

TRATTAMENTI AVANZATI PER LA POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE

In Italia, più del 75% dell'acqua potabile proviene da risorse idriche sotterranee le quali, secondo i risultati di recenti indagini, risultano sempre più inquinate da inquinanti organici, in particolare solventi clorurati e fitofarmaci, trasportati nelle falde acquifere da piogge, pratiche irrigue e/o smaltimenti incontrollati. La rimozione di queste classi di inquinanti persistenti e tossici negli impianti di potabilizzazione si consegue tramite trattamenti e/o processi specifici quali adsorbimento su carbone attivo o filtrazione su membrane. Questi due trattamenti, però, sono entrambi caratterizzati da costi elevati e dal fatto che gli inquinanti vengono sì rimossi dalla fase acquosa ma trasferiti e concentrati in altre fasi (carbone attivo esausto e concentrati della filtrazione) il cui smaltimento pone seri problemi ambientali.

In alternativa al concetto "trasferimento di fase → smaltimento" c'è quello di "trasformazione e/o degradazione" su cui si basa tutta una serie di trattamenti innovativi che vanno sotto il nome di AOT, ossia: Trattamenti Avanzati di Ossidazione. Questi trattamenti sono tutti basati sulla elevata capacità ossidante del radicale ossidrilico $^{\circ}\text{OH}$ che grazie al suo elevato potenziale $\text{ox} \leftrightarrow \text{red}$ è in grado di degradare chimicamente inquinanti tossici e persistenti trasformandoli o in sottoprodotti privi di tossicità o in ioni e molecole semplici quali cloruri, acqua, anidride carbonica, ecc.

Dal punto di vista tecnico, la produzione di radicali ossidrilici può avvenire in vari modi combinando: o due sostanze chimiche ($\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{O}_3 + \text{OH}^-$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{++}$), o un ossidante e la radiazione ultravioletta ($\text{O}_3 + \text{UV}$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV}$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV} + \text{Fe}^{++}$), o la radiazione ultravioletta con acqua ed un fotocatalizzatore ($\text{UV} + \text{H}_2\text{O} + \text{TiO}_2$). Ciascun modo di produrre radicali $^{\circ}\text{OH}$ costituisce uno specifico trattamento AOT e la scelta del più idoneo, a seconda dei casi, dipende da diversi fattori quali: tipo di inquinante, concentrazione, cinetica di degradazione, volumi da trattare, costi, ecc.

Un'altra caratteristica dei radicali ossidrilici è quella di svolgere un'efficace azione disinfettante. Pertanto, con un trattamento dell'acqua di tipo AOT è possibile, *in un unico stadio*, conseguire un duplice risultato: rimozione/degradazione di inquinanti organici e simultanea disinfezione, *il tutto senza il problema di dover smaltire alcunché*.

L'IRSA da anni è impegnata in studi e ricerche sugli AOT e più in generale sui trattamenti di ossidazione applicati sia ad acque potabili che a reflui industriali.

Nel settore delle acque potabili, i principali risultati sin'ora conseguiti sono stati:

- Degradazione chimica di pesticidi di largo consumo (isoproturon, carbofuran)) per mezzo di disinfettanti comuni quali cloro (Cl_2), biossido di cloro (ClO_2) e ozono (O_3) e/trattamenti $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$.
- Degradazione di intermedi dell'industria farmaceutica rilevati in falde del Nord-Italia con trattamento $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$
- Degradazione di cloro-fenoli (2,4-diclorofenolo) con il reattivo di Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{++}$)
- Degradazione di coloranti (Uniblue-A) tramite ozonizzazione (O_3)

La foto che segue si riferisce ad un reattore ($1\text{m}^3/\text{h}$) per il trattamento $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$ di acque potabili operativo presso la Sezione di Bari dell'IRSA

ADVANCED TREATMENTS FOR DRINKING WATER

In Italy most of the drinking water comes from groundwater that, according to update surveys, are often polluted by organic chemicals such as chlorinated solvents and pesticides. These pollutants reach groundwater because of rainfalls, over irrigation and/or unauthorized disposals. The removal of such toxic and persistent pollutants at potabilization plants is achieved by specific treatments such as adsorption onto activated carbon or membrane filtration. However, these treatments are characterized by high cost and by the fact that the pollutants are transferred from the water phase to another phase (activated carbon or membrane retentate) which disposal is of environmental concern.

The alternative to the concept “phase transfer → disposal” is the pollutants degradation into the water phase adopted by advanced oxidation treatments (AOTs). These innovative treatments are based on the high oxidizing power of a transient specie, the hydroxy radical ($\cdot\text{OH}$), which, due to its high ox↔red potential, is able to react with most toxic chemicals transforming them into organic by-products with much lower toxicity or into simple ions and/or molecules such as chloride, water, carbon dioxide, etc.

From the technical point of view the formation of hydroxy radicals can be obtained by a combination of : (i) two oxidants ($\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$), (ii) a catalyst and an oxidant ($\text{Fe}^{+2}/\text{H}_2\text{O}_2$), (iii) an oxidant and UV irradiation (UV/O_3 , $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$), (iv) UV irradiation and a catalyst (UV/TiO_2), (v) UV irradiation, a catalyst and an oxidant ($\text{UV}/\text{Fe}^{+2}/\text{H}_2\text{O}_2$), or finally (vi) an oxidant (H_2O_2) and ultrasonic irradiation. Each of the above technique constitutes a single AOT treatment and the choice of the most appropriate depends on several factors such as the kind of pollutant, its concentration, the degradation kinetics, the volume to be treated, costs, etc.

Another characteristic of the hydroxy radical is that it also acts as disinfectant. Therefore, during an AOT it is possible to achieve two goals at the same time: the removal/degradation of organic pollutants and water disinfection and this without the need to dispose of anything.

The Water Research Institute (IRSA) since several years is carrying out research on the effectiveness of AOTs for treating drinking water as well as industrial wastewater.

As for drinking water, the main results so far obtained by IRSA are the following:

- Degradation of pesticides widely used in Italy and in Europe (isoproturon, carbofuran) by conventional disinfectants/oxidants such as chlorine, chlorine dioxide, ozone and $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$.
- Degradation of pharmaceutical intermediates (detected in North Italy groundwater) by $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$.
- Degradation of chloro-phenols (2,4-dichlorophenol) by Fenton' reagent ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{++}$).
- Degradation of industrial dyes (Uniblue-A) by ozone.

The following picture refers to an AOT reactor ($1 \text{ m}^3/\text{h}$) in operation at the Bari section of IRSA for the $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$ treatment of polluted drinking water.

