



1000%  
ACQUA



**Acque Bresciane**  
Servizio Idrico Integrato

Alex



Flow



*presentano*

100%  
ACQUA

# Acque Bresciane

Servizio Idrico Integrato

Questo manuale è un contributo didattico che Acque Bresciane offre ai docenti per rendere i più giovani consapevoli dell'importanza che riveste l'acqua per la nostra vita, e dell'esigenza di usarla con intelligenza e sobrietà. Il volume raccoglie informazioni generali sull'acqua in natura, sul funzionamento del ciclo dell'acqua utilizzata dall'uomo, approfondimenti specifici e la descrizione di alcuni semplici esperimenti per indagare il mondo dell'acqua facilmente eseguibili anche in classe. Il testo è stato prodotto nel quadro delle attività di educazione ambientale promosse dalla società Acque Bresciane a favore del territorio di riferimento; ci accompagneranno nel percorso Alex e Flow, protagonisti del nuovo progetto didattico, a disposizione dei docenti.

## Chi è Acque Bresciane

Acque Bresciane si occupa della gestione del Servizio Idrico Integrato (costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e depurazione delle acque reflue) nel territorio dei Comuni della Provincia di Brescia. Ad oggi gestisce il servizio in 89 Comuni per oltre 500.000 abitanti serviti. Acque Bresciane sviluppa il proprio servizio in modo sostenibile nel rispetto dell'economicità della gestione del servizio idrico integrato all'interno di un mercato regolato. La gestione sostenibile del ciclo idrico integrato, la difesa e la valorizzazione della risorsa, la qualità delle acque potabili, la gestione delle acque depurate costituiscono la mission principale di Acque Bresciane, che vuole garantire nel proprio territorio servito un accesso all'acqua universale e sicuro nel pieno rispetto dell'equilibrio ambientale presente e futuro.

# SOMMARIO



## 06 L'ACQUA IN NATURA

Tutto ha inizio nell'acqua  
Le proprietà e la struttura dell'acqua  
Il ciclo dell'acqua  
La distribuzione dell'acqua sulla Terra  
L'acqua utilizzata dall'uomo

## 13 L'ACQUA CHE ENTRA NELLE NOSTRE CASE: L'ACQUEDOTTO

Il percorso superficiale e sotterraneo  
Le caratteristiche di qualità dell'acqua  
Captazione  
L'acquedotto  
Eventuali trattamenti di potabilizzazione  
La rete dell'acquedotto ed i serbatoi

## 22 IL CONSUMO DELL'ACQUA

Quanta acqua consumiamo  
L'impronta idrica  
Come risparmiare acqua

## 25 L'ACQUA CHE ESCE DALLE CASE: IL DEPURATORE

Un po' di storia  
Gli scarichi e le fognature  
La depurazione dell'acqua  
Trattamenti preliminari  
Processo biologico  
Sedimentazione finale  
Trattamento dei fanghi

## 31 APPROFONDIMENTI ED ESPERIENZE

### 32 APPROFONDIMENTO 1

Uno sguardo internazionale al mondo dell'acqua

### 34 APPROFONDIMENTO 2

I controlli analitici delle acque destinate al consumo umano

### 35 APPROFONDIMENTO 3

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque degli acquedotti e delle acque in bottiglia

### 38 ESPERIENZA 1

Le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua

### 39 ESPERIENZA 2

La permeabilità e la capacità di filtrazione dei terreni

### 40 ESPERIENZA 3

Quanta acqua c'è sulla Terra

### 40 ESPERIENZA 4

Quanta acqua consumiamo e quanta acqua sprechiamo?

### 42 ESPERIENZA 5

Quanta acqua c'è nei vegetali?

### 42 ESPERIENZA 6

Ricostruiamo un microambiente

### 43 ESPERIENZA 7

Seguiamo il percorso nel ciclo dell'acqua

### 44 ESPERIENZA 8

Proviamo a fare i degustatori dell'acqua





1000%  
ACQUA

MATERIALI E PERCORSI  
DIDATTICI

# L'ACQUA IN NATURA



## TUTTO HA INIZIO NELL'ACQUA

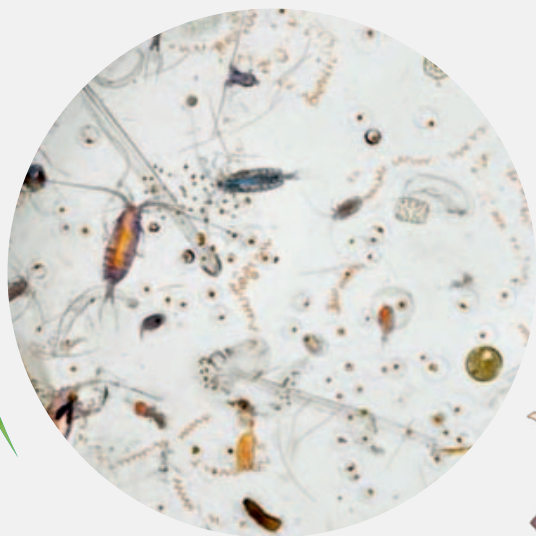
L'acqua è la sostanza più diffusa sulla superficie del nostro pianeta, è fuori e dentro di noi ed anche nello spazio. Le comete portano nello spazio una grande quantità d'acqua sotto forma di ghiaccio e dallo spazio la Terra appare come un meraviglioso pianeta blu proprio per l'acqua che ne occupa buona parte della superficie.

La vita è iniziata nell'acqua, tre miliardi e mezzo di anni fa. All'inizio c'erano solo organismi molto semplici, unicellulari, che in seguito si sono uniti a formare colonie, da queste sono nati gli organismi pluricellulari, formati cioè da molte cellule riunite in organi e tessuti. Soltanto dopo molto tempo alcuni animali e piante hanno cominciato a uscire dall'acqua, dapprima per brevi periodi, poi per periodi sempre più lunghi, fino a quando si sono resi autonomi e hanno conquistato le terre emerse.

Un esempio di questa storia affascinante è mostrato dai vertebrati. I primi vertebrati, i pesci, erano acquatici... poi si sono sviluppati gli anfibi, capaci di vivere sia nell'acqua che sulla terraferma, e da essi si sono evoluti rettili, uccelli e mammiferi, capaci di vivere completamente al di fuori dell'acqua.

Tutti questi animali hanno mantenuto però un ricordo della vita acquatica dei loro progenitori, difatti trascorrono i primi periodi della loro esistenza in un ambiente acquoso. Anche l'uomo non si comporta diversamente: durante la vita embrionale vive all'interno del ventre della madre in un ambiente liquido.

Anche se gran parte degli animali e delle piante vivono al di fuori dell'acqua essa è comunque indispensabile alla vita. Dove c'è acqua c'è vita! Tutti gli esseri viventi, sono composti per la maggior parte di acqua: una medusa per esempio è composta dal 95% di acqua, mentre un uomo all'incirca dal 70%. Questo perché l'acqua è la componente principale delle cellule, di cui



Goccia di acqua dell'oceano vista al microscopio.  
(Fotografia di David Littschwager, National Geographic)



## LE PROPRIETÀ E LA STRUTTURA DELL'ACQUA

Come mai, tra le migliaia di composti che esistono in natura, gli esseri viventi hanno bisogno proprio dell'acqua? La risposta è che l'acqua, oltre ad essere molto diffusa in natura, possiede molte importanti proprietà, che la rendono un composto unico.

Una proprietà fondamentale dell'acqua è la capacità di sciogliere moltissime sostanze. Così gli animali acquatici possono trovare disciolte le sostanze nutritive ed eliminare facilmente i prodotti di rifiuto. Inoltre, in un ambiente acquoso, le molecole e gli ioni possono venire a contatto tra loro e reagire chimicamente, cosa che avviene costantemente all'interno delle cellule.

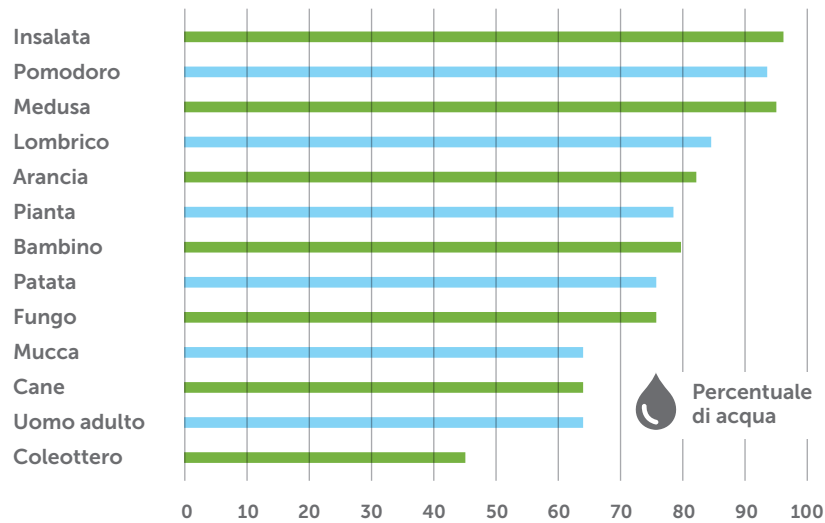
Una seconda proprietà è l'elevato calore specifico: l'acqua ha bisogno di molto calore per aumentare la sua temperatura e una volta riscaldata lo cede gradualmente. Un esempio è offerto dai mari e dai laghi che durante l'estate assorbono il calore dei raggi solari, evitando che la temperatura aumenti troppo, mentre d'inverno cedono il calore accumulato, contribuendo a mitigare il clima delle zone costiere. Sfruttando tale caratteristica l'acqua viene utilizzata nei sistemi di refrigerazione e raffreddamento. È necessaria una quantità di calore ancora maggiore, detta "calore di evaporazione", per passare dallo stato liquido a quello gassoso, perciò l'acqua evapora molto lentamente. Questo è fondamentale per la vita di animali e piante, basti pensare alle regioni aride dove la sopravvivenza di interi ecosistemi è legata alla presenza di un lago o di un fiume, che garantiscono una riserva d'acqua fino alla pioggia successiva.

La stessa proprietà è sfruttata da alcuni animali per diminuire la temperatura corporea; attraverso il sudore infatti una quantità di acqua evapora, sottraendo al corpo il calore in eccesso.

Se è necessario molto calore per far evaporare l'acqua, altrettanto ce ne vuole per fondere il ghiaccio. L'elevato "calore di fusione" permette ai ghiac-

sono fatti tutti gli organismi. Attraverso l'acqua avvengono il trasporto e gli scambi di sostanze chimiche all'interno degli organismi e fra le cellule stesse. L'acqua in alcuni esseri viventi come l'uomo ha anche una funzione termoregolatrice, è infatti attraverso l'evaporazione del sudore che il corpo si raffredda nei momenti di eccesso di calore dovuto all'elevata temperatura esterna o per una attività fisica intensa.



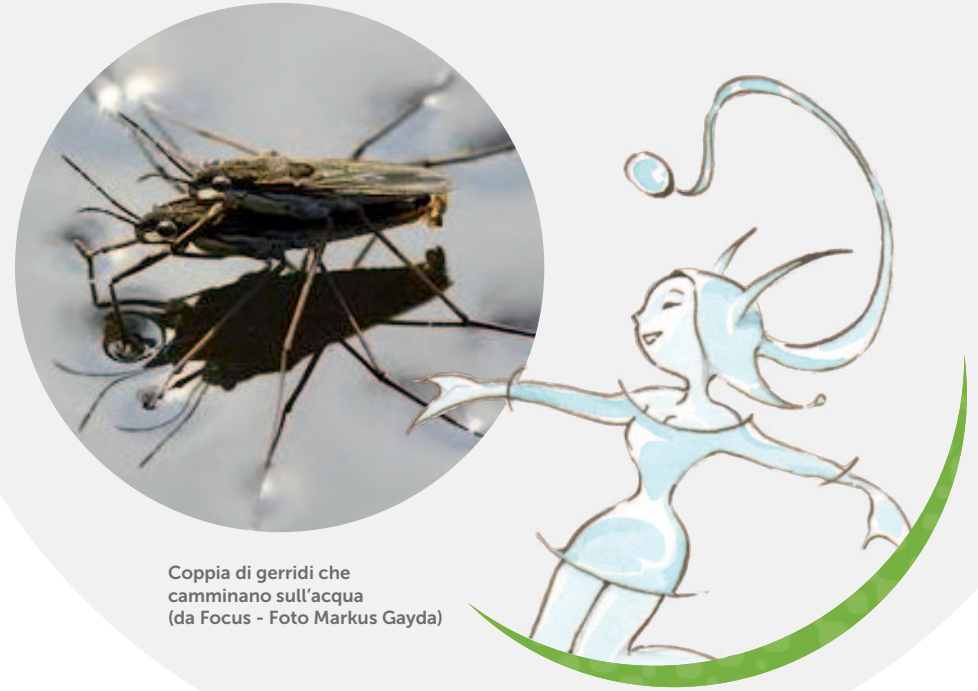


Percentuale di acqua presente in alcuni esseri viventi.

ciai di sciogliersi lentamente e di costituire una riserva d'acqua che alimenta fiumi e laghi durante l'estate.

C'è un'altra proprietà che vogliamo ricordare, che differenzia l'acqua da tutte le altre sostanze. Mentre in tutte le sostanze il solido è più denso del liquido, per l'acqua avviene il contrario; infatti il ghiaccio è meno denso dell'acqua e tende a stare in superficie. Questo è molto importante perché, quando fa molto freddo, i fiumi, i laghi e i mari ghiacciano soltanto in superficie, mentre al di sotto la vita può continuare. Se invece il ghiaccio fosse più pesante, appena formato andrebbe immediatamente sul fondo, in superficie altra acqua diventerebbe ghiaccio e così di seguito fino a congelare tutta la massa d'acqua, con la morte di tutti gli organismi acquatici.

Altra caratteristica peculiare dell'acqua è l'elevata tensione superficiale: si tratta di una particolare tensione meccanica che si sviluppa lungo la super-



Coppia di gerridi che camminano sull'acqua (da Focus - Foto Markus Gayda)

ficie di separazione fra un fluido (in questo caso l'acqua) ed un materiale di altra natura ad es. un solido o un gas. Una volta versata su una superficie liscia, tende a formare gocce sferiche e non a stendersi in una sottile pellicola. Senza la forza di gravità le gocce d'acqua che cadono con la pioggia sarebbero perfettamente sferiche. Questa proprietà viene sfruttata anche dagli insetti che riescono a camminare sopra l'acqua.

Conseguenza della tensione superficiale è un'altra importante caratteristica dell'acqua ovvero la capillarità che consiste nella capacità dell'acqua di risalire lungo fessure e tubi sottilissimi contro la forza di gravità.

Tensione superficiale e capillarità consentono alle piante di assorbire attraverso le radici l'acqua presente nel suolo. Molte di queste peculiari proprietà dell'acqua sono dovute alla struttura della molecola che è formata da due atomi di Idrogeno e uno di Ossigeno e dai legami che li uniscono. La di-

sposizione degli atomi nello spazio, le caratteristiche dei legami chimici e di conseguenza la distribuzione degli elettroni contribuiscono a conferire all'acqua tutte le sue caratteristiche proprietà.

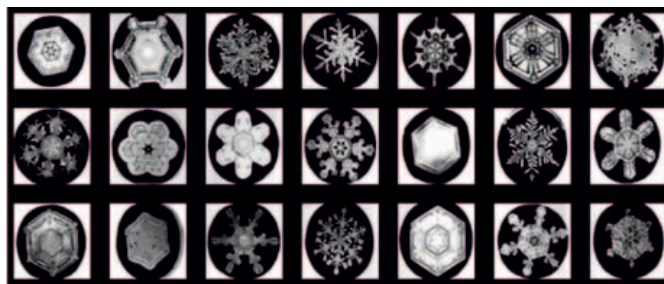
## IL CICLO DELL'ACQUA

L'acqua è presente nei mari e negli oceani, nei fiumi e nei laghi, ma anche nelle falde sotterranee, nelle distese di ghiaccio dei poli e nell'atmosfera, sotto forma di nuvole. L'acqua però non resta sempre nello stesso posto e nella stessa forma, ma subisce continui spostamenti e trasformazioni, in un ciclo continuo che ne coinvolge enormi quantità. Il calore del sole fornisce l'energia necessaria per far evaporare l'acqua dalla superficie della Terra, ma soprattutto dal mare e dagli oceani. Il vapore acqueo, salendo, trova strati d'aria più fredda e si condensa attorno a granellini di pulviscolo (detti nuclei di condensazione) per formare le nubi. Le goccioline di vapore condensato hanno un diametro molto piccolo e sono leggerissime, tanto che possono essere trasportate dal vento per grandi distanze. Le nubi trasportano grandi masse di acqua sotto forma di vapore e assorbono parte

delle radiazioni solari. Scontrandosi tra loro le minuscole goccioline d'acqua aumentano le loro dimensioni, fino a quando diventano troppo pesanti per essere sostenute dall'aria e precipitano sotto forma di pioggia o neve, a seconda della temperatura. I 3/4 delle precipitazioni cadono sugli oceani, mentre 1/4 cade sulla Terra, contribuendo notevolmente all'erosione e al modellamento della superficie terrestre. Una parte dell'acqua caduta sulla Terra evapora immediatamente, una parte viene convogliata al mare attraverso torrenti e fiumi, mentre una parte filtra nel sottosuolo, andando ad occupare i minuscoli interstizi presenti nel terreno. Questa parte è molto importante perché fornisce l'umidità necessaria per la crescita della vegetazione. In pianura l'acqua proveniente della pioggia e dalle irrigazioni penetra nel sottosuolo fino alla falda acquifera sotterranea. Nelle zone montuose, invece, l'acqua che si infiltra tra le rocce scorre nel sottosuolo lungo gli strati impermeabili e può uscire in superficie più a valle dando origine alle sorgenti, oppure accumularsi nelle falde sotterranee. Quando la temperatura è al di sotto dello zero le gocce d'acqua presenti nell'atmosfera diventano cristalli di ghiaccio, che precipitano sotto forma di neve. La neve, cadendo al suolo, si comprime e assume un aspetto granuloso. Se cade altra neve, questa schiaccia la neve sottostante, facendo uscire l'aria presente tra i cristalli e rendendoli sempre più compatti. Così la neve piano piano si trasforma in ghiaccio e, se la temperatura rimane sotto lo zero per buona parte dell'anno, l'acqua può rimanere in questo stato per periodi lunghissimi formando i ghiacciai.

Un agricoltore Americano, Wilson A. Bentley (1865-1931) divenne famoso nel mondo per la sua opera pionieristica nel campo della fotografia riuscendo a fotografare i cristalli di neve (comunemente noti come fiocchi di neve). Adattando un microscopio ad una fotocamera a soffietto, dopo anni di tentativi ed errori, divenne la prima persona a fotografare un singolo cristallo di neve nel 1885. Per questa sua passione venne chiamato "Snowflake" Bentley (fiocco di neve Bentley) e fotografò oltre 5000 fiocchi di neve durante la sua vita, non trovandone due uguali fra loro: "Sotto il microscopio ho sco-

Alcuni dei fiocchi di neve fotografati da "Snowflake" Bentley (dal sito [snowflake-bentley.com](http://snowflake-bentley.com)).



perto che i fiocchi di neve sono miracoli di bellezza. Ogni cristallo è un capolavoro e nessuno è mai uguale all'altro".

L'acqua, nelle sue diverse forme (in particolare liquida e solida) è anche responsabile della morfologia delle terre emerse essendo in grado con le precipitazioni, attraverso il movimento dei ghiacciai e con lo scorrimento superficiale di modellare i terreni che percorre, in maniera differente a seconda della tipologia delle rocce attraversate. Il paesaggio naturale deve molte sue caratteristiche alla presenza o all'assenza dell'acqua.

Nel ciclo naturale dell'acqua si inserisce anche l'uomo con le sue necessità e le sue attività. L'uomo ha bisogno dell'acqua non soltanto per bere, ma per tutti gli usi alimentari e domestici. Inoltre l'acqua viene utilizzata nelle industrie, per la produzione di energia e nelle più diverse lavorazioni, in agricoltura e anche per il trasporto delle merci.

Ma per ciascuno di questi usi l'acqua può avere caratteristiche diverse: ad esempio, l'acqua usata nelle case deve essere potabile, quella usata nell'industria elettronica deve essere priva di sali, mentre l'acqua destinata all'irrigazione non necessita di un alto grado di purezza. Una specifica normativa prevede quali siano le caratteristiche di qualità che deve avere l'acqua a seconda dell'utilizzo che ne viene fatto.

## L'ACQUA UTILIZZATA DALL'UOMO

Come abbiamo osservato in precedenza l'acqua disponibile ad essere utilizzata dall'uomo è una minima parte dell'acqua disponibile sulla Terra ed inoltre è distribuita in modo ineguale sulla superficie terrestre.

Questo è sufficiente per capire l'appellativo dato all'acqua di "oro blu" ed anche la necessità di un corretto utilizzo delle risorse idriche disponibili sul

nostro pianeta. È importante che le nuove generazioni abbiano la consapevolezza della necessità di conoscere le caratteristiche di questo elemento fondamentale per la nostra vita per poter generare comportamenti responsabili e volti alla sostenibilità.

Sul pianeta Terra l'acqua è una risorsa naturale disponibile in grande quantità, inoltre il ciclo naturale dimostra che è un bene rinnovabile, per cui se fosse distribuita in maniera uniforme basterebbe abbondantemente per tutti. Purtroppo, per ragioni geografiche e climatiche, l'acqua è distribuita in modo diseguale: sul pianeta Terra le precipitazioni medie annue sono di pochi centimetri nelle zone desertiche, di oltre un metro in quelle temperate e di parecchi metri in quelle equatoriali.

La carenza idrica dipende dal bilancio fra l'acqua disponibile e l'acqua utilizzata. È però necessario valutare l'opportunità di diminuire i consumi laddove le risorse sono disponibili in grande quantità piuttosto che cercare di aumentarne la disponibilità, cercando di sprecare meno e consumare meglio.

Oltre un miliardo e mezzo di persone nel Mondo non ha accesso diretto all'acqua potabile che è necessaria per la sopravvivenza. La disponibilità di acqua nel Mondo non è uniforme ma a volte pur essendoci l'acqua non ci sono le possibilità di prelevarla (pozzi), trasportarla (reti di tubazioni) in condizioni di sicurezza ed igienicamente controllate. Viene attualmente molto rivalutata l'opportunità dello sfruttamento della raccolta dell'acqua piovana, soprattutto in luoghi in cui la disponibilità è limitata perché ha una potenzialità enorme anche se le precipitazioni annue sono limitate e magari concentrate sono in alcuni periodi dell'anno. Naturalmente conservare l'acqua piovana è fondamentale anche in situazioni in cui si hanno a disposizione grandi quantità di acqua per poterla utilizzare per gli usi per i quali non è necessario che sia potabile (irrigazione, lavaggio, servizi igienici...).

Per l'alimentazione e gli usi domestici vengono usate soprattutto acque provenienti dalle acque sotterranee; in alcuni casi vengono utilizzate anche quelle superficiali, eventualmente soggette ad un trattamento di potabilizzazione.

# LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA SULLA TERRA

Se sommammo tutta l'acqua presente sulla Terra, allo stato liquido, solido e gassoso, otterremmo una quantità enorme: un miliardo e mezzo di chilometri cubi. La maggior parte, il 97% è costituito dall'acqua salata dei mari e degli oceani, che ricoprono il 70% della superficie della Terra, mentre solo il 3% è rappresentato da acqua dolce. Di questa la maggior parte si trova accumulata nelle calotte polari (2%), ed il resto è rappresentata dalle acque sotterranee (0,6%) e in misura minore dalle acque superficiali (0,014%) e dall'atmosfera e biosfera che in totale comprendono lo 0,015% del totale dell'acqua presente sulla Terra. La quantità di acqua disponibile ad essere utilizzata per essere bevuta è quindi una piccolissima porzione del totale (meno dell'1%). L'acqua dei mari e degli oceani costituisce la maggior parte dell'acqua esistente sulla Terra ma è difficile da utilizzare, poiché ha un contenuto troppo elevato di sali minerali, in particolare Cloruro di Sodio (NaCl). Sebbene esistano dei metodi capaci di

eliminare l'eccesso di sali, come la separazione per ebollizione o la filtrazione con membrane, essi hanno una bassa resa e richiedono molta energia, perciò vengono utilizzati raramente. L'acqua che compone le calotte glaciali costituisce una immensa riserva di acqua dolce, tanto che in passato si pensò alla possibilità di utilizzare gli iceberg per rifornire alcune zone aride della Terra; una ipotesi molto affascinante ma altrettanto irrealizzabile.

L'acqua che evapora dal mare e dalla superficie terrestre è molto pura, ma al contatto con l'atmosfera si carica di tutte le impurità che in essa sono presenti, gran parte delle quali sono dovute all'attività umana, come i gas provenienti dagli impianti industriali, dal riscaldamento delle abitazioni e dagli scarichi delle automobili. Per questo le acque provenienti dalle precipitazioni, dette "meteoriche", non sono adatte per usi domestici, ma vengono usate in alcune industrie o in agricoltura. A volte possono essere inquinate e causare danni alla vegetazione, agli ecosistemi acquatici ed anche ai monumenti, come è accaduto nel caso delle "piogge acide", cariche di acido nitrico e solforico di provenienza industriale presente nell'atmosfera e disciolto dalle precipitazioni. Le acque superficiali, cioè quelle dei

torrenti, dei fiumi e dei laghi, sono una fonte molto abbondante, e in alcuni casi, dove le acque non sono inquinate e/o previo trattamento di potabilizzazione, sono utilizzate quali fonti per gli acquedotti. Le acque sotterranee derivano dalle piogge e dalle acque superficiali che penetrano nel sottosuolo formando le falde idriche e le sorgenti. La vegetazione e il terreno svolgono una funzione filtrante trattenendo molte impurità presenti nelle acque meteoriche, per questo le acque sotterranee sono generalmente acque di ottima qualità e normalmente potabili senza nessun trattamento. In alcuni casi però sul terreno vengono abbandonati rifiuti, sostanze inquinanti, oppure vengono sparsi pesticidi in quantità elevate che le proprietà auto depuranti del terreno non sono sufficienti a trattenerli completamente. Le sostanze contaminanti possono raggiungere le falde sotterranee, rendendone l'acqua non potabile. L'uomo ha anche una grande responsabilità nella progressiva perdita di suolo ed impermeabilizzazione del territorio che impedisce l'infiltrazione dell'acqua nel terreno e di conseguenza può provocare allagamenti ed inondazioni.



# LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA SULLA TERRA

Mari e oceani:  
1.350.000.000 km<sup>3</sup>

Ghiacciai e ghiacci polari:  
29.000.000 km<sup>3</sup>

Acque sotterranee:  
8.400.000 km<sup>3</sup>

Totale: 1.388.000.000 km<sup>3</sup>

Biosfera:  
600 km<sup>3</sup>

Laghi e fiumi:  
200.000 km<sup>3</sup>

Atmosfera:  
13.000 km<sup>3</sup>



# L'ACQUA CHE ENTRA NELLE NOSTRE CASE: L'ACQUEDOTTO



## IL PERCORSO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO

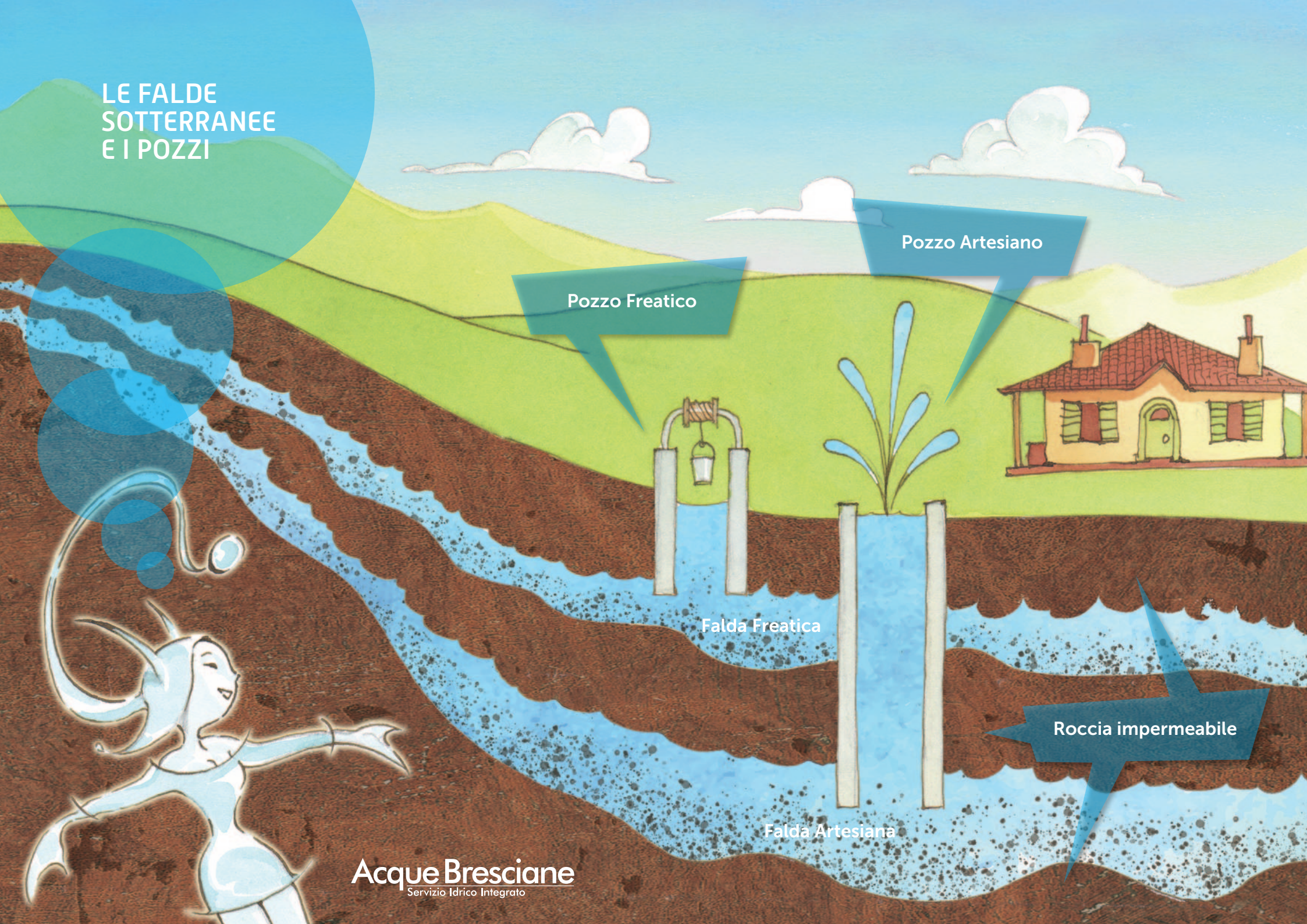
Una parte dell'acqua delle precipitazioni penetra nel sottosuolo attraverso una rete di fessure e canali che è caratteristica di ogni tipo di terreno. Alcuni terreni sono costituiti da rocce impermeabili e non consentono il passaggio dell'acqua, a meno che non vi siano delle fessure. In questo caso l'acqua filtra lentamente depurandosi dalle sostanze inquinanti, ma non si arricchisce di sali perché queste rocce sono poco solubili.

Diverso è il caso dei terreni costituiti da rocce calcaree. L'acqua piovana scorre nelle fessure e, se percorre rocce solubili, le allarga lentamente, sciogliendo la roccia e arricchendosi di carbonati di Calcio e di Magnesio. La quantità dei sali disciolti dipende dalla portata della sorgente, aumenta nelle fasi di magra, quando l'acqua scorre piano e ha il tempo di arricchirsi di sali, mentre diminuisce in quelle di piena; scarsa invece è la depurazione. Quando l'acqua incontra delle "strade più facili", abbandona il vecchio percorso che diventa una "galleria fossile", dove lo stillicidio dell'acqua carica di sali dà origine a spettacolari depositi (stalattiti e stalagmiti): è il fenomeno del carsismo. Vi sono poi i terreni "sciolti", che non sono formati da rocce compatte, ma da ghiaie e sabbie. Qui l'acqua circola facilmente, fino a che non incontra uno strato di argilla impermeabile su cui si accumula.

L'alternarsi di strati permeabili e impermeabili porta alla formazione di falde idriche. Una falda è formata da strati di ghiaia, ciottoli e sabbia impregnati di acqua sopra uno strato impermeabile, e costituisce una riserva che l'uomo sfrutta mediante i pozzi. Le falde superficiali vengono dette "freatiche", mentre le falde profonde, imprigionate tra due strati di roccia impermeabile, vengono dette "artesiane". Dalla fisica noi sappiamo che in un fluido la pressione è costante in tutti i punti che si trovano alla stessa quota rispetto al suolo (legge di Pascal). Perciò, se due recipienti che contengono lo stesso liquido vengono messi in comunicazione, le superfici esterne si porteranno allo stesso livello, qualunque siano le forme dei re-



# LE FALDE SOTTERRANEE E I POZZI



Pozzo Freatico

Pozzo Artesiano

Falda Freatica

Roccia impermeabile

Falda Artesiana



cipienti (principio dei vasi comunicanti). Questi principi ci aiutano a capire i movimenti dell'acqua nei pozzi. In una falda artesiani l'acqua è imprigionata tra due strati impermeabili ed è soggetta a pressione, mentre la superficie esterna si trova ad un punto molto più elevato. Per questo, se si perfora uno degli strati impermeabili l'acqua sale lungo il pozzo fino ad una certa quota. Per portarla fino alla superficie esterna normalmente è comunque necessario pomparla per un certo dislivello, utilizzando pompe elettriche. In una falda freatica invece l'acqua è semplicemente accumulata nel terreno sopra uno strato impermeabile, non è soggetta a pressione, per cui se viene raggiunta da un pozzo non salirà spontaneamente, ma dovrà essere pompata dal livello in cui si trova fino alla superficie esterna. Quando l'acqua di una falda incontra la superficie topografica e giunge spontaneamente in superficie viene chiamata "sorgente". Un esempio è dato dall'acqua piovana che si infiltra nella parte alta della Pianura Padana, per riaffiorare, dopo un cammino sotterraneo, nella pianura, dando origine alle "risorgive" o "fontanili".

## LE CARATTERISTICHE DI QUALITÀ DELL'ACQUA

Le acque prelevate da pozzi e sorgenti non sono tutte uguali. Infatti, prima di essere utilizzate dall'uomo, hanno fatto un lungo cammino attraverso diverse rocce e terreni e si sono arricchite di numerosi sali minerali.

Prima di utilizzare l'acqua di un pozzo o di una sorgente, bisogna conoscere il percorso sotterraneo, la portata, cioè la quantità disponibile, le caratteristiche chimiche e batteriologiche e controllare questi parametri per un certo periodo di tempo. La conoscenza della portata massima, di quella minima e della variabilità della sorgente e/o caratteristiche della falda è fondamentale per decidere se è vantaggioso utilizzarla e come progettare l'opera di presa. Anche l'osservazione della temperatura fornisce utili informazioni, in-

fatti se la temperatura è costante significa che l'acqua scorre in profondità, mentre se varia periodicamente significa che risente delle variazioni climatiche e quindi scorre vicino alla superficie.

Nelle acque possono essere presenti metalli, sostanze organiche e sostanze in sospensione anche molto dannose alla salute. Per questo le acque dei pozzi e delle sorgenti non devono contenere queste sostanze in quantità superiori a quelle che la legge ha stabilito, altrimenti non potranno essere utilizzate. Per valutare le qualità dell'acqua di una falda bisogna fare numerose analisi fisiche, chimiche e batteriologiche. Innanzitutto bisogna osservare le caratteristiche organolettiche, cioè il colore, il sapore, l'odore e la torbidità. Poi si misurano la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e altri parametri fisici. Esistono molti esami di natura chimica per vedere se sono presenti sostanze inquinanti; queste non devono essere presenti in quantità superiore ai limiti fissati dalla legge, oltre i quali possono manifestarsi danni all'ambiente e all'uomo.

La legge distingue limiti differenti a seconda dell'utilizzo delle acque (uso potabile, irriguo, balneazione, industriale...), ma pone anche dei limiti per gli scarichi nelle acque superficiali che devono evitare di arrecare danno all'ambiente naturale con concentrazioni elevate di sostanze inquinanti. Non necessariamente sono sostanze pericolose, a volte sostanze negli scarichi recano danni notevoli all'ambiente per eccesso di nutrienti, è il caso dell'eutrofizzazione delle acque superficiali, soprattutto dove il ricambio è limitato (acque interne, stagni, laghi, lagune).

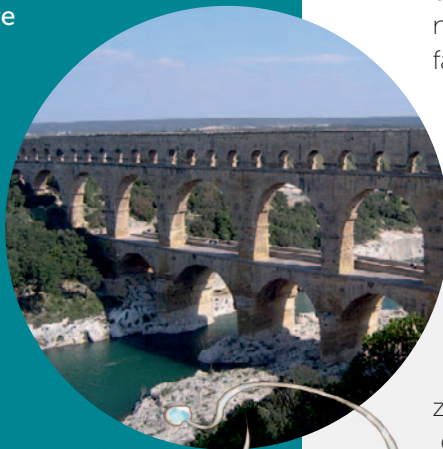
## CAPTAZIONE

Le acque utilizzate per gli acquedotti possono essere superficiali o sotterranee. A volte le acque sotterranee escono spontaneamente in superficie, come le sorgenti in montagna ed i fontanili in pianura. Le acque superficiali utilizzabili invece possono essere di fiumi o di laghi. La maggior parte degli acquedotti del nostro territorio utilizza acque sotterranee che devono essere portate in

## L'ACQUEDOTTO

Fin dall'antichità l'uomo ha progettato e realizzato sistemi per portare l'acqua dove gli serviva. Gli antichi Romani furono dei grandi ingegneri che hanno costruito acquedotti molto complessi, per portare l'acqua da dove era disponibile fino all'interno della città. Si trattava di grandi opere ingegneristiche in grado di captare l'acqua, accumularla, trasportarla e distribuirla, anche superando dislivelli di quota significativi. L'acqua delle fonti o dei fiumi arrivava nei centri abitati percorrendo una rete di canali in pietra superficiali o sotterranei o anche con altissimi ponti per superare fiumi o vallate. Alcuni tratti di questi acquedotti romani sono tutt'ora utilizzati (Roma e Segovia). I sistemi di approvvigionamento e distribuzione dell'acqua prelevata in natura verso le nostre case sono gli acquedotti, normalmente costituiti da: punto o punti di approvvigionamento, serbatoio o serbatoi di accumulo, eventuale impianto di potabilizzazione, reti di distribuzione, allaccio presso le utenze e contatore.

Acquedotto romano di Pont du Gard in Francia



superficie attraverso un pozzo. Per poter utilizzare l'acqua superficiale o delle sorgenti in un acquedotto normalmente si costruisce un'opera di presa o opera di captazione, una vasca di accumulo o di carico, e a volte è necessario sottoporla ad alcuni trattamenti per sedimentare eventuali sostanze sospese e togliere eventuali sostanze non gradite nell'acqua con sistemi di filtrazione utilizzando sabbie e carbone. Infine l'acqua viene disinfettata prima di essere immessa nell'acquedotto. Nei disegni allegati sono esemplificati questi diversi sistemi di captazione. Nei Comuni della pianura la fonte idrica principale dei pubblici acquedotti sono le falde sotterranee. Nel sottosuolo l'alternarsi di strati di rocce permeabili (ad esempio sabbie e ghiaie) e di rocce impermeabili (argille o rocce compatte) porta alla formazione di falde idriche che sono delle riserve di acqua sotterranea che si accumulano negli strati permeabili del sottosuolo.

La quantità di acqua presente nella falda non rimane sempre uguale, ma dipende dal bilancio fra l'acqua che si infiltra nel terreno e da quella che viene prelevata mediante i pozzi. Con il variare delle stagioni può variare anche il livello delle falde sotterranee, che però risentono degli eventuali cambiamenti (eccessi o mancanza di precipitazioni) con un certo ritardo dovuto al percorso che l'acqua fa all'interno delle rocce prima di giungere in pianura. A volte, in passato, lo sfruttamento eccessivo delle falde sotterranee più superficiali, soprattutto per utilizzo industriale, ha portato ad un abbassamento del terreno chiamato subsidenza; è lo stesso fenomeno che si è verificato a causa dell'estrazione del gas naturale dal sottosuolo in alcune aree della Pianura Padana.

Per prelevare le acque sotterranee dalle falde vengono realizzati dei pozzi; si tratta di perforazioni verticali scavate nel terreno che raggiungono gli strati di roccia ricchi d'acqua nella quantità e della qualità necessaria per le esigenze del singolo acquedotto. Il pozzo è rivestito al suo interno da una colonna d'acciaio che evita crolli e rischi di infiltrazione. A livello dello strato permeabile ricco d'acqua viene collocato il filtro, ovvero un tratto fenestrato del tubo metallico che consente il passaggio dell'acqua, ma non del materiale inerte (sabbia e ghiaia). Attorno alla colonna viene cementato lo spazio rimanente per evitare che possano esserci infiltrazioni di acque di falde più superficiali verso le acque più profonde captate dal pozzo. In corrispondenza delle falde



# SEZIONE DI UNA SORGENTE

Laghetto alpino

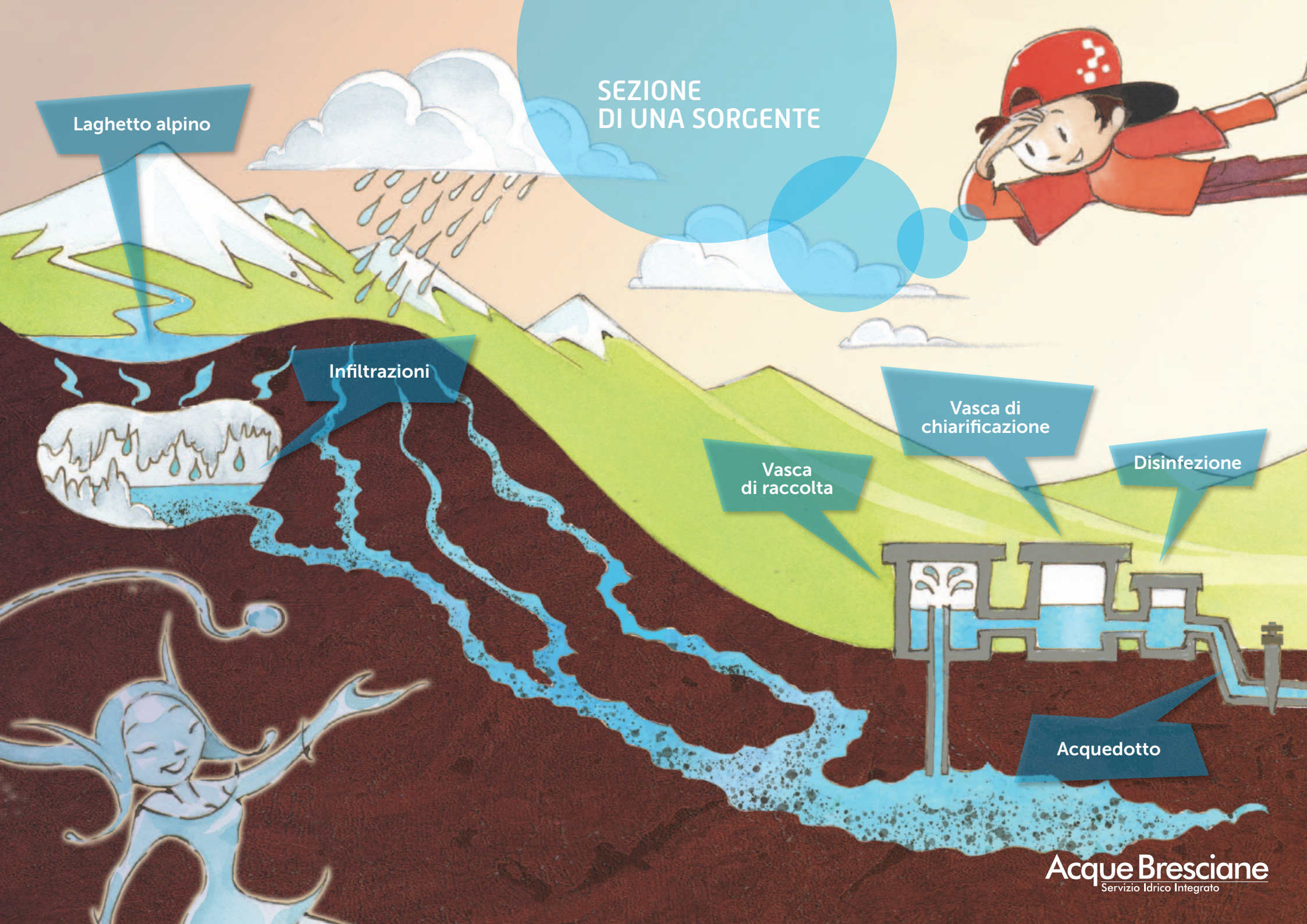
Infiltrazioni

Vasca  
di raccolta

Vasca di  
chiarificazione

Disinfezione

Acquedotto





PRESA A LAGO

Acquedotto

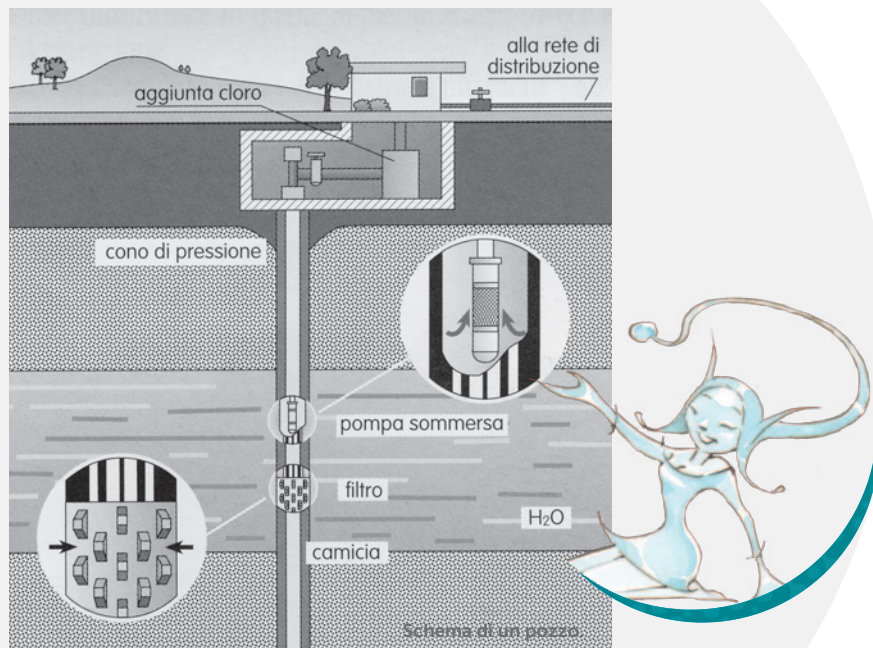
Vasca di raccolta

Disinfezione

Impianto di trattamento

Opera di presa





captate vengono invece messi materiali permeabili quali ghiaie per favorire il passaggio dell'acqua. Per prelevare l'acqua dei pozzi è necessario installare una pompa che sollevi l'acqua fino alla superficie del terreno.

Per garantire le caratteristiche qualitative dell'acqua destinata al consumo umano ed evitare possibili inquinamenti, la Legge prevede la realizzazione di aree di salvaguardia attorno ai punti di captazione (pozzi) con una precisa delimitazione ed imposizione di alcuni divieti.

Vi è un'area di tutela assoluta che deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione che deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio. Vi è quindi un'area di rispetto, definita quale porzione di territorio, di raggio 200 metri, circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli di destinazione d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata. Sono vietate alcune attività che potrebbero compromettere le caratteristiche dell'acqua captata.

## EVENTUALI TRATTAMENTI DI POTABILIZZAZIONE

A volte l'acqua captata necessita di un trattamento prima di essere destinata al consumo umano, in particolare può essere necessario:

- disinfezzarla, ovvero eliminare eventuali batteri presenti e/o evitare che si formino lungo la rete dell'acquedotto.
- eliminare sostanze indesiderabili ovvero non inquinanti, ma che possono dare un colore, un odore o un sapore sgradevole all'acqua (ad esempio Ferro e Manganese).
- rispettare le concentrazioni previste dalle normative di settore per i parametri indicati.

Per fare questo vengono utilizzati impianti di trattamento e di filtrazione garantendo la potabilità dell'acqua emunta dalle falde sotterranee e/o dalle fonti superficiali e distribuirla lungo la rete dell'acquedotto fino all'utente finale.

Le sostanze presenti nell'acqua possono avere sia una origine geologica dovuta ai terreni attraversati ed alla profondità della falda, che un'origine antropica. Gli impianti di trattamento saranno diversi a seconda delle sostanze che devono essere tolte dall'acqua.

Normalmente l'acqua degli acquedotti prelevata da falde sotterranee corrisponde già alle caratteristiche richieste dalla legge senza alcun trattamento. Il trattamento più frequente che subisce l'acqua di un acquedotto è la disinfezione, il cui obiettivo è eliminare eventuali batteri presenti e/o evitare che si formino lungo la rete dell'acquedotto. Frequentemente per tale scopo viene utilizzato il Biossido di Cloro, ma possono essere utilizzati anche altri composti del cloro oppure i raggi ultravioletti.

## LA RETE DELL'ACQUEDOTTO ED I SERBATOI DI ACCUMULO

L'acqua potabile deve essere trasportata dal punto di approvvigionamento agli utilizzatori finali nelle quantità necessarie e questa funzione è svolta dalla rete di distribuzione e dai serbatoi di accumulo.

Poiché i punti di presa, possono essere diversi, numerosi possono essere anche le reti, che vengono connesse per garantire meglio la disponibilità di acqua. Tutta la rete viene costantemente controllata per evitare perdite, rotture o infiltrazioni.

Lungo la rete l'acqua può scorrere sfruttando il dislivello naturale del terreno, sfruttando il principio dei vasi comunicanti se c'è un serbatoio sopraelevato, oppure può essere necessario pomparla utilizzando elettropompe per il mantenimento di una determinata pressione.

Spesso gli acquedotti sono dotati di serbatoi di accumulo che hanno una duplice funzione: fornire una riserva d'acqua per i momenti di punta in cui massimi sono i consumi d'acqua da parte dei cittadini e, nel caso in cui siano sopraelevati (o su rilievi naturali o costruiti appositamente), permettere all'acqua di raggiungere tutti i cittadini senza necessità di utilizzare pompe elettriche, per caduta sfruttando il dislivello.

I serbatoi di accumulo sono realizzati utilizzando materiali che non modificano le caratteristiche di qualità delle acque e normalmente l'ingresso e l'uscita sono poste in posizioni differenti per consentire all'acqua di rimanere in movimento e garantirne il ricambio. Normalmente l'acqua captata non resta fra la rete ed il serbatoio più di 24 ore prima di giungere al nostro rubinetto. L'acqua che beviamo è quindi sempre "freschissima" ovvero appena prelevata dall'ambiente.

Siamo all'ultima parte del viaggio dell'acqua "addomesticata" dall'uomo: attraverso la rete dell'acquedotto e gli allacciamenti presenti in ogni casa, l'acqua arriva fino al nostro rubinetto, sempre a nostra disposizione in qual-

siasi ora del giorno e in tutte le stagioni dell'anno. Presso ogni utenza poi è presente un contatore che contabilizza l'acqua consumata da ogni utente che verrà fatturata nella bolletta. Ma ci siamo mai chiesti quanto costa l'acqua? E perché costa? Quanto lavoro c'è dietro al semplice gesto di aprire il rubinetto?

C'è l'impegno di tante persone che si occupano della ricerca dell'acqua, della perforazione e realizzazione di pozzi, delle riparazioni di perdite, delle analisi, dei controlli e della manutenzione delle reti distributive. Vengono impiegati attrezzature, macchinari e sistemi di telecontrollo e viene consumata una grande quantità di energia elettrica per pompare l'acqua.

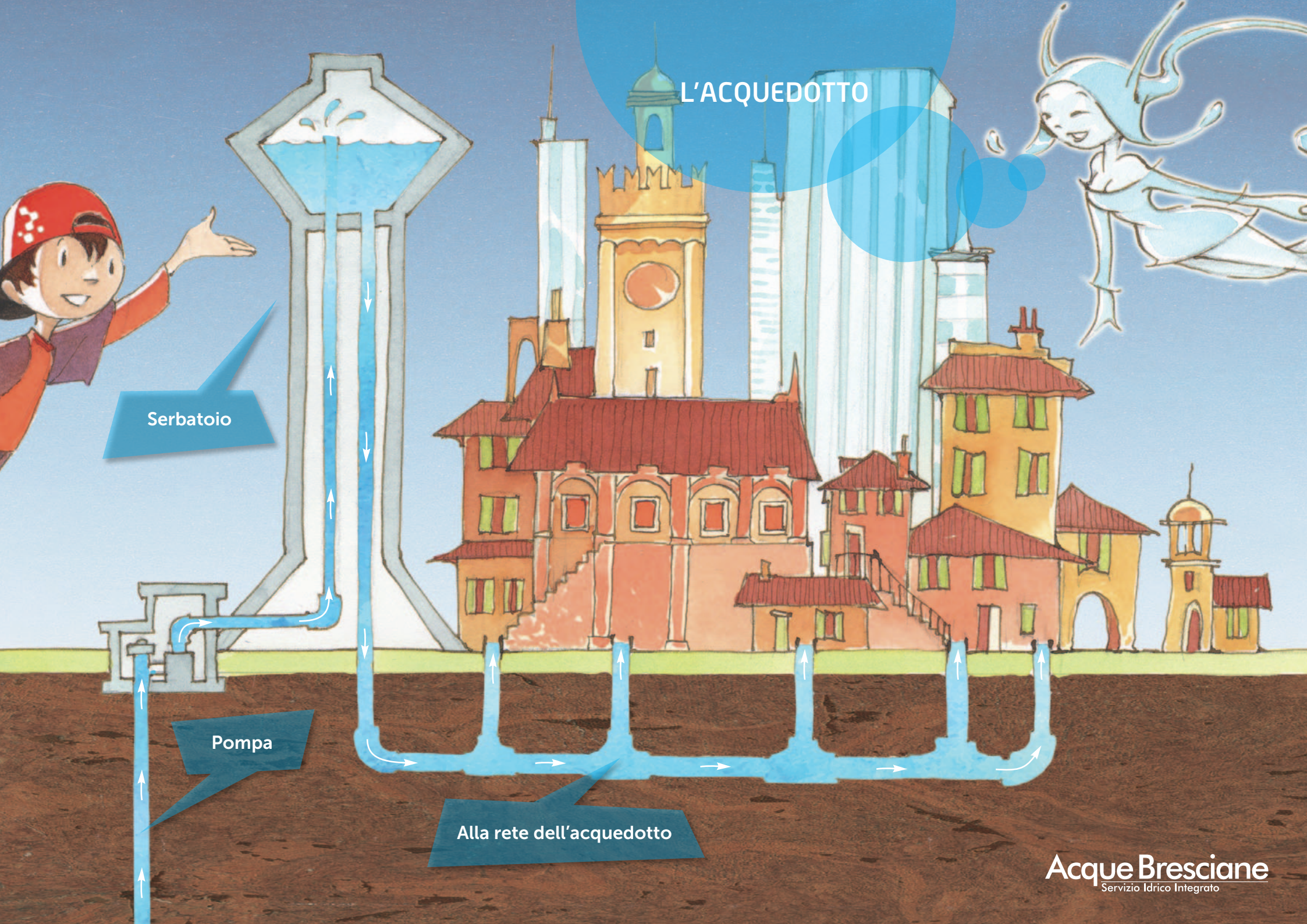
Dietro il semplice gesto di aprire un rubinetto c'è tutto questo: molto lavoro e un'organizzazione complessa apparentemente invisibili.



Serbatio pensile



# L'ACQUEDOTTO



Serbatoio

Pompa

Alla rete dell'acquedotto



# IL CONSUMO DELL'ACQUA



## QUANTA ACQUA CONSUMIAMO

Noi siamo abituati alla presenza dell'acqua nella nostra casa: apriamo il rubinetto e ne scende quanta ne vogliamo, possiamo fare il bagno o la doccia, lavare i vestiti e dar da bere al giardino in qualsiasi momento.

È così facile per noi avere l'acqua che non riusciamo a immaginare come può essere diversa la vita per quelle popolazioni che hanno a disposizione pochissima acqua. Eppure, non molti anni fa, l'acqua non arrivava in tutte le case e alcuni dei nostri nonni quando erano piccoli dovevano andare a prenderla fuori dalla casa e pomparla a mano.

Dovremo quindi riflettere su tutto il lavoro che viene fatto per portare l'acqua nelle nostre case e imparare a utilizzarla bene, senza sprechi. È stato calcolato che ognuno di noi Italiani consuma in media ogni giorno una quantità superiore a 200 litri d'acqua, una quantità molto grande se pensiamo che un abitante dell'India ne utilizza solo 20. Un abitante degli Stati Uniti ne consuma fino a 600 litri al giorno ed in alcuni stati dell'Africa gli uomini ne hanno a disposizione meno di 10 litri.

Ai paesi dell'area OCSE (Stati Uniti, Canada, Europa, Giappone, Australia e Nuova Zelanda), con consumi molto elevati, si sono aggiunti negli ultimi anni circa un miliardo di persone dei paesi di nuova industrializzazione (Cina, India Malesia, Indonesia, Brasile, Argentina, Ucraina Sud Africa ed altri) che hanno raggiunto ormai dei livelli di consumo paragonabili a quelli dei paesi dell'area OCSE.

Degli oltre 200 litri che consumiamo noi italiani, la maggior parte serve per la pulizia personale e per lo scarico del WC, per lavare bucato ed i piatti, per lavare l'auto e per dare da bere al giardino e solo una minima parte per bere e cucinare (pochi litri al giorno a persona).

## COME RISPARMIARE ACQUA

È molto importante che ciascuno dia il suo contributo nel limitare il consumo e lo spreco di acqua, sia diretto che indiretto, in quanto si tratta di una risorsa preziosa e non illimitata oltre a non avere alternative né sostituti. Seppur rinnovabile, l'acqua dolce superficiale e sotterranea è una risorsa limitata e vulnerabile che potrebbe diventare scarsamente disponibile.

Fino ad oggi alla crescente domanda nel mondo si è risposto con un aumento dell'offerta attraverso aumento del numero di pozzi, realizzazione dighe e serbatoi e trasferimento dell'acqua dove ne serviva di più. Però la possibilità di continuare ad aumentare le forniture ha raggiunto una soglia critica ed è quindi opportuno integrare una maggiore offerta con una migliore gestione della domanda e soprattutto una riduzione del consumo complessivo.

Ecco alcune semplici azioni quotidiane che possiamo imparare per ridurre facilmente i consumi di acqua:

**1** Facciamo aggiustare immediatamente i rubinetti che perdono. È stato calcolato infatti che un rubinetto che gocciola fa perdere circa 5000 litri ogni anno; uno spreco che si riflette anche sulla nostra bolletta. Controlliamo anche che non ci siano perdite nelle tubature: esse non sono visibili, ma ci si può rendere conto vedendo se il contatore "gira" anche quando tutti i rubinetti sono chiusi.

**2** Non lasciamo aperti inutilmente i rubinetti dell'acqua quando ci laviamo le mani o i denti: basta un piccolo gesto per risparmiare grandi quantità di acqua.

**3** Possiamo anche applicare sui rubinetti dei dispositivi di aerazione. Questi immettono dell'aria nel getto d'acqua, rendendolo voluminoso e diminuendo la quantità d'acqua usata.

**4** Scegliamo di fare la doccia al posto del bagno, perché occorre molta più acqua per riempire la vasca, in confronto a quella che viene usata per la doccia. Per chi vuole risparmiare ulteriormente acqua si possono comprare dei sistemi di erogazione che riducono la potenza del getto (da 18 a 12 litri al minuto) senza diminuirne l'efficacia. Naturalmente se stiamo tanto tempo sotto la doccia consumeremo più acqua che a fare il bagno!

**5** Tutte le volte che andiamo in bagno utilizziamo lo sciacquone del WC. Purtroppo però quando premiamo il bottone dello scarico vengono erogati sempre tutti i 9 litri d'acqua che sono contenuti nella cassetta, anche se per la maggior parte dei casi non è necessario, perché spesso ne bastano di meno. Utilizzando sciacquoni con quantità d'acqua regolabile (con doppio bottone da 9 o 4 litri, o con un rubinetto) si potrebbe risparmiare moltissimo, infatti è stato calcolato che una famiglia di 4 persone può risparmiare 4000 litri all'anno.

**6** Quando utilizziamo la lavatrice e la lavastoviglie facciamo sempre lavorare a pieno carico e, se è il momento di cambiare uno di questi elettrodomestici, scegliamo quelli che possiedono sistemi di risparmio dell'acqua.

**7** Quando bagniamo l'orto o il giardino controlliamo i tempi e i momenti di irrigazione, per fornire al terreno solo la quantità necessaria e quando c'è effettivamente bisogno. Inoltre è utile sapere che l'acqua di lavaggio di frutta e verdura e di cottura dei cibi può essere utilizzata per irrigare aiuole e vasi, non solo per risparmiare acqua, ma anche perché quest'acqua è ricca di sostanze nutrienti per le piante.

**8** Infine, utilizziamo la spugna e il secchio piuttosto che la canna dell'acqua per lavare l'auto e non laviamola troppo spesso.

## L'IMPRONTA IDRICA

L'acqua viene utilizzata dai cittadini per i propri bisogni personali, ma anche nell'agricoltura e nell'industria ed ogni attività ed ogni prodotto ha una sua "impronta idrica" rappresentata dalla quantità di acqua che è stata utilizzata per arrivare a quel bene, a quel prodotto, ad un determinato servizio.

Se consideriamo, infatti, la quantità di acqua dolce utilizzata per creare beni di consumo, ad esempio andando a vedere quanta acqua viene impiegata per trasformare le materie prime o per generare l'elettricità che alimenta il processo di produzione, scopriremo che tutti gli oggetti di cui ci circondiamo portano con sé un loro contenuto d'acqua, detto "acqua virtuale", "impronta idrica" o "water footprint".

Il primo a teorizzare il concetto di acqua virtuale è stato il professor John Anthony Allan del King's College London e School of Oriental and African Studies, nel 1993. È stato in seguito il Prof. Arjen Y. Hoekstra a raffinare questa teoria, creando l'indicatore dell'"Impronta Idrica".

Ecco perché bere una tazzina di caffè da 125 ml., ad esempio, significa in realtà bere 140 litri di acqua virtuale. Una t-shirt di cotone porta con sé 2.000 litri d'acqua virtuale, mentre un kilo di carne di manzo necessita addirittura di oltre 15.500 litri di acqua virtuale.

L'importazione di merci prodotte lontano dal paese di utilizzo porta quindi con sé questo trasferimento di acqua virtuale, possiamo utilizzare in Italia merci che hanno consumato moltissima acqua nel paese in cui sono state prodotte e non direttamente qui dove vengono utilizzate e/o consumate.

Il consumo idrico di una Nazione deve quindi tenere conto anche dell'acqua necessaria a fabbricare i prodotti che vengono importati dall'estero con il loro carico di acqua virtuale.

Per fare alcuni esempi il consumo Europeo si basa fortemente su risorse idriche disponibili all'esterno dell'Europa stessa: siamo grandi importatori di zucchero, cotone, caffè, soia, riso da paesi quali Colombia, Brasile, Thailandia.



# L'ACQUA CHE ESCE DALLE NOSTRE CASE: IL DEPURATORE



## UN PO' DI STORIA

Man mano che la vita dell'uomo da nomade divenne stanziale e cominciarono a formarsi delle città il problema della raccolta delle acque di scarico cominciò a porsi in maniera rilevante. Gli Assiri ed i Babilonesi furono i primi a costruire una serie di canali per portare in città l'acqua pulita e dei sistemi fognari per trasportare fuori l'acqua sporca, raccogliendo gli scarichi di molte abitazioni. La sola città di Babilonia contava quasi un milione di abitanti intorno all'anno 1000 a.c. e gli scarichi erano gestiti in maniera unitaria. Ma l'opera ingegneristica più rilevante l'hanno fatta gli antichi Romani con la costruzione della Cloaca Maxima. Plinio il Vecchio la definì "l'opera più grandiosa in assoluto". Si tratta di una rete di canali inizialmente a cielo aperto e quindi interrati realizzati per raccogliere le acque insalubri di alcune zone di Roma antica e farle defluire nel Tevere. La Cloaca Maxima fu realizzata da Tarquinio il Superbo nel VII secolo a.C. e divenne così il più grande collettore di acque bianche e nere della città, ancora oggi in parte funzionante e percorribile, nonostante modifiche e ristrutturazioni in ogni epoca. Nell'Ottocento la cloaca fu collegata al collettore della rete fognaria urbana, divenendo così parte integrante del sistema fognario attuale della città di Roma. Presso il Ponte Palatino, sulla sponda sinistra del Tevere, è visibile lo sbocco della Cloaca nel Fiume Tevere.



La Cloaca Maxima di Roma.  
(da <http://www.bsr.ac.uk/la-cloaca-maxima-tra-la-subura-e-il-foro-romano-le-nuove-indagini>)



## GLI SCARICHI E LE FOGNATURE

L'acqua giunta nelle nostre case con la rete dell'acquedotto viene utilizzata e "sporcata" e quindi scende negli scarichi che confluiscono nelle fognature. Le acque di scarico delle abitazioni, dette "acque nere", vengono raccolte dalle tubazioni di scarico e vengono immesse nella fognatura. Le acque delle precipitazioni, che dilavano i tetti, i piazzali e le strade, sono dette invece "acque bianche" ed hanno caratteristiche diverse dalle "acque nere"; esse vengono incanalate nei tombini e caditoie stradali e di qui possono essere immesse nella rete fognaria oppure raccolte separatamente. Tutte le nuove costruzioni civili ed industriali devono prevedere la separazione delle due fognature (bianche e nere) per rendere più efficiente la depurazione che è necessaria presso un depuratore biologico solo per le acque nere.

Normalmente, però, le reti fognarie sono state realizzate molti anni fa e sono miste, cioè raccolgono sia acque nere che acque bianche, il che provoca problemi di gestione soprattutto durante forti precipitazioni. Poiché le precipitazioni avvengono occasionalmente e talvolta in maniera violenta, la fognatura può rivelarsi insufficiente a trasportare un eccessivo volume di acque che vengono poi trasportate al depuratore. Le acque "nere" e le acque "bianche" devono essere trattate prima di essere immesse nelle acque superficiali, ma hanno necessità di trattamento differente; per le acque bianche sono sufficienti trattamenti molto semplificati (fisici) mentre per le acque nere sono necessari trattamenti biologici perché il contenuto di sostanze inquinanti, in particolare modo di nutrienti (Carbonio Fosforo Azoto) è elevato e superiore a quello delle acque bianche.

Gli scarichi civili devono essere sottoposti ad un processo di depurazione per poter essere rilasciati nell'ambiente, senza provocare danni agli ecosistemi naturali. Quando sono immessi direttamente in un fiume o un lago, vengono aggrediti dai microrganismi aerobi, che li degradano utilizzando molto Ossigeno. La presenza di grandi quantità di nutrienti (in particolare

se si uniscono ai fertilizzanti azotati provenienti dall'agricoltura), porta le alghe a riprodursi a dismisura e quindi a consumare tutto l'Ossigeno disciolto nell'acqua, a spese degli altri esseri viventi che muoiono. Al loro posto si sviluppano dei microrganismi anaerobi, cioè che vivono in assenza di Ossigeno, i quali trasformano le sostanze organiche in sostanze tossiche e maleodoranti: è il fenomeno dell'eutrofizzazione.

Nelle acque di scarico che giungono ad un depuratore civile possono quindi esserci: materiali solidi grossolani, particelle solide sospese e sostanze oleose, che derivano principalmente dal dilavamento delle strade; sostanze organiche biodegradabili quali detersivi, saponi, residui organici, scarichi fecali provenienti dagli scarichi delle abitazioni; eventuali scarichi industriali, con caratteristiche analoghe a quelli civili.

## LA DEPURAZIONE DELL'ACQUA

Le leggi dello Stato prevedono che tutte le acque utilizzate dall'uomo per essere scaricate direttamente nei fiumi e nei laghi debbano possedere determinate caratteristiche di qualità e nel caso in cui non rispettino i limiti previsti dalle normative in materia, devono essere immesse nel sistema fognario che le porta a un depuratore. Ma anche le acque scaricate nelle fognature devono possedere determinati requisiti di qualità.

Le fognature raccolgono infatti l'acqua scaricata dalle abitazioni ed attraverso dei collettori la conducono ad un impianto di depurazione che utilizza un processo biologico per depurarle. Solo le acque delle abitazioni e quelle di alcune attività le cui caratteristiche sono analoghe possono entrare nelle fognature. Tutte le altre acque di scarico industriali ed agricole con caratteristiche non compatibili con un processo di depurazione biologico necessitano di specifici trattamenti e quindi di specifici depuratori che utilizzano trattamenti chimico-fisici.



Grigliatura e sollevamento all'ingresso di un depuratore

I liquami scorrono in tubazioni sotterranee di diametro via via maggiore, man mano che si uniscono ai liquami provenienti da altre zone. Per la presenza di materiali di diverso ingombro e consistenza è molto facile che si formino dei tappi lungo le fognature. Per questo lungo il percorso vi sono numerose stazioni di controllo, dove viene costantemente controllato lo scorrimento del liquame e da cui si può procedere efficacemente alla rimozione del materiale che intasa le tubazioni immettendo getti d'acqua a forte pressione. Giunti al depuratore essi vengono sollevati a un' altezza necessaria a garantire una lieve pendenza per tutto il percorso interno all'impianto di depurazione.

L'impianto di depurazione è costituito da grandi vasche e da complessi macchinari dove avvengono processi fisico-chimici e soprattutto biologici, che riproducono l'attività naturale di auto depurazione a una velocità mille volte maggiore. Il funzionamento dell'impianto di depurazione viene costantemente tenuto sotto controllo analizzando i parametri chimici e biologici delle acque nelle varie fasi del processo, per assicurarsi che lo svolgimento sia regolare.

## TRATTAMENTI PRELIMINARI

Per impedire l'ingresso di materiali grossolani (rami, plastiche, salviettine...), che potrebbero intasare il depuratore, l'acqua in arrivo viene fatta passare attraverso un sistema di griglie. La griglia grossolana viene tenuta costantemente pulita da un pettine mobile, che raccoglie i materiali rimasti imprigionati e li deposita in un cassonetto per essere trasportati in discarica. A questa operazione può seguire una "grigliatura fine", per eliminare anche i materiali di dimensioni più piccola (bastoncini di plastica, residui di cibo, mozziconi di sigarette...). Le acque della fognatura, una volta "grigliate", vengono sollevate mediante pompe ad una quota superiore, perché entrino più facilmente nell'impianto di depurazione e da qui scendono per gravità lungo le diverse vasche di trattamento.

I liquami vengono poi immessi in vasche ampie e profonde, dove i materiali più fini e pesanti, come le sabbie e materiali simili, si depositano sul fondo (dissabbiatura). Contemporaneamente i grassi e gli olii, che sono più leggeri, si stratificano in superficie e possono essere rimossi (disoleatura). L'accumulo e l'eliminazione di queste sostanze sono garantite dalla particolare geometria della vasca e dal movimento dell'aria appositamente insufflata.



Vasca di pretrattamento di sabbatura e di soleatura.

## PROCESSO BIOLOGICO

A questo punto gli scarichi, che contengono ancora gran parte delle sostanze inquinanti disciolte, vengono immessi nelle vasche nelle quali avviene il vero e proprio processo di depurazione. Si tratta del processo biologico costituito da diverse fasi: denitrificazione, nitrificazione, ossidazione biologica, stabilizzazione fanghi. Nel caso in cui l'acqua che esce debba contenere minime quantità di composti azotati, come i nitriti e i nitrati, si può ricorrere alla "denitrificazione biologica". Questa reazione viene operata da particolari batteri che in assenza dell'Ossigeno atmosferico (condizioni anossiche) utilizzano quello contenuto nelle sostanze azotate, trasformandole in Azoto gassoso che si libera nell'aria. Per questo nella "vasca di denitrificazio-

ne" non viene immessa aria, come in quella di ossidazione, ma i liquami vengono agitati lentamente. Questo processo non sempre necessario precede quello di ossidazione aerobica.

Nelle vasche di ossidazione sono presenti numerose specie di microrganismi capaci di degradare, in presenza di Ossigeno, la sostanza organica presente in soluzione o sospensione, trasformandola in sostanza inorganica pronta a rientrare nel ciclo naturale. I microrganismi si accrescono rapidamente nutrendosi della sostanza organica e si aggregano in colonie chiamate "fiocchi", di colore marrone e delle dimensioni di circa un millimetro, che costituiscono i fanghi attivi. Le vasche di ossidazione sono studiate e realizzate per favorire uno sviluppo concentrato di questi organismi, soprattutto fornendo loro grandi quantità di Ossigeno di cui hanno bisogno per la loro attività metabolica, insufflando aria, cosa che provoca il ribollire caratteristico di queste vasche. Questo processo è simile all'autodepurazione che avviene in natura, ma viene di molto accelerato. Nei corsi d'acqua vi sono diverse specie di microrganismi che degradano la sostanza organica eventualmente presente, mentre l'Ossigeno consumato nel processo viene facilmente rimpiazzato da quello atmosferico, che si scioglie facilmente nelle acque che scorrono velocemente e formano cascate.

## SEDIMENTAZIONE FINALE

A questo punto l'acqua viene immessa nella vasca di sedimentazione finale. In questa vasca i fanghi biologici provenienti dalle vasche del processo biologico vengono separate dal liquame depurato.

Qui regna una grande calma, l'acqua viene lasciata ferma ed i fiocchi di fango precipitano sul fondo dove vengono raccolti ed in parte ricircolati nella vasca di ossidazione, mentre l'acqua, ormai liberata dalle sostanze che la inquinavano, esce lungo il perimetro della vasca.



Vasca di sedimentazione finale





# IL DEPURATORE

Fognatura  
in ingresso

Grigliatura

Sollevamento

Dissabbiatura  
e disoleatura

Processo  
biologico

Ricircolo fanghi

Ispessimento fanghi

Sedimentazione  
finale

Acqua depurata

Disidratazione fanghi

Al fiume

Filtrazione  
Disinfezione







Uscita dell'acqua depurata dalla vasca di sedimentazione.

L'acqua che esce dalla vasca di sedimentazione è depurata e può essere scaricata direttamente nelle acque superficiali, tuttavia a volte, viene effettuata una filtrazione finale e/o disinfezione.

## TRATTAMENTO DEI FANGHI

Anche i fanghi, "rifiuto" del processo di depurazione, hanno la loro linea di trattamento costituita da diverse fasi: stabilizzazione, ispessimento, disidratazione e smaltimento. Poiché i fanghi aumentano continuamente, la parte che è in eccesso deve essere eliminata. Una parte del fango precipitato sul fondo della vasca di sedimentazione viene pompato di nuovo nella vasca di ossidazione, mentre la parte in eccesso viene trattata per essere smaltita. I fanghi vengono trattati mediante una mineralizzazione, chiamata "digestione" perchè il substrato è rappresentato dalla massa batterica stessa. Questo processo può avvenire in presenza o in assenza di Ossigeno. Nel caso della digestione in assenza di Ossigeno il prodotto è una miscela di

vari gas, tra cui metano, chiamata "biogas", che può essere sfruttata per la produzione di energia elettrica e termica. La digestione dei fanghi può anche avvenire con un processo aerobico cioè in presenza di ossigeno. Questo processo è tipico in impianti medio piccoli e sfrutta gli stessi principi che regolano l'ossidazione nelle vasche del trattamento biologico. Il fango viene sottoposto ad una aerazione forzata per permettere ai batteri aerobi di completare la degradazione e rendere più stabili i fanghi.

Dopo la digestione i fanghi hanno perso gran parte della loro sostanza organica e sono quindi più stabili, incapaci cioè di subire ulteriori reazioni, contengono però molta acqua (98-99%), che deve essere eliminata mediante "vasche di ispessimento" e trattamenti di disidratazione mediante l'utilizzo di filtro presse o centrifughe.

Il fango disidratato, dopo essere stato analizzato può venire utilizzato in un impianto di compostaggio insieme ad altri residui organici provenienti da raccolta differenziata per produrre compost. Se le analisi a cui è periodicamente sottoposto rivelassero la presenza di sostanze inquinanti oltre i limiti consentiti dalla legge, verrà smaltito in discarica o in un impianto di incenerimento rifiuti.

Fango prodotto dal processo di centrifugazione a valle di un depuratore biologico.





1000%  
ACQUA

APPROFONDIMENTI  
ED ESPERIENZE



# APPROFONDIMENTI

## APPROFONDIMENTO 1 UNO SGUARDO INTERNAZIONALE AL MONDO DELL'ACQUA

La gestione delle risorse idriche non è un problema limitato ai singoli Continenti, Stati, Comuni o ai singoli bacini idrografici, ma è necessario un approccio unitario. L'acqua è sempre più una risorsa globale, tutti i paesi, oltre al diretto utilizzo dell'acqua, che non si ferma ai confini amministrativi, importano ed esportano acqua in forma virtuale, ossia sotto forma di prodotti e merci, in particolare agroalimentari. Negli anni sono stati enunciati princi-

pi, create organizzazioni mondiali ed occasioni di incontro per discutere del problema, oltre a dare alcune indicazioni generali a cui attenersi per preservare la risorsa acqua.

Riportiamo qui sotto un estratto dall'introduzione di Mikhail Gorbaciov (quale presidente di Green Cross International) al numero speciale «Water: the globe's most precious resource» che Civilization, il magazine della Libreria del Congresso Usa, ha dedicato all'acqua e alla crisi idrica mondiale, presentato il 10 ottobre 2000. «L'acqua, come la religione e l'ideologia, ha il potere di muovere milioni di persone. Sin dalla nascita della civiltà umana, i popoli si sono trasferiti in

prossimità dell'acqua. I popoli si spostano quando l'acqua è troppo scarsa e quando ce n'è troppa. I popoli viaggiano sull'acqua. I popoli scrivono, cantano, danzano e sognano l'acqua. I popoli combattono per l'acqua e tutti, in ogni luogo e ogni giorno, ne hanno bisogno. Ne abbiamo bisogno per bere, per cucinare, per lavare, per l'agricoltura, per le industrie, per l'energia, per i trasporti, per i riti, per il divertimento, per la vita. E non siamo soltanto noi esseri umani ad averne bisogno: ogni forma di vita dipende dall'acqua per la propria sopravvivenza».

## CARTA EUROPEA DELL'ACQUA

Già dagli anni '60 ci si rese conto e si prese atto della vulnerabilità e della non esauribilità della risorsa idrica. 45 anni fa, il Consiglio d'Europa, il 6 maggio 1968, adottò la Carta Europea dell'Acqua: costituita da 11 punti nei quali viene definita l'acqua quale risorsa per tutti e sono riassunti i propositi per la tutela e salvaguardia della risorsa stessa per tutti i Paesi della Comunità Europea.

- 1) Non c'è vita senza acqua. L'acqua è un bene prezioso, indispensabile a tutte le attività umane.
- 2) Le disponibilità di acqua dolce non sono inesauribili. È indispensabile

preservarle, controllarle e, se possibile, accrescerle.

3) Alterare la qualità dell'acqua significa nuocere alla vita dell'uomo e degli altri esseri viventi che da lui dipendono.

4) La qualità dell'acqua deve essere tale da soddisfare tutte le esigenze delle utilizzazioni previste, ma deve soprattutto soddisfare le esigenze della salute pubblica.

5) Quando l'acqua, dopo essere stata utilizzata, è restituita al suo ambiente naturale, essa non deve compromettere i possibili usi, tanto pubblici che privati che in questo ambiente potranno essere fatti.

6) La conservazione di una copertura vegetale appropriata, di preferenza forestale, è essenziale per la conservazione delle risorse idriche.

7) Le risorse idriche devono formare oggetto di inventario.

8) La buona gestione dell'acqua deve formare oggetto di un piano stabilito dalle autorità competenti.

9) La salvaguardia dell'acqua implica uno sforzo importante di ricerca scientifica, di formazione di specialisti e di informazione pubblica

10) L'acqua è un patrimonio comune, il cui valore deve essere riconosciuto da tutti. Ciascuno ha il dovere di economizzarla ed utilizzarla con cura.



11) La gestione delle risorse idriche dovrebbe essere inquadrata nel bacino naturale piuttosto che entro frontiere amministrative e politiche

12) L'acqua non ha frontiere. Essa è una risorsa comune, che necessita di una cooperazione internazionale.

### LA GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Il 22 dicembre 1992 le Nazioni Unite, con una Risoluzione, hanno istituito la Giornata Mondiale dell'Acqua (World Water Day) all'interno delle indicazioni previste da Agenda 21, risultato della conferenza di Rio. Il Summit della Terra tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992 è stata la prima Conferenza Mondiale dei capi di Stato sull'Ambiente.

La Giornata Mondiale dell'Acqua è stata fissata il giorno 22 di marzo di ogni anno, quale occasione per riflettere sul problema, prenderne coscienza e iniziare a mettere in atto nuove abitudini nel nostro rapporto quotidiano con l'acqua; le Nazioni Unite invitano gli Stati Membri a dedicare questo giorno alla promozione di attività concrete all'interno dei loro paesi per l'informazione e la sensibilizzazione su questa fondamentale risorsa.

In una successiva Risoluzione ONU del 9 febbraio 2004 è stato indicato il periodo compreso fra il 2005 ed il 2015 quale "Decennio Internazionale per l'Azione: Acqua per la Vita".

### CONSIGLIO MONDIALE SULL'ACQUA

Il Consiglio Mondiale sull'Acqua (nome ufficiale World Water Council o WWC), nato nel 1996, è una organizzazione internazionale con sede a Marsiglia la cui missione è promuovere consapevolezza, costruire impegno politico e dare impulso ad azioni relativamente ai problemi critici di tutti i livelli inerenti l'acqua. In particolare l'organizzazione si propone di sostenere le pratiche di conservazione, protezione, sviluppo e gestione dell'acqua su basi sostenibili dal punto di vista ambientale.

In aggiunta agli stati membri, una serie di organizzazioni non governative hanno utilizzato il giorno internazionale per l'acqua come un momento per sensibilizzare l'attenzione del pubblico sulla critica questione dell'acqua nella nostra era, con occhio di riguardo all'accesso all'acqua dolce e alla sostenibilità degli habitat acquatici. Ogni tre anni dal 1997, per esempio, il "Consiglio Mondiale sul-

l'Acqua" ha coinvolto migliaia di persone nel Forum Mondiale dell'Acqua (World Water Forum) durante la settimana in cui cadeva il Giorno Internazionale dell'acqua.

### ACQUA DIRITTO UNIVERSALE E FONDAMENTALE

Il 28 luglio 2010 a New York l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha approvato una risoluzione che riconosce l'accesso all'acqua potabile ed ai servizi igienico sanitari tra i diritti umani universali e fondamentali.

La risoluzione sottolinea che l'acqua potabile e per uso igienico, oltre ad essere un diritto di ogni uomo, più di altri diritti umani, concerne la dignità della persona, è essenziale al pieno godimento della vita, è fondamentale per tutti gli altri diritti umani.

La risoluzione non è vincolante, ovvero afferma un principio che ancora raccomanda (non obbliga) gli Stati ad attuare iniziative per garantire a tutti un'acqua potabile, accessibile a prezzi economici. Altri documenti dell'ONU avevano affermato il diritto all'acqua come diritto di alcune categorie di persone, ma mai come diritto universale.

«È ormai tempo di considerare l'accesso all'acqua potabile e ai servizi sanitari

nel novero dei diritti umani, definito come il diritto uguale per tutti, senza discriminazioni, all'accesso ad una sufficiente quantità di acqua potabile per uso personale e domestico – per bere, lavarsi, lavare i vestiti, cucinare e pulire se stessi e la casa – allo scopo di migliorare la qualità della vita e la salute. Gli Stati nazionali dovrebbero dare priorità all'uso personale e domestico dell'acqua al di sopra di ogni altro uso e dovrebbero fare i passi necessari per assicurare che questa quantità sufficiente di acqua sia di buona qualità, accessibile economicamente a tutti e che ciascuno la possa raccogliere ad una distanza ragionevole dalla propria casa».

### 2013 - ANNO INTERNAZIONALE PER LA COOPERAZIONE IDRICA

Il 20 dicembre 2010 L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha adottato all'unanimità la Risoluzione intitolata: "Anno Internazionale per la Cooperazione nel Settore Idrico - 2013". Qui viene sottolineata l'importanza cruciale dell'acqua nei processi di sviluppo sostenibile, inclusa l'integrità dell'ambiente e l'eliminazione della povertà e della fame. L'assemblea esprime la propria preoccupazione per i risultati lenti e discontinui legati

al raggiungimento dell'obiettivo di dimezzare la percentuale delle persone che non hanno accesso all'acqua potabile ed ai servizi igienici di base. Per accelerare il raggiungimento degli obiettivi internazionalmente riconosciuti riguardanti le risorse idriche ha quindi dichiarato l'anno 2013 "Anno Internazionale per la Cooperazione nel Settore Idrico" invitando il Segretario Generale, in collaborazione con UN-Water a prendere le misure necessarie all'organizzazione delle attività dedicate a sviluppare proposte a tutti i livelli affinché gli Stati membri sostengano con iniziative concrete tale Anno e partecipino alla sensibilizzazione circa le problematiche legate alla scarsità di acqua.

L'anno è stato ufficialmente aperto a Parigi, alla sede UNESCO, il giorno 11 febbraio 2013 da Michel Jarraud Presidente di UN Water e da Irina Bokova, direttore Generale UNESCO.



## APPROFONDIMENTO 2 I CONTROLLI ANALITICI DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

La qualità dell'acqua destinata ad uso umano viene periodicamente controllata, sia dal punto di vista chimico che microbiologico.

Per soddisfare le esigenze sanitarie e garantire la protezione all'utilizzo sono state stabilite prescrizioni legislative che sono contenute nel Dgls 31/01 "Attuazione della Direttiva 98/83CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano". Tale normativa definisce i parametri di valutazione per le caratteristiche qualitative dell'acqua, distinguendoli in:

- 1) parametri microbiologici
- 2) parametri chimici
- 3) parametri indicatori

Per ogni parametro sono stabiliti dei valori di parametro da rispettare nell'acqua dell'acquedotto.

In circostanze eccezionali, la Regione permette la possibilità di deroghe su alcuni parametri sempre nell'attenzione di non pregiudicare la salute umana.

I controlli sono realizzati sia dai soggetti gestori (controlli interni) sia dalle autorità sanitarie ASL (controlli ester-

ni), indispensabili per verificare le caratteristiche dell'acqua; solo i controlli dell'Azienda Sanitaria Locale (ASL) possono formalmente dare una valutazione della potabilità dell'acqua.

Gli esiti delle rilevazioni analitiche ottenute dall'ente gestore non hanno rilevanza esterna, ma la finalità dei controlli interni è nella costante verifica delle caratteristiche della qualità dell'acqua distribuita, nell'individuazione di improvvisi inquinamenti di carattere chimico e/o biologico, per poi stabilire gli interventi da adottare per tutelare le risorse idriche e la salute degli utenti.

Nell'allegato al Dgls 31/01 sono esemplificati i controlli e le frequenze delle analisi che devono essere effettuati dall'Azienda Sanitaria Locale. Il gestore non ha obblighi di effettuare analisi con una determinata frequenza, ma deve garantire la potabilità in ogni momento; per questo normalmente i controlli interni vengono effettuati più frequentemente rispetto a quanto previsto dalla normativa.

Le frequenze di campionamento e i parametri analitici di ricerca aumentano in base alla popolazione servita. I controlli devono essere intensificati in condizioni di possibile pregiudizio della qualità dell'acqua come ad esempio:

- presenza di impianti di trattamento;
- eventi meteorici eccezionali;
- lavori all'impianto di captazione e/o alla rete di distribuzione;
- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti.

Grande importanza per il controllo delle caratteristiche dell'acqua distribuita per il gestore dell'acquedotto riveste un'adeguata pianificazione dei controlli interni. I criteri che devono essere presi in considerazione per una corretta pianificazione dei campionamenti e delle analisi ai fini della tutela dell'acqua distribuita sono:

- conoscenza idrogeologica del bacino di alimentazione;
- conoscenza delle caratteristiche ambientali;
- conoscenza delle caratteristiche dell'acquedotto e della rete di distribuzione;
- conoscenza del funzionamento di eventuali impianti di trattamento presenti;
- verifiche e/o elaborazione dei dati di analisi effettuate in precedenza.

I campionamenti delle acque degli acquedotti vengono effettuati normalmente nei seguenti punti:

- opere di presa;
- vasche di accumulo;



- prima e dopo eventuali trattamenti;
- punti significativi della rete e punti occasionali, possibilmente facili da accedere.

I criteri di scelta per i punti della rete di distribuzione sono:

- la copertura uniforme dell'area di distribuzione;
- l'individuazione dei punti critici come terminali, punti di maggior ristagno, tratti di tubazione obsoleti ecc.

I parametri da ricercare devono essere mirati alla verifica della qualità e dipendono tra altro:

- dalle caratteristiche dell'acqua utilizzata;
- dalle caratteristiche dell'acquedotto (vasche di accumulo, presenza di impianti di trattamento, estensione della rete di distribuzione);
- dallo stato di conservazione delle opere di presa e della rete di distribuzione.

La modalità di esecuzione del campionamento è di fondamentale importanza per la successiva fase analitica; nessuna strumentazione o tecnica analitica è in grado di rimediare gli errori connessi durante la fase di campionamento.

I criteri essenziali da osservare per un corretto procedimento dell'esecuzione dei campionamenti sono:

- la scelta del tipo e del materiale dei contenitori di raccolta e la loro pulizia;
- il metodo di conservazione dei campioni;
- il tempo che può trascorrere tra campionamento e analisi.

Nell'allegato 2 del Dgls 31/01 vengono esemplificate le specifiche da osservare per ogni parametro analitico. Quanti di noi non si sono chiesti almeno una volta se comprare l'acqua in bottiglia o bere direttamente l'acqua del rubinetto? Abbiamo quindi pensato di aiutarvi a chiarire le idee sulle differenze tra l'acqua in bottiglia e quella del pubblico acquedotto, nonché di trovare il modo di scegliere il tipo di acqua più adatta alle vostre esigenze dandovi alcune informazioni che permettano un confronto.



### APPROFONDIMENTO 3 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA DEGLI ACQUEDOTTI E DELL'ACQUA IN BOTTIGLIA

La qualità dell'acqua in generale dipende da diversi fattori tra i quali l'origine idrogeologica del bacino acquifero. Ciò comporta una naturale variabilità nella composizione chimica e di conseguenza determina un sapore diverso dell'acqua.

La cosiddetta "bontà" di un'acqua non è da confondere con la qualità della stessa (imposta dai valori di legge che sono comunque rispettati da entrambi), ma dipende dal nostro gusto personale, cioè dalla nostra sensibilità e dalle caratteristiche organolettiche (odore, sapore, colore).

Analizziamo pertanto il significato di alcune sostanze contenute in un'acqua ed il loro effetto sulle caratteristiche organolettiche o sulla salute umana.

Sul sito del Ministero della Salute è possibile approfondire l'argomento nella sezione dedicata alle acque potabili ([www.salute.gov.it](http://www.salute.gov.it))

#### PH

Il pH indica l'acidità dell'acqua. A pH 7 l'acqua è neutra; con aumento del pH (>7) aumenta la sua basicità, mentre un abbassamento del pH (<7) la rende più acida.

#### CONDUCIBILITÀ

Questo parametro è in stretta relazione con il contenuto salino di un'acqua. Valori elevati della conducibilità sono poco graditi sotto il profilo igienico, in quanto la salinità elevata impartisce all'acqua il caratteristico sapore "salato".

#### RESIDUO FISSO

Il residuo fisso è un indicatore dei sali minerali presenti in un'acqua. In base a tale valore le acque vengono classificate ai sensi del Dlgs 105/92 e successive modifiche ed integrazioni in acque oligominerali (residuo fino a 500 mg/l), minimamente mineralizzate (<50 mg/l) e ricche di sali minerali (>1500 mg/l). Le acque oligominerali con un residuo fisso <200 mg/l sono indicate essenzialmente per le affezioni delle vie urinarie e per la gotta; le minerali possono avere differenti indicazioni secondo la tipologia della composizione. Un'acqua minimamente mineralizzata può es-

sere adatta alla preparazione di alimenti per i neonati.

### ALCALINITÀ TOTALE

Questo parametro dà una valutazione sulla quantità di carbonati, bicarbonati e idrati presenti in un'acqua. Nelle ns. acque provenienti dai pubblici acquedotti l'alcalinità è dovuta quasi esclusivamente alla presenza di bicarbonati. Le acque bicarbonate (tenore dei bicarbonati >600 mg/l) sono indicate per chi ha problemi di fegato, di diabete, negli stati di iperacidità, stimolano la diuresi e aumentano il pH urinario. Le acque carboniche sono indicate nell'iperuricemia e nelle difficoltà digestive.

### DUREZZA, CALCIO, MAGNESIO

La durezza è strettamente legata alla presenza dei sali di calcio e magnesio presenti in acqua; in genere è costituita da  $\frac{3}{4}$  di sali di calcio e per  $\frac{1}{4}$  di sali di magnesio. La durezza dell'acqua, non influisce tanto sulla salute umana quanto su quella delle condotte idriche, caldaie e elettrodomestici in genere. Un'acqua "dura" fornisce un sapore più corposo e pastoso; inoltre più è "dura" maggiore è la quantità di detersivo necessario per il bucato. In Italia la durezza viene

espressa in °F (Gradi Francesi) e classifica le acque in dolci (15-20°F), acque di durezza media (20-35°F) e acque dure (>35°F). Un'acqua con tanto calcio e magnesio è indicata ovviamente per le diete in cui vi è maggiore necessità di tali oligoelementi (p. es. riparazione di fratture, gravidanza, carenza di Calcio e Magnesio). Ma chi soffre di calcoli, che acqua dovrebbe bere? Qui dipende tutto dal tipo di calcolo che si tende a formare (e parliamo di calcolosi renale, per differenziarla da quella epatica). Per esempio, chi soffre di calcolosi di sali di calcio, dovrà ovviamente evitare acque molto "dure"; chi soffre di calcolosi uratici o di cistinuria deve tenere più alcaline le urine, magari bevendo acque bicarbonatiche o carboniche. In generale, inoltre, sono consigliate le acque oligominerali per gli effetti diuretici (Residuo fisso <200 mg/l).

### NITRATI

I nitrati sono indice di un inquinamento ambientale; la loro presenza nelle falde è essenzialmente dovuta all'uso di fertilizzanti ed alla dispersione di liquami fognari. Anche se di per se non pericolosi, possono essere ridotti in presenza di batteri specifici ai più pericolosi Nitriti, che a loro volta posso-

no ridurre l'assorbimento dell'ossigeno nel sangue e provocare la metaemoglobinemia infantile. Tuttavia studi epidemiologici hanno dimostrato che la metaemoglobinemia infantile non si è mai verificata in aree in cui la concentrazione di nitrati nell'acqua potabile era inferiore a 50 mg/l.

### SOLFATI

Nei nostri acquedotti la presenza dei solfati nelle acque di falda è dovuta alla composizione geologica del terreno che esse attraversano, la loro presenza in concentrazioni superiori ai 250 mg/l rende l'acqua più "amara" e sembra poter provocare, ad ingestione prolungata, irritazioni gastrointestinali. Le acque solfato-alcaline possono avere azione lassativa; le acque salso-solfato-alcaline favorire il metabolismo dei lipidi.

Le acque in bottiglia spesso evidenziano particolari caratteristiche chimiche ad esempio con scritte di tipo: oligominerale, favorisce la digestione, indicate per le diete povere di sodio ecc. Tali frasi possono indurre il consumatore a conclusioni sbagliate sui benefici o sull'effetto terapeutico dell'acqua acquistata.

Indichiamo quindi il significato di alcune diciture riportate sulle etichette

dell'acqua in bottiglia per rendere possibile una prima valutazione, ad esempio:

- 1) **Oligominerale**, tale scritta può esserci solo se il residuo fisso è inferiore a 500 mg/l.
- 2) **Può avere effetti diuretici**, tipico delle acque oligominerali con residuo fisso non superiore a 200 mg/l; sono causati dal basso contenuto minerale che induce una azione di "lavaggio" delle vie urinarie e uno stimolo all'eliminazione di acqua rispetto alla quantità assorbita.
- 3) **Meno di 0,002% di sodio**; 0,002% di sodio corrispondono a 20 mg/l di sodio;
- 4) **Indicata per le diete povere di sodio**; corrisponde ad acque con un tenore di sodio inferiore a 20 mg/l;
- 5) **Stimola la digestione**: qualità delle acque salso-solfato alcaline, solfureo-calciche e clorurate leggere; acque bicarbonate e acque carboniche.

Normalmente l'acqua erogata dagli acquedotti comunali gestiti da Acque Bresciane corrisponde alle caratteristiche richieste dalla legge e viene distribuita in rete senza subire trattamenti di potabilizzazione; rari sono i casi in cui è opportuno un trattamento prima di immettere l'acqua nella rete dell'acquedotto (osmosi inversa,

carboni attivi, ...). L'acqua può quindi essere immessa direttamente in rete o previa disinfezione con utilizzo di Biossido di Cloro.

Il Biossido di Cloro è un prodotto chimico ottenuto con la miscelazione controllata di due sostanze chimiche: "Acido Cloridrico" e "Clorito di Sodio". Il Biossido di Cloro, utilizzato in tutto il mondo con innumerevoli applicazioni ed autorizzato dall'autorità sanitaria, viene usato nella disinfezione dell'acqua poiché:

- Igienicamente sicuro; garantisce la purezza microbiologica dell'acqua che arriva nelle abitazioni, già a basse concentrazioni e senza alcun pericolo per la salute;
- Garantisce un'azione di lunga durata;
- Agisce come sterilizzante, prevenendo la formazione di depositi, incrostazioni e l'accumulo di sostanze maleodoranti all'interno delle condotte idriche.

Durante il confezionamento delle acque in bottiglia, la disinfezione viene eseguita tramite raggi ultravioletti (UV) che hanno il vantaggio di non modificare il sapore e l'odore dell'acqua. La sua azione è però limitata al punto di irradiazione. Trattandosi di un sistema fisico, non lascia all'acqua alcun residuo attivo che possa di-

struggere eventuali germi o batteri che dovessero presentarsi in tratti lontani dall'apparecchiatura e in tempi successivi al trattamento come nel caso di un acquedotto che è composto da vari km di rete ed eventuali serbatoi di accumulo.

Una importante differenza fra l'acqua dell'acquedotto e quella in bottiglia consiste nel tempo di stoccaggio.

L'acqua dell'acquedotto viene erogata e distribuita direttamente nella rete idrica ed accumulata nel serbatoio dove non viene stoccata per più di 24 ore. L'acqua in bottiglia invece viene stoccata presso l'impianto di confezionamento, i magazzini grossisti, i supermercati per poi arrivare nelle nostre case. Il tempo tra i vari passaggi può superare anche i 6 mesi.

Per confrontare la qualità delle acque dal punto di vista chimico abbiamo riportato sul sito di Acque Bresciane ([www.acquebresciane.it](http://www.acquebresciane.it)) i dati rilevati della rete idrica del pubblico acquedotto dei Comuni in gestione.

Se avessimo un'etichetta da dare all'acqua della maggiore parte degli acquedotti gestiti da Acque Bresciane potremmo scrivere:

- Oligominerale
- Indicata per le diete povere di Sodio
- Meno di 0,002% di Sodio
- microbiologicamente pura

È quindi opportuno sempre:

- leggere attentamente l'etichetta delle acque in bottiglia acquistate;
- confrontare i valori riportati con quelli dell'acqua proveniente dal pubblico acquedotto, facendo attenzione alle unità di misure utilizzate;
- valutare le caratteristiche qualitative delle acque in base alle proprie esigenze, includendo eventualmente anche il parere del medico di fiducia.



Laboratorio di analisi di Acque Bresciane.





# ESPERIENZE

## ESPERIENZA 1 LE PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE DELL'ACQUA

### OBIETTIVI

Conoscere alcune delle caratteristiche proprietà dell'acqua attraverso semplici esperimenti.

Le proprietà dell'acqua che verranno indagate sono: la tensione superficiale e la capillarità, entrambe dovute alla coesione dovuta alle forze di attrazione presenti fra le molecole di acqua. Verificheremo le caratteristiche di solvente dell'acqua.

### MATERIALI

- Bicchieri
- Una moneta
- Un contagocce
- Del detersivo liquido per piatti
- Bottigliette di plastica da mezzo litro
- Garze
- Elastici
- Inchiostro
- Gambo di sedano
- Rosa di colore chiaro (fiore)
- Una bacinella
- Dei tubicini trasparenti di diverse dimensioni
- Scotch
- Del sale da cucina
- Un cucchiaino

### ATTIVITÀ

Per sperimentare cosa sia la tensione superficiale proponiamo alcune attività; la prima consiste nel provare ad accumulare alcune gocce di acqua con un contagocce al di sopra di una moneta da cinque centesimi. Con un contagocce riempito di acqua proviamo a mettere una per volta delle gocce d'acqua sopra una moneta appoggiata su un piano. Ci accorgeremo che di gocce ce ne stanno moltissime e che l'acqua non formerà una superficie piana al di sopra della moneta ma invece si formerà una specie di grande goccia sopra la moneta, una specie di cupola. Questo è dovuto alla forza di coesione fra le molecole d'acqua che spiega la tensione superficiale. Lo stesso fenomeno può essere osservato in natura guardando le gocce di rugiada su una foglia o un filo d'erba, che mantengono una forma pressoché sferica.

Riempendo lentamente un bicchiere fino all'orlo possiamo verificare che anche in questo caso l'acqua formerà una superficie convessa come se ci fosse una pellicola che impedisca all'acqua di cadere. Adesso proviamo ad aggiungere all'acqua alcune gocce di detersivo liquido ed immediatamente una parte dell'acqua cadrà fuori dal bicchiere la superficie dell'acqua alla

sommità del bicchiere non sarà più convessa ma diventa piana. Il detersivo infatti rompe la tensione superficiale e l'acqua torna orizzontale.

La seconda attività consiste nel riempire alcune bottigliette di plastica con acqua e chiuderle con una garza legata con un elastico al collo della bottiglia. Capovolgendo la bottiglia si verificherà che l'acqua non esce dai forellini della garza ma resterà nella bottiglia perché la forza che tiene unite le molecole dell'acqua trattiene l'acqua e non le permette di uscire attraverso la garza, naturalmente se schiacciamo la bottiglietta, facendo una forza che romperà la tensione superficiale, l'acqua uscirà dalla bottiglia. Per sperimentare cosa sia la capillarità proviamo a riempire d'acqua un bicchiere ed aggiungiamo all'acqua alcune gocce di inchiostro scuro. Mettiamo nel bicchiere il gambo di sedano o un fiore reciso, ad esempio una rosa di colore chiaro. Aspettiamo alcune ore e verificheremo che il sedano si scurisce ed il fiore anche, questo perché il liquido presente nel bicchiere sale all'interno del fusto per capillarità e raggiunge una altezza superiore a quella del liquido presente nel bicchiere. Altro esperimento per verificare la capillarità può essere fatto riempiendo una bacinella d'acqua

ed inserendovi, dei tubicini trasparenti di diverse dimensioni, fissati alla parete della bacinella con lo scotch, e verificare cosa succede all'acqua all'interno dei tubicini. Se fra questi ve ne sono di diametro inferiore a due millimetri ovvero capillari, si verificherà che nel tubicino capillare l'acqua raggiungerà un livello superiore alla superficie dell'acqua nella bacinella. La superficie dell'acqua nel tubicino capillare avrà anche una forma concava, spiegabile attraverso la forza di adesione che permette all'acqua di "risalire" lungo le pareti del tubicino. L'acqua è un buon solvente per numerose sostanze, con un bicchiere pieno d'acqua ed un cucchiaino proviamo a mettere del sale da cucina nel bicchiere. Cominciando mettendo un cucchiaino di sale ed a mescolare bene; il sale si scioglierà completamente nell'acqua. Continuiamo ad aggiungere cucchiaini di sale ed a mescolare per farli sciogliere, ad un certo punto capiterà che il sale non si sciogla più. Cosa è successo? L'acqua scioglie il sale da cucina (è un solvente per il sale), ma oltre un certo quantitativo il sale non si scioglie più, la soluzione prodotta si dice satura, ovvero non è più in grado di sciogliere del nuovo sale, che quindi si deposita sul fondo del bicchiere.

## ESPERIENZA 2 LA PERMEABILITÀ E LA CAPACITÀ DI FILTRAZIONE DEI TERRENI

### OBIETTIVI

Verificare il passaggio dell'acqua attraverso terreni di tipo diverso e la differenza di permeabilità che possono avere i terreni naturali. Capire come mai le falde sotterranee sono presenti solo in presenza di alcuni tipi di terreno.

Rendersi conto di come il passaggio dell'acqua attraverso diversi materiali possa consentire all'acqua di depurarsi da alcuni composti.

### MATERIALI

- Imbuti
- Cotone
- Bottiglie di plastica trasparenti
- Argilla
- Compost / humus / terriccio
- Forbici
- Ghiaia
- Sabbia

### ATTIVITÀ

Per verificare la diversa permeabilità dei terreni naturali proviamo a posizionare alcune bottiglie su un tavolo

e su ognuna mettiamo un imbuto con un pezzetto di cotone sul fondo. In ogni imbuto mettiamo un tipo di terreno differente (ghiaia, sabbia, terriccio e argilla) fino alla medesima altezza. In ogni imbuto versiamo quindi circa un bicchiere di acqua e verifichiamo quanto tempo ci mette l'acqua a scendere. La velocità sarà differente a seconda della permeabilità del terreno. Naturalmente le falde acquifere sotterranee si accumulano nei terreni più permeabili (ghiaie e sabbie).

Ora verifichiamo invece la capacità del terreno che viene attraversato di depurare l'acqua. L'acqua nel suo ciclo naturale penetra nel terreno e compie un percorso più o meno lungo sottoterra. Durante questo percorso perde alcuni dei materiali che l'avevano sporcata e resa meno pura. Per costruire una copia del terreno naturale in classe prendiamo una bottiglia di plastica trasparente e tagliamola circa a metà. Rovesciamo la parte superiore ed inseriamo il collo della bottiglia nella metà restante. Avremo così una specie di imbuto inserito su un recipiente sottostante. Mettiamo un battufo di cotone (può in alternativa essere utilizzato un filtro per il caffè) sul fondo dell'imbuto così realizzato e riempiamo con

uno strato di ghiaia ed uno di sabbia, materiali che abbiamo in precedenza lavato bene togliendo eventuali tracce di fango o impurità presenti. Intanto ci saremo procurati diversi campioni di acqua "sporca" con del terriccio, acqua stagnante con delle alghe, acqua di una pozzanghera, acqua con materiali in sospensione (pezzetti di foglie, rametti, sabbiolina). Versiamo l'acqua sporca nel nostro filtro e verifichiamo come esce l'acqua dall'imbuto nel recipiente sottostante. Cambiamo il filtro ogni volta che sperimentiamo dell'acqua differente; vedremo che l'acqua che gocciola sarà trasparente e pulita, però non è acqua potabile, quindi non è così pura da poter essere bevuta, perché i batteri ed alcune sostanze chimiche eventualmente presenti non sono state rimosse da un filtro con queste caratteristiche.

### ESPERIENZA 3 QUANTA ACQUA C'È SULLA TERRA?

#### OBIETTIVI

Verificare visualizzandola, quanta acqua è presente sulla Terra e come è distribuita nelle sue diverse componenti (acqua di mare, calotte polari, acque sotterranee, acque dolci...). Rendersi conto della scarsità dell'acqua utilizzabile dall'uomo rispetto al totale presente sulla Terra.

#### MATERIALI

- Un secchio da 10 litri
- Un misurino graduato
- Del sale da cucina
- Una spugna da bagno
- Una vaschetta per il ghiaccio

#### ATTIVITÀ

L'attività può essere preceduta da una discussione in classe su quanta acqua c'è sulla Terra e quali siano i diversi tipi di acqua e quindi fare delle ipotesi con i ragazzi sulle quantità relative delle diverse riserve di acqua. Prendiamo il secchio e riempiamolo di acqua. Tutta l'acqua contenuta nel secchio rappresenta tutta l'acqua presente sulla Terra. Con il misurino

graduato preleviamo dal secchio 280 ml di acqua e facciamo notare ai ragazzi che l'acqua contenuta ora nel secchio (dopo avere tolto 280 ml) è tutta l'acqua del mare presente sulla Terra. Prendiamo un po' di sale ed aggiungiamolo all'acqua presente nel secchio (10 litri meno 280 ml ovvero 9.720 ml); questa è l'acqua di tutti i mari e di tutti gli oceani del pianeta. La quantità di acqua all'interno del misurino graduato è invece tutta l'acqua dolce della Terra. Ora quindi abbiamo nel secchio l'acqua di mare e nel misurino l'acqua dolce che però non è tutta disponibile ad essere utilizzata dall'uomo. Prendiamo la vaschetta del ghiaccio e versiamoci 200 ml dell'acqua contenuta nel misurino graduato. Nella vaschetta del ghiaccio abbiamo messo tutta l'acqua immagazzinata nelle calotte polari e nei ghiacciai. Nel nostro misurino graduato ci restano quindi solamente 80 ml d'acqua. Ora prendiamo un cucchiaino e preleviamo dal misurino giusto un cucchiaino d'acqua ed evidenziamo che questa nel cucchiaino è tutta l'acqua dolce superficiale presente sulla Terra, cioè tutti i fiumi ed i laghi del Mondo stanno dentro quel cucchiaino. Tutta l'acqua che è rimasta nel misurino possiamo versarla sulla spugna (80 ml

meno un cucchiaino) e questo rappresenterà le falde sotterranee di tutta la Terra.

Questa attività permetterà ai ragazzi di rendersi conto di quanta acqua c'è sulla Terra, ma la rarità dell'acqua con le caratteristiche idonee ad essere bevuta e quindi a mettere in atto comportamenti virtuosi volti a limitare gli sprechi di una risorsa tanto rara e preziosa. Possiamo concludere anche evidenziando che l'acqua dolce, oltre ad essere poca è anche distribuita in maniera non uniforme sul Pianeta.



### ESPERIENZA 4 QUANTA ACQUA CONSUMIAMO E QUANTA ACQUA SPRECHIAMO?

#### OBIETTIVI

Verificare sperimentalmente quanta acqua consumiamo ogni giorno per una serie di attività quotidiane. Raccolgere, analizzare, elaborare i dati. Verificare dove sprechiamo acqua e cosa possiamo fare per ridurre questi sprechi.

#### MATERIALI

- Tabella per raccolta dati
- Bacinelle
- Recipienti graduati (brocca, secchio)

#### ATTIVITÀ

Prima di procedere ai calcoli verifichiamo alcuni consumi ed alcuni sprechi.

Prendiamo una brocca graduata e poniamola sotto un rubinetto che gocciola e lasciamola sotto il rubinetto per un'ora. Dopo un'ora osserviamo quanta acqua è stata raccolta dal recipiente e moltiplichiamola per il numero di ore di un giorno, di un mese e di un anno per verificare



quanta acqua può essere sprecata con una sola goccia che scende dal rubinetto.

Proviamo a verificare quanta acqua consumiamo lavandoci i denti con due distinte modalità: lasciando il rubinetto aperto anche quando ci sfregiamo i denti o chiudendolo quando non serve. Verificheremo che consumiamo molta più acqua inutilmente se lasciamo aperto il rubinetto, abituiamoci a chiudere sempre il rubinetto quando non è necessario lo scorrere dell'acqua. Verificato quanta acqua consumiamo lavandoci i denti in modo più attento agli sprechi inutili, utilizziamo questo dato sulla nostra tabella dei calcoli.

Per verificare quanta acqua scende dallo scarico del water utilizziamo i seguenti valori: se ha un unico bottone normalmente consuma circa 9-10 litri d'acqua alla volta; se ci sono due bottoni quello con flusso minore è normalmente di circa 4-5 litri, mentre l'altro è da 9-10 litri.

Ora possiamo procedere alla valutazione dei nostri consumi; con i ragazzi valutiamo tutti gli utilizzi che facciamo a casa dell'acqua e verificiamo che siano riportati nella figura 24. Decidiamo l'intervallo di tempo in cui vogliamo calcolare i consumi d'acqua (può essere un giorno, una setti-

mana, un mese). Attraverso alcune prove sperimentali con i recipienti graduati ed aiutandoci con la figura a lato per i consumi più difficilmente verificabili direttamente, definiamo l'intervallo relativo al consumo di alcune attività riportate in tabella. Possiamo anche aiutarci con i libretti di istruzione delle lavatrici o lavastoviglie e cercando informazioni su internet. Dopo aver stabilito quanta acqua viene utilizzata per ogni attività, con i ragazzi proviamo a stabilire, nell'intervallo di tempo scelto, ad esempio un giorno, quante volte ciascuno effettua le diverse attività (il valore può essere anche 0, ad esempio lavare l'auto). Ognuno poi compila la propria tabella e poi si può procedere ad un confronto dei risultati ottenuti.

Al termine del lavoro possiamo confrontare i nostri risultati con la media del consumo di un cittadino italiano che è compreso fra 200 e 250 litri a persona al giorno.

Valutiamo poi insieme dove possiamo ridurre questi consumi e dove possiamo ridurre gli sprechi.

## ESEMPI DI ALCUNI CONSUMI D'ACQUA



**Lavatrice**  
da 30 a 80 litri



**Fare il bagno**  
da 120 a 200 litri



**Acqua del WC**  
da 4 a 12 litri



**Fare la doccia**  
da 30 a 70 litri



**Lavare l'automobile**  
da 100 a 200 litri



**Lavastoviglie**  
da 25 a 45 litri



## ESPERIENZA 5 QUANTA ACQUA C'È NEI VEGETALI?

### OBIETTIVI

Verificare che l'acqua costituisce gran parte dei tessuti vegetali; visualizzare l'evaporazione mediante l'utilizzo di un sacchetto chiuso sul quale si accumula la condensa.

### MATERIALI

- Foglie (si può provare anche con frutta, piante acquatiche, alghe)
- Sacchetti di cellophane
- Una bilancia

### ATTIVITÀ

Raccogliamo alcune foglie fresche e pesiamole. Lasciamone alcune all'aria ed alcune invece chiudiamole in un sacchetto di cellophane trasparente. Dopo alcuni giorni osserviamo le foglie: quelle lasciate all'aperto si saranno seccate, mentre quelle nel sacchetto saranno ancora fresche. L'acqua delle foglie lasciate all'aperto sarà evaporata nella stanza e non la vediamo, mentre quella delle foglie chiuse nel sacchetto è evaporata fino a saturare l'ambiente di umidità ed è visibile la condensa all'interno del

sacchetto di cellophane. Ora proviamo a pesare nuovamente le foglie: le foglie secche, lasciate all'aperto avranno perso molta acqua e di conseguenza il peso sarà notevolmente diminuito. Anche il peso delle foglie chiuse nel sacchetto sarà diminuito, ma molto di meno.

Possiamo ripetere lo stesso esperimento con altri vegetali più ricchi di acqua come piante acquatiche o alghe oppure con delle fettine di frutta o di funghi.



## ESPERIENZA 6 RICOSTRUIAMO UN MICROAMBIENTE

### OBIETTIVI

Fare comprendere che alle trasformazioni dell'acqua partecipano anche gli esseri viventi: le piante utilizzano la luce del sole per trasformare l'acqua e l'anidride carbonica in sostanza organica ed ossigeno (fotosintesi); gli animali utilizzano le sostanze organiche e l'ossigeno per produrre energia, producendo acqua ed anidride carbonica (respirazione); anche le piante respirano e contribuiscono, anche se in misura minore rispetto agli animali, alla produzione di vapore d'acqua ed anidride carbonica.

### MATERIALI

- Un porta torta con coperchio trasparente (oppure un piano di legno o plastica ed una campana di vetro o plastica trasparente)
- Terriccio
- Del muschio di diversi tipi
- Del silicone per sigillare il coperchio

### ATTIVITÀ

Sul piano del portatorta poniamo del terriccio ed i diversi tipi di muschio

raccolto in natura poco tempo prima, in modo che contenga ancora tanti diversi esseri viventi. Mettiamo il coperchio o la campana di vetro ed osserviamo per qualche giorno ciò che succede.

Abbiamo così realizzato un minipianeta o microambiente, ricco di diverse specie, animali e vegetali, che è in grado di autoregolarsi perché ciascun essere vivente porta il suo contributo. Nel nostro microambiente l'acqua ha una funzione molto importante e quindi deve essere presente nella giusta quantità. Per valutare se la quantità è corretta dobbiamo osservare ciò che succede all'interno della campana e più precisamente se la campana si appanna per circa la metà. L'appannamento è dovuto alla condensazione dell'acqua dovuta alla respirazione di animali e vegetali. Se l'appannamento non è sufficiente si dovrà aggiungere un pochino di acqua, se è eccessivo bisognerà sollevare la campana e lasciare evaporare un po' di acqua fuori dal microambiente. Una volta trovato l'equilibrio sigilliamo il coperchio sul piano in modo che non possano entrare né uscire gas fra cui anche il vapore d'acqua. Dal momento in cui il micropianeta è in equilibrio per la quantità di acqua ed è stato sigillato, esso

dipende dall'esterno solamente per il calore e la luce che provengono da fuori. In questo modo è indipendente per tutto il resto e può mantenersi per lungo tempo.

Con i ragazzi possiamo fare ipotesi su cosa succeda all'interno del microambiente, che esseri viventi ci siano e quali siano gli scambi di sostanze fra animali, vegetali, terreno ed atmosfera.

## ESPERIENZA 7 SEGUIAMO IL PERCORSO NEL CICLO DELL'ACQUA

### OBIETTIVI

Comprendere il ciclo naturale dell'acqua, localizzare il ciclo dell'acqua nella nostra provincia, comprendere il ciclo dell'acqua all'interno del nostro Comune, produrre dei cartelloni con le varie tappe ed il percorso dell'acqua nell'ambiente naturale e nel percorso antropico.

### MATERIALI

- Un cartellone
- Fotografie ed immagini
- Pennarelli
- Colla

### ATTIVITÀ

Cominciamo a confrontarci con i ragazzi sul ciclo naturale dell'acqua, gli stati dell'acqua: solido, liquido e gassoso, il percorso naturale dell'acqua. Possiamo quindi calarci nel nostro territorio e vedere se ci sono delle montagne, dove siano (se ci sono) dei ghiacciai, dei laghi e ripercorrere il ciclo naturale dell'acqua fino al nostro Comune. Insistiamo affinché sia chiaro ai ragazzi che l'acqua cambia

di stato e compie un percorso attraverso il quale continua a rinnovarsi. Verifichiamo che sappiano il significato di evaporazione, evapotraspirazione, condensazione, precipitazione, scorrimento superficiale, infiltrazione, falda sotterranea. Cerchiamo con i ragazzi del materiale fotografico su questi argomenti.

Ora vediamo di inserire l'uomo ed il suo utilizzo dell'acqua nel ciclo naturale dell'acqua.

Parliamo di come l'acqua arriva a casa nostra, di acquedotti, di come viene prelevata l'acqua dall'ambiente naturale, di pozzi, sorgenti e poi valutiamo cosa facciamo noi con l'acqua dell'acquedotto.

Verificato i vari utilizzi possiamo ipotizzare con cosa sporchiamo l'acqua e quindi dove va a finire l'acqua sporca che esce da casa nostra. Affrontiamo quindi l'approfondimento di cosa è un depuratore, come è fatto e come funziona. Possiamo cercare su libri, riviste, internet, materiali su acquedotti e depuratori da inserire sul nostro cartellone all'interno del ciclo dell'acqua che stiamo ricostruendo.

L'esperienza può essere integrata da un'uscita sul territorio per verificare: dove c'è acqua naturale nel nostro comune (sorgenti, cave in acqua

quindi in falda, canali, fiumi, torrenti, laghi...). Con l'aiuto dei tecnici di Acque Bresciane è possibile approfondire come sono fatti e dove si trovino gli impianti dell'acquedotto (pozzi, serbatoi, prese, sorgenti...) ed il depuratore.





## ESPERIENZA 8 PROVIAMO A FARE I DEGUSTATORI DELL'ACQUA

### OBIETTIVI

Verificare che ci sono acque di tipo diverso, capire bene cosa si intende per qualità e per bontà di un'acqua. Assicurarsi che i ragazzi sappiano che l'acqua del rubinetto è potabile. Rendersi conto che ciascuno ha i propri gusti anche in fatto di acqua. Porsi in ascolto, affinare il gusto. Imparare a leggere le etichette ed a capire il significato dei dati che sono qui riportati.

### MATERIALI

- Campioni di diverse acque in bottiglia
- Acqua del rubinetto
- Eventuale acqua del Punto Acqua, se presente nel Comune
- Bicchieri

### ATTIVITÀ

Premessa indispensabile a tutto il lavoro è evidenziare che le acque dell'acquedotto e delle bottiglie che verranno assaggiate sono tutte potabili e di buona qualità ma possono essere diverse come gusto, tenendo conto che la bontà dell'acqua è una cosa

molto soggettiva. Anche l'acqua può essere diversa. Facciamo portare a chi le ha in casa alcune bottigliette di acqua di marche diverse. Se nel Comune esiste un Punto Acqua (fontana pubblica che eroga acqua fredda e gassata dell'acquedotto) possiamo andare a prenderne una bottiglia o farla prendere ad un ragazzo e poi portarla a scuola. Possiamo dividere la classe in due gruppi e dare a ciascun gruppo un compito e poi scambiarli in modo che tutti occupino i diversi ruoli.

Il primo gruppo farà l'assaggiatore. Il secondo gruppo farà l'elaborazione dei dati. Ci saranno poi due ragazzi che non ruotano e che si occuperanno di scegliere le acque da fare assaggiare.

Tutti insieme predisponiamo una tabella con indicato il nome di tutti i ragazzi che assaggeranno le acque e delle colonne in cui saranno indicati i tipi di acqua con dei numeri (ci sarà poi una tabella con la corrispondenza fra i numeri e le tipologie di acqua, marca o rubinetto, a conoscenza solo del gruppo che sceglie che non assaggerà ufficialmente, ma potrà poi provare a sua volta ad assaggiarle).

I ragazzi che devono scegliere le acque controlleranno le bottiglie disponibili in classe e cercheranno due ac-

que molto differenti nel contenuto di Sali (una molto leggera, residuo fisso inferiore a 100 mg/l; una più ricca, residuo fisso superiore a 600 mg/l); la terza tipologia di acqua che sottoporremo al giudizio degli assaggiatori sarà quella del rubinetto e/o del punto acqua.

Prepariamo un numero di bicchieri pari al numero dei ragazzi che compone il gruppo degli assaggiatori ed una per volta gli facciamo assaggiare, senza dire loro che acqua sia, le tre tipologie di acqua in modo che i ragazzi assaggino al buio, senza sapere quale sia acqua in bottiglia e quale del rubinetto. Possiamo mettere dei numeri sulle bottiglie che utilizziamo togliendo le etichette in modo che chi assaggia non sappia cosa sta assaggiando. Ogni ragazzo ha la possibilità di esprimere tre giudizi: ottima, buona, discreta.

Intanto il gruppo dei ragazzi che deve analizzare i dati riporta sulla tabella i vari giudizi espressi dagli assaggiatori. Ci accorgeremo che non tutti hanno lo stesso giudizio sulle diverse tipologie di acqua assaggiate. A conclusione dell'esperienza analizziamo i dati della tabella e verifichiamo i giudizi espressi dai ragazzi. Vediamo con i ragazzi cosa intendono loro per bontà di un'acqua e verifichiamo con lo-

ro che il gusto personale non è uguale per tutti.

Una volta che tutti i ragazzi hanno assaggiato e confrontato le diverse tipologie di acqua il gruppo che le ha scelte rivela ai ragazzi che acque hanno assaggiato e tutti insieme analizziamo le etichette e quindi la reale composizione di queste acque, compresa quella del rubinetto la cui analisi è disponibile sul sito di Acque Bresciane per tutti i comuni in gestione. Si può poi procedere con l'assaggio di altre tipologie di acqua.



Attività	Quantità in litri cad.	Numero di volte	Totale
Lavare le mani			
Lavare i denti			
Bicchieri d'acqua da bere			
Cucinare			
Lavare frutta e verdura			
Fare la doccia			
Fare il bagno			
Lavatrice			
Lavastoviglie			
Lavare i piatti a mano			
Lavare i pavimenti			
Annaffiare i fiori			
Tirare l'acqua del WC			
Lavare l'automobile			

# le osservazioni della classe

---

---

---

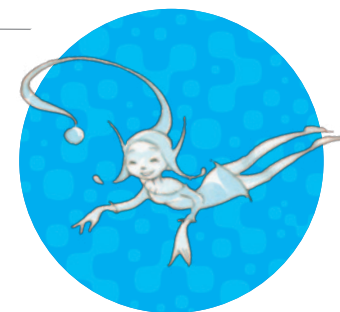
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



# 100% ACQUA

Coordinamento: Michele Scalvenzi, Ufficio Comunicazione Acque Bresciane  
Testi: Francesca Giliani, Sportello Scuola Acque Bresciane  
Illustrazioni: Silvio Boselli  
Ideazione grafica: Orione. Cultura, lavoro e comunicazione snc



[www.acquebresciane.it](http://www.acquebresciane.it)

## Sedi Amministrative

25038 Rovato (Bs) - via XXV Aprile, 18  
25019 Sirmione (Bs) - piazza Virgilio, 20  
25080 Padenghe sul Garda (Bs) - via Barbieri, 20

## Sede Legale

25124 Brescia - via Cefalonia, 70

