

# RISPARMIO E RIUSO DELLA RISORSA IDRICA: APPROCCI CONVENZIONALI E TECNOLOGIE AVANZATE

G. Temporelli

## 1. INTRODUZIONE

Il nostro pianeta potrebbe essere chiamato Acqua piuttosto che Terra (Greco, 2004), oltre il 70% della superficie del pianeta è infatti ricoperta di acqua; ciò nonostante, a causa della differente qualità e della diseguale distribuzione, essa spesso si presenta in forma non direttamente utilizzabile per gli usi potabili. L'acqua salata, infatti, rappresenta oltre il 97% del totale a livello planetario, mentre della rimanente parte quasi il 70% è costituito da ghiacciai e nevi perenni (cfr. Tabella 1).

Per quanto concerne l'approvvigionamento idropotabile sappiamo (ISTAT, 2004) che l'Italia è in vetta ai consumi europei (267 litri/ab/giorno - volume erogato pari a  $5,61 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/anno), mentre per quanto concerne i prezzi il nostro paese si colloca tra quelli in cui l'acqua potabile costa meno (cfr. Figura 2). Tra le varie fonti di approvvigionamento sono le acque sotterranee ad essere le più utilizzate, seguite da quelle superficiali quindi da quelle marine e salmastre (cfr. Tabella 3).

Non stupisce il fatto che, a fronte di un prezzo più elevato, la maggior parte delle nuove tecnologie per il risparmio dell'acqua provenga dalla Germania ed in generale dai paesi nordici. In tali paesi, peraltro, è presente da tempo una cultura dell'acqua che riguarda il razionale utilizzo dell'intero ciclo: dal risparmio a livello centrale nei sistemi di potabilizzazione (riduzione delle perdite e ottimizzazione energetica) a quello più puntuale applicato presso l'utilizzatore finale, nel rispetto dei più recenti standard ecologici (utilizzo dei regolatori di flusso, adozione della rete mista, ecc). Anche per quanto concerne i consumi di acqua minerale (193 L/ab/anno) l'Italia primeggia a livello mondiale (cfr. Tabella 4).

**Tab. 1**

*Distribuzione delle acque a livello planetario (Shiklomanov 1998)*

Tipologia di acqua	Valore % rispetto al totale
Acque salate	97,5
Acque dolci	2,5
Ripartizione delle acque dolci	
Ghiacciai e nevi perenni	68,7
Permafrost	0,86
Vapore acqueo	0,04
Acque sotterranee	30,1
Laghi e fiumi	0,3

**Tab. 2**

*Distribuzione delle popolazioni che non hanno accesso all'acqua potabile (Lacoste, 2003)*

Area geografica	Valore % rispetto al totale
America latina	59
Asia e Oceania	57
Africa	55
Europa	2
America settentrionale	1
Totale mondiale	35

**Tab. 3**

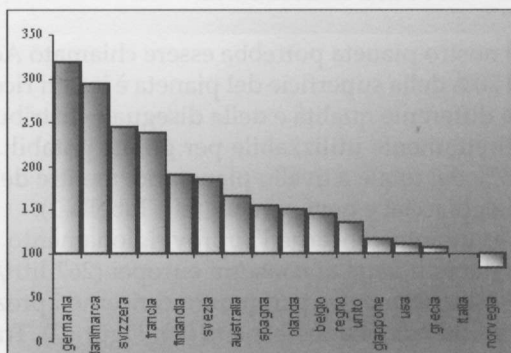
Le fonti di approvvigionamento idropotabile in Italia (ISTAT, 2004)

Fonte di approvvigionamento	Valore % rispetto al totale
Acque sotterranee	86,4 (pozzi 48,6% – sorgenti 37,8%)
Acque superficiali	13,3 (laghi 8,5% – fiumi 4,8%)
Acque marine o salmastre	0,3

## 2. RISPARMIO IDRICO A LIVELLO PUNTUALE E CENTRALE

Nonostante nei paesi industrializzati non sussista un vero problema dovuto alla carenza d'acqua, sono molteplici le iniziative ed i provvedimenti presi allo scopo di sensibilizzare la popolazione ad un uso consapevole della risorsa idrica; ecco alcuni piccoli accorgimenti di grande utilità consigliati al fine di evitare gli sprechi in ambito domestico:

- Creazione di una rete per le acque grigie per le nuove abitazioni.
- Usare la lavatrice e lavastoviglie a pieno carico.
- Usare i miscelatori aerati ai rubinetti.
- Chiudere il rubinetto per lavarsi i denti e per radersi.
- Evitare gli sgocciolamenti e riparare le perdite.
- Usare la cassetta per il WC con doppio pulsante o a rubinetto.
- Preferire la doccia al bagno.
- Lavare le verdure "a mollo" e non solo in acqua corrente.
- Lavare l'auto con il secchio e non solo con l'acqua corrente.



**Fig. 2**

Confronto tra le medie dei prezzi (€/m<sup>3</sup>) dell'acqua potabile nei principali Paesi avendo posto l'Italia a base 100 (elaborazione su dati Cipe, Piani d'Ambito e OECD – tratti da "L'ACQUA" n° 4/2004)

**Tab. 4**

Le acque minerali in Italia (Bevitalia, 2008-9 Directory, 2008)

Produzione e consumi		Tipologie di prodotto	
Volumi imbottigliati	12,2 · 10 <sup>9</sup> L	Acque lisce	63%
Esportazione	0,95 · 10 <sup>9</sup> L	Acque frizzanti	20%
Numero marche in commercio	> 300	Contenitori PET	80%
Pro capite medio annuo	193 L	Contenitori VETRO	20%
<b>Aspetti economici</b>			
Fatturato totale	2,1 · 10 <sup>9</sup> €	Investimenti pubblicitari	117,7 · 10 <sup>9</sup> €

Anche all'interno del nostro paese, pur essendo ricco di risorse idriche, esistono delle disomogeneità nella distribuzione dell'acqua, soprattutto in alcune regioni dove una cattiva gestione di questa risorsa comporta non solo problemi in termini di quantità erogata, ma anche di qualità. A tal proposito si rende indispensabile, oltre che ovviamente un'accurata amministrazione della risorsa, l'adozione di sistemi di riutilizzo da applicare su vasta scala, molti dei quali trovano applicazione in ambito agricolo. In tale settore i limiti microbiologici sono i parametri più difficili da soddisfare; il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.185/2003 stabilisce infatti che le acque reflue, civili ed industriali, ai fini del recupero, devono essere sottoposte, a valle del trattamento secondario, ad una disinfezione che assicuri il raggiungimento dei restrittivi standard qualitativi stabiliti: E.Coli < 10 UFC/100 mL nell'80% dei campioni presi in esame. Oltre all'ambito agricolo, il riuso delle acque reflue adeguatamente depurate può trovare applicazione anche in altri settori:

- industriale (circuiti raffreddamento, settore tessile, conciario, ecc.);
- civile (autolavaggi, fontane, lavaggio strade, ecc.);
- potabile (soluzione utilizzata più raramente, e nel caso attraverso il metodo indiretto della ricarica della falda).

Uno degli aspetti più significativi riguardanti i prelievi ed i consumi idrici a uso civile in Italia rimane senz'altro la differenza tra acqua prelevata e acqua erogata, che a livello nazionale è stimata essere intorno al 37%, raggiungendo punte del 50% nelle regioni continentali del sud e in Sardegna (Conte, 2008). Va precisato tuttavia che tale differenza non è dovuta esclusivamente alle perdite della rete; sono diverse infatti le voci che contribuiscono a generare la differenza tra volumi prelevati ed erogati (acque erogate non fatturate, captazioni abusive, sfiori da serbatoi, ecc.).

### 3. L'APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO

Il fabbisogno di acqua, in funzione del tipo di alimentazione, delle condizioni climatiche, dell'attività fisica, del sesso e dell'età, varia da individuo ad individuo; in ogni caso l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) suggerisce che, per poter parlare di condizioni accettabili di vita, ad ogni individuo dovrebbero essere assicurati almeno 50 litri di acqua al giorno.

Alla data odierna si stima che circa il 35% della popolazione mondiale, quasi totalmente distribuita nei paesi africani e asiatici, non abbia accesso diretto all'acqua potabile (cfr. Tabella 2). La carenza di acqua igienicamente sicura e lo scorrimento in superficie di acque reflue sono le principali cause della diffusione di gravi malattie per la popolazione che vive in quelle zone; a tal proposito basta pensare che nel mondo, ogni 8 secondi, muore un bambino per cause legate alla mancanza o al consumo di acqua contaminata! (Castelli, 2007). L'utilizzo di acqua piovana è una pratica ad oggi in uso in molte parti del mondo (cfr. Figura 4). I problemi che possono derivare dall'impiego continuativo di tali acque sono dovuti alla possibile contaminazione da idrocarburi, se la captazione avviene ai margini di grandi aree urbane ad elevato tasso di inquinamento. Non va dimenticato inoltre che il contenuto salino delle acque di pioggia è troppo modesto e per questo motivo, per il comune impiego come acqua da bere, andrebbero adeguatamente addizionate con integratori salini (Mantelli & Temporelli, 2007).

Sono anche molti i paesi del terzo mondo che, oltre ad avere problemi con la materia prima "acqua", troppo spesso presente in pessima qualità ed in quantità insufficienti, sono

sprovvisti delle risorse energetiche e delle tecnologie più elementari necessarie all'approvvigionamento ed la potabilizzazione. Per questo motivo alcune macchine di sollevamento delle acque (shaduf, coclea, saqiya, noria, ecc.), utilizzate dalle civiltà del passato, vengono ancora oggi impiegate in alcune aree del pianeta (cfr. Figura 5).

E' evidente quindi che, per quanto concerne l'acqua da bere, tra i paesi industrializzati e quelli in via di sviluppo sussiste una differenza fondamentale: per i primi gli sforzi sono oggi rivolti soprattutto alla valorizzazione ed al risparmio di questa importante risorsa, presente ovunque in abbondanza e con qualità conforme ai moderni criteri di potabilità; per i secondi, invece, il problema è rappresentato dalla scarsa disponibilità concomitante con la presenza di inquinanti naturali/antropici e contaminazioni microbiologiche diffuse. Appare perciò comprensibile come il concetto legale di "potabilità" acquisisca una valenza differente a seconda delle circostanze.

Per quanto riguarda i paesi a risorse limitate è quindi fondamentale proporre soluzioni tecniche e sanitarie applicabili in loco, ovvero apparecchiature semplici, che non necessino di manutenzione frequente e specializzata e che, soprattutto, siano in grado di funzionare con le uniche risorse energetiche spesso disponibili: sole e vento.

Un interessante dispositivo che soddisfa queste caratteristiche è la cosiddetta cucina solare (cfr. Figura 6); un paraboloide rivestito con una lamina metallica ad elevato potere riflettente (alluminio) nel cui fuoco viene collocato l'oggetto da scaldare (classicamente una pentola d'acqua). Il principio di funzionamento era già noto ad Archimede da Siracusa e risale al 212 a.C., quando lo scienziato mise in pratica l'idea di concentrare l'energia solare attraverso degli "specchi ustori" per incendiare le navi romane durante la II guerra Punica. Esistono diversi modelli di cucine solari, che possono presentare alcune differenze realizzative (dimensioni, materiali impiegati, ecc), ma che in ogni caso sono in grado di offrire un ottimo servizio, soprattutto se impiegate in quelle realtà dove bollire l'acqua (a costo zero) può rappresentare un'opportunità igienico-sanitaria di elevata importanza<sup>1</sup>. Questi dispositivi non servono ovviamente a risparmiare la risorsa idrica bensì a renderla fruibile in maniera più sicura.

#### 4. TECNICHE DI TRATTAMENTO CONVENZIONALI E AVANZATE

Esistono differenti tipologie di trattamento delle acque reflue, che vanno dalla depurazione con metodi naturali per arrivare a tecniche di disinfezione avanzate da applicare a valle del classico trattamento secondario:

1. Trattamenti naturali: a basso impatto ambientale ma applicabili su scala medio-piccola a causa delle grandi porzioni di territorio di cui necessitano:
  - filtrazione lenta su sabbia;
  - lagunaggio;
  - fitodepurazione.
2. Trattamenti convenzionali: sono caratterizzati da una più elevata velocità di trattamento e da dimensioni più contenute, ma più impattanti dal punto di vista ambientale rispetto alle precedenti:

<sup>1</sup> Una cucina solare con parabola di 140 cm di diametro è in grado di sviluppare una potenza di ~ 700W e portare ad ebollizione 3L di acqua in ~ 25'.



**Fig. 4**

Captazione e deposito di acqua piovana a scopo potabile presso l'orfanatrofio di Bungoma-Kenya (Fonte: archivio Mantelli)



**Fig. 5**

Una saqiya dimostrativa esposta presso Sharm El Sheikh – Egitto; tali dispositivi, generalmente azionati con forza animale, sono ancora oggi operativi in alcune aree del pianeta (fonte: archivio Temporelli)

- clorazione;
- ozonazione;
- acido peracetico;
- UV.

3. Trattamenti avanzati: demolizione/mineralizzazione degli inquinanti chimici antropici/naturali "difficili":
- processi a membrana;
  - fotolisi e fotocatalisi (UV/UV+catalizzatore);
  - AOP – Advanced Oxidation Processes (UV+ossidanti).

Nelle pagine seguenti verranno presentate alcune applicazioni avanzate basate sull'utilizzo di sistemi UV, visti non solo come efficaci disinfettanti ma più in generale come una tecnologia avanzata utilizzabile nei processi di fotolisi e foto-ossidazione nel trattamento di riduzione di alcuni contaminanti presenti nell'acqua.

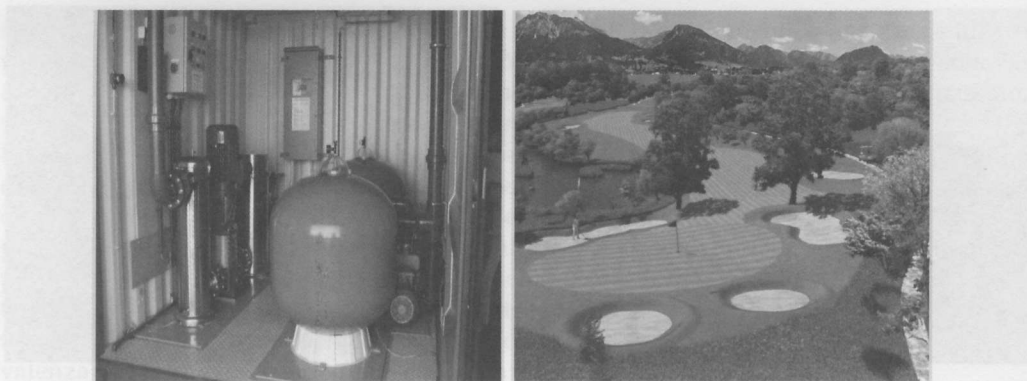
Ben noti sono gli effetti germicidi della radiazione UV, soprattutto quella in banda C generata, in forma quasi monocromatica ( $\lambda=254$  nm), con lampade a vapori di mercurio a bassa pressione; tale efficacia va ricercata nell'elevato assorbimento dei singoli nucleotidi costituenti il DNA cellulare, con un massimo intorno ai 260 nm (Temporelli & Porro, 2005).

Pur risalendo la prima applicazione degli UV in ambito potabile al 1910 (acquedotto di Marsiglia), sino ai primi anni '70 l'impiego di questa tecnologia, soprattutto in Paesi quali Stati Uniti e Canada, era limitato al trattamento di reflui. Le applicazioni in



**Fig. 6**

Cucina solare utilizzata dalle popolazioni dello Zimbabwe (fonte: <http://www.eg-solar.de>)



**Fig. 7**

*Trattamento di filtrazione e disinfezione con lampada UV a bassa pressione (a) per acque superficiali destinate all'uso irriguo (b) (fonte SITA)*

campo acquedottistico subirono un incremento rilevante dopo che l'epidemia di criptosporidiosi, verificatasi a Milwaukee negli anni 90, evidenziò che la disinfezione dell'acqua con prodotti chimici tradizionali può risultare inefficace verso alcuni ceppi patogeni; un altro aspetto che ne ha consolidato l'impiego nell'ambito del trattamento delle acque destinate al consumo umano è costituito dalla sostanziale assenza di sottoprodotti della disinfezione e dall'inalterabilità dei caratteri organolettici. Per quanto riguarda invece il riuso irriguo (cfr. Figura 7), l'aspetto più interessante è rappresentato dall'essere un trattamento efficace nei confronti di svariate fonti di approvvigionamento (ad es. acque superficiali) ma nello stesso tempo privo di aggressività residua (caratteristica dei "chemicals").

Una radiazione elettromagnetica, caratterizzata da una o più lunghezze d'onda, è in grado di indurre un fenomeno di fotolisi quando incide, con sufficiente energia, su una determinata sostanza nella cui struttura intervengono diversi tipi di legami chimici (cfr. Tabella 5).

L'efficacia di un processo fotochimico è determinata dal cosiddetto "quantum yield" (rendimento quantico), tale parametro viene considerato ogni qual volta specifici composti chimici irradiati si trasformano in foto prodotti noti, la cui concentrazione dipende strettamente dall'irraggiamento ricevuto. Il rendimento quantico di una reazione di fotolisi è definito come  $\Phi_{\lambda} = N_R/N_{A\lambda}$ , dove  $\Phi_{\lambda}$  è il coefficiente adimensionale di efficienza di una reazione fotochimica,  $N_R$  il numero di moli della sostanza che ha reagito, ed  $N_{A\lambda}$  il numero di moli di fotoni associati ad una determinata lunghezza d'onda assorbiti dalla sostanza. In ambito natatorio vengono da alcuni anni sempre più frequentemente utilizzati i sistemi UV per il trattamento delle acque di ricircolo della vasca sfruttando la capacità che la radiazione UV ha di innescare fenomeni di fotolisi e, conseguentemente, demolire una serie di inquinanti presenti nell'acqua di balneazione quali le cloroammine.

Sperimentalmente si è visto che i vantaggi che conseguono all'installazione di un sistema UV (concomitante con il classico trattamento di disinfezione a base di cloro) sono molteplici e che, seppur influenzati dalle caratteristiche tecniche dell'impianto natatorio stesso (velocità di ricircolo dell'acqua, efficienza dei filtri a sabbia, ecc.), consentono sempre di migliorare la qualità dell'acqua di balneazione, sia dal punto di vista microbiologico (elevato effetto barriera anche nei confronti delle specie microbiche più resistenti ai disinfet-

Tab. 5

Energie di dissociazione richieste per vari tipi di legami chimici

Tipo di legame	Energia di dissociazione (kcal/gmol)	Lunghezza d'onda di massima efficacia (nm)	Tipo di legame	Energia di dissociazione (kcal/gmol)	Lunghezza d'onda di massima efficacia (nm)
Carbonio			Azoto		
C-C	82,6	346,1	N-N	52,0	549,8
C=C	145,8	196,1	N=N	60,0	476,5
C≡C	199,6	143,2	N≡N	226,0	126,6
C-Cl	81,0	353,0	N-H (NH)	85,0	336,4
C-F	116,0	246,5	N-H (NH <sub>3</sub> )	102,2	280,3
C-H	98,7	289,7	N-O	48,0	595,6
C-N	72,8	392,7	N=O	162,0	176,5
C=N	147,0	194,5	Ossigeno		
C≡N	212,6	134,5	O=O (O <sub>2</sub> )	119,1	240,1
C-O	85,5	334,4	-O-O-	47,0	608,3
C=O (aldeidi)	176,0	162,4	O-H (acqua)	117,5	243,3
C=O (chetoni)	179,0	159,7	Zolfo		
C-S	65,0	439,9	S-H	83,0	344,5
C=S	166,0	172,2	S-N	115,2	248,6
Idrogeno			S-O	119,0	240,3
H-H	104,2	274,4			

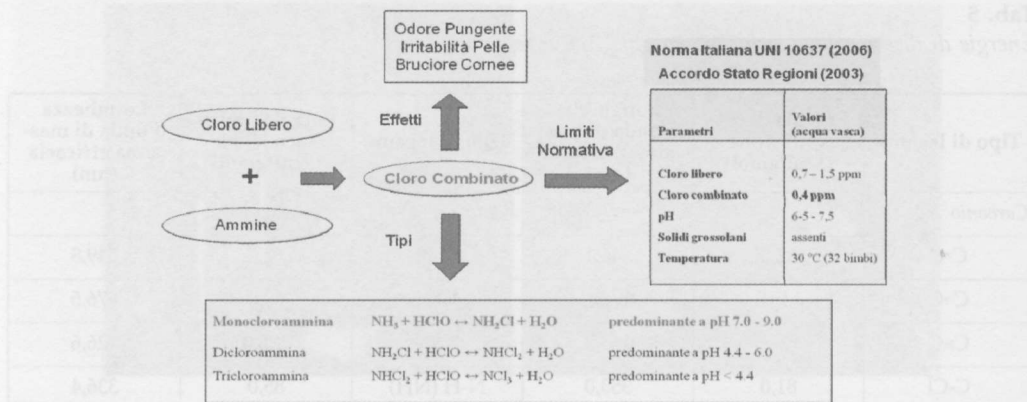
tanti tradizionali quali la *Pseudomonas*), sia da quello chimico-fisico-organolettico (riduzione delle cloroammine, principali responsabili dei fenomeni irritativi alla pelle, agli occhi, alle mucose e all'apparto respiratorio in generale).

In tale specifica applicazione si è notata una maggiore efficacia dei sistemi UV utilizzando lampade cosiddette a media pressione la cui emissione spettrale, a differenza delle monocromatiche lampade a bassa pressione, è del tipo multifrequenze (cfr. Figura 10), in grado di interagire meglio con alcune sostanze indesiderabili (quali cloroammine e THMs) presenti nelle acque di piscina:

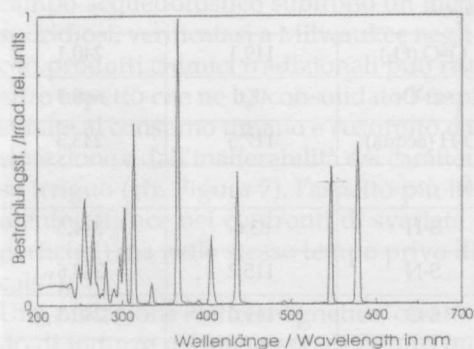
- monocloroammine NH<sub>2</sub>Cl - lunghezza d'onda di massima efficacia:  $\lambda_c = 245$  nm;
- dicloroammine NHCl<sub>2</sub> - lunghezza d'onda di massima efficacia:  $\lambda_c = 297$  nm;
- tricloroammine NCl<sub>3</sub> - lunghezza d'onda di massima efficacia:  $\lambda_c = 340$  nm;
- trialometani THMs - lunghezza d'onda di massima efficacia:  $\lambda_c = 446$  nm;

L'inserimento di un sistema UV nel circuito di trattamento dell'acqua di vasca si traduce quindi in un triplice vantaggio:

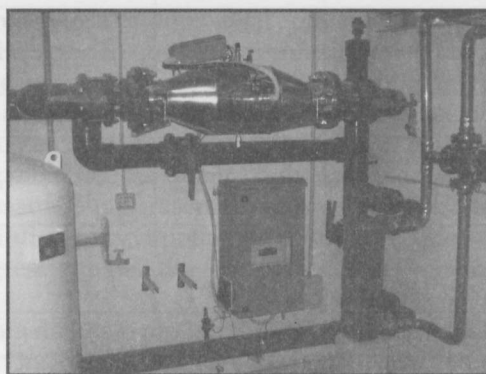
- per i bagnanti, che possono usufruire di un'acqua di superiore qualità;
- per il gestore dell'impianto, che a fronte del minore volume giornaliero di ricambio d'acqua è in grado risparmiare sia sull'acquisto dell'acqua sia sul riscaldamento della



**Fig. 8**  
Formazione ed effetti del cloro combinato in ambito natatorio



**Fig. 9**  
Spettro di emissione di una lampada UV a media pressione (fonte: Heraeus)



**Fig. 10**  
Sistema UV con lampada a media pressione installato in piscina pubblica (fonte: SITA)

stessa; in molte realtà dove questi impianti sono stati installati il tempo di ammortamento del costo di acquisto si è aggirato intorno agli 8 mesi;

- per l'ambiente, che risente positivamente del minor spreco di acqua e, soprattutto, del minor utilizzo di prodotti chimici periodicamente impiegati nel trattamento di clorazione al "break point".

Sempre in ambito natatorio un'altra applicazione con ultravioletti che si sta affermando è quella del trattamento delle acque di scarto, provenienti direttamente dalla vasca di balneazione (magari dopo un passaggio su scambiatore di calore per il recupero di una parte di energia termica) oppure dal controlavaggio dei filtri a sabbia. Queste operazioni vengono effettuate con frequenza quotidiana e consistono in alcune decine di metri cubi di acqua che, a valle di un idoneo trattamento, può essere reimpiegata per usi sanitari.

Esistono già delle realtà sul territorio nazionale che hanno optato per questa scelta, trattando e reinserendo nel circuito sanitario (prevalentemente uso docce e irriguo) le acque



di ricambio, con evidenti vantaggi dal punto di vista economico (per il gestore) e per l'ambiente in generale.

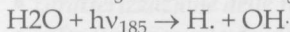
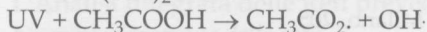
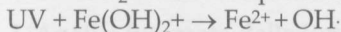
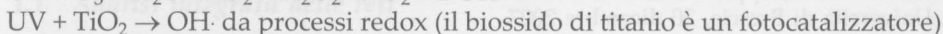
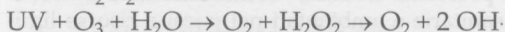
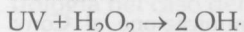
Ma qual è l'entità del risparmio della risorsa idrica che si avrebbe adottando di inserire sistematicamente un sistema UV in ogni piscina pubblica? Non poco. Stimando infatti in 4000 le piscine pubbliche attive in Italia, ed ipotizzando un risparmio medio di 12,5 m<sup>3</sup>/giorno sul ricambio d'acqua per ogni piscina, si deduce la possibilità di un risparmio globale pari a ~ 50.000 m<sup>3</sup>/giorno = 1,5·10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/anno. Sapendo inoltre che il consumo medio di acqua potabile nel nostro paese è ~ 260 l/persona/d si ottiene che, adottando questa tecnologia, si potrebbe risparmiare:

- in 1 giorno il volume d'acqua consumato da una città di 200.000 abitanti;
- in 1 anno il volume d'acqua consumato giornalmente dall'intera nazione (5,8·10<sup>7</sup> abitanti).

I processi di ossidazione avanzata (AOP) si attivano grazie all'azione combinata di diverse sostanze (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, UV) in grado di generare un composto radicalico OH· dall'elevato potenziale redox e dalla bassa selettività: AOP → OH· + inquinante → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + ioni inorganici. Si tratta di processi in cui:

- si ottiene l'ossidazione progressiva dei contaminanti, sino alla completa mineralizzazione, attraverso la generazione di radicali, generalmente non selettivi;
- si ottiene la distruzione chimica dell'inquinante offrendo un'alternativa ai processi "tradizionali", nei quali il contaminante subisce un trasferimento dalla fase liquida a quella gassosa (ad es. stripping), oppure dalla fase liquida a quella solida (adsorbimento);
- i diversi agenti ossidanti possono essere "attivati" dalla radiazione UV.

Tra le principali reazioni di ossidazione avanzata attivate da radiazione ultravioletta ricordiamo:



Il recente interesse di questi processi in ambito potabile deriva dalla volontà di raggiungere uno standard qualitativo sempre più elevato, dettato soprattutto dalla necessità di rimuovere alcuni inquinanti organici e di contenere quanto più possibile la formazione di sottoprodotti di disinfezione (Sorlini, 2007). Gli AOP presentano infatti particolare efficacia nella demolizione di molti inquinanti chimici, antropici e naturali, presenti nelle acque, primarie e reflue, come:

- pesticidi (atrazina, simazina, bentazone), erbicidi, fertilizzanti, Metil-terziario-butil-etero (MTBE), distruttori endocrini, tricloetilene;
- composti odorigeni quali il metilisoborneolo (MIB) e la geosmina;
- sottoprodotti della disinfezione (DBP), generalmente presenti nelle acque destinate al consumo umano a causa della reazione del disinfettante con la materia organica o altre sostanze presenti nell'acqua stessa: N-nitrosodimetilammina NDMA (←NH<sub>2</sub>Cl); trihalometani THMs (←Cl<sub>2</sub>); clorito ClO<sub>2</sub> (←ClO<sub>2</sub>); bromati BrO<sub>3</sub> (←O<sub>3</sub>).

## 5. CONCLUSIONI

La tendenza al continuo aumento dei consumi in alcuni paesi e la contemporanea prospettiva di una crisi idrica imminente per un numero sempre crescente di persone sul pia-

neta, dovrebbe indurre politici e scienziati a riflettere in merito alle misure da intraprendere, nell'immediato e nel futuro, al fine di salvaguardare al meglio la risorsa idrica. Per consentire un significativo risparmio e riuso dell'acqua i paesi industrializzati dovrebbero seguire due linee di intervento parallele:

- puntare all'ottimizzazione di quanto già disponibile, ovvero:
  - salvaguardia e corretto sfruttamento delle risorse primarie;
  - adozione di nuove misure per contenere le perdite idriche e gli sprechi su vasta scala;
  - diffusione di una nuova cultura ambientale che permetta di sensibilizzare il singolo cittadino sui temi del riciclo e dell'uso consapevole;
- adottare strategie complementari che contemplino, per le acque di scarto, non solo un'adeguata depurazione, ma anche un loro significativo riuso in ambito tecnologico e agricolo, che consenta di ottenere un importante risparmio delle fonti idropotabili di qualità e contribuire così a ... *realizzare in ogni città del mondo punti di erogazione che mettano a disposizione di ciascuno acqua salubre e pulita, secondo gli attuali criteri di potabilità* (Mantelli & Temporelli, 2007).

## BIBLIOGRAFIA

- Redazione Beverfood** (a cura di), (2008). *Bevitalia 2008-9 Directory*, Edizioni Annuari del bere Beverfood. Milano, 502.
- Castelli, F.** (2007). La gestione dell'acqua ed i problemi sanitari. Comunicazione al Conv. CETAMB "Ricerca e applicazione di tecniche sanitarie e ambientali nei paesi a risorse limitate", Università di Brescia, 20 dicembre 2007.
- Conte G.** (2008). *Nuvole e sciacquoni*, Edizioni Ambiente. Milano, 205.
- Greco P.** (2004). *Pianeta acqua*, Franco Muzzio Editore. Roma, 212.
- Mantelli F. e G. Temporelli** (2007). *L'acqua nella storia*, F. Angeli, Milano, pagg. 359.
- ISTAT** (2004). *Statistiche in breve – I prelievi di acqua ad uso potabile nel Sistema di Indagini sulle Acque*, anno 1999. Roma, pagg. 7.
- Lacoste, Y.** (2003). *L'acqua e il pianeta*, Rizzoli Larousse. Milano, 127.
- Shiklomanov I.** (1998). *World Water Resources- a new appraisal and assessment for the 21<sup>st</sup> century*, International Hydrology Programme. Parigi, pagg. 37.
- Sorlini, S.** (2007). Processi di ossidazione avanzata con impiego degli UV nella potabilizzazione delle acque. Atti Conv. Int. "Trattamenti avanzati delle acque con tecnologia UV: dalla ricerca e sviluppo alla progettazione e validazione", Ecomondo Rimini, 8-9 novembre 2007. San Marino, pagg. 60-69.
- Temporelli, G. e R. Porro** (2005). *La radiazione UV nel trattamento delle acque destinate al consumo umano*, F. Angeli. Milano, pagg. 241.