

# Margherita Venturi

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

Università di Bologna

E-mail: [margherita.venturi@unibo.it](mailto:margherita.venturi@unibo.it)





***L'ACQUA:***

***Una sostanza davvero speciale***

Per le sue poco attraenti proprietà  
organolettiche

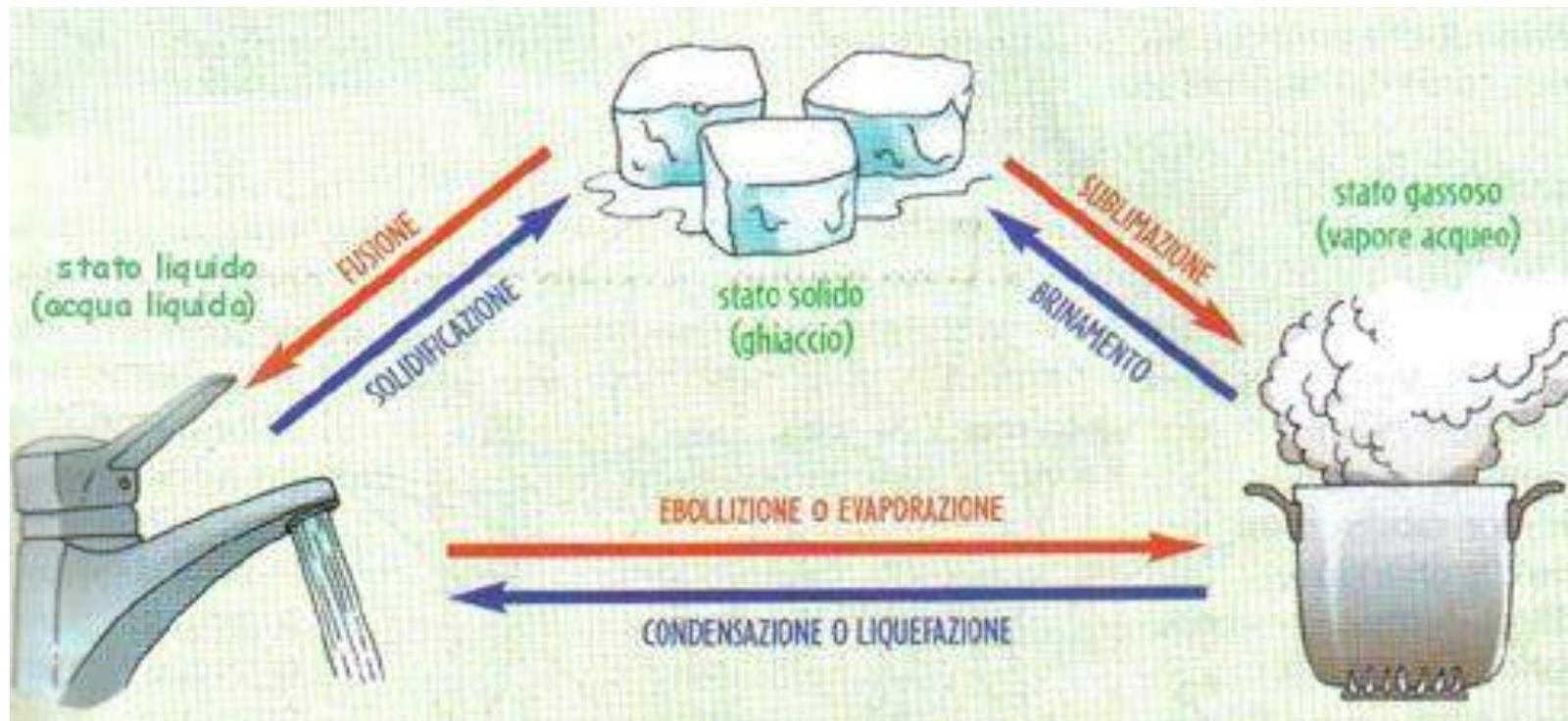
*liquido trasparente, incolore,  
inodore e insapore*

l'acqua potrebbe essere considerata  
"un qualcosa" del tutto insignificante

In realtà l'acqua è un composto  
straordinario

L'acqua è una delle poche sostanze che è presente nei tre stati di aggregazione (solido, liquido e gas) a temperature e pressioni facilmente accessibili

## I passaggi di stato



# Ogni stato di aggregazione ha proprietà specifiche



Solido

Liquido

Gas

Comportamento generale

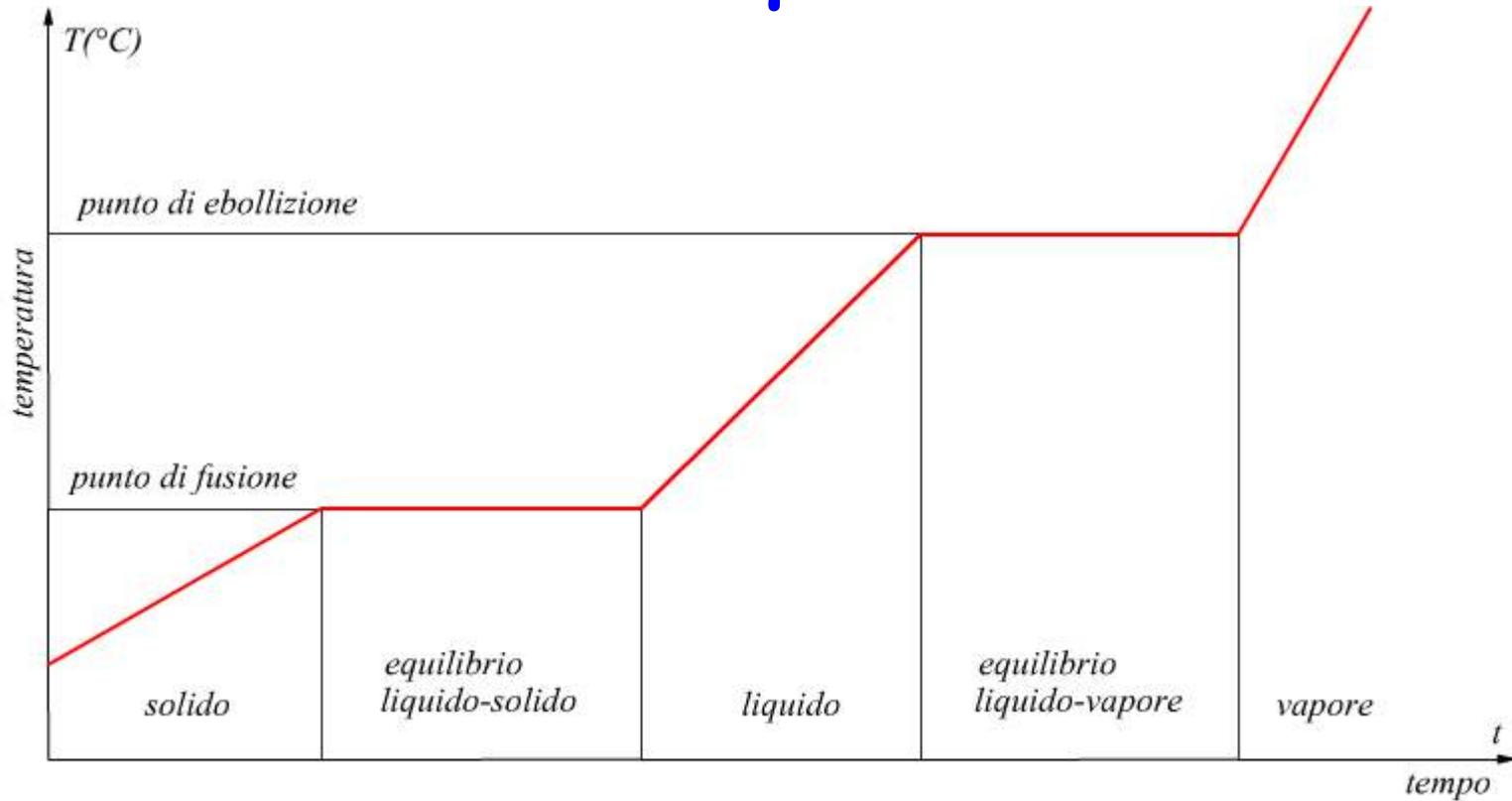
Gli stati di aggregazione sono una caratteristica mutabile della materia

Come?

Fornendo o sottraendo **calore**



# Cosa succede riscaldando un solido e poi un liquido?



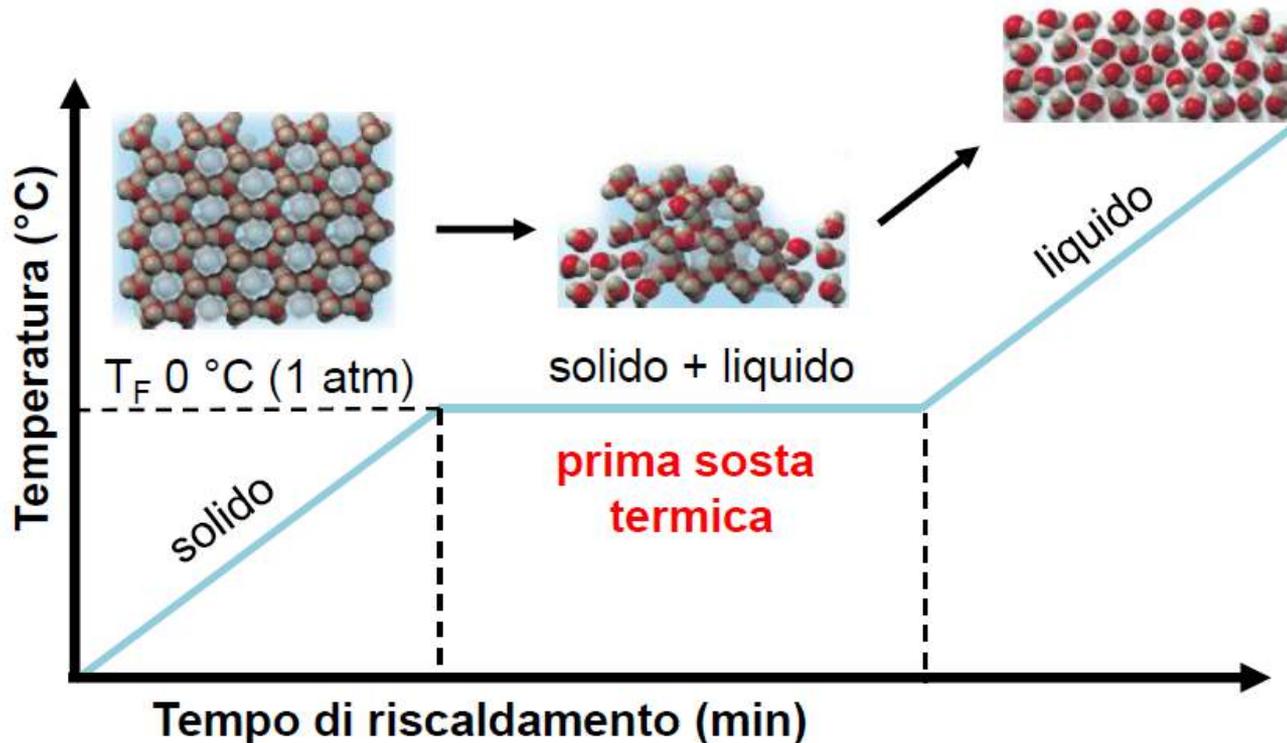
La temperatura cresce, ma presenta due "soste termiche". Perché?

Differenza fra temperatura e calore

# L'acqua segue questo andamento

## I passaggi di stato

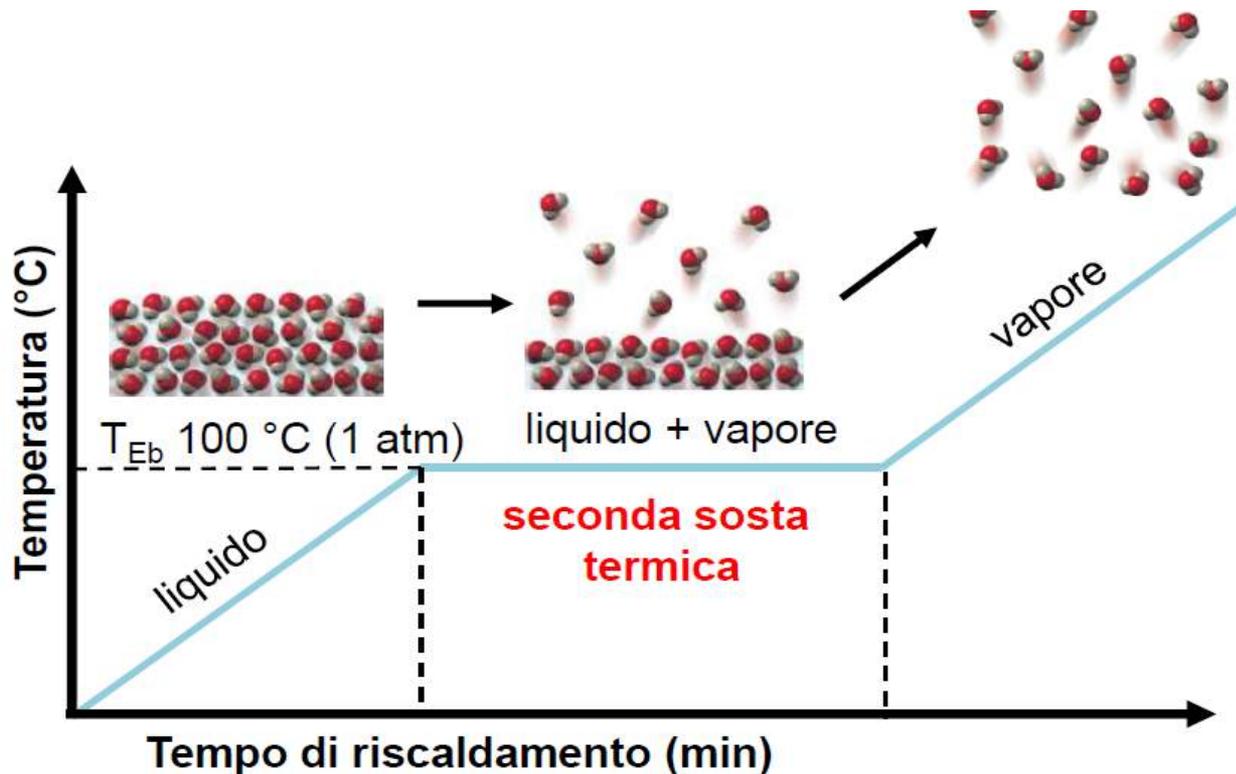
Curva di fusione dell'acqua



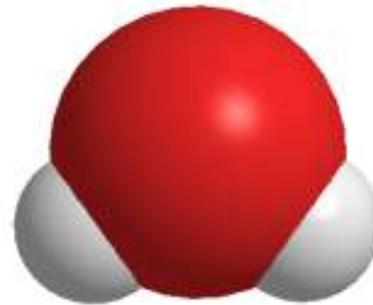
# L'acqua segue questo andamento

## I passaggi di stato

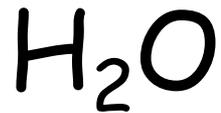
Curva di ebollizione dell'acqua



L'acqua segue questo andamento, ma ha caratteristiche speciali, ad esempio temperature di fusione e di ebollizione particolarmente alte, dovute a come è fatta la molecola d'acqua

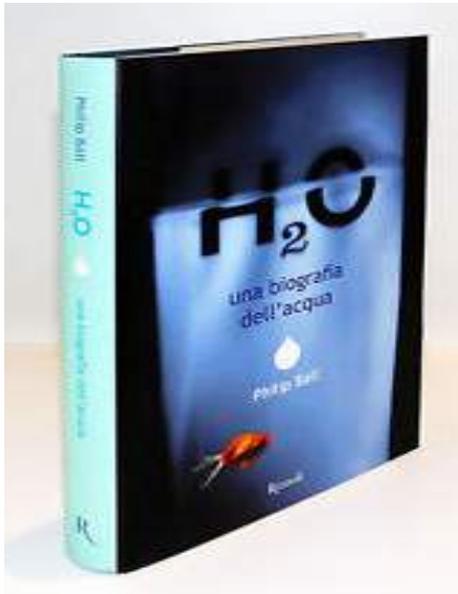


# La composizione della molecola dell'acqua



Il fatto che la molecola dell'acqua contenga due soli elementi, idrogeno e ossigeno, nel rapporto di 2 a 1, è noto da molto tempo

Quali sono stati i primi scienziati ad affrontare il problema della composizione dell'acqua ottenendo risultati tutt'oggi validi?



Henry Cavendish fu il primo ad ottenere la sintesi dell'acqua facendo scoccare una scintilla in una miscela di idrogeno e aria (1781)



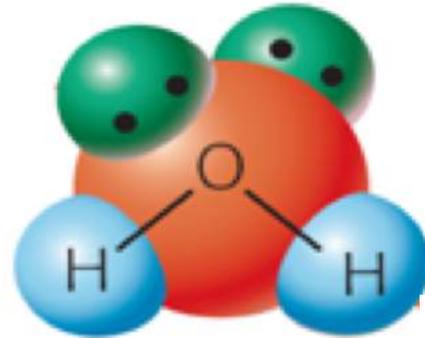
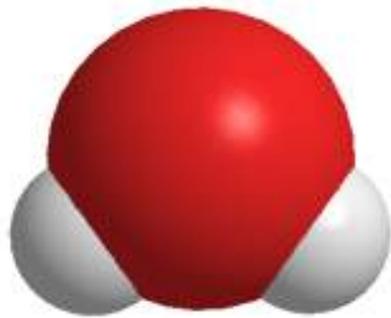
L'importanza dell'esperimento venne compresa solo da Antoine-Laurent Lavoisier, il quale suggerì che l'acqua fosse un composto contenente idrogeno e ossigeno (1783)



Nel 1804 Goseph-Luis Gay-Lussac stabilì la formula  $H_2O$

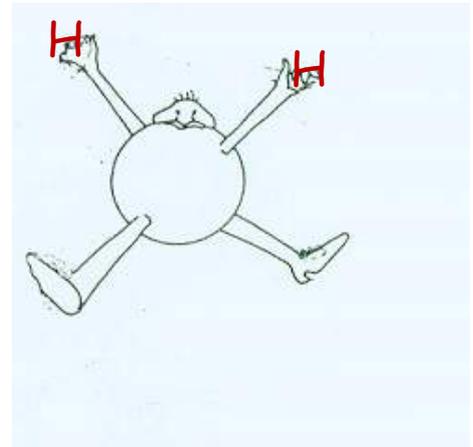
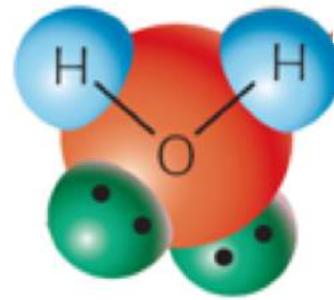
# La forma della molecola dell'acqua

La molecola dell'acqua è angolare

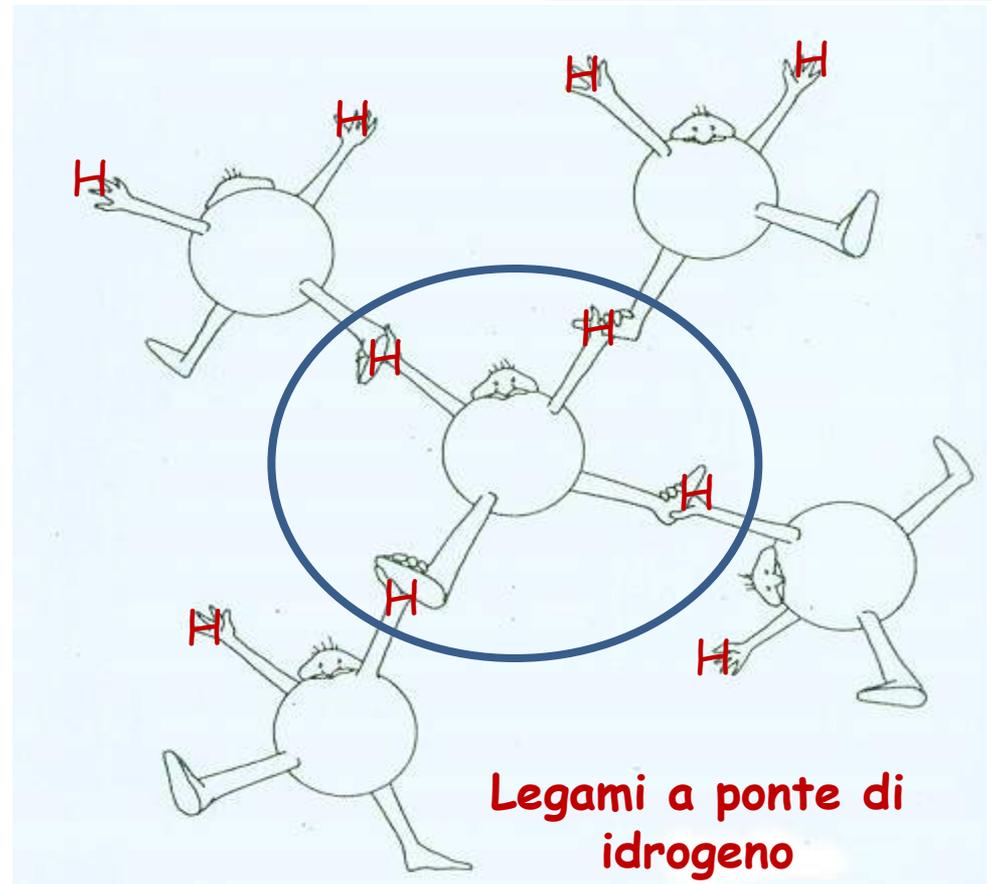


L'ossigeno ha due  
extra-uncini

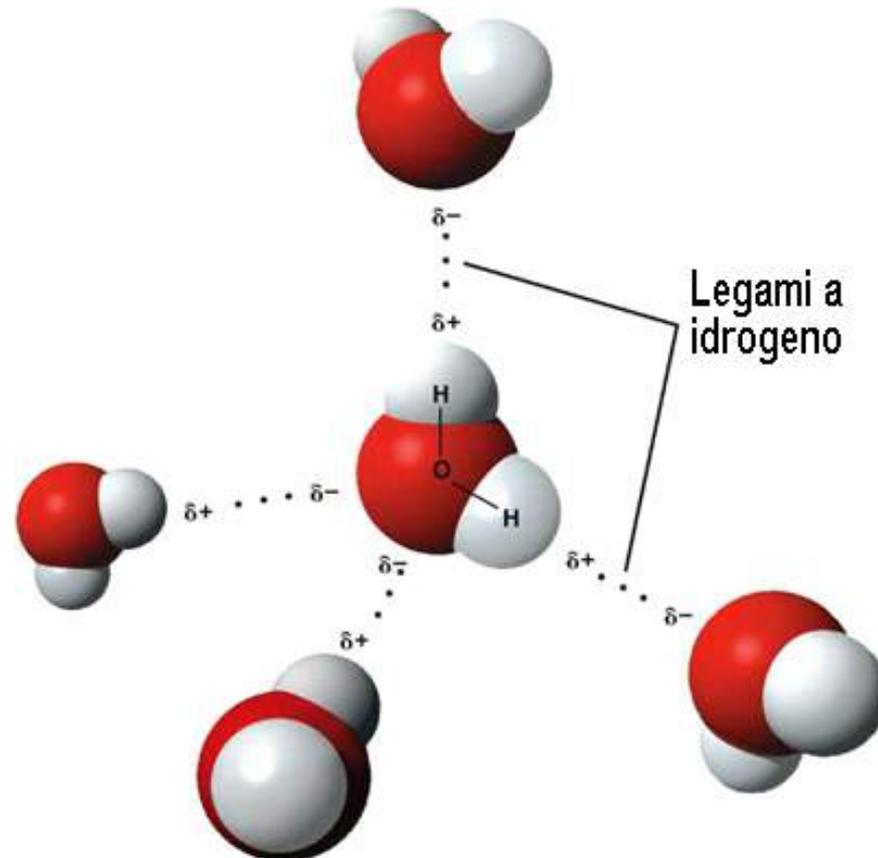
L'ossigeno ha due extra-uncini a cui si agganciano 2 atomi H di due differenti molecole d'acqua



Ogni molecola d'acqua è in grado di interagire con 4 molecole d'acqua mediante ponti a idrogeno



Questo tipo di **interazione** è detto legame a idrogeno: "legame" perché è un'interazione fra molecole particolarmente forte e direzionale; "a idrogeno" perché l'idrogeno fa da ponte fra le molecole d'acqua

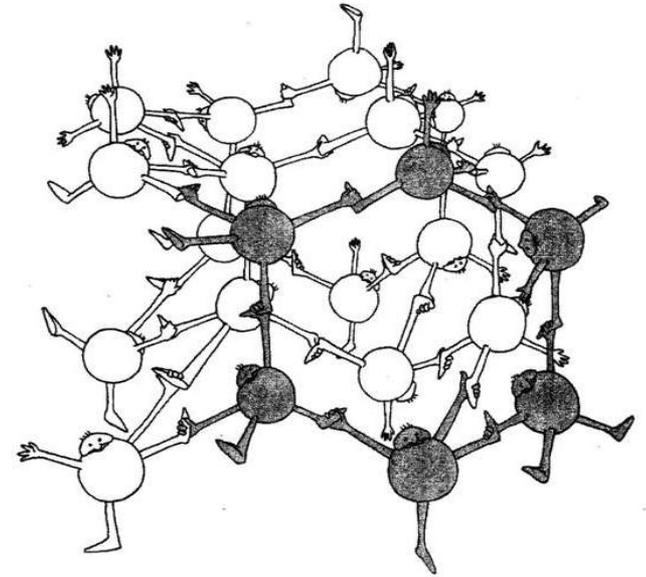


# Conseguenze della presenza dei legami a idrogeno

La capacità di dare legami a idrogeno fa sì che l'acqua sia un composto veramente sui generis. Gli scienziati, dal confronto con altri composti che si potrebbero pensare simili, hanno individuato 37 anomalie nel comportamento dell'acqua, alcune delle quali sono ben note a tutti!

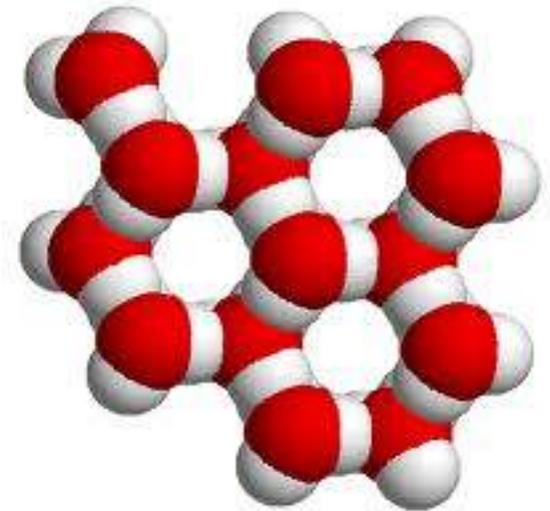
# Anomalie dell'acqua

A causa dei legami a idrogeno la struttura del ghiaccio ha grandi spazi vuoti di forma esagonale



Questo comporta che nel passaggio dallo stato liquido a quello solido si verifica un aumento di volume (anomalia)

Come dimostrare che è una delle anomalie dell'acqua?



# Anomalie dell'acqua

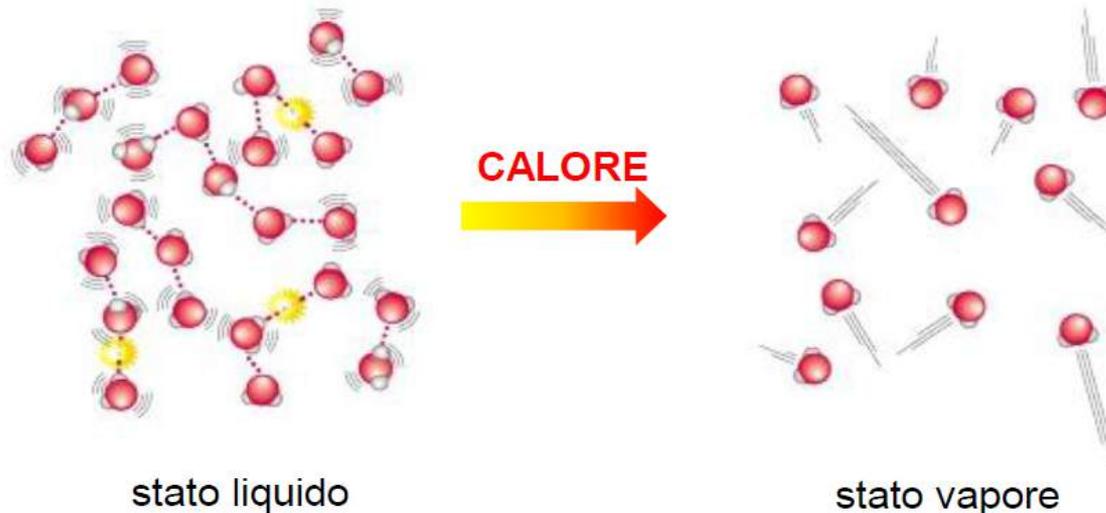
Il ghiaccio è meno denso dell'acqua e galleggia su di essa, cosa di importanza fondamentale per lo sviluppo e il mantenimento della vita sulla Terra. Perché?



# I legami a idrogeno esistono anche nell'acqua liquida? E nell'acqua allo stato gassoso?

I legami a idrogeno sono presenti in modo disordinato nell'acqua allo stato liquido; questi legami vengono progressivamente rotti quando si fornisce energia sotto forma di calore.

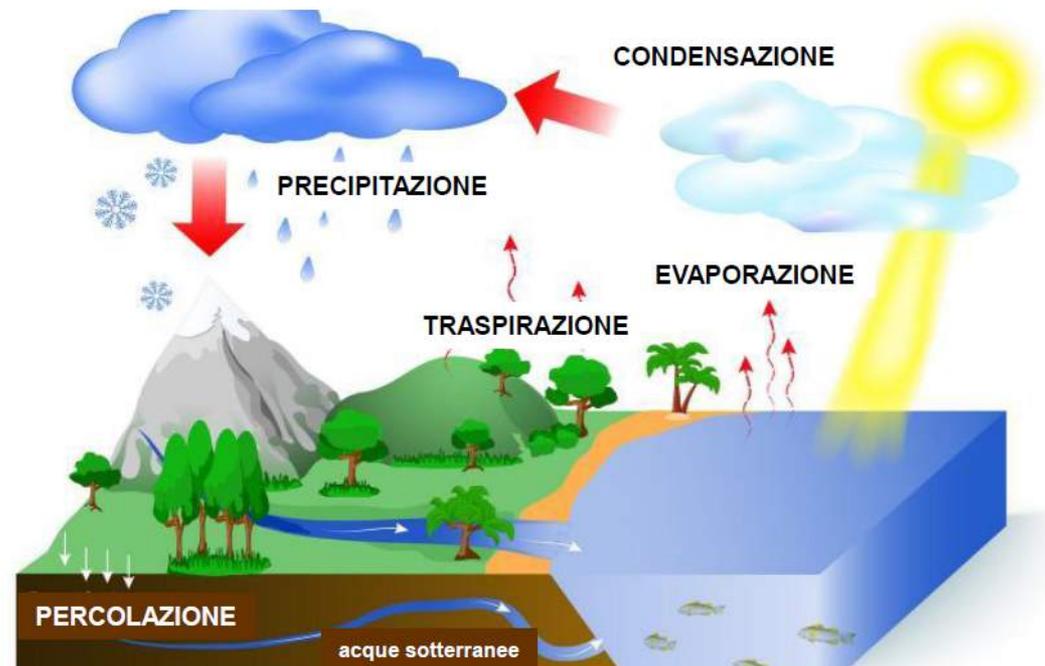
Aumentando la temperatura, il balletto diventa sempre più frenetico finché, a  $100^{\circ}\text{C}$ , ogni molecola si svincola dalle altre passando allo stato aeriforme.



# Anomalie dell'acqua

Alle temperature e alle pressioni dell'ambiente l'acqua si presenta in tutti e tre gli stati di aggregazione

Questo fa sì che la quantità dell'acqua sulla Terra rimanga pressoché costante. Come?



# Anomalie dell'acqua

L'acqua ha il potere solvente più elevato di qualsiasi altro liquido e, pertanto, è impossibile trovare acqua "pura"

Come si può dimostrarlo?

Miscugli omogenei e miscugli eterogenei

Solubile e non solubile  
(simile scioglie simile)

# Miscugli omogenei e miscugli eterogenei

Un sistema formato da due o più sostanze è un miscuglio



## OMOGENEO

i componenti si mescolano così bene che non sono più distinguibili, neanche al microscopio.

le proprietà sono le stesse in qualunque punto del miscuglio

non sempre i componenti possono essere mescolati in qualunque quantità e proporzione



## ETEROGENEO

ogni componente mantiene le proprie caratteristiche e ciò permette di individuarlo anche se ben mescolato

le proprietà non sono uguali in tutti i punti

i componenti possono essere mescolati in qualsiasi quantità e proporzione

# MISCUGLI OMOGENEI



- Nitrogen ( $N_2$ ), 78.09%
- Oxygen ( $O_2$ ), 20.95%
- Argon (Ar), 0.93%
- Carbon dioxide ( $CO_2$ ), 0.038%
- Minute traces of neon (Ne), helium (He), methane ( $CH_4$ ), water vapor ( $H_2O$ ), krypton (Kr), hydrogen (H), xenon (Xe), and ozone ( $O_3$ ).

Una **soluzione** è una miscela omogenea in cui una o più sostanze sono contenute in una fase liquida o solida o gassosa; contiene particelle diverse mescolate e distribuite in modo uniforme nello spazio disponibile in modo che ogni volume di soluzione abbia la medesima composizione degli altri.



La benzina è un miscuglio omogeneo di liquidi, chiamati idrocarburi.

## Soluzioni gassose



## Soluzioni liquide



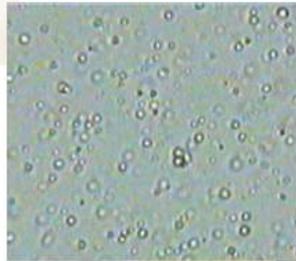
## Soluzioni solide

# Alcuni esempi...

## MISUGLI ETEROGENEI



Acqua e olio,  
miscuglio  
eterogeneo di  
liquidi



Al microscopio si vedono  
le goccioline di grasso.

La schiuma è  
miscuglio eterogeneo  
di un gas disperso in  
un liquido.



A occhio nudo il latte  
appare uniforme.



Il granito è un miscuglio  
eterogeneo solido.



Il fumo è un miscuglio  
eterogeneo composto  
da particelle di solido  
disperse in gas

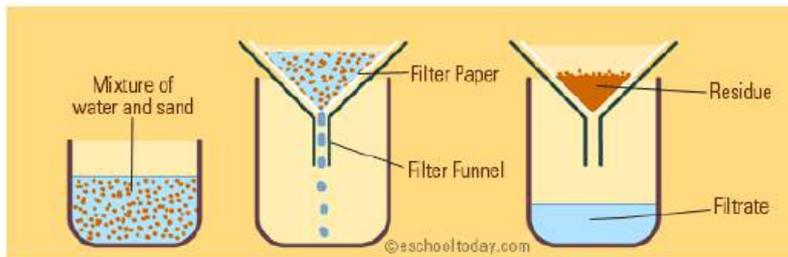


# È possibile separare i componenti dei miscugli?

## MISCUGLI ETEROGENEI

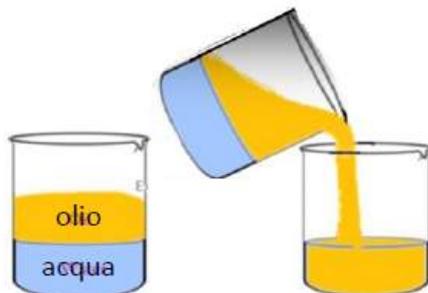
### FILTRAZIONE

Si basa sulla diversa dimensione



### DECANTAZIONE

Si basa sulla diversa densità



## MISCUGLI OMOGENEI

### EVAPORAZIONE DEL SOLVENTE

Per separare un solido da una soluzione in cui è l'unico soluto, si fa evaporare il solvente per riscaldamento

### DISTILLAZIONE

Tecnica che sfrutta la diversa temperatura di ebollizione di diverse sostanze di una miscela.

# Esempio di miscuglio omogeneo liquido



Cosa sono le acque minerali? In che cosa differiscono le une dalle altre? Sono proprio migliori dell'acqua del rubinetto?

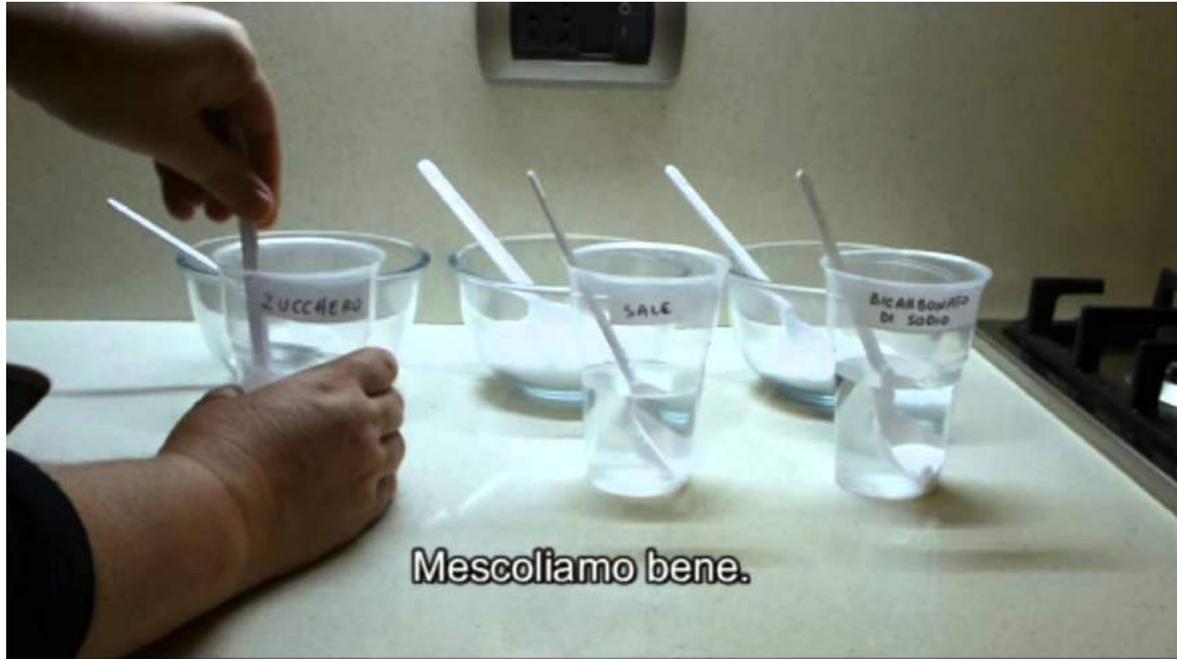
Da dove viene l'acqua che sgorga dai  
nostri rubinetti?  
Che trattamenti subisce?  
Come fa ad arrivare nelle nostre case?

Quali  
caratteristiche deve  
avere l'acqua per  
essere considerata  
potabile?



Un campione di acqua limpida è sicuramente potabile?

# Esiste un limite alla solubilità?



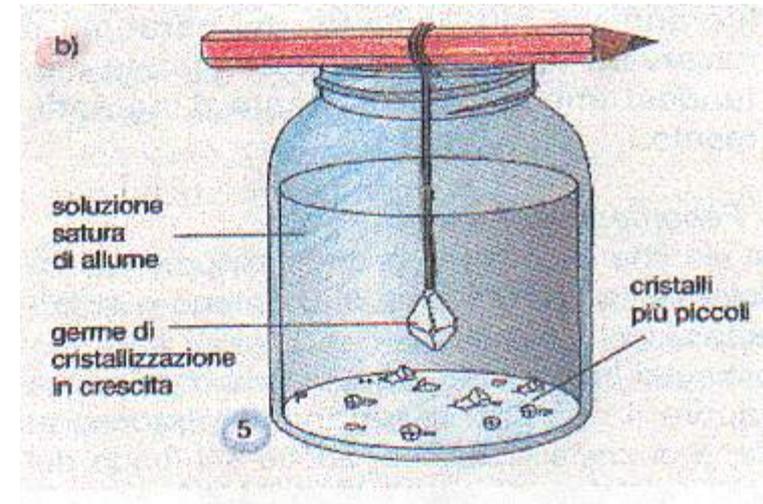
La solubilità è la massima quantità di un composto che si può sciogliere ad una temperatura in una certa quantità di un solvente

Soluzioni in cui si è superato questo limite contengono del solido indisciolto:  
soluzioni sature

# Facciamo i cristalli



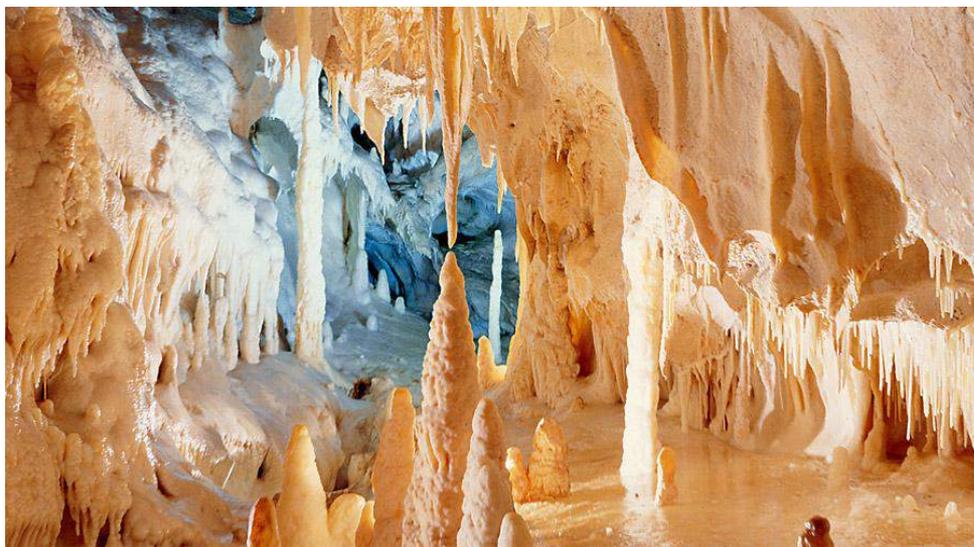
## Cristalli di allume di rocca



# Le saline



All'elevato potere solvente dell'acqua si  
deve la formazione delle bellissime  
concrezioni che si trovano in molte grotte  
Perché?



**Grotte di Frasassi**



**Grotte di Naica (Messico)**

Nel 1910 fu scoperta nella miniera di Naica, a 130 metri di profondità, la "Grotta delle Spade", così chiamata per via dei grandi cristalli simili a spade di selenite (una qualità di gesso), lunghi anche 2 metri, che ricoprivano le pareti.



Durante una successiva spedizione, nel 2002, venne scoperta una grotta con formazioni cristalline fino a 15 metri di lunghezza e di quasi 2 di diametro, la "*Grotta dei Cristalli*".

La temperatura della grotta si aggira attorno ai 48 °C, con un'umidità quasi al 100%, condizioni insopportabili dall'uomo se non per pochissimi minuti.

Per questo motivo sono state possibili soltanto poche esplorazioni (servendosi di apposite attrezzature) per indagare sulle cause delle formazioni mineralogiche.

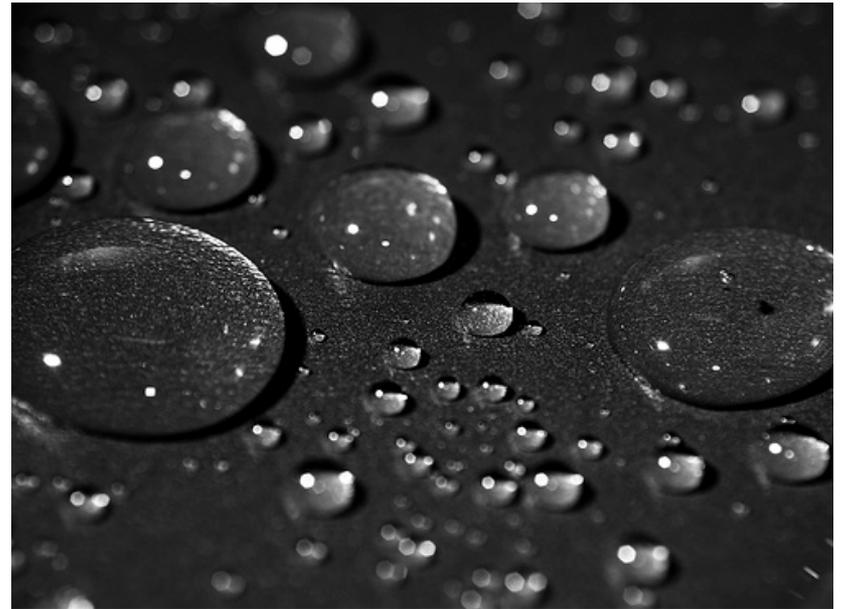


# Miniera di Sale a Wieliczka (Polonia)

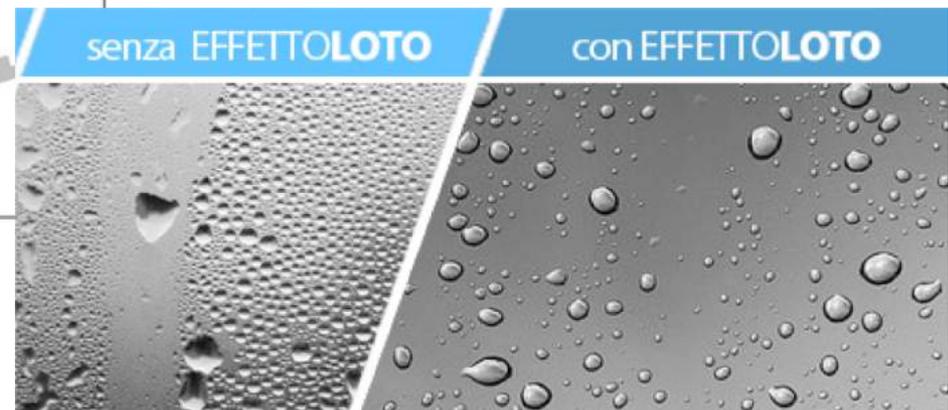
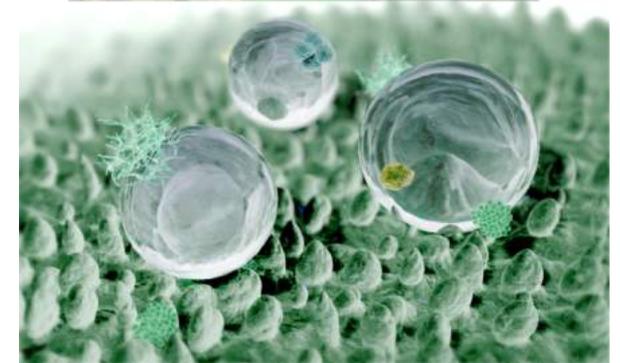
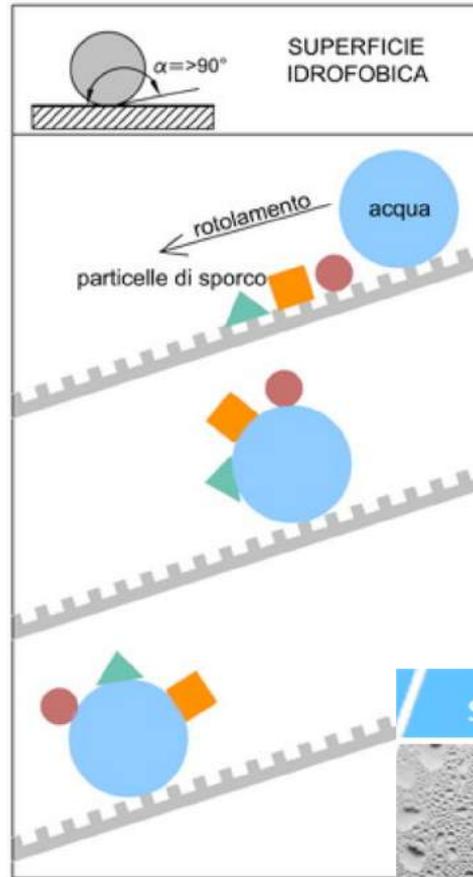
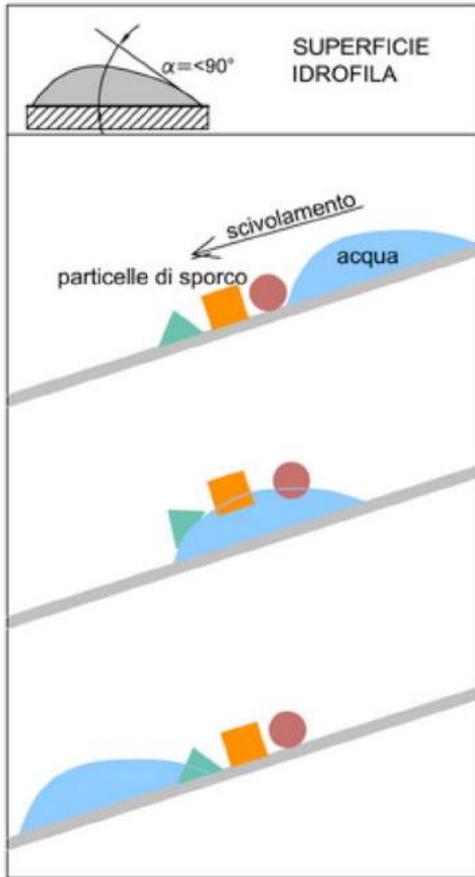


# Anomalie dell'acqua

L'acqua ha una fortissima tensione superficiale. Come si spiega e quali sono le sue conseguenze?



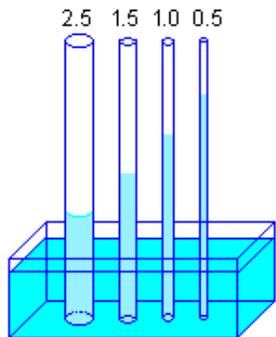
# Materiali autopulenti: rivestiti con uno strato nanometrico di un materiale idrofobico



# Anomalie dell'acqua

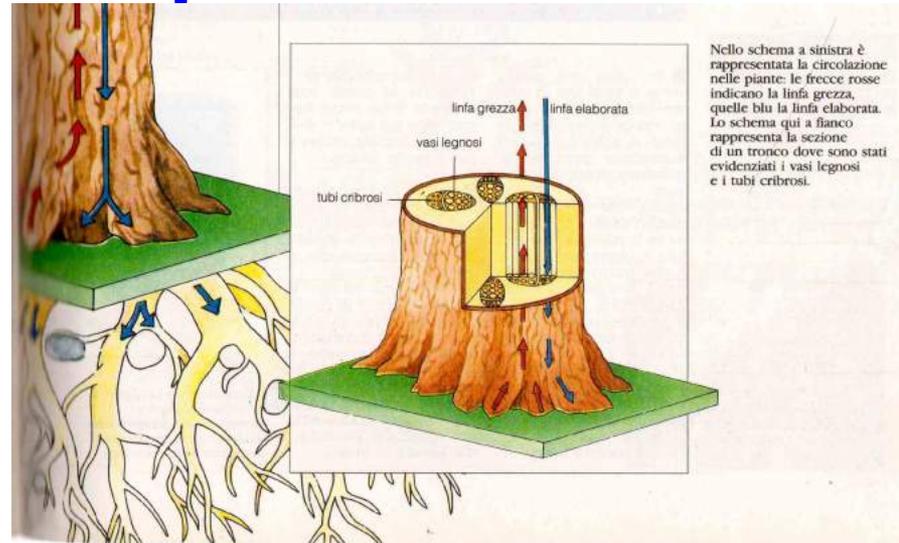
## L'acqua mostra spiccatamente il fenomeno della capillarità

### Quali sono le sue conseguenze?



diametro del capillare (mm)	altezza dell'acqua (mm)
2.5	25
1.5	38
1.0	52
0.5	66

### Possibili esperimenti



# Fenomeno della capillarità



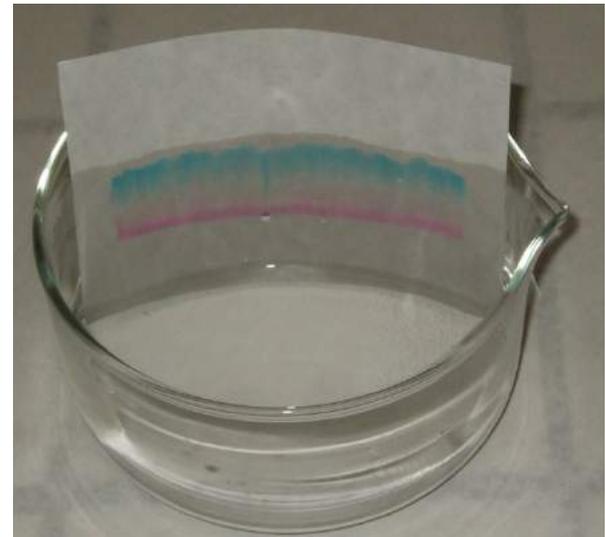
Possibili esperimenti

# Fenomeno della capillarità

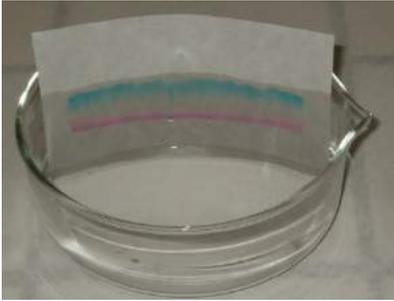
## Possibili esperimenti



I fiori di carta



Un colore o più colori?

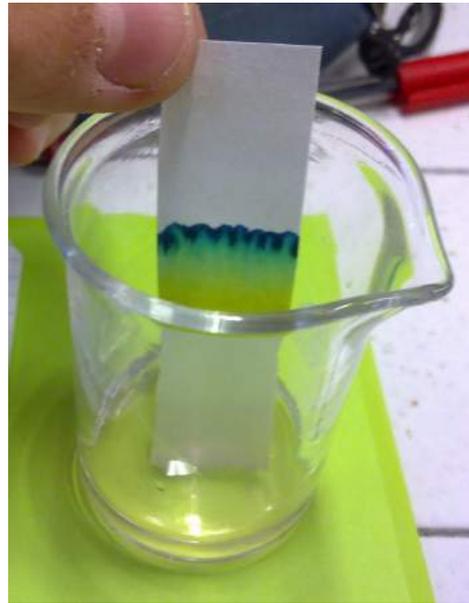


Un colore o più colori?

# Questo metodo di separazione si chiama **cromatografia**



Separazione migliore  
se si usa alcol etilico



Separazione migliore  
se si usa alcol etilico

# Esistono varie tecniche cromatografiche anche strumentali



Utili in campo analitico, ma anche diagnostico-medico

# Anomalie dell'acqua

L'acqua ha un calore specifico molto alto: incamera una grande quantità di calore molto lentamente e, altrettanto lentamente, lo rilascia.

Quali sono le conseguenze sul clima di questa sua caratteristica?



# L'acqua svolge un ruolo fondamentale nel rimodellare la superficie della Terra: **forza dell'acqua**



**Possibili esperimenti**

L'acqua è il composto più abbondante sulla superficie della Terra, da cui deriva l'appellativo di Pianeta blu



# Alcuni dati

➤ Il 71% della superficie del globo è ricoperta da acqua, circa  $1,5 \times 10^{18} \text{ m}^3$ , più di un miliardo di miliardi di  $\text{m}^3$ . Quanti  $\text{m}^3$  per ogni abitante della Terra?

Sembra una quantità enorme, ma

➤ il 97% è acqua salata non utilizzabile direttamente dall'uomo;

➤ il 2,1% è acqua imprigionata come ghiaccio permanente nelle calotte polari;

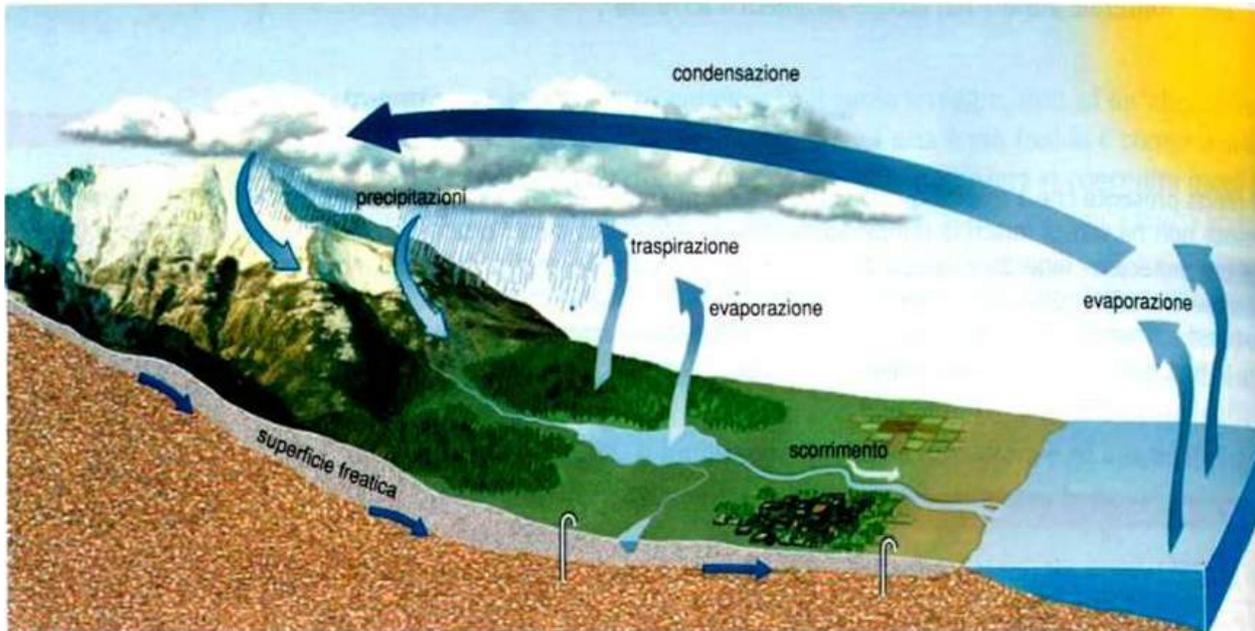
➤ solo lo 0,9% è acqua dolce (presente nel sottosuolo, nei laghi, nei fiumi, nelle nubi) e quindi utilizzabile dall'uomo



Come e quando si è formata l'acqua sulla Terra?

Dal momento della sua formazione, la quantità dell'acqua sulla Terra è costante, così come avviene per tutta la materia

L'acqua si rinnova continuamente: evapora, cade sotto forma di pioggia e di neve, scorre fino ai mari e agli oceani, dai quali evapora nuovamente e così via. Il motore di tutto ciò è il Sole



Con il processo di evaporazione l'acqua si purifica: perché?

**Il bilancio idrico annuale è in pareggio:**

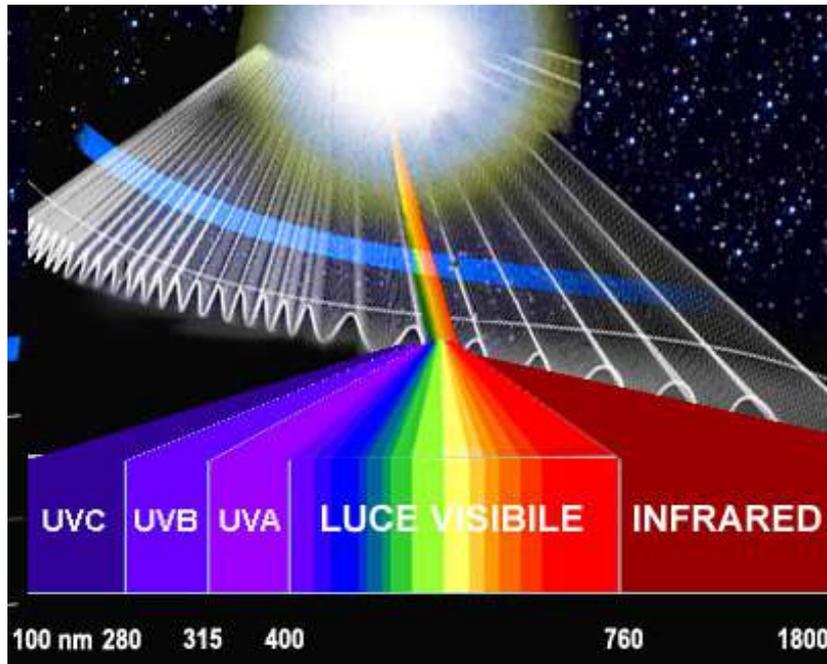
ogni anno circa  $500.000 \times 10^9 \text{ m}^3$  d'acqua passano nell'atmosfera, attraverso i processi di evaporazione e traspirazione, e altrettanti ritornano sulla Terra sotto forma di precipitazioni atmosferiche

È interessante analizzare il tempo di permanenza dell'acqua in ciascuno dei vari comparti coinvolti nel suo ciclo per avere una sorta di misura dell'età media dell'acqua.

<b>Comparto</b>	<b>Tempo medio</b>
Antartide	20.000 anni (800.000 anni)
Falde freatiche profonde	10.000 anni
Oceani	3.200 anni
Falde freatiche non profonde	100–200 anni
Laghi	50–100 anni
Ghiacciai	20–100 anni
Manto nevoso superficiale	2–6 mesi
Fiumi	2–6 mesi
Atmosfera	9 giorni

# L'acqua è il composto più importante per la vita

La vita è nata nell'acqua. Perché?



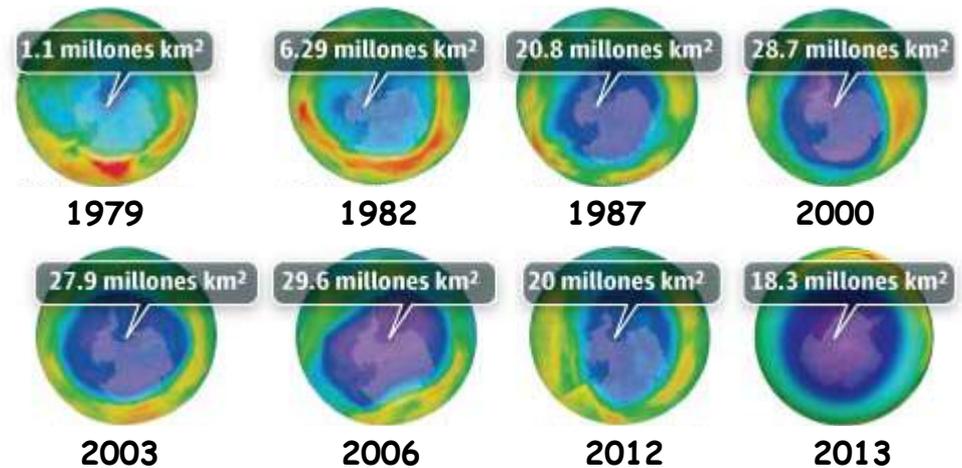
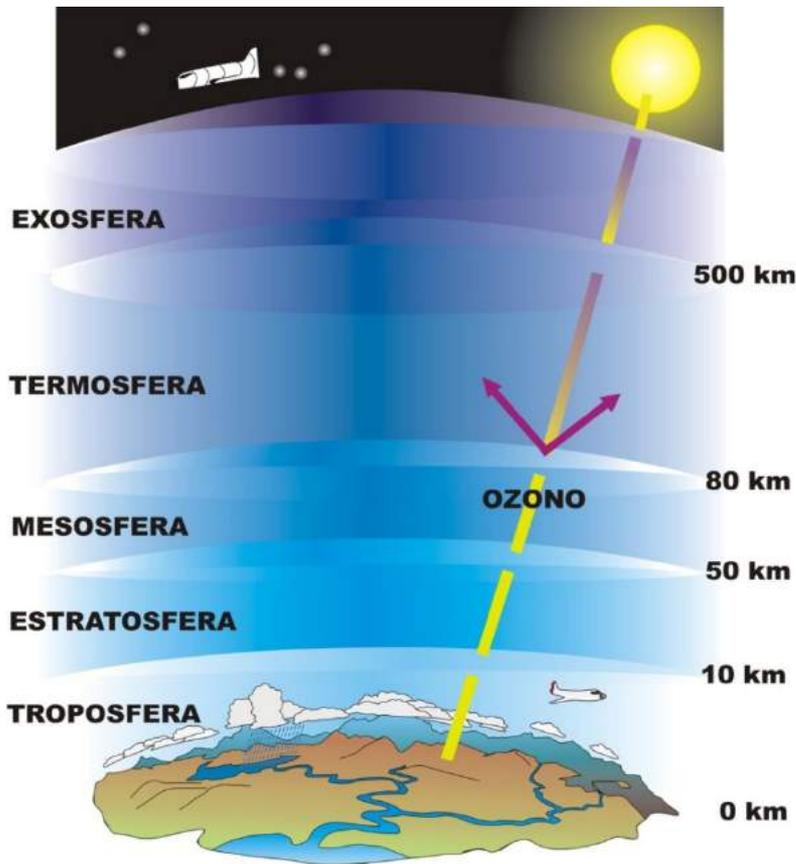
9% UV; 40% Vis; 51% IR



Raggi cosmici

# L'acqua è il composto più importante per la vita

## Quando la vita è uscita dall'acqua?

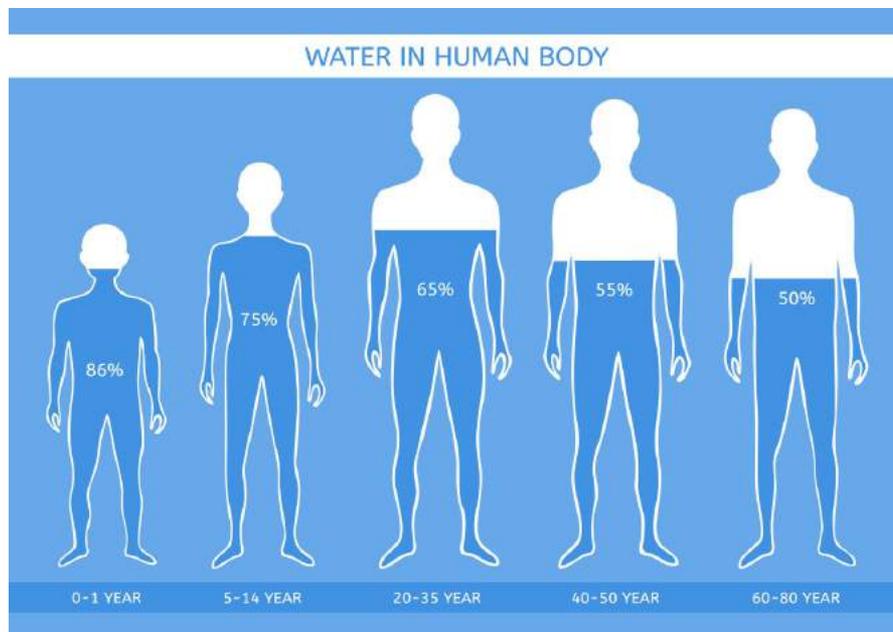


**Il buco dell'ozono in prossimità dell'Antartide, secondo le ultime valutazioni effettuate dagli scienziati incaricati dall'ONU, si sta restringendo. Stando agli esperti si dovrebbe tornare alla "normalità" entro il 2050**

## Il buco dell'ozono

# L'acqua è il composto più importante per la vita

Tutti gli esseri viventi contengono un'alta percentuale di acqua



Possibili esperimenti



Contenuto di acqua ~98%



Contenuto di acqua ~92%

# L'acqua è il composto più importante per la vita

➤ Resistiamo più a lungo senza mangiare (6 giorni un bambino, 15-20 giorni un adulto) che senza bere (3 giorni un bambino, 10 giorni un adulto)

➤ L'acqua è una sostanza insostituibile nell'alimentazione

È un alimento? Che funzione ha?

**L'acqua è il composto più importante  
per la vita**

**L'acqua per noi non è un alimento:  
non fornisce né energia né  
materiale per l'accrescimento e il  
mantenimento del nostro corpo**

**Svolge però funzioni importantissime**

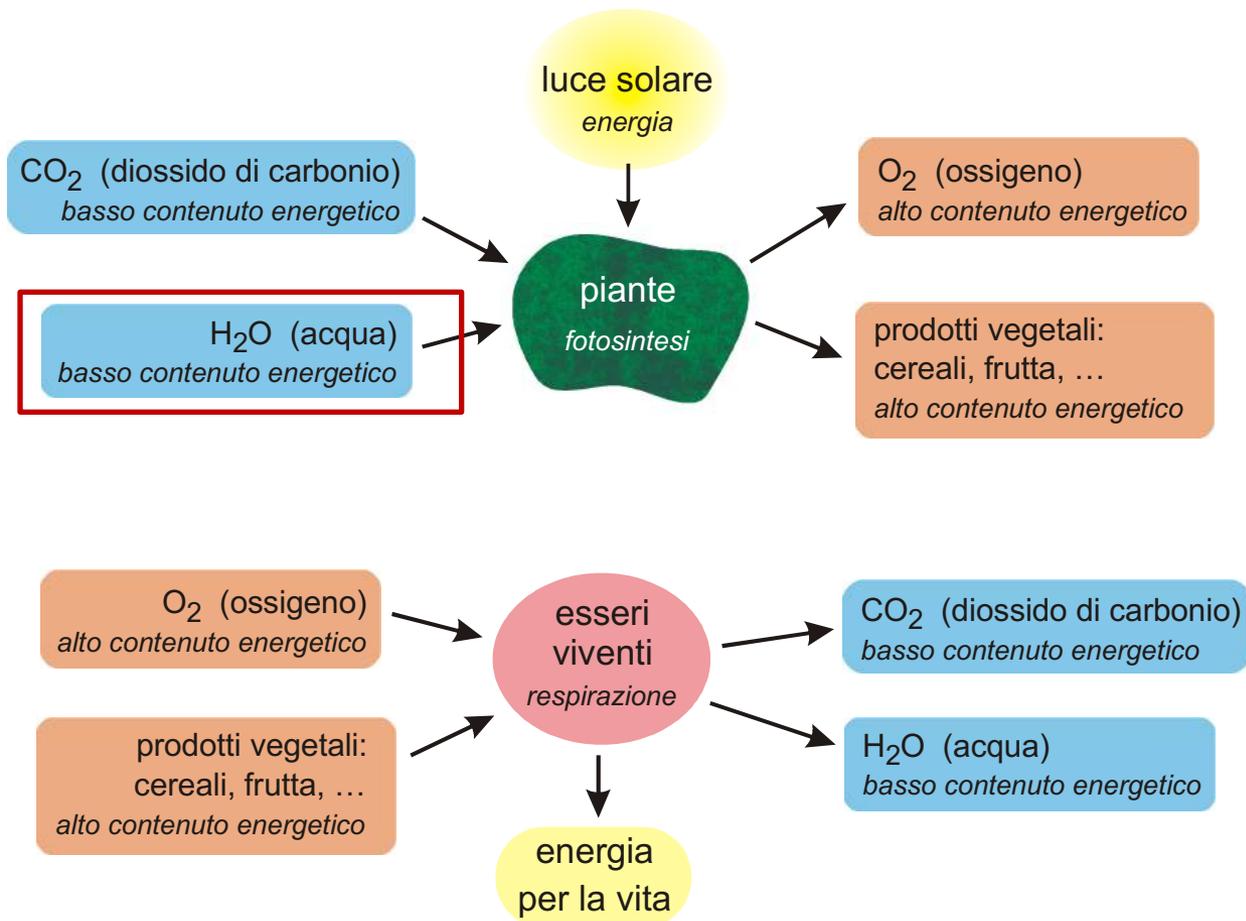
# L'acqua è il composto più importante per la vita

L'acqua è coinvolta in una serie di funzioni fondamentali per la nostra vita:

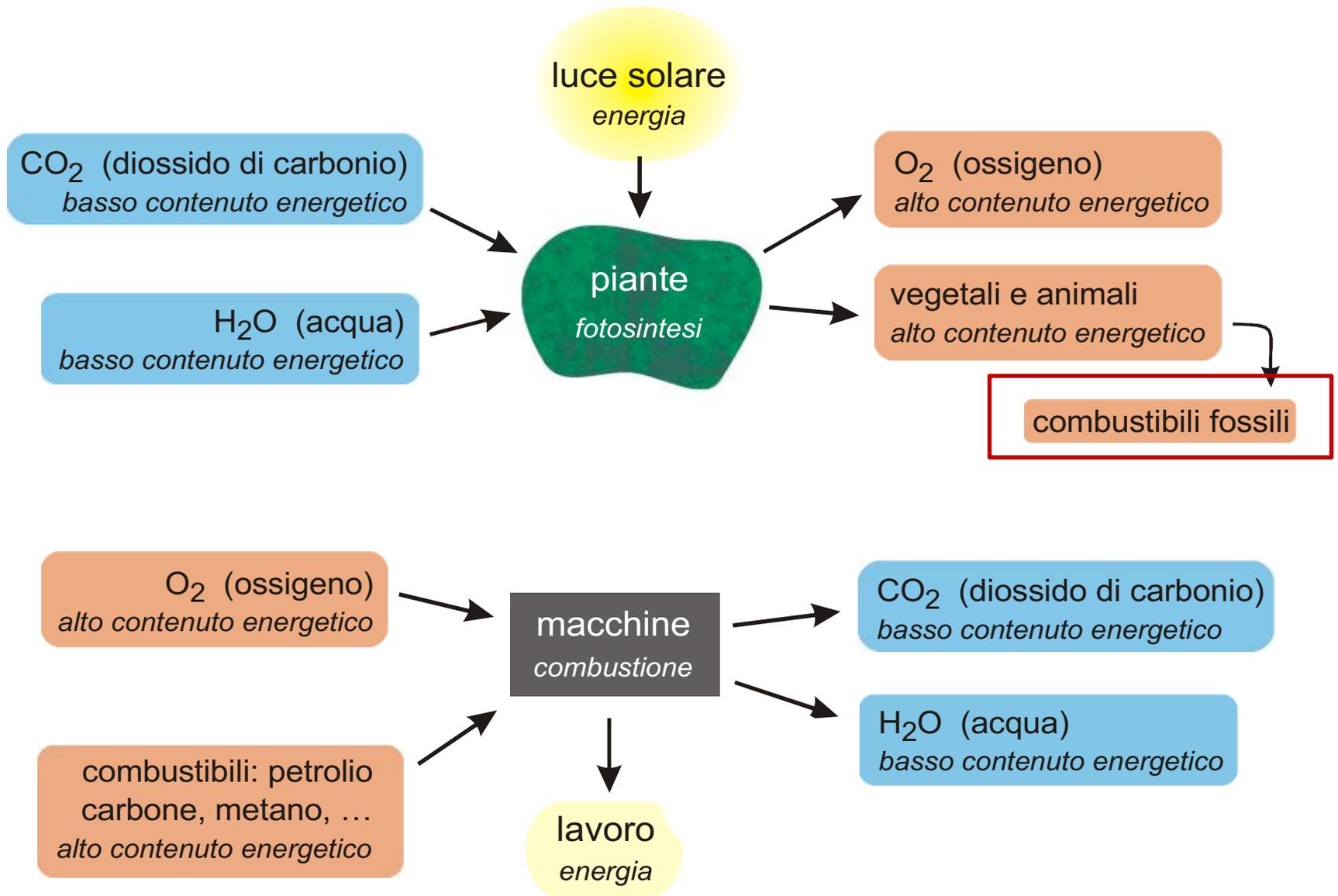
- ✓ permette il trasporto dei nutrienti
- ✓ regola il bilancio energetico
- ✓ ha potere depurativo (reni, fegato, etc.)
- ✓ regola la temperatura corporea
- ✓ regola l'equilibrio idrico
- ✓ favorisce i processi digestivi
- ✓ è fonte di sali minerali
- ✓ svolge il ruolo di diluente delle sostanze ingerite oralmente, inclusi i medicinali

# L'acqua è il composto più importante per la vita

Pur non essendo un alimento l'acqua ci dà cibo



# Indirettamente, attraverso la fotosintesi, l'acqua ci dà energia



# Disponibilità dell'acqua sulla Terra: il pianeta blu



Il 71% della superficie della Terra è ricoperto d'acqua ( $1,5 \times 10^{18} \text{ m}^3$ )

- 97% è acqua salata
- 2,1% è imprigionato come ghiaccio
- solo lo 0,9% è acqua dolce (presente nel sottosuolo, nei laghi, nei fiumi, nelle nubi) e quindi utilizzabile dall'uomo

**Se questo 0,9% fosse ben distribuito sarebbe più che sufficiente per tutti gli usi e bisogni (1.700 m<sup>3</sup> pro-capite per anno)**

# Distribuzione dell'acqua nel mondo

Nazione	Media pro-capite (m <sup>3</sup> /anno)
America Nord e Sud	21 000
Europa, Asia, Australia	2 000
Africa (media)	5 000
Nord Africa	400
Medio Oriente (media)	400
Penisola Arabica	170

# Distribuzione dell'acqua in Italia

	pro-capite (m <sup>3</sup> /anno)
<b>Media Nazionale*</b>	<b>2 700</b>
<b>Nord Est e Abruzzo</b>	<b>5 000</b>
<b>Toscana</b>	<b>820</b>
<b>Puglia</b>	<b>650</b>

**\*1000 m<sup>3</sup> in più rispetto al minimo necessario**

# Usi dell'acqua

Agricoltura	70 %
Industria	20 %
Usi civili e domestici	8 %
Perdite	2 %

# Acqua e cibo



Alimento	Impronta Idrica (L/kg)
Carne di bovino*	15 400
Carne di ovino*	8 800
Carne di suino*	6 000
Burro	5 600
Carne di pollo*	4 300
Uova	3 300
Cereali	1 600
Latte	1 000
Frutta	900
Verdura	300

\*Questi dati includono l'acqua necessaria per produrre il mangime di cui si nutrono gli animali

# Acqua e industria

Molta acqua è usata per i processi di raffreddamento

Prodotto	Litri d'acqua
1 lattina di alluminio	120
1 risma di carta	4 000
1 automobile	250 000
1 kg di antibiotico	500 000

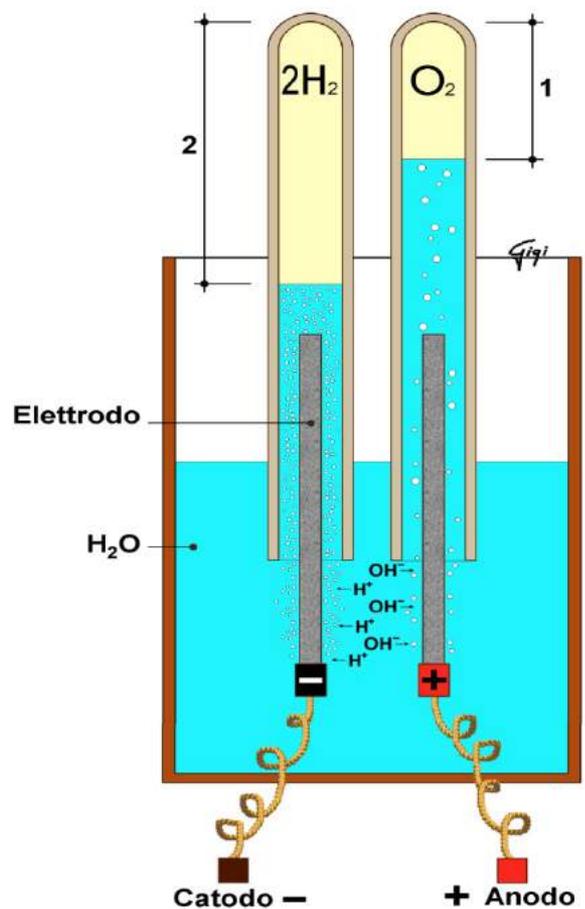
# L'acqua è strettamente connessa al problema energetico

Basta pensare all'energia idroelettrica, ma si potrebbe ricavare energia anche sfruttando il moto dei mari e degli oceani

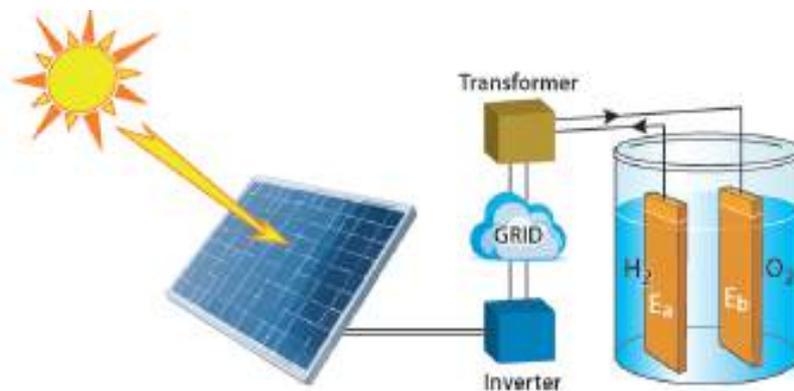


Dall'acqua, poi, è possibile ottenere  $H_2$ , un vettore energetico di grande interesse.  
Come si realizza questo processo?  
Cosa significa vettore energetico?

# Come è possibile ottenere $H_2$ dall'acqua?



Elettrolisi dell'acqua: la corrente elettrica induce la reazione di scissione dell'acqua in  $H_2$  e  $O_2$



Produzione di idrogeno e ossigeno mediante fotoelettrolisi dell'acqua

L' $H_2$  è definito vettore energetico perché sulla Terra non esistono riserve di questo gas, ma bisogna produrlo

# Produzione di energia

Per produrre 1 litro di benzina dal petrolio (processi di raffinazione) sono necessari da 2 a 10 litri di acqua

Per produrre un litro di etanolo da raccolti dell'agricoltura (biocarburanti) sono necessari 4 litri di acqua

Per produrre energia elettrica nelle centrali nucleari ci vuole molta acqua

# Energia ed acqua

Circa 1 litro di petrolio per 3.000 litri d'acqua potabile dall'acqua di mare



Impianto di desalinizzazione dell'acqua di mare a Tel Aviv

# L'impronta idrica delle varie nazioni dipende dal grado di industrializzazione e dallo stile alimentare dei cittadini

Nazione	Impronta Idrica pro-capite (m <sup>3</sup> /anno)
Stati Uniti	2 800
Italia	2 300
Brasile	2 000
Francia	1 800
Germania	1 400
Giappone	1 300
Regno Unito	1 300
India	1 100
Cina	1 100
Congo	500

# L'impronta idrica di una nazione è formata da due componenti

---

Parte Interna

---

Acqua usata  
all'interno del paese

---

---

Parte Esterna  
"virtuale"

---

Acqua usata nei paesi  
dai quali la nazione  
importa i prodotti

---

**Molti paesi hanno esternalizzato in modo massiccio la loro impronta idrica importando prodotti agricoli che richiedono enormi quantità d'acqua**

<b>Nazione</b>	<b>Parte Interna 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/anno</b>	<b>Parte Esterna 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/anno</b>	<b>% esternalizzazione</b>
<b>Olanda</b>	<b>695</b>	<b>16 140</b>	<b>95.0</b>
<b>Giappone</b>	<b>22 300</b>	<b>105 000</b>	<b>77.0</b>
<b>Germania</b>	<b>25 000</b>	<b>61 000</b>	<b>69.0</b>
<b>Italia</b>	<b>36 200</b>	<b>62 700</b>	<b>61.0</b>
<b>Cina</b>	<b>785 000</b>	<b>110 000</b>	<b>12.0</b>
<b>India</b>	<b>720 600</b>	<b>23 500</b>	<b>2.5</b>

# Usi civili e domestici

## Paesi ricchi

L'acqua arriva in casa e in ogni luogo dove occorre mediante acquedotti

Tutto quello che dobbiamo fare è aprire un rubinetto! Abbiamo "acqua corrente" potabile, di buona qualità e a costi bassi

(In Italia 0,0014 € al litro)

# Acqua minerale

In Italia ogni persona consuma in media 200 litri di acqua minerale/anno

Ci sono 304 marche di acqua minerale

- ✓ Costo molto maggiore (0,250 € al litro)
- ✓ Consumo energetico e inquinamento causato dagli automezzi di trasporto
- ✓ Inquinamento causato dalle bottiglie di plastica (6 miliardi all'anno in Italia)

# L'acqua minerale è una vera mania

Negli USA si trovano le acque minerali "più pure del mondo" ottenute frantumando gli iceberg della calotta polare



0,5 L: \$ 10



1,0 L: \$ 40



In Australia (a 16.000 km dall'Italia) si trovano le acque minerali Panna e San Pellegrino

# Paesi poveri

1,6 miliardi di persone non hanno accesso a strutture di acqua potabile

2,6 miliardi di persone hanno acqua non sicura dal punto di vista sanitario

5 milioni di persone muoiono ogni anno per malattie trasmesse da acqua non sicura

L'acqua non si consuma ma usandola  
"si sporca"

**Inquinamento dell'acqua o  
Inquinamento idrico**

# Inquinamento dell'acqua o Inquinamento idrico

Introduzione nei fiumi, nei laghi, nei mari, da parte dell'uomo, di sostanze (come petrolio, nafta, solventi, metalli pesanti, emulsionanti, detergenti e detersivi, gas nocivi, insetticidi, liquidi di fogna, rifiuti radioattivi, ...) che causano danni alla flora e alla fauna, fino agli uomini

# Inquinamento dell'acqua o Inquinamento idrico

L'inquinamento dell'acqua è un fenomeno molto complesso perché l'acqua nel suo ciclo attraversa sia l'atmosfera che il suolo raccogliendo e trasportando sostanze inquinanti in tutto l'ambiente, ma può anche inquinarsi se i comparti che attraversa sono a loro volta inquinati

# Inquinamento di origine industriale

È causato dall'immissione nei fiumi, nei laghi e nei mari di residui provenienti dalle varie "lavorazioni" industriali spesso contenenti sostanze tossiche

L'introduzione dei questi inquinanti (**mezzo milione le sostanze diverse**) avviene attraverso fognature urbane o scarichi diretti senza che siano stati costruiti impianti di depurazione; causa la morte dei pesci e la distruzione del plancton

# Inquinamento di origine industriale

Si deve alle attività industriali anche l'inquinamento termico dovuto all'immissione nei fiumi o nei mari di acque a temperature molte elevate, provenienti dai sistemi di raffreddamento delle fabbriche e delle industrie (es. centrali nucleari). L'introduzione di questa acque "scaldate" provocano un notevole aumento della temperatura naturale dell'acqua causando la morte delle forme di vita presenti in essa

# Alcune situazioni drammatiche

Il Rio Bravo, il più importante confine naturale fra Stati Uniti e Messico, diminuisce costantemente di volume (costruzione di dighe e canali di irrigazione) ed è inquinato dagli scarichi industriali di varia natura

Il Danubio soffre di un eccesso di nutrienti a cui si aggiunge il problema di un cattivo trattamento delle acque reflue

# Alcune situazioni drammatiche

Il fiume *Gange* è diventato una discarica di resti umani (1 miliardo di litri di liquami non trattati al giorno), di corpi di animali e di inquinanti industriali



# Alcune situazioni drammatiche

Il fiume Yangtze (fiume Azzurro) è stato devastato dalla deforestazione e dall'inquinamento



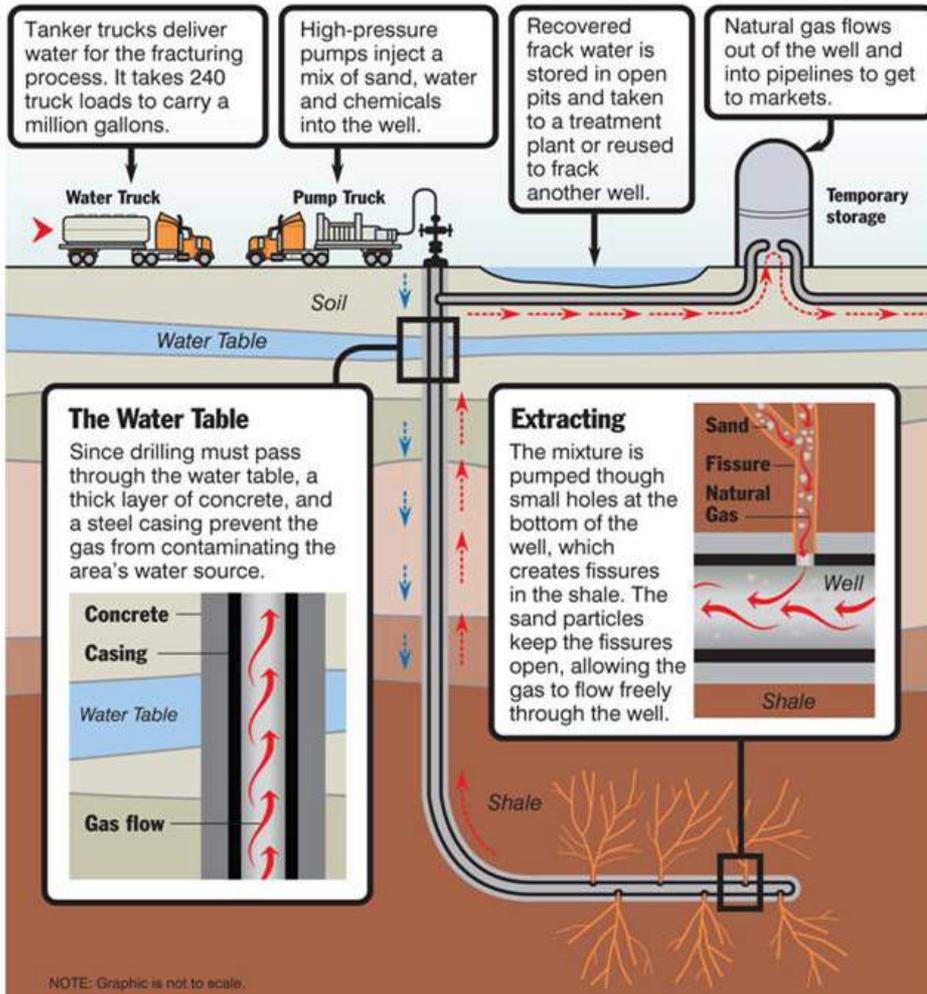
Il fiume Yangtze nel porto di Shanghai

# Estrazione e trasporto del petrolio



Il petrolio sparso in mare a causa di incidenti alle petroliere o alle piattaforme petrolifere forma sulla superficie dell'acqua una pellicola oleosa che impedisce l'assorbimento dell'ossigeno atmosferico provocando la morte di pesci, uccelli, etc.

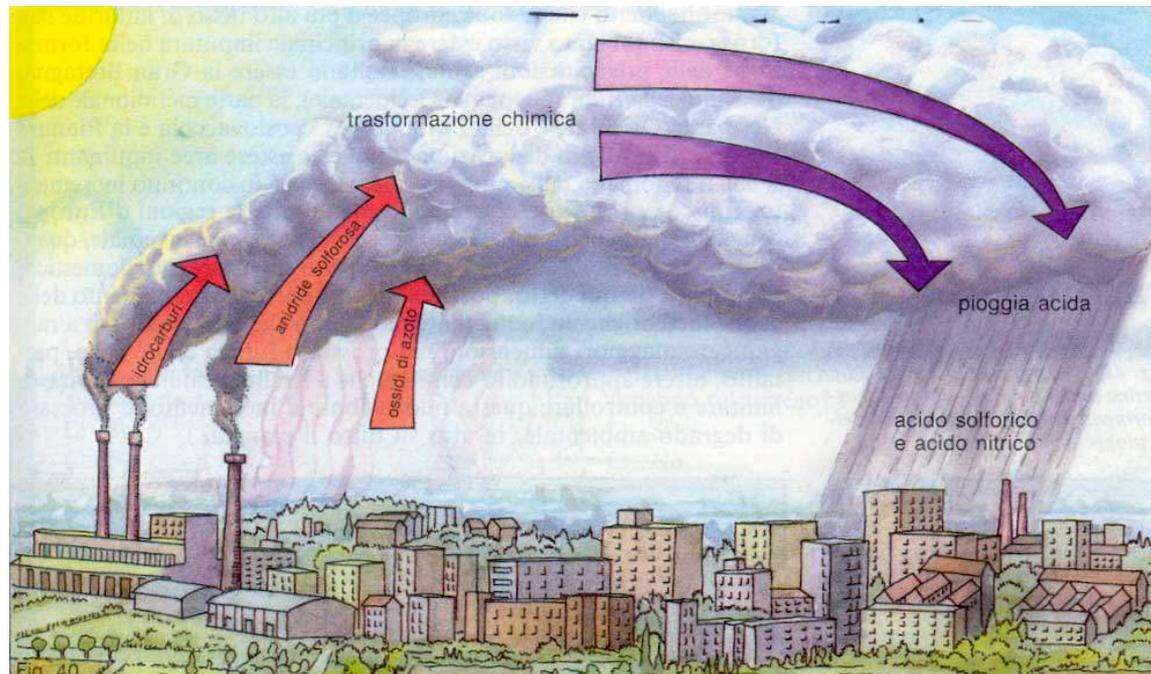
# Estrazione di gas naturale con il metodo del fracking



Il fracking è un processo giudicato da autorevoli studi molto pericoloso per l'uomo e l'ambiente: enorme spreco di acqua, contaminazione delle falde idriche, rischio di esplosioni, microsismicità localizzata, inquinamento del terreno da parte di metalli pesanti e sostanze radioattive

# Uso dei combustibili fossili

Centrali termoelettriche, scarichi delle auto, impianti di riscaldamento immettono nell'atmosfera ossidi di solfo e di azoto che, a contatto con il vapor acqueo presente nell'atmosfera, si trasformano in acidi generando il fenomeno delle piogge acide



# Conseguenza delle piogge acide



**Possibili esperimenti**

# Inquinamento di origine agricola, domestica e civile

- **Uso sconsiderato dei fertilizzanti e dei pesticidi impiegati nei campi**  
Il loro eccesso viene trasportato per dilavamento nei corsi d'acqua
- **Scarichi delle città (residui organici, rifiuti, detersivi) riversati senza alcun trattamento di depurazione nei fiumi o direttamente nel mare. I detersivi che vanno nelle fogne e da queste nei fiumi e nei mari sono quattro milioni di quintali ogni anno in tutto il mondo!**

# Conseguenza più importante: eutrofizzazione



L'eccessivo accrescimento degli organismi vegetali che si ha per effetto della presenza nell'ecosistema acquatico di dosi troppo elevate di sostanze nutritive come azoto, fosforo o zolfo provenienti da fertilizzanti, detersivi, con il conseguente degrado dell'ambiente divenuto asfittico

# L'acqua come bene comune

L'acqua è molto importante, è la risorsa naturale più ambita, tanto è vero che il primo governo indipendente del Botswana, una Repubblica dell'Africa del Sud, ha deciso di chiamare la moneta di Stato «pula», che è anche il termine usato per indicare l'acqua

Il diritto di accesso all'acqua deve essere riconosciuto ad ogni essere umano. L'acqua, purtroppo, non compare nella Dichiarazione Universale dei Diritti Umani (ONU, 1948).

Anche in una conferenza ONU del 2000 è stata definita un «bisogno» dell'uomo, ma non un suo «diritto».

# L'acqua come bene comune

Più recentemente l'approccio delle varie nazioni al «problema acqua» è cambiato: la Risoluzione ONU del 28 luglio 2010 ha dichiarato per la prima volta che l'acqua è un diritto umano universale e fondamentale, che concerne la dignità della persona, è essenziale al pieno godimento della vita ed è fondamentale per tutti gli altri diritti dell'uomo

La Risoluzione ONU, tuttavia, non è vincolante

# Futuro non è roseo!

Il forte aumento demografico  
(incremento agricoltura e industria),  
i problemi legati al riscaldamento globale  
(scioglimento dei ghiacciai; grandi fiumi  
ridotti a piccoli rivoli)  
indicano molto chiaramente che in futuro  
l'acqua potabile diventerà una risorsa  
sempre più critica

# L'acqua diventerà il composto più conteso fra le nazioni

Secondo la Banca Mondiale, la carenza di acqua e la sua ineguale distribuzione saranno i nodi più importanti per i politici di questo secolo

Il pericolo è che le nazioni forti monopolizzino le loro risorse e si impadroniscano di quelle dei paesi vicini (poveri)

L'acqua potrebbe così diventare oggetto di speculazioni finanziarie, una specie di "oro blu", in analogia con il termine "oro nero" usato per identificare il petrolio

# L'acqua diventerà il composto più conteso fra le nazioni

La differenza sostanziale, però, fra l'oro blu (acqua) e l'oro nero (petrolio) è che il primo ha un valore indispensabile per la sopravvivenza degli esseri umani e non ha sostituti, mentre il secondo può essere sostituito da altre fonti energetiche

**Educare ad un uso  
responsabile dell'acqua**

**La scuola può e deve avere  
un ruolo fondamentale**

L'acqua, quindi, è un composto veramente straordinario: dal punto di vista scientifico non finisce mai di stupirci, ma le sue implicazioni vanno ben oltre la scienza perché, come abbiamo visto, riguardano la politica, lo sviluppo tecnologico e soprattutto l'etica!

**ma non solo ...**

La profonda importanza dell'acqua per la vita si ritrova già nelle passate culture e in moltissime religioni

Nella cultura primitiva l'acqua fu considerata il principio femminile della fertilità; per i filosofi dell'antica Grecia era uno dei quattro elementi costituenti l'universo e per Talete di Mileto era il principio di tutte le cose.

Nel Corano c'è scritto che nessuno può rifiutare l'acqua in eccedenza senza commettere un grave peccato verso Allah.

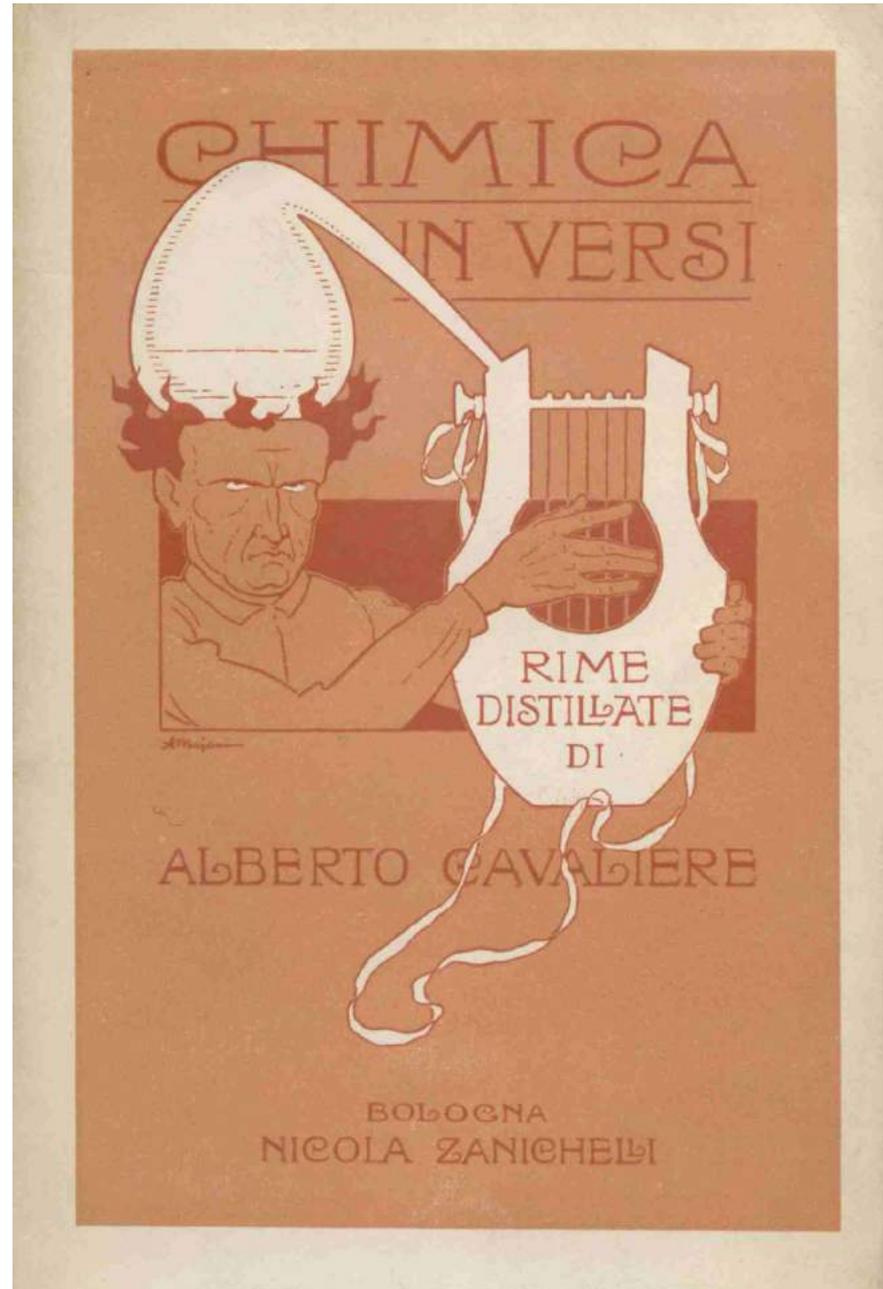
Nella religione ebraico-cristiana i richiami all'acqua sono tantissimi: il diluvio universale, il battesimo, Pilato che si lava le mani, Gesù che cammina sulle acque, ...

Le manifestazioni che si associano alla sacralità dell'acqua sono evidenti anche in molti riti propiziatori di cui ormai si è persa memoria

- A quale vecchia tradizione risale l'uso di gettare una monetina nella Fontana di Trevi?
- Quale è il vero significato di molti modi di dire : *tirare l'acqua al proprio mulino; piove sul bagnato; dar da bere agli assetati; pestare l'acqua nel mortaio,...*?

Anche la letteratura ci offre molti riferimenti all'acqua in connessione con la vita; basta pensare allo strettissimo legame fra i pescatori e il mare immortalato da Giovanni Verga nei Malavoglia, ma gli esempi sono tantissimi ...

L'idrogeno,  
se con l'ossigeno  
s'unisce, scoppia,  
ma mai più utile  
si vide coppia,  
ché da quel vincolo  
violento nasce  
il puro liquido  
che i campi pasce,  
il fresco nettare  
che, come sai,  
con arte impiegano  
gli osti e i lattai  
e a cui si debbono  
tante fortune:  
in altri termini,  
l'acqua comune!



# L'acqua è il composto più studiato e meno capito

Per le sue anomalie l'acqua è stato uno dei composti più studiati, ma rimangono ancora tanti misteri e chi decide di svelarli può incappare in clamorosi errori.

Alcuni esempi eclatanti si ritrovano anche nella letteratura scientifica abbastanza recente.

# L'acqua è il composto più studiato e meno capito

Nel 1962 alcuni scienziati russi notarono proprietà strane nell'acqua contenuta in tubicini molto sottili di vetro. Si parlò di una nuova forma di acqua che fu chiamata "poliacqua". Dopo averla considerata la scoperta più importante del secolo, si scoprì che la poliacqua altro non era che acqua contaminata dai tubicini di vetro, cioè acqua sporca!

F. Franks, *Poliacqua: storia di una falsa scoperta scientifica*, Il Saggiatore, Milano, 1983.

# L'acqua è il composto più studiato e meno capito

Nel 1988 alcuni scienziati francesi riportarono risultati spiegabili solo ammettendo che l'acqua avesse memoria, che conservasse cioè una specie di "impronta" delle sostanze in essa disciolte anche dopo diluizione praticamente infinita. Questo risultato, che avrebbe dato una certa validità all'omeopatia, fu molto rapidamente smentito dimostrando che non aveva alcuna base scientifica!

J. Maddox, J. Randi, W.W. Stewart, *High Dilution Experiments: a Delusion*, Nature, vol. 334, p. 287, 1988.

# L'acqua è il composto più studiato e meno capito

Tutto ciò ci fa capire quanto sia ancora valida l'affermazione di Leonardo da Vinci che, da quel genio che era, intuì subito quanto l'acqua fosse una sostanza strana e misteriosa:

“Se uno deve occuparsi dell'acqua, è meglio si rivolga all'esperienza prima che alla ragione”