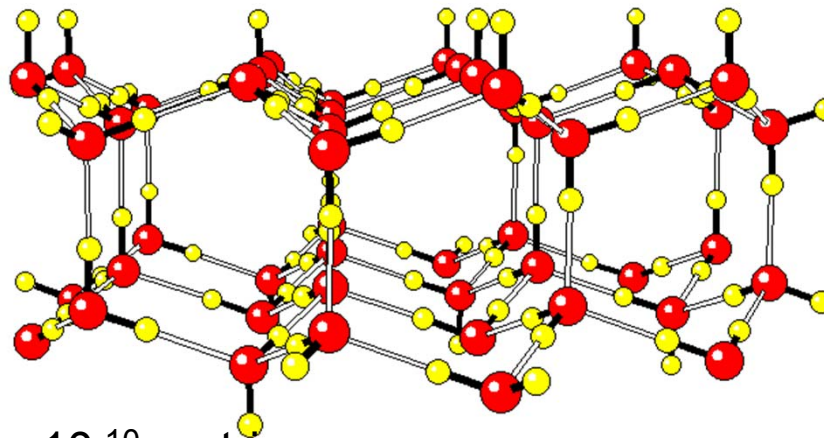
Quando l'acqua solidifica formando ghiaccio, le sue molecole si dispongono ad esagoni.

Nel cristallo di ghiaccio ogni ossigeno è legato a quattro idrogeni, a due dei quali con legami covalenti ad una distanza di 0,99 Å e gli altri due con legami idrogeno di lunghezza pari a 1,77 Å.

La notevole proporzione di “spazio vuoto” nella struttura del ghiaccio spiega il fatto curioso che il ghiaccio è meno denso dell' acqua liquida.



Angstrom (Å) $1\text{Å} = 1 \times 10^{-10}$ metri

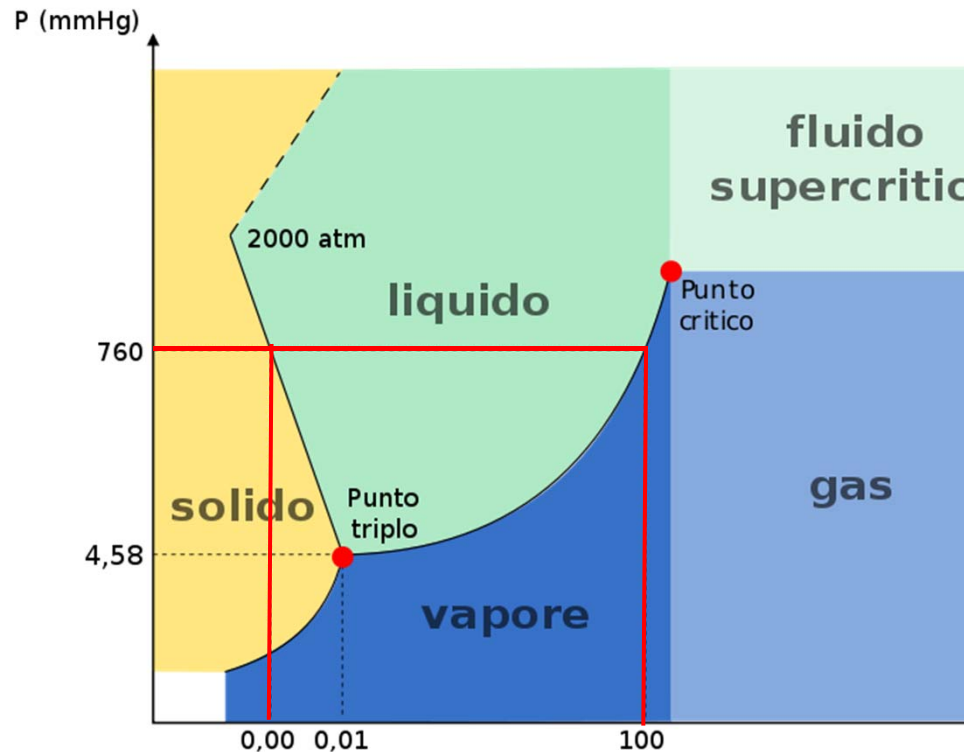


Cosa è l'acqua

Questa insolita particolarità fa sì che il ghiaccio galleggi, spiegando, tra le altre cose, il fatto che in climi freddi i fiumi e i laghi non gelano dal basso.

In realtà, l'acqua comincia a diminuire di densità quando viene raffreddata al di sotto dei 4 °C. Ciò significa che la transizione da una struttura a stretto impacchettamento (liquido), ad una struttura aperta (solido) avviene gradatamente in un intervallo di temperatura, anziché bruscamente al punto di fusione.

Cosa è l'acqua



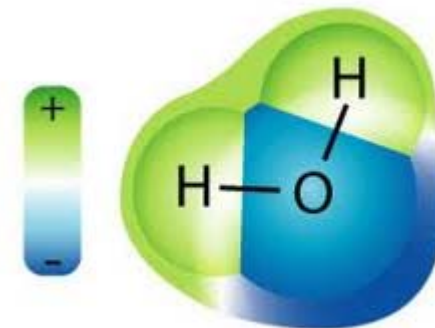
Le curve presenti nel diagramma dividono il piano del grafico in tre zone, all'interno delle quali esiste una sola fase. Le tre curve rappresentano gli equilibri fra due fasi diverse, e, lungo queste linee si realizza la coesistenza di due fasi: liquido-vapore (evaporazione-condensazione, oppure ebollizione-liquefazione); liquido-solido (fusione-solidificazione); solido-vapore (sublimazione-brinazione).

La pendenza della curva di equilibrio solido-liquido è negativa. Questo riflette la proprietà sopra descritta dell'acqua, e cioè che la densità del solido è minore di quella del liquido, il che implica che il punto di fusione dell'acqua (temperatura in cui la tensione di vapore del liquido e del solido sono uguali) diminuisce al crescere della pressione esterna.

Acqua come solvente

In virtù della sua spiccata polarità, l'acqua è un **buon solvente**.

Le proprietà solventi dell'acqua sono essenziali per gli esseri viventi, dal momento che consentono lo svolgersi delle complesse reazioni chimiche che costituiscono le basi della vita stessa (ad esempio, quelle che avvengono nel sangue o nel citoplasma della cellula).



Il comportamento di **solvente** dell'acqua è causato dalla **polarità** della molecola.

In generale, le sostanze quali acidi, alcoli e sali sono abbastanza solubili in acqua, mentre non lo sono le sostanze quali grassi ed oli.



Acqua come solvente

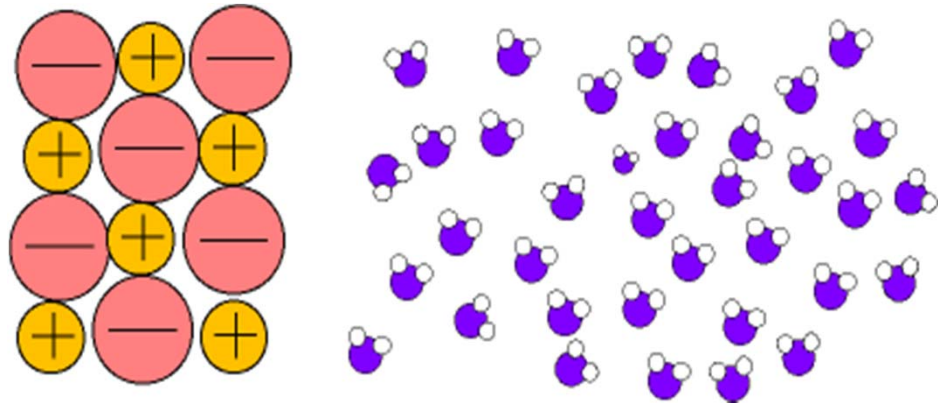
Ciò che denominiamo comunemente acqua contiene disciolte altre sostanze.

Le molecole di acqua disperdono le molecole e gli ioni delle altre sostanze polari, inoltre l'acqua tiene in sospensione anche particelle più grandi.

La presenza di altre sostanze modifica le proprietà dell'acqua:

- punto di ebollizione
- punto di solidificazione
- pressione osmotica
- acidità

In particolare è solvente di sali ed in genere a composti a carattere ionico.



ione specie chimica elettricamente carica, un atomo (o una molecola) che cede o acquista uno o più elettroni

Acqua e altre sostanze

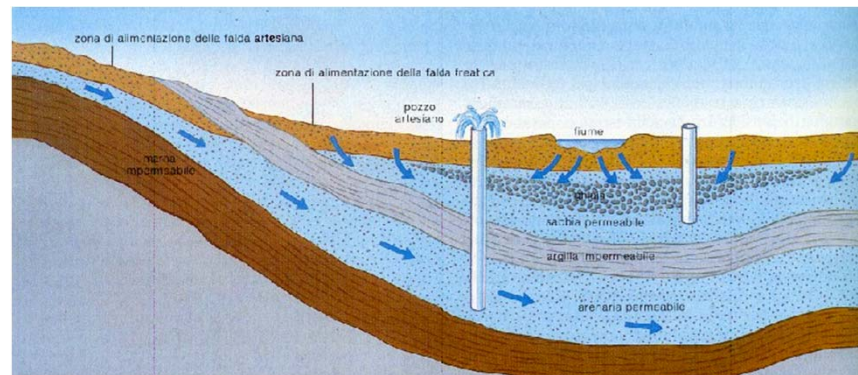
Ogni acqua è influenzata dal ciclo che essa compie.

Ad esempio nelle zone industriali i gas assorbiti dall'acqua piovana possono dare problemi di inquinamento.

L'acqua infiltrandosi nel terreno può catturare elementi: ad esempio un'acqua a contatto con un terreno gessoso sarà ricca di calcio e solfato

La presenza di CO_2 nell'acqua può portare una maggiore solubilizzazione del CaCO_3 , MgCO_3 , e altri carbonati.

Le acque acide per la presenza dell'acido carbonico possono alterare le caratteristiche del terreno con cui vengono a contatto o risultare aggressive per i materiali metallici.



Acqua e altre sostanze

In pratica l'acqua in natura non è mai pura, cioè solo in forma molecolare, bensì contiene al suo interno moltissime particelle (grazie alla sua capacità di solvere), la maggior parte delle quali microscopiche.

Le sostanze contenute nell'acqua possono essere di tre tipi:

Materiali sospesi: non si dissolvono in essa e sono eliminati per filtrazione; possono essere solidi (es. detriti vegetali e minerali) o liquidi (es. sostanze oleose); in ogni caso sono sempre visibili almeno al microscopio.

Sostanze in sospensione colloidale : piccole dimensioni come piccole molecole visibili al microscopio elettronico; possono essere di natura organica (es. acidi umici) o inorganica (es. silice colloidale).

Le sostanze disciolte : di natura gassosa (CO_2 , O_2 , NH_3 , ecc), o di natura colloidale (sotto forma di anioni $[-]$ e cationi $[+]$).

Acqua e altre sostanze

Le sostanze contenute sostanzialmente si possono suddividere in base alla loro dimensione:

Materiali sospesi: $> 0,1 \mu\text{m}$

argilla, silice, calcare, idrossido ferrico, alghe, grassi, microrganismi, detriti vegetali)

Sostanze in sospensione colloidale : $0,1 \div 0,001 \mu\text{m}$

silice colloidale

Sostanze disciolte: $< 10 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) :

gas (O_2 , N_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S , SO_2 , ossidi di azoto)

anioni (HCO_3^-)

cationi (Ca^{2+} , Mg^{2+})

Acqua e altre sostanze

La presenza di queste e altre sostanze caratterizza l'acqua e può rappresentare un problema per la salute e/o un problema per l'uso tecnologico dell'acqua.



Acqua e vita



Come detto in precedenza l'acqua è una componente fondamentale di tutti gli organismi viventi presenti sul nostro pianeta.

Si trova in elevate percentuali nelle cellule dove rappresenta il composto predominante e agisce come solvente per tutte le biomolecole (come carboidrati, proteine, vitamine idrosolubili ecc.), dando loro la possibilità di reagire tra di loro nelle varie reazioni biochimiche.

Essendo il principale costituente della gran parte dei viventi, l'acqua è quindi presente anche nell'organismo umano, in percentuali variabili a seconda dell'età, del sesso e del peso.

Dove c'è acqua c'è vita...

Microrganismi

Tutte le acque naturali, cioè quelle presenti in natura, contengono un certo numero di **microrganismi**, rappresentati da **batteri, alghe, funghi e protozoi**, che costituiscono la **microflora autoctona delle acque**, dove svolgono una funzione fondamentale in tutti i cicli biogeochimici e sono i principali responsabili dei fenomeni di autodepurazione.



Germi acquatici

Microrganismi

Altri microrganismi che possono essere presenti nelle acque naturali sono di **origine antropica, cioè derivanti dalla presenza umana o animale**. Ad esempio lo **scarico nelle acque naturali di reflui organici di origine civile**, può introdurre nei corpi idrici microrganismi non tipici dell'ecosistema acquatico, che costituiscono una microflora d'inquinamento.

Tra questi vi possono essere anche batteri patogeni **dei generi Salmonella, Vibrio, Clostridium, Pseudomonas, Campylobacter, Mycobacterium**, ecc, oltre a protozoi, elminti e virus di origine enterica.

La presenza di questi patogeni può essere pericolosa soprattutto per quelle acque che sono utilizzate dall'uomo per **scopi potabili o ricreative**.



Microroganismi

Agenti eziologici e patologie da ingestione di acqua contaminata

Classificazione	Patologia	Specie
Elminti (vermi)	Elminitiassi	Schistosoma (larva)
		Fasciola Epatica (larva)
		Taenia solium (uova)
		Echinococcus (uova)
Protozoi	Dissenteria amebica	Entameba histolitica
	Giardiasi	Giardia intestinalis
	Criptosporidiosi	Cryptosporidium parvum
	Tifo e paratifo	Salmonella typhi e paratyphi A e B + altre salmonelle
Batteri	Gastroenterite	Shigella (varie specie)
		Yersinia enterocolitica
		Escherichia coli (enteropatogeno)
		Campylobacter jejuni
Virus	Colera	Vibrio cholerae
	Gastroenterite	Adenovirus
		Echovirus
		Norwalk virus
	Epatite	Epatite A, Epatite E

Microroganismi



Escherichia coli. 171
sierotipi La sua
presenza nei corpi
idrici segnala la
presenza di condizioni
di contaminazione
fecale.

Acque destinate al
consumo umano,
nelle acque di piscina
Infezioni del tratto
urinario, meningite,
peritonite, setticemia



Pseudomonas:
infetta il sistema
urinario e può
provocare infezioni
estese, che
possono causare
la morte dei tessuti
e il decesso per
setticemia.

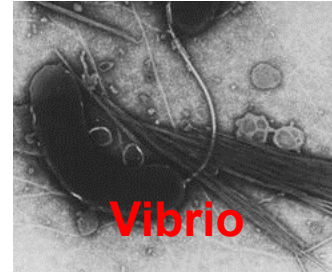
Germi acquatici

Microroganismi



Salmonella

Salmonella.
Febbre tifoide
salmonellosi minori



Vibrio

Vibrio cholerae abitante
di due ecosistemi:
l'ambiente acquatico e
l'intestino umano.



Clostridium

Clostridium:
Suolo, acqua, negli
scarichi fognari,
tratto
gastrointestinale
degli animali e
dell'uomo. Tetano,
del botulismo e
della gangrena
gassosa.



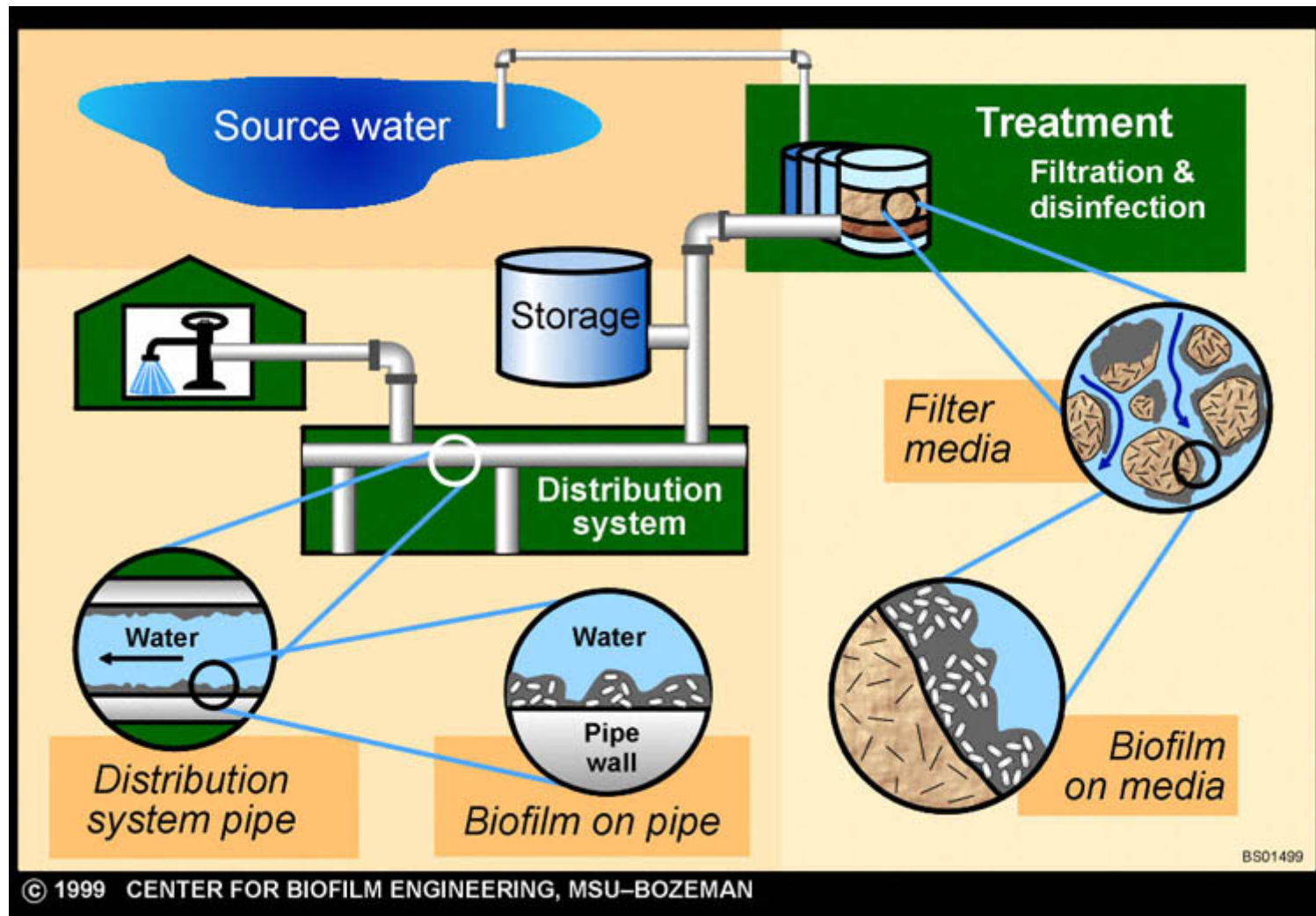
Giardia

Giardia
Protozoo flagellato,
un parassita che vive
nell'acqua, diarrea e
disidratazione

Germi acquatici

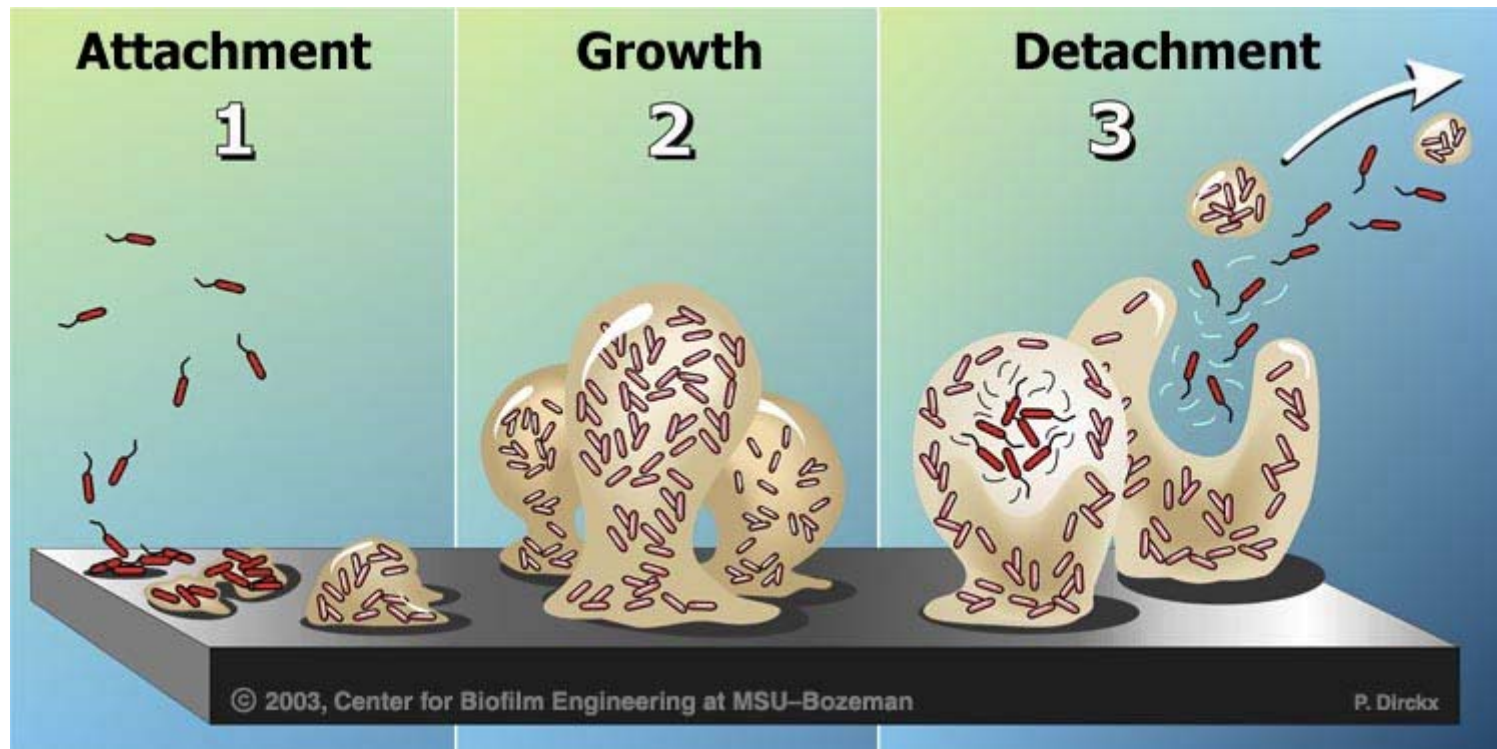
In alcune circostanze i sistemi di trattamento
acqua non sono totalmente efficaci e questi
“nemici” possono essere presenti nelle acqua

Microorganismi



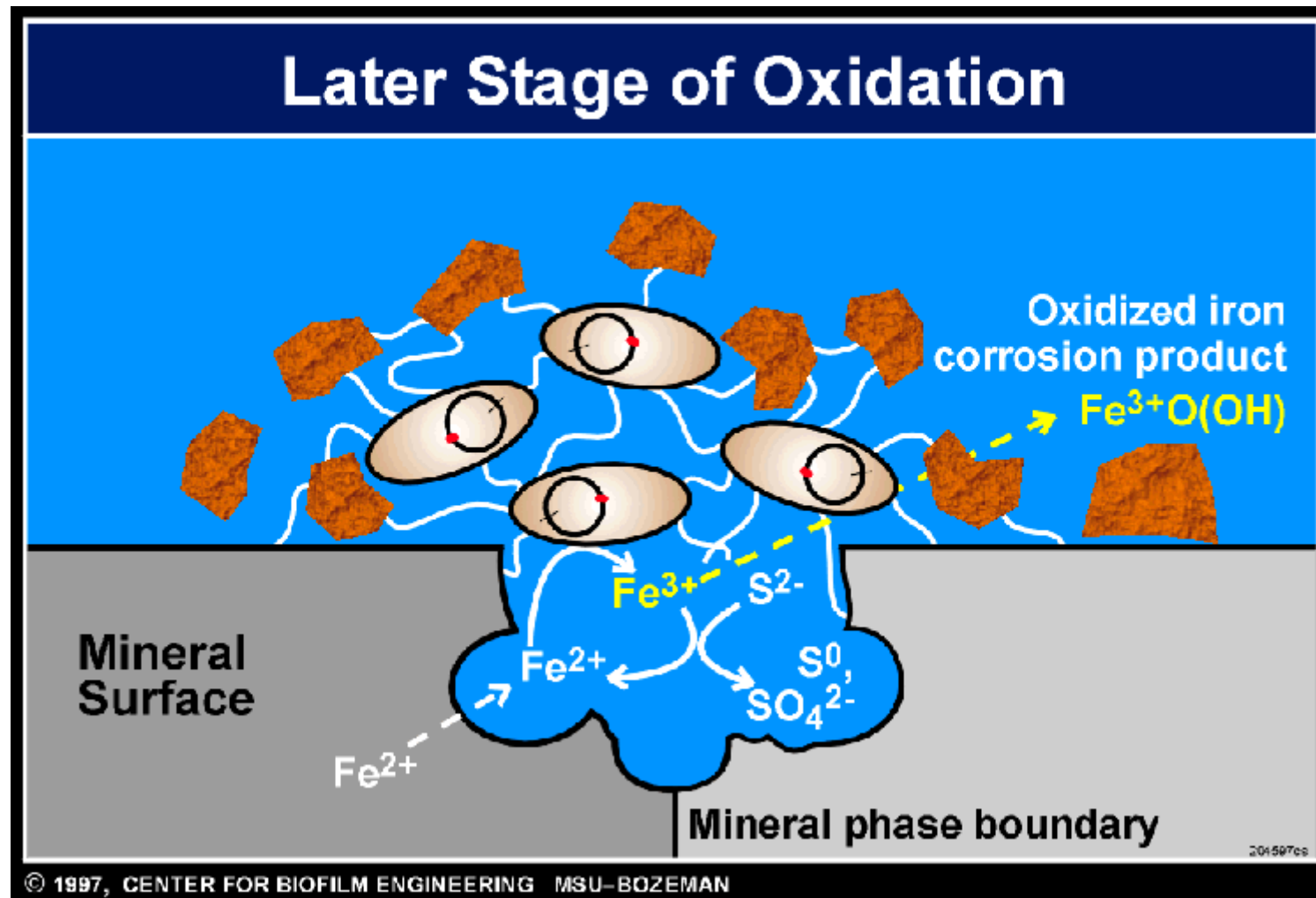
ad esempio la *Legionella*

Micrororganismi



Il ciclo del **biofilm** è in tre fasi: eventi **attacco iniziale**, la **crescita** del biofilm complesso, il **distacco** da ciuffi di batteri o da un fenomeno di 'sciarmatura' entro l'interno di gruppi di batteri, con conseguente dispersione. '

Microorganismi





GRAZIE PER L'ATTENZIONE