

Gli strumenti della purificazione dell'acqua

Il codice dell'idratazione · Capitolo 2

OPERA

Il codice dell'idratazione

CAPITOLO

2 di 10

AUDIO IN TEDESCO

15 minuti

«L'acqua deve essere “pura”, non ricca di nutrienti. La sua qualità non si definisce attraverso ciò che contiene, ma attraverso tutto ciò che “non” vi si trova.»

La storia della purificazione dell'acqua è strettamente legata al progresso dell'umanità. Fondamento della farmacia e cuore dell'alchimia storica, oggi è indispensabile. Né i produttori farmaceutici né i laboratori medici potrebbero svolgere il loro lavoro senza l'impiego di acqua purissima.

In farmacia l'Aqua ad injectabilia, o acqua per preparazioni iniettabili, è l'elemento controllato con il massimo rigore. Per servire da veicolo ai medicinali deve essere del tutto priva di qualsiasi sostanza estranea. Questo standard supremo nasce dalla consapevolezza che soltanto un mezzo assolutamente puro possiede la forza di trasportare i principi attivi senza alterarli e di avviare i processi di guarigione. Nessun laboratorio al mondo, nessun produttore farmaceutico e nessuna struttura medica potrebbe esistere senza quest'acqua purissima.

«La pioggia, in alto tra le nuvole, è acqua distillata.»

Cominciamo il nostro confronto direttamente dalla natura stessa. Fin dall'inizio dei tempi essa applica alla purificazione dell'acqua proprio quel principio che in tecnologia consideriamo la disciplina regina, ossia il cambia-

mento di fase. Quando l'energia solare riscalda i nostri fiumi, laghi e mari, l'acqua sale nell'atmosfera in forma gassosa come vapore puro. Dolcemente si lascia alle spalle tutti i sali, i sedimenti e il carico materiale della terra. Questo momento di distacco rappresenta la separazione definitiva. L'acqua sale sempre più in alto, forma nuvole e infine pioggia. Pochissimi sanno che la pioggia, in alto tra le nuvole, non è dapprima altro che pura acqua distillata.

Poiché quest'acqua, esattamente come ogni acqua purissima ottenuta per via tecnica, è estremamente ricettiva come solvente universale e addirittura «affamata», la goccia di pioggia pura, nella sua caduta verso terra, assorbe inevitabilmente dall'aria gas, particelle di polvere e inquinanti industriali. Quando questa pioggia già contaminata raggiunge infine il suolo e filtra attraverso i diversi strati del terreno, si satura ulteriormente di carichi organici e inorganici. Così ritorna infine nel nostro ciclo vitale come acqua fortemente satura di sostanze.

I nostri acquedotti compiono un lavoro notevole. I loro impianti sono concepiti per fornire quantità d'acqua gigantesche a milioni di economie domestiche, dall'uso industriale fino al comune sciacquone. Si impegnano a depurare al meglio l'acqua gravata, filtrano meccanicamente le sostanze grossolane, regolano chimicamente il pH e neutralizzano i pericoli microbiologici.

Ma una purificazione molecolare al livello dell'acqua ultrapura, quale sarebbe necessaria per un'idratazione ottimale, è in queste condizioni semplicemente impossibile sul piano economico e tecnico. A ciò si aggiunge il problema del cosiddetto ultimo miglio. Perché anche quando l'acqua lascia l'impianto in uno stato controllato, deve spesso scorrere per chilometri attraverso un'infrastruttura che invecchia. Lungo questo percorso, attraverso tubazioni arrugginite e condotte in parte fatiscenti, raccoglie di nuovo residui che non compaiono in alcun rapporto ufficiale e che alla fine finiscono direttamente nel suo bicchiere.

Poiché probabilmente anche lei è già consapevole di tutti questi nessi, forse purifica già oggi la sua acqua. Proprio per questo credo che questo libro possa avere per lei un valore particolare. Vi scoprirà da un lato che cosa significhi davvero, nella sua profondità, la purificazione dell'acqua, e dall'altro quali profondi cambiamenti il piacere di un'acqua purissima possa schiudere al nostro organismo.

Un'unità di misura uniforme

Sempre più persone purificano oggi da sé la propria acqua potabile. Questa tendenza si riflette in un mercato crescente di sistemi per il trattamento dell'acqua, continuamente arricchito da innovazioni. L'offerta va dai semplici filtri a carbone attivo del supermercato fino a impianti di osmosi inversa tecnologicamente esigenti e costosi.

Chi comincia a trattare la propria acqua dovrebbe dapprima familiarizzare con i fondamenti essenziali. In questo contesto si pone la domanda importante «Con quali metodi si può determinare in modo affidabile il grado di purezza di un'acqua?»

Per determinare la purezza dell'acqua la scienza si serve di due procedimenti, «TDS e TOC». Il più diffuso dei due è l'analisi dell'acqua tramite TDS, che sta per Total Dissolved Solids. Il suo valore viene rilevato in parti per milione e abbreviato di solito con «ppm». Un limite marcato di questo metodo consiste nel fatto che può rilevare esclusivamente le sostanze elettricamente conduttive presenti nell'acqua. Tutte le altre sostanze prive di questa conducibilità restano per questa analisi «del tutto mute».

Per rendere visibili anche questi passeggeri muti è stato sviluppato un secondo procedimento, il TOC. La sigla sta per Total Organic Carbon e fornisce informazioni dettagliate sul carico di sostanze come pesticidi, residui di farmaci o solventi. Con questo metodo si possono misurare persino le sfumature più sottili delle diverse sostanze con la precisione di un microgrammo. Questa analisi rappresenta la forma più approfondita di esame dell'acqua. Solo la somma dei due metodi offre un quadro completo e onesto del reale grado di purezza dell'acqua potabile.

A questo punto va però menzionato un aspetto importante. I sistemi di analisi per la precisione di misura tramite TOC costano spesso quanto un'intera casa unifamiliare e richiedono inoltre personale altamente qualificato e un'infrastruttura complessa. Per gli utenti privati ciò significa in pratica che un controllo rapido, semplice e al tempo stesso accessibile della propria acqua potabile su sostanze come il glifosato o gli ormoni non è di fatto possibile.

Per chiarire i campi d'impiego specifici dei procedimenti di misura, l'elenco seguente mostra le sostanze che possono essere rilevate congiuntamente dalle misurazioni TDS e TOC. Si distingue direttamente tra sostanze innocue e sostanze preoccupanti per la salute.

SOSTANZE TDS E TOC NELL'ACQUA POTABILE

TDS PREOCCUPANTE	TDS INNOCUO	TOC PREOCCUPANTE	TOC INNOCUO
Arsenico (As)	Bicarbonati	Farmaci	Sostanze umiche
Piombo	Calcio	Batteri	Composti zuccherini
Cadmio	Cloruri	Benzene (VOC)	
Calcare	Oro	Glifosato	
Fluoruro di sodio	Potassio	Ormoni	
Nitrati	Magnesio	Microplastiche	
Mercurio	Sodio	Pesticidi	
	Argento	PFOS (PFAS)	
	Solfati	Virus	

FONTI

- USAV, Verordnung des EDI über Trinkwasser TBDV (SR 817.022.11), ordinanza svizzera sull'acqua potabile OPPD
- UFAM, Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA, Osservazione nazionale delle acque sotterranee
- UBA, Trinkwasserverordnung 2023, ordinanza tedesca sull'acqua potabile
- BMASGPK, Trinkwasserverordnung, ordinanza austriaca sull'acqua potabile
- OMS, Guidelines for Drinking-water Quality, 4a edizione con aggiornamenti, Ginevra 2022

L'elenco seguente mette a confronto i valori medi di carico dell'acqua del rubinetto in diversi Paesi e città.

CARICO REGIONALE TDS E TOC

REGIONE	TOC PPM	TDS PPM	TOTALE PPM
Austria	0,19	280	280
Svizzera	0,22	320	320
Germania	0,24	410	410
Media UE	0,30	520	520
Los Angeles	0,45	640	640
Pechino	0,73	710	710
New Delhi	0,97	980	980

FONTI

- UFAM, Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA, Osservazione nazionale delle acque sotterranee
- UBA, Trinkwasserverordnung 2023, ordinanza tedesca sull'acqua potabile
- BMASGPK, Trinkwasserverordnung, ordinanza austriaca sull'acqua potabile
- OMS, Guidelines for Drinking-water Quality, 4a edizione con aggiornamenti, Ginevra 2022

In questo elenco colpisce che il valore TOC rappresenti, rispetto al valore TDS, soltanto una «minuscola frazione». Qui è essenziale conoscere una nozione biologica del tutto fondamentale. Dice «La quantità di una sostanza non dice nulla del suo effetto.»

Questo principio diventa ancora più comprensibile se si confrontano tra loro sostanze nel nostro corpo. Il nostro organismo, per esempio, sa gestire abbastanza bene quantità maggiori di calcare inorganico o di magnesio. D'altra parte l'intero nostro sistema corporeo reagisce ad alcune sostanze in modo incomparabilmente più forte. Basti pensare all'effetto enorme che una molecola di LSD può avere sull'intero sistema di corpo, mente e anima.

Va saputo che noi esseri umani possiamo reagire già a sostanze presenti soltanto in minime quantità di nanogrammi. Ormoni, farmaci, molecole artificiali e pesticidi possono agire già in queste quantità minuscole, appena misurabili, ma potenti.

Nel settore del trattamento dell'acqua questo nesso spesso non è abbastanza noto. Vi prevale perciò di frequente la convinzione errata che un basso valore TDS di particelle disciolte garantisca da solo, automaticamente, una purezza dell'acqua elevata o massima. Purtroppo non è così. Le sostanze più potenti nella nostra acqua potabile non sono affatto misurabili per il 99,9 % di tutte le persone che purificano la propria acqua.

Cinque tecniche e tre principi della purificazione dell'acqua e il loro grado più alto di nobilitazione

I principi con cui purificare l'acqua, Luce - Filtro - Cambiamento di fase - Nobilitazione

La scelta di un metodo di purificazione dell'acqua dipende dal tipo di carico dell'acqua e dal grado di purezza e dallo scopo perseguiti. I procedimenti si possono suddividere in approcci di purificazione fisici, chimici e biologici.

Mentre i metodi fisici trattengono meccanicamente le particelle, i procedimenti chimici mirano a legare le sostanze disciolte per adsorbimento, come avviene per esempio con l'uso del carbone attivo. Gli approcci biologici si concentrano invece sulla neutralizzazione di microrganismi come batteri e virus mediante una luce del tutto particolare. Il più efficace e potente di

tutti i metodi sfrutta però il cambiamento di fase molecolare dell'acqua. È la forma più naturale ed efficiente di purificazione dell'acqua, la distillazione.

Per comprendere l'acqua in tutta la sua profondità e potenza, esistono forme di purificazione che vanno ben oltre la semplice purificazione materiale. Grandi maestri come Paracelso parlavano dell'«Aqua Mercurii», quel prezioso elisir che divenne la base dei suoi rimedi. Gli hanno assicurato fino a oggi un posto tra i più grandi medici della storia.

Una purificazione alchemica dell'acqua aspira a ricondurre l'intera essenza dell'acqua alla sua forma più pura, alla sua vitalità e forza di movimento più originarie. Paracelso parlava della purificazione del corpo, dello spirito e dell'anima dell'acqua, per separare radicalmente dall'acqua tutto ciò che è impuro su ogni livello. I grandi maestri dell'alchimia, tra cui anche Paracelso, dicevano «Nella più alta purezza dell'acqua la sua forza di accoglienza e la sua forza vitale sono più potenti.»

Ma prima di immergerci più a fondo nella materia dell'acqua, confrontiamo tra loro le cinque tecniche di purificazione dell'acqua.

1. Sterilizzazione UV-C

Volgendo lo sguardo al campo della disinfezione, incontriamo la tecnologia UV-C. Questo metodo altamente efficace sterilizza con una radiazione luminosa a 254 nm il DNA di tutti i microrganismi e li rende così «innocui». È la forma più compiuta di sterilizzazione. Ma proprio qui si trova già il limite di questa tecnologia. Poiché non rimuove alcuna materia dall'acqua, tutte le contaminazioni chimiche e materiali restano al cento per cento nell'acqua. Il risultato è sì un'acqua microbiologicamente «morta», ma in nessun modo un mezzo materialmente «puro». Gli inquinanti inorganici che gravano sul nostro organismo attraversano indisturbati la luce e arrivano nel nostro bicchiere.

2. Scambiatori di ioni

Analogamente avviene con gli scambiatori di ioni, spesso considerati a torto sistemi di purificazione. In verità si tratta soltanto di una ridistribuzione materiale. Il sistema scambia i minerali della durezza come calcio e magnesio con ioni di sodio. Per la sua macchina del caffè questa protezione

dal calcare può essere una benedizione, ma per il suo corpo il carico materiale complessivo resta identico. L'acqua viene soltanto rietichettata, ma in nessun modo liberata dal suo carico.

3. Filtri a carbone attivo

Uno standard molto diffuso è il carbone attivo. Agisce per adsorbimento come una spugna magnetica ed è eccellente per legare cloro, pesticidi e gas organici. Il segreto della sua efficacia risiede nella gigantesca superficie interna. Un solo cucchiaino di carbone attivo di alta qualità possiede la superficie di un intero campo da calcio. Ma i carichi inorganici come calcare, nitrati o metalli pesanti attraversano questa barriera quasi senza ostacoli. Il carbone attivo è uno specialista della superficie, ma capitola davanti alla profondità della saturazione chimica.

Un rischio spesso sottovalutato di questo procedimento è il cosiddetto pericolo di sfondamento. Quando la capacità del carbone è esaurita, può restituire all'acqua di colpo gli inquinanti prima legati. Inoltre, nei periodi di inattività prolungata, la struttura porosa offre un terreno di coltura ideale per i batteri. Senza un'ulteriore barriera il filtro a carbone attivo resta perciò soltanto un elemento di una strategia di purificazione complessiva, ma mai una soluzione completa per una vera purezza.

4. Osmosi inversa

La forma tecnicamente più esigente di filtrazione è l'osmosi inversa, in cui l'acqua viene spinta ad alta pressione attraverso una membrana semipermeabile. Le sue prestazioni sono impressionanti, perché i pori di queste membrane sono così fini da lasciar passare, in teoria, soltanto le molecole d'acqua. Nonostante la sua elevata efficienza resta però una figlia della filtrazione a pressione, con tutti i suoi limiti intrinseci.

Oltre al rischio latente di contaminazione microbica direttamente sulla membrana, il temuto biofilm, esiste sempre il pericolo del cosiddetto effetto di polarizzazione della concentrazione. Gli inquinanti si accumulano davanti alla membrana in una densità così alta che i più piccoli composti molecolari riescono infine a superare comunque la resistenza meccanica. Soprattutto le impurità gassose o le sostanze a basso peso molecolare, come

certi residui di pesticidi, scivolano spesso indisturbate attraverso questa rete. L'osmosi inversa è senza dubbio una maestra della filtrazione, ma non è assolutamente sicura contro i più sottili intrusi del mondo chimico.

5. Distillazione

Al vertice di tutti i procedimenti di purificazione sta un principio che rompe radicalmente con il concetto del setacciare e del filtrare, cioè la distillazione. È l'unico metodo che impone una vera separazione attraverso un «cambiamento di fase molecolare». Portando l'acqua a ebollizione con il calore e facendola passare allo stato gassoso, si crea un confine fisico insuperabile per tutto ciò che è materiale. Soltanto le molecole d'acqua pura salgono come vapore e tutta la gravosa storia materiale resta nella caldaia come concentrato.

Questo procedimento imita esattamente l'eterno ciclo della natura. Come nella formazione delle nuvole, l'acqua viene liberata dal suo carico terreno. Mentre i filtri meccanici cercano soltanto di trattenere le sostanze estranee, nella distillazione è l'acqua stessa a lasciarle indietro. Metalli pesanti, residui di farmaci, nitrati e persino virus hanno un punto di ebollizione molto più alto dell'acqua e non hanno quindi fisicamente alcuna possibilità di passare allo stato di vapore. Il risultato è un condensato purissimo che nella sua libertà materiale somiglia alla pioggia originaria nell'atmosfera.

«Un sistema filtrante, che sia a carbone attivo o a osmosi inversa, è sempre un mezzo “passivo”.»

La distillazione, al contrario, è un processo «attivo». Con il suo potente calore è l'unica forma di purificazione dell'acqua che interviene direttamente nella sfera molecolare dell'acqua. Nell'istante decisivo del potente cambiamento di fase tutte le molecole d'acqua si liberano dal loro carico materiale e si lasciano alle spalle tutto il loro passato materiale.

La filtrazione, per quanto pregiato sia il setaccio della membrana, significa inevitabilmente che il sistema si sporca un po' di più a ogni litro d'acqua filtrato. Un filtro è logicamente più efficace il primo giorno, ma da quel momento perde continuamente prestazioni e diventa a poco a poco sempre più un «bacino di raccolta» proprio di quei carichi che dovrebbe eliminare. Con una manutenzione insufficiente ciò può portare persino a una perico-

losa ricontaminazione batterica dell'acqua. Quando un filtro raggiunge il suo limite di saturazione e non viene sostituito, può accadere che il sistema restituisca di colpo all'acqua gli inquinanti raccolti per settimane.

Una distillazione, invece, resta a ogni passaggio efficiente come il primo giorno. Qui non va mai sostituito nulla, perché le leggi della termodinamica non sono soggette a usura. La selettività tra vapore puro e concentrato gravato resta sempre identica. Inoltre il calore del processo agisce come una naturale autoclavazione dell'intero sistema.

Il confronto definitivo

Il seguente confronto in tabella mette i procedimenti illustrati direttamente l'uno accanto all'altro. L'analisi chiarisce il ruolo particolare della distillazione, che grazie alla sua coerente azione depurativa costituisce il punto di riferimento decisivo e al tempo stesso il metro tecnologico dell'intero confronto.

SOSTANZA		CARBONE ATTIVO	SCAMBIATORE DI IONI	UV-C	OSMOSI INVERSA	DISTILLAZIONE
	PREOCCUPANTE INNOCUO					
Acaricidi		~ 60 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Tossine algali		~ 60 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Alluminio		o	~ 70 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Antimonio		o	~ 60 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Arsenico		o	~ 50 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Residui di farmaci		~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Fibre di amianto		~ 50 %	o	o	> 94,0 %	~ 99,9 %
Batteri		o	o	~ 99,9 %	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Bario		o	~ 80 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Piombo		~ 20 %	~ 90 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Cadmio		o	~ 80 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Cloro		~ 90 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Cromo		o	~ 70 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Diossine		~ 80 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Fluoruro		o	~ 40 %	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Fungicidi		~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %

SOSTANZA	● PREOCCUPANTE ● INNOCUO	CARBONE ATTIVO	SCAMBIATORE DI IONI	UV-C	OSMOSI INVERSA	DISTILLAZIONE
Glifosato	●	~ 70 %	o	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Ormoni	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Insetticidi	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Rame	●	~ 20 %	~ 90 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
Manganese	●	o	~ 80 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Microplastiche	●	~ 30 %	o	o	> 94,0 %	~ 99,9 %
Nitrato	●	o	~ 50 %	o	~ 80,0 %	~ 99,9 %
Nichel	●	~ 20 %	~ 80 %	o	~ 93,0 %	~ 99,9 %
PFAS	●	~ 40 %	o	o	~ 85,0 %	~ 99,9 %
Pesticidi	●	~ 70 %	o	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Mercurio	●	~ 40 %	~ 60 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
VOCs	●	~ 70 %	o	o	~ 40,0 %	~ 90 %
Virus	●	o	o	~ 99,9 %	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Uranio	●	o	~ 70 %	o	~ 90,0 %	~ 99,9 %
Usura		molto alta	molto alta	media	alta	nessuna
Ricontaminazione		alta	alta	bassa	alta	nessuna
Onere di pulizia		alta	alta	media	alta	bassa
Rumorosità		impercettibile	impercettibile	impercettibile	impercettibile	appena udibile
Costi d'acquisto		bassa	bassa	bassa	alta	alta
Uso		semplice	semplice	pericoloso	semplice	semplice

FONTI

- USAV, Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser, procedimenti di trattamento riconosciuti per l'acqua potabile
- UBA, Liste zulässiger Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäss § 20 Trinkwasserverordnung, elenco delle sostanze di trattamento e dei procedimenti di disinfezione ammessi
- AGES, Ionentauscher und Filtermedien zur nicht ortsfesten Wasseraufbereitung, Schwerpunktaktion A-034-24, Vienna 2025
- OMS, Guidelines for Drinking-water Quality, 4a edizione con aggiornamenti, Ginevra 2022
- OMS, Good manufacturing practices, water for pharmaceutical use, Technical Report Series 1033, Annex 3, Ginevra 2021

DA ASCOLTARE IN TEDESCO SU ARS-AQUAE.CH