

## L'acqua potabile

L'acqua che utilizziamo come bevanda nella nostra alimentazione può avere diverse origini:

- da acque superficiali: quelle dei fiumi, laghi, mari (le ultime vanno desalificate);
- da acque meteoriche, dovute a precipitazione di pioggia, grandine o neve;
- da acque sotterranee: le falde acquifere, accumuli di acqua penetrata nel sottosuolo attraverso strati porosi e depositata su uno strato impermeabile.

Le acque sotterranee possono sgorgare spontaneamente in superficie dando origine a sorgenti (da cui originano i corsi d'acqua), talvolta sfruttate per scopi terapeutici o per produrre le acque minerali.

Le acque delle falde possono essere pompate nelle cisterne degli acquedotti per essere distribuite, attraverso un complesso sistema di canalizzazione in tubature, a tutta la città. I continui prelievi di acqua dalle falde sono responsabili di un abbassamento del livello del suolo.

Qualunque sia la sua origine, per poter essere utilizzata nell'alimentazione l'acqua deve essere potabile.

L'acqua viene definita potabile se presenta precise caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e batteriologiche.

L'acqua degli acquedotti deve perciò essere sottoposta a periodici controlli. La frequenza di questi controlli aumenta con l'aumentare della popolazione servita dall'acquedotto. A Milano, ad esempio, i controlli sulla rete idrica sono pressoché quotidiani. Questi controlli riguardano:

a) **Caratteri organolettici dell'acqua:** una buona acqua potabile deve essere limpida, incolore, inodore, insapore.

**Limpida:** quando si può vedere un oggetto attraverso uno spessore di 1 m di acqua; può essere torbida per la presenza di sostanze organiche o inorganiche;

**Incolore:** se osservata in strato sottile, azzurrognola se lo strato è spesso; colorazioni possono essere legate alla presenza di particolari sostanze: rossiccia per sali di ferro; bruna per dissoluzione di materiali torbosi; verdastra per dissoluzione di clorofilla (indica una certa pericolosità la presenza di sostanze organiche superficiali).

**Insapore:** in realtà il sapore deve essere gradevole e varia molto per la presenza di gas o sali minerali: sapore metallico per sali ferrosi; acidulo per anidride carbonica; terroso per eccesso di sali di calcio e magnesio ecc.:

il sapore può diventare in questi casi poco gradevole (acqua non potabile organoletticamente).

**Inodore:** odori possono essere dovuti a gas (acque sulfuree), minerali, muffe ecc.

b) **Caratteri fisici dell'acqua:** la loro costanza è un dato positivo per la potabilità: temperatura (tra i 7 e i 15 °C), conducibilità elettrica (connessa alla concentrazione degli elettroliti nell'acqua), portata (deve essere sempre sufficiente; brusche variazioni con le precipitazioni piovane indicano un'insufficiente filtrazione dell'acqua nel terreno, nel caso delle falde).

c) **Caratteri chimici e batteriologici dell'acqua:**

**Reazione:** leggermente acida per presenza di CO<sub>2</sub>, se rilevata appena raccolta.

**Residuo fisso:** quantità di sostanze disciolte o in sospensione nelle acque (soprattutto sali); deve essere compreso tra i 100 e i 600 mg per litro, perché, se superiore, ostacola la digestione, mentre se è inferiore non permette una buona calcificazione di denti e ossa.

Il residuo fisso si ottiene facendo evaporare l'acqua a 110 °C o 180 °C; sul fondo del recipiente, evaporata l'acqua, restano solo le sostanze disciolte; pesando queste otteniamo il valore del residuo fisso.

**Durezza:** indica il contenuto in sali alcalinoterrrosi cioè sali di calcio e di magnesio. Si misura in gradi (francesi, inglesi o tedeschi), i quali hanno un valore convenzionale che indica la concentrazione di questi sali in un dato volume di acqua, espressa come carbonato o ossido di calcio: il grado francese equivale a 1 cg di CaCO<sub>3</sub> (carbonato di calcio) per litro di acqua ed equivale a 0,56 gradi tedeschi e 0,70 inglesi. La durezza dell'acqua potabile non dovrebbe superare i 35 gradi francesi, di cui i sali di magnesio non devono superare 1/3. Eccessiva durezza provoca incrostazioni nelle condutture, difficoltà di cottura dei legumi, maggior consumo di sapone nel lavaggio personale e di indumenti.

**Purezza:** l'acqua potabile deve essere batteriologicamente pura: la flora batterica presente deve essere contenuta entro certi limiti e non vi devono essere microbi fecali, la cui presenza ci indica una probabile contaminazione con materiali fecali potenzialmente infetti. Tale contaminazione può essere rilevata dall'esame batteriologico e anche da alcuni parametri chimici.



Una fontanella di acqua potabile.

### Indici chimici di inquinamento biologico

Alcune sostanze possono far sospettare un inquinamento biologico per la loro sola presenza oppure quando superano certi livelli considerati normali. Esse sono: sostanze organiche totali, ammoniaca, nitriti, cloruri, fosfati e idrogeno solforato.

Poiché queste sostanze possono avere un'origine anche minerale o vegetale (e non solo derivare da prodotti di rifiuto inquinanti) per un giudizio sulla purezza biologica è opportuno poi ricorrere all'esame batteriologico.

1) **Sostanze organiche totali:** non devono superare un certo livello (espresso in O<sub>2</sub> consumato: 2,5 mg/l), anche se alcune acque biologicamente pure possono contenere più sostanze organiche di derivazione vegetale (torba).

2) **Ammoniaca:** deriva dalla decomposizione delle sostanze organiche e quindi la sua presenza, anche in tracce, è indice di inquinamento organico-fecale, oppure industriale, a meno che non si riesca a dimostrare che deriva dalla torba.

3) Stesso significato hanno i **nitriti**, prodotto di ossidazione dell'ammoniaca.

4) I **cloruri** sono presenti anche in acque pure, però non devono superare i 35 mg di cloro per litro (a meno che non provengano da depositi di sali).

## L'acqua potabile

5) I **fosfati** provengono da rifiuti liquidi e la loro presenza è indice di grave inquinamento (con le stesse riserve di sopra).

6) Anche la presenza di **idrogeno solforato** è segno di grave inquinamento (con le stesse riserve di sopra).

7) Un aumento della **durezza** dell'acqua può indicare una filtrazione di scarichi acidi (inquinamento industriale, prevalentemente) che provocano solubilizzazione del calcare presente naturalmente; oppure può essere dovuta al mescolamento delle acque superficiali con falde freatiche.

L'esame chimico dell'acqua può rilevare la presenza di sostanze chimiche di altro tipo non legate a contaminazione batterica, ma per le quali sono comunque previsti dei limiti precisi: nitrati 30 mg per litro; tensioattivi anionici (detersivi) 0,5 mg per litro; ferro: 0,3 mg per litro; manganese 0,1 mg per litro. Le acque di falda possono essere contaminate da diserbanti, come l'atrazina e il molinate che non devono essere presenti in concentrazioni superiori rispettivamente ai 2 e 7 mg per litro.

### Indici biologici di inquinamento fecale

Se, in parte, l'inquinamento fecale di un corpo idrico è dimostrabile attraverso gli indici chimici sopra descritti, la conferma viene data solo dall'esame batteriologico che mira a:

- determinare la carica batterica totale;
- ricercare particolari germi indicatori di inquinamento fecale: streptococco fecale (enterococco), anaerobi fecali (*Clostridium perfringens* e *welchii*) e, molto più frequentemente, i colibatteri (*Escherichia coli*: **colimetria**).

Nella determinazione della carica batterica totale, l'acqua viene seminata nei terreni di coltura (agar, gelatina) per alcuni giorni alle temperature di 37 °C e 20 °C. Si svilupperanno così un certo numero di colonie batteriche in proporzione al numero di germi presenti nel campione d'acqua; tuttavia più che il numero totale di colonie batteriche, rivestono particolare importanza: il numero delle specie batteriche, la presenza tra queste di germi cromogeni e fluidificanti e il numero di colonie di ifomiceti (muffe), perché danno valori tanto più alti quanto più l'acqua è superficiale e quindi **non pura**.

Tra i germi indicatori di inquinamento fecale il più "ricercato" è l'*E. coli* con la **colimetria**, perché è tra gli ultimi germi fecali a morire in un condotto idrico e quindi l'assenza di *E. coli* depone a favore della purezza batteriologica.

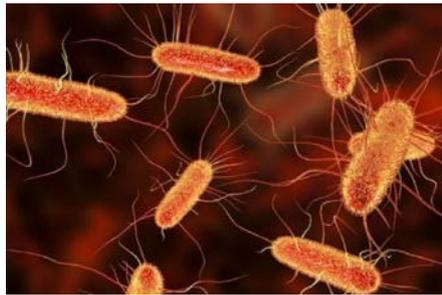


Immagine al microscopio elettronico a scansione del batterio *Escherichia Coli*.

Colibatteri sono presenti anche in acque pure (ma in piccole quantità) per cui la colimetria deve darci non un dato **qualitativo** (presenza o assenza di *E. coli*) ma **quantitativo**: deve dirci quanti *E. coli* vi sono nell'acqua. Più sono più aumenta la probabilità che l'acqua sia inquinata da materiale fecale e quindi vi possano essere presenti anche germi patogeni: Salmonelle, Enterovirus ecc.

È opportuno non ammettere come potabili acque che contengano più di 10 colibatteri per litro d'acqua. Se l'acqua deve essere sottoposta a trattamento artificiale di potabilizzazione, tale livello deve essere portato a 0 (idem per la carica batterica totale).

### Potabilizzazione dell'acqua

Se l'acqua non è potabile, entro certi limiti, può essere sottoposta a trattamenti di potabilizzazione, qualora non vi sia la possibilità di reperire sufficienti fonti di acqua potabile. Oltre questi limiti, tuttavia, neanche i più perfezionati metodi di potabilizzazione possono rendere potabile l'acqua.

Acque potabilizzabili sono ad esempio le acque delle falde: si tratta di acque quantitativamente ancora molto diffuse, con parametri qualitativi già determinati, ossia con indici di inquinamento già bassi in partenza ma non ancora completamente potabili per caratteri intrinseci (durezza, torbidità, colimetria ecc.). Le acque contengono quindi già all'origine dei parametri di contaminazione e la loro potabilità è direttamente e proporzionalmente correlata al grado di manipolazione e di sofisticazione dei vari impianti di depurazione. In impianti modesti viene trattata acqua che è già abbastanza pura in partenza. Presupposto fondamentale è quindi quello di una tossicità che rientri nei limiti ammessi prima di procedere alla depurazione.

I trattamenti di potabilizzazione hanno lo scopo di eliminare le torbidità, eventuali particelle sospese (per filtrazione e coagulazione), sapori e odori sgradevoli, sostanze tossiche organiche e, infine, la componente microbica potenzialmente infettiva.

Per eliminare la **torbidità** (argilla, limo, terra) si utilizzano sistemi di filtrazione (filtri a sabbia) e più complessi di coagulazione: l'acqua di derivazione ad esempio fluviale viene canalizzata in un bacino al quale si aggiungono sostanze coagulanti, in genere solfato di alluminio, allo scopo di determinare una precipitazione flocculare delle varie particelle.

– Per eliminare **sapore e odore** si ricorre a reazioni chimiche di ossidazione oppure all'ossigeno come ossidante naturale (ad esempio in un'acqua ferrosa:  $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++} \rightarrow$ precipitazione).



Un moderno impianto di depurazione, nel quale vengono aggiunte sostanze addensanti all'acqua.

## L'acqua potabile

Questi interventi sono frequenti nel lodigiano e nel modenese.

- Il problema maggiore è rappresentato dall'**eliminazione di fenoli** e altri tossici organici. L'unico metodo valido è l'impiego di carboni granulari attivati o resine particolari, scelte in base al tipo di sostanza da cui si vuol depurare l'acqua.
- **Eliminazione del rischio infettivo:** per eliminare gli agenti patogeni si usano disinfettanti, principalmente alogenati e derivati (cloro) e ozono.

Il **cloro** viene usato come  $\text{Cl}_2$  (gas) o come ipoclorito di sodio. È importante conoscere la "domanda di cloro" di un'acqua, ovvero il quantitativo necessario per l'ossidazione delle sostanze ossidabili e per l'azione battericida; in pratica si preferisce utilizzare una quantità di cloro superiore per mantenere nell'acqua un tasso di cloro residuo che conferisca un margine di sicurezza alla disinfezione.

La tecnica di clorazione più diffusa nei grandi centri è quella chiamata "punto di rottura" (o break-point). Con tale metodica viene aggiunto  $\text{Cl}_2$  fino a che le sostanze ammoniacali e le materie ossidabili siano completamente svanite e permanga cloro residuo (cloro attivo libero) che assicuri una azione battericida. In-

fatti l'aggiunta di  $\text{Cl}_2$  in quantità inferiori può dare solo del cloro residuo combinato (con generazione di odori e sapori sgradevoli per azione del cloro con fenoli e altri composti organici): il cloro combinato non garantisce l'azione battericida.

La clorazione, pur essendo efficace, può dare origine a sostanze cancerogene, come il **cloroformio**, che aumenta il rischio di tumori al fegato e ai reni.

In alcuni paesi invece del cloro si usa l'**ozono**, anche se l'ozonizzazione è molto più costosa. L'ozono libera ossigeno attivo ad azione battericida; non conferisce sapori e odori sgradevoli; non libera composti tossici, anche se in realtà può liberare radicali perossidi che si sospetta che possano essere nocivi.

Il più antico e più diffuso metodo di potabilizzazione dell'acqua, in condizioni di emergenza, è la **bollitura**, che però può essere utilizzata solo per poche persone e, inoltre, elimina i germi patogeni ma non le sostanze tossiche eventualmente presenti nell'acqua.

Altro sistema (più moderno) sfrutta invece il potere battericida dei **raggi ultravioletti**: strati sottili di acqua vengono fatti passare sotto una lampada a raggi U.V. che distrugge gli eventuali germi presenti.



 Dopo i vari trattamenti di potabilizzazione, l'acqua può essere immessa negli acquedotti per il consumo umano.