

Arsenico in acqua!?! Quando salvaguardare un bene prezioso diviene indispensabile

L' acqua porta in sé l' essenza della vita e per questo è dotata di una sacralità intrinseca. Data l' importanza rilevante che questo composto incolore ed inodore assume, si fa forte l' esigenza di proteggerla da fonti tossiche.

La presenza di arsenico, As, nelle acque di falda è molto diffusa a livello mondiale; in particolare la popolazione più a rischio è quella del Bangladesh in quanto elevate concentrazioni di As caratterizzano oltre il 50% delle fonti di approvvigionamento di questo Paese.

L' arsenico appartiene al V gruppo della tavola periodica degli elementi chimici ed è definito come un metalloide. Generalmente l' As si ritrova allo stato ridotto come arsenito (As III) e allo stato ossidato come arseniato (As V). La speciazione dell' arsenico come As trivalente e As pentavalente fornisce indicazioni sulla stabilità e tossicità dell' elemento: l' As trivalente è più instabile e tossico rispetto alla forma pentavalente.

L' arsenico può essere presente naturalmente nelle acque (un' importante fonte è costituita da attività geotermiche e vulcaniche) e/o derivare dalle più disparate attività antropiche (insetticidi e diserbanti, applicazione di arseniuri –di gallio, indio e tallio- nel settore dell' elettronica, produzione di pigmenti per smalti e vernici, ect).

È ben nota la pericolosità per la salute associata a tale elemento chimico; in particolare, esso è stato ritenuto cancerogeno dall' Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro. Pertanto la sua rimozione dalle acque costituisce un' esigenza inderogabile.

A livello normativo è indicato come valore massimo ammissibile una concentrazione di 10 ppb per le acque destinate al consumo umano. Quindi è consentita la presenza di As nelle acque non oltre il valore di 10 µg/l a conferma di come tale elemento sia estremamente tossico e l' assunzione di anche piccole quantità possa provocare problemi gravi alla salute.

Generalmente quando la fornitura di acqua potabile contiene dei quantitativi di arsenico eccessivi si cerca di ricercare, di far affidamento e, quindi, di utilizzare una fonte di acque più sicura. Ma non sempre ciò è possibile e, in questi casi, occorre adottare delle opportune tecniche di rimozione dell' arsenico. Di conseguenza si può procedere in due modi:

- ricerca di una fonte più sicura di acque;
- rimozione dell' arsenico dalla fonte contaminata.

In entrambi i casi, nel rispetto dei requisiti di potabilità delle acque destinate al consumo umano, le acque prelevate dovranno essere libere da livelli nocivi di arsenico ma anche da contaminazioni batteriologica e di altri inquinanti chimici.

In realtà è possibile anche un' altra soluzione. In alcune aree geografiche la disponibilità di fonti di acque sicure non è tale da soddisfare appieno la richiesta idrica delle comunità che se ne approvvigionano nell' arco dell' intero anno. In questi casi è necessario predisporre delle soluzioni a breve-termine che prevedono l' attingimento da una risorsa idrica sicura durante le stagioni della pioggia (captando, quindi, le acque piovane che alimentano la falda sotterranea) e lo sfruttamento di un' altra fonte, non sicura, nelle stagioni secche rimuovendo l' arsenico dalle acque contaminate. Questa ora menzionata non è la soluzione migliore ma è comunque migliore di una non soluzione.

Le tecnologie di rimozione devono rispettare ed integrare dei criteri tecnici basilari. Esse, infatti, devono fare in modo che le acque avviate alla distribuzione rispettino i requisiti di qualità. Inoltre, i sistemi adottati dovranno essere capaci di fornire acqua in quantità adeguate in tutte le stagioni e in ogni momento. Le tecnologie devono essere consolidate per garantire le condizioni di sicurezza e non devono provocare effetti dannosi all' ambiente. Infine le tecnologie associate ai criteri tecnici devono essere sottoposti a molteplici criteri socio-economici. Infatti i sistemi devono essere economicamente fattibili; l' introduzione di nuove tecnologie richiede: competenze accreditate, la produzione e la scoperta di materiali innovativi, la formazione e l' informazione agli operatori, monitoraggi continui e controlli di qualità. Infine, per il successo inteso come fornitura a lungo-termine

di acqua sicura, le tecnologie devono essere accettate dai membri delle collettività nelle quali verranno installate.

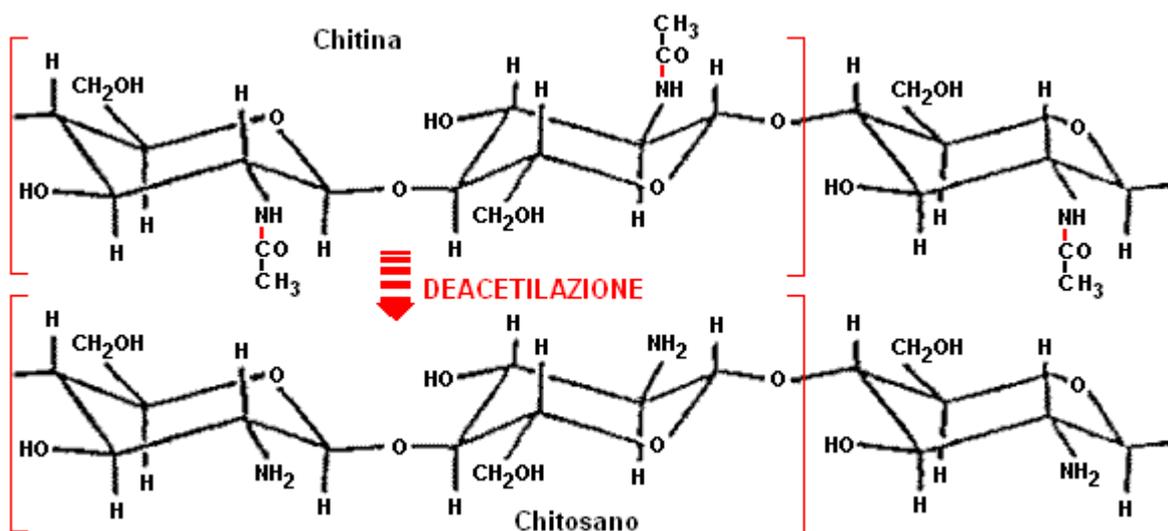
Diverse sono le tecnologie, prevalentemente basate su processi chimico-fisici, sviluppate per la rimozione dell' arsenico; tra queste le principali sono:

- Ossidazione/Riduzione ovvero reazioni che riducono (addizionando elettroni) o ossidano (sottraendo elettroni) i composti chimici a base di arsenico alterando la loro forma chimica. Queste reazioni non rimuovono l' arsenico ma sono spesso utilizzate per ottimizzare altri processi;
- Precipitazione che provoca l' agglomerazione dell' arsenico in modo da formare un minerale solido a bassa solubilità come l' arseniato di calcio. Tale solido, poi, può essere rimosso attraverso il processo di sedimentazione e di filtrazione. Quando, in particolare, vengono aggiunti i coagulanti e si ha la formazione di fiocchi altri composti disciolti nelle acque possono diventare insolubili e formare dei solidi. Questo processo è noto come co-precipitazione. I solidi formati rimangono sospesi e, quindi, è necessario rimuoverli attraverso processi di separazione solido/liquido come il processo di coagulazione e quello di filtrazione.
- Adsorbimento: processo che sfrutta la capacità di alcuni materiali solidi ad attrarre sulla propria superficie l' As disciolto in soluzione. Le specie di As che sono generalmente presenti nelle acque sono composti in cui l' atomo di As è legato ad alcuni atomi di ossigeno a formare ossianioni. Per cui l' adsorbimento di queste specie è di tipo anionico e dipende dal pH, dalla forza ionica, dalla composizione della soluzione e dallo stato di ossidazione dell' elemento. In particolare, l' adsorbimento di As III è favorito in ambiente basico mentre quello relativo all' As V è favorito in condizioni acide.

Il processo di adsorbimento è quello che ha riscosso maggiore successo in quanto consente di ottenere rendimenti di rimozione superiori al 95% e assume particolare interesse con riguardo all' individuazione delle condizioni ottimali per lo svolgimento dello stesso processo e all' individuazione di materiali adsorbenti che consentano di

massimizzare l'efficienza di rimozione e di ridurre i costi di approvvigionamento nonché di esercizio.

I materiali adsorbenti che possono essere impiegati nell'ambito di un processo di adsorbimento sono vari: carboni attivi, allumina attivata, bioadsorbenti, adsorbenti a basso costo, adsorbenti commerciali, ect. Tra questi il chitosano, polisaccaride che deriva dalla chitina per deacetilazione della stessa.



Esso si ritrova nei gusci dei crostacei e trova differenti applicazioni (in agricoltura, in cosmetica, ect). Le sue caratteristiche sono essenzialmente:

- gran numero di gruppi idrossili e ammino che forniscono al chitosano alta idrofilicità;
- gruppi ammino primari che danno alta reattività;
- le catene danno configurazioni adatte per l'efficiente saturazione con ioni metallici.

Nello specifico, è stato valutato sperimentalmente che il processo di adsorbimento di ioni arseniato (As V) sulla superficie del chitosano avviene nei primi 30 minuti. Andando più nel dettaglio, dopo solo 5 minuti si riscontra l'abbattimento di gran parte della concentrazione di As V iniziale; segue un lieve incremento della concentrazione di ioni arseniato. Successivamente, dopo una fase stazionaria durante la quale la concentrazione di As V in

soluzione non varia eccessivamente, comincia il processo di desorbimento il quale porta dopo circa 72 ore al ripristino delle concentrazioni iniziali. Tale sperimentazione (che necessita di ulteriori indagini per confermare i risultati discussi) ha messo in luce come il chitosano sia efficace nel processo di adsorbimento degli ioni arseniato in tempi ristretti e questa circostanza potrebbe essere sfruttata per implementare studi in colonna disposti in serie al fine di migliorare le prestazioni del processo e l' economia dello stesso. Infatti si potrebbero alternare il processo di adsorbimento, massimizzandolo nei primi 20 minuti con lo scopo di ottenere la maggiore efficacia del processo di rimozione, e quello di desorbimento, per tempi successivi ai 30 minuti, con la rigenerazione del materiale adsorbente praticamente a costo zero e, quindi, la possibilità di reiterare il processo.

(Fonte: "Indagine sull' applicabilità del chitosano nella rimozione di ioni arseniato dalle acque destinate al consumo umano", Tesi di Laurea, Mariangela Consoli, 2011)

di Mariangela Consoli