

**Linee guida sui dispositivi di trattamento
delle acque destinate al consumo umano
ai sensi del D.M. 7 febbraio 2012, n. 25**

20 marzo 2013

Indice

RIASSUNTO	2
INTRODUZIONE	4
1. SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE	5
2. DEFINIZIONI	6
3. DESCRIZIONE DEI TRATTAMENTI PER LE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO CONOSCIUTI A LIVELLO NAZIONALE	9
3.1 Considerazioni generali	9
3.2 Trattamenti per le acque destinate al consumo umano conosciuti a livello nazionale	11
3.2.1 Filtri meccanici	11
3.2.2 Mezzi attivi	11
3.2.2.1 Resine a scambio ionico	12
3.2.2.2 Carboni attivi	13
3.2.2.3 Altre tipologie di materiali adsorbenti	13
3.2.3 Separazione su membrana: microfiltrazione, ultrafiltrazione, nanofiltrazione, osmosi inversa	15
3.2.4 Dosaggio prodotti chimici	16
3.2.5 Campi magnetici	17
3.2.6 Trattamenti antibatterici e di disinfezione	17
3.2.6.1 Disinfettanti chimici	18
3.2.6.2 Impianti UV	19
3.2.6.3 Argento	19
3.2.7 Gassatura	20
3.2.8 Elettrodeionizzazione	20
3.3 Modalità di utilizzo	21
3.4 Ambito di impiego	21
4. RIFERIMENTI	23
4.1. Disposizioni UE	23
4.2. Disposizioni nazionali	24
4.3. Norme tecniche	25
4.4. Letteratura scientifica	28

Riassunto

Il D.M. 25/2012 che stabilisce prescrizioni tecniche relative alle apparecchiature per il trattamento dell'acqua destinata al consumo umano abrogando il preesistente D.M. 443/1990, si inquadra nel moderno contesto normativo in materia di qualità delle acque destinate al consumo umano, igiene dei prodotti alimentari, codice del consumo e libera circolazione delle merci. Obiettivo del decreto è garantire che i trattamenti non pregiudichino la qualità delle acque, già idonee sotto il profilo sanitario, che le apparecchiature di trattamento garantiscano gli effetti dichiarati, e che l'informazione completa sugli effetti dei trattamenti sia adeguatamente fornita al consumatore.

Elaborate sulla base dei dettami del D.M. 25/2012, e tenendo conto delle specifiche norme che regolano la produzione e l'utilizzo delle specifiche tecnologie di trattamento, le presenti linee guida sono finalizzate alla "descrizione dei trattamenti per le acque destinate al consumo umano conosciuti a livello nazionale", a supporto di scelte consapevoli da parte dei consumatori e tenendo anche conto del quadro generale della qualità delle acque destinate al consumo umano in Italia.

I trattamenti considerati nel documento si basano su diversi processi fisici e chimici (Figura 1) e non rivestono carattere sanitario, indirizzandosi principalmente a modificare le caratteristiche organolettiche dell'acqua, rimuovendo sostanze responsabili delle alterazioni dell'odore e del sapore e/o combinando processi di gassatura e/o refrigerazione. Tenendo conto delle caratteristiche degli specifici processi di trattamento e di come questi sono differentemente realizzati, combinati e sequenziati all'interno delle apparecchiature in commercio, e nel contesto degli obblighi di informazione previsti per i produttori e i distributori, viene ribadita la necessità da parte dei consumatori di disporre di adeguate conoscenze sulle caratteristiche delle acque da trattare e dell'impianto di distribuzione in essere, per valutare l'eventuale opportunità e finalità del trattamento e per orientare l'eventuale scelta sull'apparecchiatura da adottare. È richiamata nel contempo l'esigenza di esaustive istruzioni d'uso e il rispetto di queste per quanto riguarda l'installazione, la manutenzione e l'impiego dei dispositivi, a garanzia della sicurezza ed efficienza d'uso dell'apparecchiatura e della qualità delle acque trattate, con alcuni riferimenti a specifici aspetti da tenere sotto controllo per le diverse tipologie di trattamento.

Le modalità di utilizzo delle apparecchiature prevedono l'installazione permanente su impianti di distribuzione delle acque al punto di ingresso negli edifici (*point of entry*), al punto di erogazione (*point of use*) o anche il trattamento discontinuo di acque effettuato a valle del punto di erogazione, come nel caso delle caraffe filtranti. L'ambito di impiego delle apparecchiature, che determina anche specifiche responsabilità e criteri di sorveglianza sui sistemi di trattamento, considera sia gli utilizzi domestici che in esercizi commerciali, e include anche i trattamenti per erogazione di acque in unità distributive aperte al pubblico, note come "chioschi dell'acqua", di recente diffusione in molte realtà territoriali.

In accordo con quanto stabilito nel D.M. 25/2012 le presenti linee guida non debbono intendersi esaustive e dovranno essere integrate e aggiornate sulla base dello stato delle conoscenze in materia di trattamenti di acque destinate al consumo umano.



Figura 1

Introduzione

La qualità delle “acque destinate al consumo umano” è regolata da norme, elaborate in ambito europeo e recepite sul territorio nazionale, finalizzate a garantire nel tempo un elevato livello di protezione della salute umana.

In termini generali, sulla base di una ingente quantità di informazioni rese sistematicamente disponibili in ambito locale e regionale, e convogliate a livello nazionale ed europeo¹, si può affermare che in Italia la fornitura di acqua qualitativamente idonea è perseguita con prassi rigorose e consolidate di gestione del sistema idrico e controllata mediante un collaudato sistema di sorveglianza, regolato sul piano legislativo, in merito a frequenza, tipologia e modalità dei controlli. Fatte salve alcune circostanze, in genere limitate in termini temporali e territoriali, per le quali possono verificarsi non conformità per presenza di parametri chimici o microbiologici fuori norma — in seguito alle quali possono anche essere disposte limitazioni d’uso delle acque con adeguate azioni informative sulle popolazioni interessate — le acque distribuite sono idonee al consumo umano e possono essere consumate in condizioni di sicurezza nell’intero arco della vita; pertanto, sotto il profilo sanitario, non si rileva alcuna necessità di loro trattamenti a valle del “punto di consegna”.

Il ricorso a trattamenti di acque destinate al consumo umano può, d’altra parte, essere offerto ai consumatori per perseguire modifiche nelle caratteristiche organolettiche delle acque e quindi la loro accettabilità e gradevolezza al gusto mediante “trattamenti di affinamento” basati su diversi processi fisici e chimici e/o modificare la temperatura di erogazione e/o conferire alle acque caratteristiche di effervescenza. Le finalità dei trattamenti possono d’altra parte indirizzarsi al controllo di talune caratteristiche delle acque, tenendo conto delle interazioni di queste ultime con le reti di distribuzione domestica, e possono in questo caso includere anche il dosaggio di prodotti chimici.

Da numerosi anni a questa parte, la diffusione di dispositivi di trattamento di acque destinate al consumo umano in Italia risulta notevolmente estesa sia per diversità di tecnologie impiegate e varietà di sistemi in commercio che per entità dei volumi di apparecchiature commercializzate.

È importante evidenziare che al fine di ottenere le azioni di miglioramento perseguite sulla qualità delle acque, le apparecchiature di trattamento utilizzano materiali, prodotti e processi che, qualora non idonei per caratteristiche, progettazione o realizzazione dell’apparecchiatura, o qualora impropriamente utilizzati o non adeguatamente gestiti dagli utilizzatori, potrebbero non garantire il livello di prestazione atteso e anche pregiudicare la qualità delle acque erogate dopo trattamento.

¹ Per quanto riguarda l’accesso alle informazioni sulla qualità delle acque destinate al consumo umano, una relazione di sintesi sulla qualità dell’acqua potabile e la tendenza a livello europeo è prodotta dalla CE e disponibile a http://circa.europa.eu/Public/irc/env/drinking_water_rev/library?l=/drinking_synthesis&vm=detailed&sb=Title. In Italia, nelle more della strutturazione da parte del Ministero della Salute del “Portale Acque”, finalizzato a fornire e ricevere informazioni sulla qualità delle acque nel territorio nazionale incluse le acque potabili, sono disponibili pubblicazioni periodiche emesse a livello territoriale da Regioni, Comuni, ATO e/o dai gestori idrici.

Nel contesto di un'attenzione da tempo dedicata alle pratiche di trattamento effettuate a valle dei punti di consegna e di conformità delle acque per il consumo umano è stato di recente emanato il decreto del Ministero della Salute del 7 febbraio 2012, n. 25, recante “Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell'acqua destinata al consumo umano” che abroga il preesistente D.M. 443/1990 introducendo un nuovo approccio normativo volto a ricomprendere la moltitudine di realtà tecnologiche sviluppate, o di possibile sviluppo, in questo settore, ed estendere il campo di applicazione delle apparecchiature dall'ambiente domestico anche ai pubblici esercizi.

Il decreto si inquadra nel moderno contesto normativo in materia di acque destinate al consumo umano, igiene dei prodotti alimentari, codice del consumo e libera circolazione delle merci² e dispone, tra l'altro, l'obbligo per i produttori e i distributori di immettere sul mercato solo prodotti sicuri, garantendo che le apparecchiature, se utilizzate e mantenute secondo quanto previsto nel manuale d'uso e manutenzione, assicurino, durante il periodo di utilizzo, le prestazioni dichiarate e la conformità dell'acqua trattata ai requisiti di legge.

1. Scopo e campo d'applicazione

Le presenti linee guida, redatte a cura del Ministero della Salute in ottemperanza all'art. 3 comma 9, del D.M. 25/2012 concernono la “descrizione dei trattamenti per le acque destinate al consumo umano conosciuti a livello nazionale”.

Scopo delle linee guida è presentare gli aspetti salienti delle tecnologie di trattamento conosciute a livello nazionale ed il contesto normativo di riferimento, fermo restando tutti gli specifici obblighi previsti per il produttore e distributore dal D.M. 25/2012, volti a tutelare ed informare il consumatore e l'utente nelle fasi di scelta, acquisto, impiego e manutenzione dell'apparecchiatura, anche per garantire la sicurezza d'uso del dispositivo, l'efficacia delle azioni rispetto alle prestazioni dichiarate e, in ogni caso, la conformità dell'acqua trattata ai requisiti stabiliti dal D.lgs. 31 e *s.m.i.*

Il campo di applicazione delle linee guida, in accordo con quanto individuato nel D.M. 25/2012 (art. 1, comma 1), riguarda le “apparecchiature tendenti a modificare le caratteristiche dell'acqua potabile distribuita sia in ambito domestico che nei pubblici esercizi”³. Pertanto queste linee guida vanno applicate alle apparecchiature impiegate per modificare le caratteristiche dell'acqua destinata al consumo umano con cui essi interagiscono, sia che l'acqua trattata venga destinata al consumatore finale — in ambiente domestico o in ambienti ed edifici a uso collettivo, o anche in strutture aperte al pubblico che operino erogazione di acqua trattata —, sia che l'acqua venga impiegata

² Sono richiamate, rispettivamente, le seguenti fondamentali normative di riferimento in merito: decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, regolamenti (CE) n. 178/2002 e n. 852/2004, e decreto legislativo 6 settembre 2005, n. 206, e *s.m.i.*

³ Rif. art. 11, comma 1, lettera *i* del D.Lgs. 31/2001 e *s.m.i.*; ai sensi di queste linee guida viene usato indistintamente il termine “dispositivo” od “apparecchiatura” per il trattamento delle acque destinate al consumo umano.

nella produzione alimentare o fornita alla clientela di attività di ristorazione o pubblici esercizi⁴.

La diffusione delle linee guida si integra con altre attività informative continuativamente condotte dalle Autorità preposte, associazioni di categoria, gestori idrici e professionisti del settore delle acque destinate al consumo e delle apparecchiature di trattamento, anche in merito agli elementi introdotti con il D.M. 25/2012; tali azioni sono finalizzate ad approfondire e aggiornare le conoscenze e il grado di tutela del consumatore in merito ai diritti all'informazione sui trattamenti in commercio, anche per l'identificazione sul mercato di eventuali prodotti e informazioni pubblicitarie non conformi alla vigente normativa.

Le linee guida, qui emesse in prima edizione, non possono intendersi esaustive. La descrizione dei trattamenti conosciuti a livello nazionale si basa sulle informazioni acquisite dalle autorità sanitarie periferiche e centrali nel corso delle attività di vigilanza ad oggi condotte, nonché su dati resi facoltativamente disponibili da Associazioni di categoria e parti interessate al Ministero della Salute, anche mediante un questionario predisposto nella fase preparatoria delle linee guida.

Il documento ha acquisito parere favorevole del Consiglio Superiore di Sanità, Sezione III, nella seduta del 15 novembre 2012.

Per la pubblicazione del documento è esperita la procedura di informazione di cui alla direttiva 98/34/CE, come modificata dalla direttiva 98/48/CE, che prevede una procedura di informazione nel settore delle norme e regole tecniche.

2. Definizioni

Ai fini delle presenti linee guida valgono le seguenti definizioni assunte dalle rilevanti disposizioni legislative richiamate nel D.M. 25/2012, ove non altrimenti specificato.

Acque destinate al consumo umano:

- acque trattate o non trattate, destinate a uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande, o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine, siano esse fornite tramite una rete di distribuzione, mediante cisterne, in bottiglie o in contenitori;
- acque utilizzate in un'impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al

⁴ Non sono pertanto esaminati, in questa sede, i trattamenti di acque destinate a consumo umano, quand'anche effettuati in ambito domestico, nei casi in cui le acque trattate alimentino una rete indipendente da quella utilizzata per l'uso potabile, e siano finalizzati a modificare le caratteristiche delle acque impiegate, ad esempio, per il funzionamento di impianti o elettrodomestici. Esulano inoltre dal campo di applicazione di queste linee guida apparecchi utilizzati per trattamenti di potabilizzazione, ad esempio dissalatori di acque utilizzate nei natanti, e per trattamenti di acque destinate ad usi diversi dal consumo umano, come ad esempio per filtrazione dell'acqua ai punti di utilizzo in ospedale, per trattamento di acque termali, di piscina, ecc.

consumo umano, escluse quelle la cui qualità non può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto alimentare finale.

Acque potabili condizionate⁵: acque destinate al consumo umano, comunque poste in commercio, e acque sottoposte a procedure di filtraggio, o somministrate presso gli esercizi di ristorazione.

Acqua potabile trattata⁶: acqua idonea al consumo umano non confezionata, somministrata nelle collettività e in altri esercizi pubblici; la dizione “acqua potabile trattata e gassata” va utilizzata laddove l’acqua sia stata anche addizionata di anidride carbonica.

Analisi dei pericoli e punti critici di controllo (Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP): sistema che identifica, valuta e controlla i rischi significativi per la sicurezza alimentare⁷, basato sui seguenti principi:

- identificare ogni pericolo che deve essere prevenuto, eliminato o ridotto a livelli accettabili;
- identificare i punti critici di controllo nella fase o nelle fasi in cui il controllo stesso si rivela essenziale per prevenire o eliminare un rischio o per ridurlo a livelli accettabili;
- stabilire, nei punti critici di controllo, i limiti critici che differenziano l'accettabilità e l'inaccettabilità ai fini della prevenzione, eliminazione o riduzione dei rischi identificati;
- stabilire e applicare procedure di sorveglianza efficaci nei punti critici di controllo;
- stabilire le azioni correttive da intraprendere nel caso in cui dalla sorveglianza risulti che un determinato punto critico non è sotto controllo;
- stabilire le procedure, da applicare regolarmente, per verificare l'effettivo funzionamento delle azioni poste in essere;
- predisporre documenti e registrazioni adeguati alla natura e alle dimensioni dell'impresa alimentare al fine di dimostrare l'effettiva applicazione delle azioni poste in essere.

Consumatore o utente:

- nel caso di apparecchiature, persona fisica che agisce per scopi estranei all'attività imprenditoriale, commerciale, artigianale o professionale eventualmente svolta;
- nella fattispecie di prodotti alimentari, il “consumatore finale” di un prodotto alimentare che non utilizzi tale prodotto nell’ambito di un’operazione o attività di un’impresa del settore alimentare”.

Distributore (di apparecchiature): qualsiasi operatore professionale della catena di commercializzazione, la cui attività non incide sulle caratteristiche di sicurezza dei prodotti.

⁵ Rif. art. 18 Decreto legislativo 08 ottobre 2011, n. 176. Attuazione della direttiva 2009/54/CE, sull'utilizzazione e la commercializzazione delle acque minerali naturali. (11G0218).

⁶ Rif. art. 13, c. 2, Decreto legislativo 23 giugno 2003, n. 181. Attuazione della direttiva 2000/13/CE concernente l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari, nonché la relativa pubblicità.

⁷ Rif. *Codex Alimentarius* CAC/RCP 1-1996 Rev 4-2003.

Impianto di distribuzione domestico: condutture, raccordi e apparecchiature installati tra i rubinetti normalmente utilizzati per l'erogazione dell'acqua destinata al consumo umano e la rete di distribuzione esterna. La delimitazione tra impianto di distribuzione domestico e rete di distribuzione esterna, denominata “**punto di consegna**”, è costituita dal contatore, salva diversa indicazione del contratto di somministrazione.

Installazione: collegamento permanente del dispositivo di condizionamento dell'acqua all'interno dell'edificio al sistema di distribuzione dell'acqua, compresa l'alimentazione elettrica e servizi ausiliari, eventualmente necessari per il corretto funzionamento dell'apparecchiatura e per soddisfare i requisiti delle norme di prodotto pertinenti e la legislazione esistente.

Impresa alimentare: ogni soggetto pubblico o privato, con o senza fini di lucro, che svolge una qualsiasi delle attività connesse a una delle fasi di produzione, trasformazione e distribuzione degli alimenti.

Manutenzione (ordinaria): gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonché a far fronte a eventi accidentali che comportano la necessità di primi interventi, che comunque non modificano la struttura dell'impianto su cui si interviene o la sua destinazione d'uso secondo le prescrizioni previste dalla normativa tecnica vigente e dal libretto di uso e manutenzione del costruttore.

Operatore del settore alimentare: persona fisica o giuridica responsabile di garantire il rispetto delle disposizioni della legislazione alimentare nell'impresa alimentare posta sotto il suo controllo.

Point-of-Entry (POE) (sistema installato al): sistema utilizzato per trattare tutta o parte dell'acqua per i locali all'interno degli edifici.

Point-of-use (POU) (sistema installato al): sistema utilizzato per trattare l'acqua a monte di un singolo rubinetto o prese multiple, ma non per l'intero impianto.

Pericolo o “elemento di pericolo”: agente biologico, chimico o fisico contenuto in un alimento o mangime, o condizione in cui un alimento o mangime si trova, in grado di provocare un effetto nocivo per la salute.

Produttore: fabbricante del prodotto stabilito nella Comunità Europea⁸, o qualsiasi altra persona che si presenti come fabbricante apponendo sul prodotto il proprio nome, il proprio marchio o un altro segno distintivo, o colui che rimette a nuovo il prodotto; rappresentante del fabbricante se quest'ultimo non è stabilito nella Comunità; importatore del prodotto, qualora non vi sia un rappresentante stabilito nella Comunità; altri operatori professionali della catena di commercializzazione nella misura in cui la loro attività possa incidere sulle caratteristiche di sicurezza dei prodotti.

⁸ Rif. decreto legislativo del 6 settembre 2005, n. 206. Codice del consumo, a norma dell'articolo 7 della legge 29 luglio 2003, n. 229.

3. Descrizione dei trattamenti per le acque destinate al consumo umano conosciuti a livello nazionale

3.1 Considerazioni generali

Le apparecchiature di trattamento di acque destinate al consumo umano attualmente in commercio utilizzano generalmente uno o più processi, regolati da specifiche norme tecniche⁹, i cui principi generali sono descritti nei seguenti paragrafi.

Le modalità di realizzazione e controllo dei trattamenti, nonché la loro combinazione e sequenza all'interno di ciascuna apparecchiatura, si differenziano notevolmente a seconda dei modelli in commercio, in funzione anche delle finalità del dispositivo, dei volumi di acqua da trattare, della destinazione d'uso, *ecc.* Sono attualmente diffuse in commercio apparecchiature che utilizzano denominazioni di fantasia, anche oggetto di brevetti, e si basano comunque su uno o più trattamenti descritti nei seguenti paragrafi¹⁰.

Si sottolinea che, in accordo con le prescrizioni del D.M. 25/2012, è indispensabile che il consumatore sia adeguatamente informato, da parte del produttore e del distributore, secondo le rispettive competenze, per valutare l'eventuale opportunità e orientare l'eventuale scelta sulla specifica apparecchiatura di trattamento.

A tal fine, è essenziale che siano attentamente valutati i dati sulle caratteristiche delle acque da trattare e, ove possibile, sulla struttura e condizioni dell'impianto di distribuzione domestico, anche in relazione alla eventuale presenza di altri dispositivi di trattamento sulla stessa rete. Su tale base si potrà definire l'opportunità e la finalità dell'eventuale trattamento, e configurare un eventuale sistema idoneo, in funzione della compatibilità dell'apparecchiatura con l'impianto e le acque da trattare (prestando attenzione a tutti quei parametri quali, ad esempio, pressioni di esercizio, temperatura dell'acqua, pH, durezza, che potrebbero non rientrare nel campo di impiego dell'apparecchiatura), e delle prestazioni attese dal trattamento.

Al fine di prevenire potenziali rischi per la sicurezza dei consumatori e garantire le prestazioni dei dispositivi è contestualmente indispensabile che sia assicurata la disponibilità di esaustive istruzioni d'uso, ai sensi dell'art. 6 del D.M. 25/2012, per quanto riguarda l'installazione, la manutenzione e l'impiego dei dispositivi, in funzione sia della tipologia di trattamento che delle specifiche dell'apparecchiatura.

⁹ Cfr. sez. 4 "Riferimenti". Le norme regolano, tra l'altro, le caratteristiche e requisiti dei materiali impiegati per i diversi trattamenti, inclusi i livelli di impurezze, l'installazione, l'utilizzo e la manutenzione dei sistemi di trattamento, i metodi di prova applicabili ai materiali ed alle acque trattate, ed ogni altro aspetto di rilevanza per ogni specifico trattamento, necessario a garantire l'efficienza del processo ed a prevenire i rischi ad essi correlati.

¹⁰ Si richiama in tal senso l'obbligo in materia di pubblicità del D.M. 25/2012 secondo il quale "Nessuna apparecchiatura può essere propagandata o venduta sotto la voce generica di "depuratore d'acqua", ma solo con la precisa indicazione della specifica azione svolta."

In particolare, tenendo conto delle caratteristiche delle acque da trattare, della tipologia di trattamento adottata e della specifica apparecchiatura, attenzione specifica deve essere rivolta:

- ai potenziali rischi di un'eccessiva demineralizzazione delle acque e conseguente minore apporto di micronutrienti e sali minerali per il consumatore che potrebbe essere associata a taluni trattamenti¹¹;
- alle modalità e ai tempi di un'eventuale conservazione dell'acqua trattata prima del consumo, tenendo anche conto della possibile rimozione del disinfettante residuo¹² per effetto di taluni trattamenti, con conseguente minore protezione dell'acqua trattata rispetto a rischi microbiologici; la necessità di tenere sotto controllo un'eventuale presenza microbica può altresì essere correlata alle caratteristiche di alcuni mezzi di trattamento suscettibili di colonizzazione da parte dei microrganismi;
- alla conformità ai requisiti di sicurezza essenziali di cui all'art. 5 del DM 25/2012 che prevedono, tra l'altro, la presenza di un sistema in grado di assicurare il non ritorno dell'acqua trattata in rete, di segnalatori di operazioni di manutenzione e di un sistema, manuale o automatico, che permetta l'erogazione dell'acqua non trattata, interrompendo l'erogazione di quella trattata, nel caso l'apparecchiatura di trattamento non possa garantire funzionalità ottimale.

Le presenti linee guida hanno finalità informative e non prescrittive, e non devono intendersi esaustive. Apparecchiature basate su tecnologie di trattamento non incluse nelle presenti linee guida, possono essere comunque disponibili in commercio, fatti salvi in ogni caso gli obblighi di cui al D.M. 25/2012 e altra normativa applicabile.

¹¹ In particolare, è riconosciuto un ruolo importante dell'acqua nell'apporto di elementi minerali, tra i quali calcio e magnesio, principali determinanti della "durezza" di un'acqua; l'assunzione di tali elementi con l'acqua è sostanziale soprattutto per individui che ricevano contributi marginali degli stessi elementi da altre fonti alimentari, quali ad esempio individui intolleranti al lattosio o praticanti di diete pressoché esclusivamente vegetali. L'OMS, in considerazione dell'importanza della presenza di minerali essenziali nell'acqua destinata al consumo umano e riferendosi non solo alle acque potabili ottenute mediante trattamenti di dissalazione ma anche ad acque ottenute da trattamenti domestici che comportino riduzione delle concentrazioni di minerali essenziali tra cui calcio e magnesio, prevede che "Gli utilizzatori di questi dispositivi devono essere informati delle modifiche nella composizione minerale causate dai trattamenti e delle possibili conseguenze sull'assunzione totale di sostanze nutritive. Ad esempio, coloro che vendono o installano questi dispositivi possono essere motivati ad attirare l'attenzione degli utilizzatori di queste apparecchiature circa l'eventualità di una ridotta assunzione di minerali." L'OMS conclude, inoltre, con la raccomandazione generale che "Occorre informare i consumatori della composizione minerale dell'acqua, indipendentemente dal fatto che sia trattata o no".

Nella corrente normativa europea sulla qualità delle acque destinate al consumo umano non viene espressamente regolamentato il parametro "durezza"; d'altra parte nella normativa nazionale, la "durezza" è considerata tra i parametri indicatori (All. 1 parte C, D.L.gs. 31/2001 e *s.m.i.*) con un valore consigliato compreso tra 15°-50° F, il limite inferiore vale per le acque sottoposte a trattamento di addolcimento o di dissalazione.

¹² Una concentrazione minimale di disinfettante residuo, generata dai processi di disinfezione nel corso della potabilizzazione e/o distribuzione delle acque, è generalmente raccomandata per consentire la protezione delle acque distribuite da ricontaminazioni o proliferazioni microbiche. La presenza del disinfettante residuo ai livelli raccomandati non riveste in alcun caso rischi sanitari.

3.2 Trattamenti per le acque destinate al consumo umano conosciuti a livello nazionale

3.2.1 Filtri meccanici

I filtri meccanici sono dispositivi progettati per rimuovere sostanze indissolte dall'acqua; generalmente sono disponibili in forma di cartucce o dischi, come elementi filtranti ispezionabili e lavabili, filtri lavabili in controflusso, o filtri mono o pluri-uso rimpiazzabili. Per la composizione del filtro possono essere utilizzati materiali sintetici, metalli, tessuti, o materiali per lo più inerti, quali sabbia o quarzite, disposti anche in multistrato. A seconda dei materiali e delle tecnologie impiegate, le apparecchiature presentano gradi di filtrazione specifici, per la rimozione del particolato potenzialmente presente nelle acque in un certo intervallo di granulometria compreso tra 1 e 150 μm (Figura 2).

Con diverse modalità a seconda delle tipologie costruttive, dei materiali e delle caratteristiche delle acque sottoposte a trattamento, i filtri meccanici possono andare incontro a intasamento, anche in seguito ad un'eventuale stagnazione dell'acqua per prolungata inutilizzazione dell'apparecchiatura; è importante pertanto che l'elemento filtrante sia facilmente ispezionabile e lavabile manualmente o automaticamente o che, comunque, possa essere agevolmente sostituito.

3.2.2 Mezzi attivi

I filtri a “masse attive” o a “mezzi attivi” sono costituiti da materiale adsorbente, resine a scambio ionico o materiale chimicamente attivo, in grado di rimuovere sostanze disciolte nell'acqua per effetto di reazioni chimiche, interazioni tra cariche ioniche o altre attività chimico-fisiche di natura superficiale. Il mezzo attivo, generalmente in forma di polvere o granuli, è di solito contenuto in supporti inerti, quali dischi o cartucce, che agevolano l'interazione con l'acqua impedendo, nel contempo, la dispersione del materiale filtrante.

L'impiego dei mezzi attivi è generalmente finalizzato alla riduzione del cloro residuo¹³ e/o di diverse sostanze organiche e inorganiche per il miglioramento delle qualità organolettiche. Largamente impiegati sono i mezzi attivi basati su resine a scambio ionico per l'addolcimento delle acque, vale a dire la riduzione della durezza, principalmente associata alla presenza di sali di calcio e magnesio¹⁴, correlata anche alle proprietà incrostanti dell'acqua; in molti casi il campo di impiego di questi trattamenti riguarda esclusivamente utilizzi tecnologici (per l'alimentazione di lavatrici, caldaie, lavastoviglie, *ecc.*), in reti segregate dalla distribuzione delle acque destinate a consumo umano.

Nelle apparecchiature di filtrazione con mezzi attivi il controllo delle potenziali alterazioni di parametri microbiologici risulta spesso indispensabile in considerazione

¹³ Cfr. nota 12.

¹⁴ Cfr. nota 11.

della possibilità di colonizzazione del materiale filtrante da parte dei microrganismi. A tal fine, in molte apparecchiature viene associata al trattamento di filtrazione un'azione di disinfezione in continuo, ad esempio tramite UV o argento, o di disinfezione periodica, automatica o manuale, con altri disinfettanti chimici.

I mezzi attivi più comunemente utilizzati per i trattamenti di acque destinate al consumo umano comprendono resine a scambio ionico (anionico e cationico) e carbone attivo ed altri mezzi catalitici o adsorbenti. Per questi sono di seguito riportate alcune informazioni relative all'utilizzo nelle apparecchiature incluse nel campo di applicazione delle linee guida.

3.2.2.1 Resine a scambio ionico

Lo scambio ionico è un processo chimico-fisico reversibile in base al quale uno ione mobile legato a una fase solida che compone una resina scambiatrice è stechiometricamente scambiato con un altro ione presente nella fase liquida. Le resine a scambio ionico utilizzate nei trattamenti delle acque sono in grado di sostituire ioni presenti nel mezzo attivo con ioni dei sali disciolti nell'acqua con la quale vengono a contatto.

Le resine a scambio cationico, soprattutto quelle in forma sodica, sono largamente utilizzate per l'addolcimento, sostituendo gli ioni calcio (Ca_2^+) e magnesio (Mg_2^+) con lo ione sodio (Na^+). Resine a scambio anionico sono utilizzate per sostituire ioni negativi, come, ad esempio, nel caso della rimozione dalle acque dello ione nitrato (NO_3^-), trattenuto dalla resina e scambiato con lo ione cloruro (Cl^-).

Sono anche disponibili sul mercato resine a letto misto, per l'abbattimento simultaneo di anioni e cationi (in genere durezza e nitrati con resine in ciclo sodico).

Talvolta sono utilizzate, soprattutto in caraffe filtranti, resine cationiche in forma acida per la rimozione di durezza temporanea.

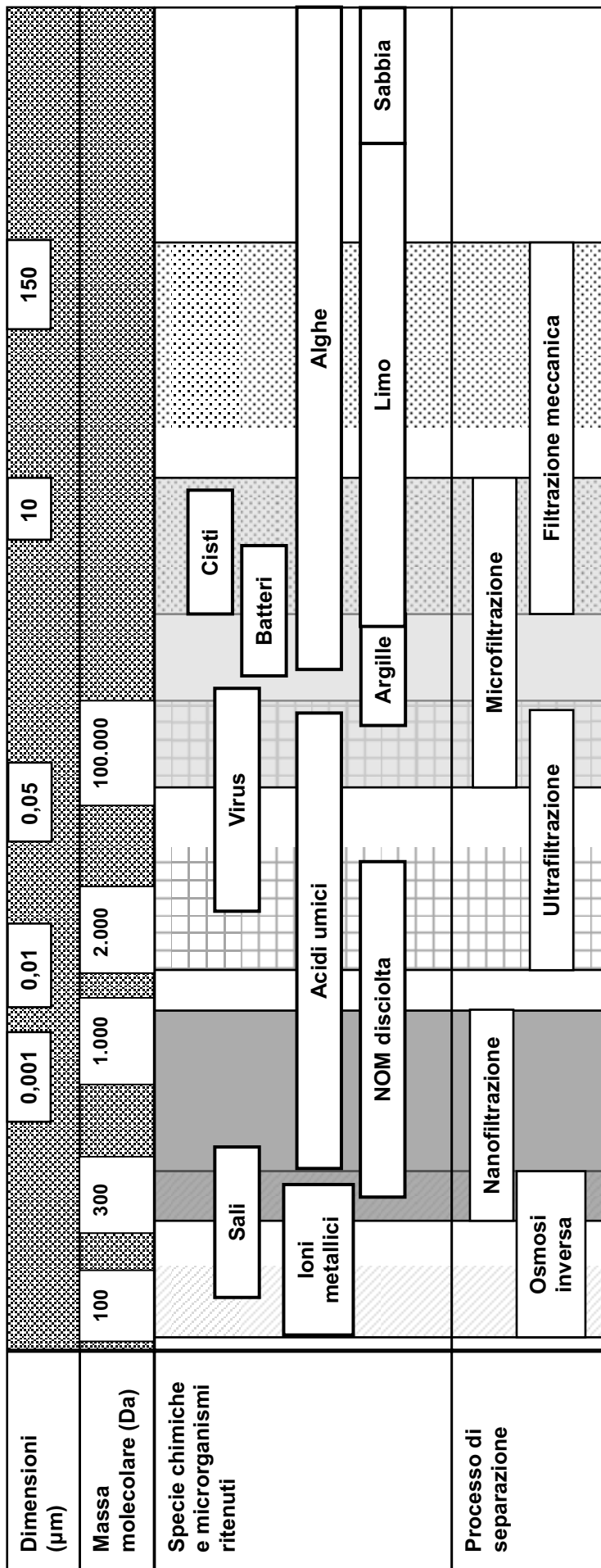


Figura 2

Nella gran parte dei casi, una volta raggiunta la saturazione delle resine che compromette la capacità di scambio, è possibile la rigenerazione di queste attraverso processi eseguiti in automatico dall'apparecchiatura. A tal fine i dispositivi sono dotati di soluzioni saline da impiegare per la rigenerazione delle resine e di circuiti di rigenerazione, opportunamente segregati dalle reti di trattamento delle acque per prevenire ogni potenziale contaminazione.

3.2.2.2 Carboni attivi

Il carbone attivo è un materiale adsorbente largamente usato nei trattamenti di potabilizzazione per la sua capacità di rimuovere inquinanti organici e inorganici con effetti anche su colore, odore e sapore delle acque. Trova anche utilizzo come mezzo attivo in trattamenti di acque destinate a uso umano.

I carboni, ottenuti da lignite, torba, noce di cocco, o altre matrici di origine vegetale o minerale sono caratterizzati da un elevato potere adsorbente che ne connota la proprietà di trattenere sulla propria superficie le sostanze da rimuovere dalla fase acquosa.

L'elevata superficie disponibile per unità di massa (500 – 1.500 m²/g) consente, infatti, di effettuare un efficace adsorbimento rispetto a composti correlati al sapore e odore delle acque, in molti casi riconducibili al trattamento con il cloro, e di trattenere anche alcuni sottoprodotti di disinfezione, come trialometani, eventualmente presenti in tracce.

Per evitare possibili fenomeni di proliferazione microbica in seguito a trattamento con carboni attivi, l'acqua trattata è generalmente sottoposta a disinfezione prima dell'utilizzo.

3.2.2.3 Altre tipologie di materiali

Esiste un'ampia tipologia di materiali utilizzabili per il trattamento delle acque, che si differenziano fra loro sulla base delle loro proprietà funzionali e granulometriche. Per alcuni materiali l'azione di adsorbimento può combinarsi, più o meno significativamente, con un'azione filtrante basata sull'esclusione dimensionale.

I materiali descritti trovano spesso utilizzo nei sistemi di potabilizzazione delle acque e anche in apparecchiature per trattamenti di acque destinate al consumo umano; in entrambi i casi, i materiali possono costituire la totalità del mezzo filtrante di un sistema o dispositivo di trattamento oppure possono essere utilizzati in composizioni variabili e differenziate assemblati nei diversi prodotti commerciali.

La *silice*, diossido di silicio (SiO₂) è comune in natura nello stato solido cristallino, e presente in minerali come il quarzo e i suoi polimorfi, e più raramente nello stato amorfo, come nell'opale; la silice cristallina è largamente presente in granuli di rocce sedimentarie, come sabbia, radiolariti o quarzireniti.

Le *terre di diatomee* sono farine fossili costituite da silice amorfa di origine organica proveniente da scheletri di diatomee depositatesi in mare, in milioni di anni, e successivamente emersi. La terra di diatomee viene utilizzata legata a supporti di vario tipo (tela, ceramica, polipropilene) ed è caratterizzata da un'elevata permeabilità,

variabile in funzione della natura della modalità di preparazione. La permeabilità caratteristica del mezzo tende a esaurirsi nel tempo, per questo motivo i filtri a diatomee vanno periodicamente sostituiti.

La terra di diatomee può essere sostituita da, o miscelata con *perlite* che si ottiene da un minerale di origine vulcanica (riolite, costituita da quarzite e feldspati) che, sottoposta a calcinazione, libera istantaneamente l'acqua di idratazione provocandone la polverizzazione in forma di microsfele. Rispetto alla *terra di diatomee*, la *perlite* è caratterizzata da una minore permeabilità.

Le *zeoliti* sono una famiglia di minerali con struttura cristallina regolare e microporosa caratterizzati da una notevole quantità di volumi vuoti interni ai cristalli. Le zeoliti sono strutturalmente tectosilicati nei quali l'insieme dei tetraedri SiO_4 e AlO_4^- , uniti al vertice da atomi di ossigeno, delimita spazi intercomunicanti di diverse dimensioni, occupati da cationi (di solito sodio, calcio, magnesio o potassio) e da acqua di idratazione. Per effetto del riscaldamento ha luogo la disidratazione dei cristalli in seguito alla quale si formano delle cavità nella struttura cristallografica in grado di trattenere sostanze con dimensioni molecolari compatibili. In relazione a questo tipo di struttura le zeoliti presentano la possibilità di scambi cationici, di disidratazione parziale e reversibile, di adsorbimento selettivo per varie sostanze. Per questo, prima dell'avvento delle resine a scambio ionico sintetiche, trovavano un notevole impiego industriale soprattutto per ridurre la durezza delle acque. La più diffusa zeolite artificiale è stata per lungo tempo la così detta *terra verde* (o zeolite al manganese), caratterizzata dalla presenza di molecole di biossido di manganese (MnO_2), introdotte mediante processi chimici all'interno della struttura cristallina per catalizzare reazioni di ossidazione del manganese ionico contenuto nell'acqua (Mn^{2+}) a biossido (MnO_2) insolubile. Per analoghe finalità viene oggi più ampiamente utilizzata la pirolusite (vedi oltre). Zeoliti artificiali sono utilizzate anche in laboratori di ricerca come setacci molecolari.

La *dolomite* semicalcinata, di formula chimica $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgO}$, viene ottenuta mediante calcinazione della dolomite naturale (minerale costituito da carbonato di calcio e magnesio) operata ad alte temperature, in atmosfera di anidride carbonica in contro-flusso. La dolomite semicalcinata così ottenuta viene utilizzata come materiale filtrante utile alla correzione del pH, all'addolcimento, e per la rimozione di solidi sospesi (mediante azione filtrante meccanica) e metalli (che precipitano sul minerale per effetto dell'innalzamento del pH).

La *pirolusite* è uno dei più importanti minerali del manganese, costituito da biossido di manganese, di formula MnO_2 , di colore nero, con lucentezza metallica; viene utilizzato comunemente nel trattamento delle acque per la rimozione del ferro e del manganese in esse contenuto sotto forma di sali solubili, in virtù della sua azione catalitica.

L'*idrossido di ferro* $\text{Fe}(\text{OH})_3$ granulato viene prodotto artificialmente da materie prime di elevata purezza e viene impiegato negli impianti di adsorbimento con letto fisso, soprattutto per eliminare arseniato e fosfati.

L'*allumina attivata*, ossido d'alluminio (Al_2O_3), è un materiale amorfo, di porosità e superficie di scambio elevate. Viene generalmente ottenuta per calcinazione dell'idrossido di alluminio e successiva granulazione, associata ad un processo di attivazione che permette di aumentare notevolmente la superficie adsorbente del

materiale. Le proprietà dell'allumina attivata vengono utilizzate per la rimozione di ioni inorganici, in particolare fluoruro, arseniato, cromato, sali di selenio, berillio, tallio e contaminanti organici polari.

3.2.3 Separazione su membrana: microfiltrazione, ultrafiltrazione, nanofiltrazione, osmosi inversa

Nel contesto applicativo di queste linee guida i sistemi di filtrazione su membrana sono finalizzati alla riduzione della presenza nell'acqua di eventuali sostanze solide sospese o in dispersione colloidale, di microrganismi, di molecole organiche o di solidi disciolti. A differenza della filtrazione meccanica o convenzionale, in cui la rimozione delle sostanze dalle acque è operata soprattutto per differenza di dimensioni in un processo di percolazione, la filtrazione su membrana consente anche la separazione di soluti disciolti con un processo a flusso tangenziale; il trattamento di separazione è, infatti, operato attraverso strutture permeabili o semipermeabili che regolano il passaggio selettivo di soluti, solventi o particelle tra due soluzioni di diversa composizione. La membrana agisce, infatti, come barriera selettiva che, permettendo il trasferimento di certi componenti di una miscela e trattenendone altri, genera una soluzione purificata (filtrato) — l'acqua trattata —, ed una soluzione più concentrata (retentato), arricchita dei componenti rimossi dalle acque di origine.

Il materiale costituente la membrana può essere di natura organica, generalmente di origine sintetica, a struttura polimerica, o inorganica (ceramiche, metalli e leghe metalliche).

Il trattamento consente la rimozione simultanea di differenti specie chimiche e microrganismi (Figura 2) che vengono ritenuti dai differenti sistemi di filtrazione, in funzione delle dimensioni (μm) e della loro massa molecolare (Dalton); a seconda del grado di filtrazione, determinato anche dalla natura chimica e dalla struttura della membrana, si distinguono in particolare:

- microfiltrazione, in grado di trattenere particelle di diametro compreso fra 0,05 e 10 μm ;
- ultrafiltrazione, in grado di trattenere particelle di diametro compreso fra 0,001-0,05 μm ;
- nanofiltrazione, in grado di trattenere particelle di diametro compreso fra 0,0001 e 0,001 μm ;
- osmosi inversa ed elettrodialisi, in grado di trattenere particelle di diametro inferiore a 0,001 μm .

Da rilevare che nel passaggio da ultrafiltrazione ad osmosi inversa diventano sempre più preponderanti i fenomeni di natura chimica ed elettrochimica (affinità tra membrana e sostanza da rimuovere) rispetto a quelli di tipo dimensionale (interazione sterica).

Nonostante la complessità e la continua evoluzione tecnologica dei sistemi di filtrazione su membrana¹⁵, un'apparecchiatura di trattamento per acque destinate al consumo

¹⁵ I processi di separazione su membrana sono oggetto di uno sviluppo tecnologico importante, anche in considerazione delle applicazioni in molteplici settori quali dissalazione delle acque, trattamenti di acque

umano basata su tali processi si compone generalmente di un circuito idraulico che comprende, oltre alla membrana di filtrazione, recipienti a pressione per realizzare le prefiltrazioni, ed un recipiente per l'acqua filtrata, generalmente sottoposta a post-trattamento di disinfezione per garantirne la qualità microbiologica. Le apparecchiature in commercio possono differenziarsi significativamente dallo schema descritto, ad esempio i recipienti di raccolta delle acque filtrate non sono presenti in impianti a produzione continua. Il circuito di raccolta della soluzione concentrata è adeguatamente segregato e protetto da quello dell'acqua filtrata per evitare contaminazioni. Il funzionamento dei sistemi è oggi largamente automatizzato e controllato in tutte o parti delle funzioni, come il lavaggio delle membrane e la disinfezione continua. In alcuni casi è attuato un pretrattamento delle acque con filtri meccanici ed adsorbenti, a protezione della membrana.

Considerazione particolare va rivolta alle caratteristiche delle acque da trattare e alle specifiche dell'apparecchiatura rispetto a eventuali rischi di eccessiva demineralizzazione delle acque e conseguente minore apporto di micronutrienti e sali minerali¹⁶, che potrebbe essere associato a taluni trattamenti di filtrazione a membrana. In un contesto di utilizzo sostenibile delle risorse idriche, utili informazioni in merito ad alcuni trattamenti di filtrazione su membrana riguardano anche i quantitativi di soluzione concentrata da destinare allo scarico e la possibilità di utilizzo della soluzione del retentato per applicazioni dove non è richiesta un'acqua con ridotta salinità.

3.2.4 Dosaggio prodotti chimici

Alcune sostanze chimiche finalizzate al trattamento delle acque destinate al consumo umano vengono immesse nell'acqua da trattare a mezzo di dispositivi di dosaggio. La quantità del prodotto dosato è regolata proporzionalmente alla portata di acqua da trattare.

I prodotti chimici che possono essere utilizzati sono disinfettanti, deossigenanti, agenti riducenti, e/o prodotti ad azione protettiva delle reti di distribuzione, quali filmanti, antincrostanti, anticorrosivi e/o desilicanti. Fra questi ultimi trovano un diffuso impiego i polifosfati, utilizzati per la riduzione di incrostazioni nelle reti di distribuzioni, dovute alla presenza di calcio e magnesio, o per l'abbattimento di ferro e manganese, mediante complessazione. Trattamenti di dosaggio di prodotti chimici finalizzati alla sanificazione e disinfezione e alla gassatura sono oggetto di successivi paragrafi (rispettivamente 3.2.6 e 3.2.7).

Considerazione particolare per questa tipologia di trattamenti è da rivolgere alle caratteristiche dei prodotti impiegati, che devono rispondere alle prescrizioni di purezza previste dal settore alimentare, e alle concentrazioni nelle acque trattate dei composti

reflue, purificazione dell'aria, industrie alimentari, industria farmaceutica, *etc.* L'evoluzione tecnologica dei sistemi interessa in primo luogo i materiali costituenti le membrane (in fase gas, liquido, solido o in combinazione) ma anche le forze motrici per realizzare la filtrazione che, oltre alla pressione, possono comprendere temperatura, concentrazione delle soluzioni, potenziali elettrici.

¹⁶ Cfr. nota 11.

aggiunti e di eventuali prodotti di reazione, che non devono superare i limiti previsti dalla normativa o causare rischi per il consumatore.

3.2.5 Campi magnetici

I sistemi di trattamento basati su campi magnetici, nelle finalità dichiarate, si indirizzano prevalentemente a impedire o ridurre la formazione di incrostazioni, mediante l'induzione di campi magnetici nel mezzo acquoso. Le apparecchiature di trattamento basate su campi magnetici hanno assunto diverse denominazioni sul mercato, come anticalcari, condizionatori o decalcificatori magnetici.

Considerazione particolare per trattamenti basati su campi magnetici dovrebbe essere rivolta all'efficacia e alle prestazioni del trattamento che, ai sensi dell'art. 8 del D.M. 25/2012, deve essere riferita esclusivamente a effetti relativi a sostanze e/o elementi e/o parametri biologici che siano stati testati sperimentalmente o adeguatamente documentati nella letteratura comunemente accettata a livello internazionale, quale standard nazionali, internazionali, pubblicazioni o linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

3.2.6 Trattamenti antibatterici e di disinfezione

A seconda della loro natura i sistemi di disinfezione delle acque si basano sull'impiego di prodotti chimici, quali cloro gassoso, biossido di cloro, ipoclorito e/o ozono, o agenti fisici, quali calore e/o radiazione elettromagnetica UV.

I disinfettanti e sistemi di disinfezione, largamente utilizzati nei processi di potabilizzazione e nella distribuzione idrica, sono anche applicati in apparecchiature per il trattamento di acque destinate a consumo umano. In quest'ultimo contesto, la disinfezione può essere associata ad altri trattamenti attuati dal dispositivo (come nel caso della disinfezione UV espletata a valle della filtrazione attraverso carboni attivi), oppure il trattamento può essere finalizzato alla sanificazione e alla bonifica di impianti di distribuzione domestica (come nel caso di apparecchiature di disinfezione con ipoclorito o biossido di cloro per il controllo di *Legionella*).

Di norma, nell'uso domestico il biossido di cloro non trova impiego sia per la sua elevata tossicità sia perché richiede una preparazione *in situ* con procedimenti piuttosto pericolosi.

Piccoli quantitativi di ozono sono ottenibili con radiazioni da lampade UV a 185 nm che trovano impiego anche in piccole piscine.

Il cloro può d'altra parte essere prodotto "*in situ*" con relativa semplicità mediante procedimenti elettrolitici che sfruttano in genere la salamoia utilizzata per la rigenerazione degli addolcitori.

L'ipoclorito in soluzione commerciale diluita è frequentemente utilizzato per disinfezioni periodiche fuori servizio, ad esempio aggiunto alla salamoia di rigenerazione delle resine o per bonifiche di reti.

È da sottolineare che l'impiego di agenti disinfettanti senza un adeguato controllo dei reattivi e delle condizioni di reazione potrebbe comportare la formazione di sottoprodotti di disinfezione e di conseguenza compromettere la qualità dell'acqua trattata; più specificamente trialometani, cloriti o bromati potrebbero essere prodotti in seguito ad utilizzo, rispettivamente, di ipoclorito, biossido di cloro e ozono. Fondamentale è, in tale contesto, l'utilizzo di reagenti con adeguate caratteristiche di purezza ed il mantenimento delle condizioni ottimali di utilizzo dell'apparecchiatura affinché, pur assicurando l'effetto di disinfezione, le concentrazioni di disinfettante residuo e sottoprodotti di disinfezione nell'acqua trattata non eccedano le concentrazioni consentite e non rappresentino rischi per la salute del consumatore.

3.2.6.1 Disinfettanti chimici

La disinfezione chimica è un processo largamente utilizzato nell'ambito della potabilizzazione, e si basa sull'utilizzo di mezzi chimici, principalmente di composti a base di cloro e di ozono, che, posti in contatto con le acque in adeguate concentrazioni e per tempi appropriati, hanno l'effetto di inattivare, eliminare, o esercitare altri effetti di controllo su microrganismi nocivi. I disinfettanti chimici agiscono principalmente come ossidanti. In molti casi, in particolare per le tecnologie di clorazione utilizzate nella filiera di potabilizzazione, il trattamento di disinfezione è finalizzato anche ad ottenere un effetto residuo (cloro-copertura)¹⁷ per prevenire fenomeni di ricontaminazione o proliferazione di microrganismi nel corso della distribuzione delle acque fino all'utenza.

L'utilizzo di *cloro gassoso o di ipoclorito di sodio* porta alla formazione di acido ipocloroso (HClO), principio attivo della disinfezione, energico ossidante nei confronti dei batteri e delle sostanze organiche ed inorganiche presenti nell'acqua. A presiedere l'azione battericida è la diffusione del cloro attraverso la parete cellulare che induce danni irreversibili alla membrana citoplasmatica ed inattiva alcuni sistemi enzimatici, essenziali al metabolismo cellulare. Alle concentrazioni di normale utilizzo, la disinfezione con cloro richiede dei tempi di contatto di almeno 30 minuti ed è condizionata dalla torbidità. Il quantitativo di reagente da utilizzare (cloro richiesto) è funzione della concentrazione in acqua delle specie da ossidare, in particolare ammoniaca, sostanze organiche, microrganismi, ioni ferrosi e manganosi, nitriti e idrogeno solforato.

L'*ozono* è un gas reattivo con elevato potere ossidante nei confronti di molti composti organici ed inorganici potenzialmente presenti in acqua. Rispetto ad altri disinfettanti utilizzati in processi di potabilizzazione necessita di minor tempo di contatto e concentrazione, a parità di effetti. L'azione antibatterica è dovuta a reazioni di ossidazione ad opera di radicali liberi, a carico della membrana cellulare, associate all'inattivazione dell'attività enzimatica dei microrganismi. L'azione disinfettante

¹⁷ Cfr. nota 12.

dell'ozono risulta efficace anche nei confronti dei virus, per effetto di interazioni del disinfettante con gli acidi nucleici, e contro le cisti di protozoi.

L'uso di ozono non genera una concentrazione residua di disinfettante e per questo motivo il trattamento, in potabilizzazione, è generalmente associato all'impiego di altri disinfettanti quali ipoclorito, cloro, biossido di cloro per garantire la cloro-copertura¹⁸.

3.2.6.2 Impianti UV

Le apparecchiature di disinfezione mediante UV utilizzano sorgenti in grado di emettere radiazioni comprese in genere tra 240 e 280 nm che, interagendo con acidi nucleici e sistemi enzimatici di virus e microrganismi, presiedono ad azioni germicide in acque destinate a consumo umano. Molti dispositivi utilizzano come sorgenti lampade al mercurio alloggiate in tubi di quarzo, anche se esistono differenti modalità progettuali.

Questa tipologia di trattamento presenta il vantaggio di lasciare inalterate le caratteristiche organolettiche dell'acqua trattata. D'altra parte l'azione di disinfezione è localizzata nell'area dell'irraggiamento UV e non genera proprietà disinfettanti residue. Un adeguato controllo delle variabili fondamentali del processo, quali la trasmittanza dell'acqua da trattare, l'energia della lampada (funzione anche della durata), l'eventuale presenza di solidi sospesi, la natura e quantità della carica microbica in ingresso, *ecc.*, è essenziale per garantire l'efficacia del trattamento di disinfezione.

3.2.6.3 Argento

Alcuni elementi, come l'argento e il rame, anche in quantità ridotte, esercitano una significativa azione avversa sulla sopravvivenza e crescita di microrganismi. L'azione, definita oligodinamica, trova anche impiego nella disinfezione delle acque ed è riconducibile sia ad interazioni degli elementi con la parete cellulare dei microrganismi, tali da compromettere la permeabilità di membrana, che a fenomeni di denaturazione proteica ed inattivazione di sistemi enzimatici, che presiedono a processi di lisi e morte cellulare.

In particolare, il trattamento dell'acqua con sali di argento viene spesso associato alla filtrazione con mezzi attivi, come nel caso di trattamenti con cartucce filtranti alloggiate su caraffe¹⁹. Trattamenti con perossido di idrogeno (acqua ossigenata) e argento, o con ioni rame e argento, sono anche proposti per la disinfezione di reti idriche da *Legionella* e sfruttano l'azione batteriostatica/battericida sinergica dei componenti la miscela disinfettante.

¹⁸ Cfr. nota 12.

¹⁹ La "caraffa filtrante" è un dispositivo di filtrazione per acqua potabile non collegato a una rete idrica, dotato di una cartuccia filtrante e di un recipiente utilizzato per conservare l'acqua filtrata e dispensarla al momento del consumo. La cartuccia filtrante è generalmente un filtro composito costituito da carboni, resine e/o altri materiali ed è caratterizzata da una capacità nominale che definisce il massimo volume di acqua da filtrare; la filtrazione su cartuccia persegue gli effetti di modificare le proprietà organolettiche dell'acqua di origine, rimuovere altre sostanze potenzialmente presenti in tracce nell'acqua di origine e/o assicurare attività batteriostatiche.

L'OMS, considerando normalmente trascurabile il contributo dell'acqua potabile nell'esposizione ad argento, non ha ritenuto ad oggi necessario stabilire un valore guida basato sugli effetti sulla salute, tenendo conto d'altra parte che, laddove sali di argento siano utilizzati per mantenere la qualità batteriologica dell'acqua potabile, concentrazioni di argento fino a 0,1 mg/L sono considerate tollerabili senza rischio per la salute.

Il riscontro di argento in acque destinate a consumo umano sottoposte a trattamento, ancorché a livelli privi di effetti sulla salute²⁰, unitamente a una possibile maggiore esposizione a tale sostanza da fonti diverse, rende necessaria la disponibilità di una base dati più ampia sui livelli di argento cui un consumatore di acque potabili trattate è potenzialmente esposto nel lungo periodo, anche al fine di valutare l'opportunità di un'eventuale definizione di un valore parametrico per l'argento in acque trattate. È da considerare, in tale contesto, che l'Autorità europea per la sicurezza alimentare ha raccomandato un limite di 0,05 mg di argento per chilogrammo di alimento.

È opportuno sottolineare che, in ogni caso, la presenza di argento in acque trattate è una modifica della composizione di cui il consumatore dovrebbe essere adeguatamente informato.

3.2.7 Gassatura

Nel contesto di queste linee guida la gassatura (o gasatura) consiste nell'aggiunta di anidride carbonica all'acqua mediante un processo che generalmente comporta il raffreddamento dell'acqua per favorire il discioglimento della massima quantità di anidride carbonica. L'anidride carbonica disciolta in acqua a basse concentrazioni, comprese generalmente tra 0,2 - 1,0%, comporta formazione di acido carbonico (H_2CO_3), che impartisce all'acqua un pH moderatamente acido.

Considerazione particolare è da rivolgere alle caratteristiche dei gas impiegati nel processo, che devono rispondere alle prescrizioni di purezza previste dal settore alimentare.

3.2.8 Elettrodeionizzazione

Il trattamento è finalizzato alla demineralizzazione delle acque operando una separazione con membrane ionoselettive in un campo elettrico in grado di controllare la mobilità degli ioni. Il processo di elettrodeionizzazione può essere realizzato con modalità discontinue o continue.

Il trattamento è stato applicato in processi industriali nell'industria farmaceutica e risulta limitatamente applicato a trattamenti di acque destinate al consumo umano.

²⁰ Fonti: S. Garbośa, D. Świącicka. Silver migration from silver-modified activated carbon applied as a water filtration medium in classic cartridges of jug filter systems. Food Additives & Contaminants: A 29, 11, 2012, e dati preliminari dell'Istituto Superiore di Sanità – Reparto di Igiene Acque Interne, acquisiti nell'ambito del progetto CCM 2011 - Verifica apparecchi per il trattamento delle acque.

Considerazione particolare per questa tipologia di trattamento dovrebbe essere rivolta all'efficacia e alle prestazioni del trattamento che, ai sensi dell'art. 8 del D.M. 25/2012, deve essere riferita esclusivamente a effetti relativi a sostanze e/o elementi e/o parametri biologici che siano stati testati sperimentalmente o adeguatamente documentati nella letteratura comunemente accettata a livello internazionale, quale standard nazionali, internazionali, pubblicazioni o linee guida dell'OMS.

3.3 Modalità di utilizzo

L'utilizzo dei dispositivi di trattamento delle acque destinate al consumo umano è in molti casi finalizzato a trattamenti centralizzati, collegando permanentemente l'apparecchiatura al punto di ingresso (*point of entry*) dell'impianto di distribuzione interno di edifici mono o pluri-utenza, come nel caso di condomini, palestre, uffici, alberghi, campeggi, fabbriche, *ecc.* Molti dispositivi possono, d'altra parte, essere collegati permanentemente al punto di erogazione dell'acqua per singole utenze (*point of use*). I dispositivi filtranti collegati unicamente a recipienti per l'acqua trattata, come ad esempio nel caso delle caraffe filtranti²¹, attuano un trattamento discontinuo di acque dopo l'erogazione e non sono connessi all'impianto di distribuzione. Altre apparecchiature utilizzate per trattamenti discontinui sono costituite da cartucce filtranti, da applicare direttamente a bottiglie o contenitori per la raccolta dell'acqua filtrata per gravità o per passaggio a pressione.

Indipendentemente dalle modalità di utilizzo, tali dispositivi si basano generalmente sulle tecnologie di trattamento in precedenza descritte, e sono assoggettabili al D.M. 25/2012.

D'altra parte, trattamenti fisici e chimici per fini tecnologici, come nei casi di applicazione di campi magnetici o utilizzo di addolcitori o dosatori per prodotti chimici in circuiti di raffreddamento e umidificazione di edifici o negli impianti di generazione di vapore, o, comunque, in circuiti segregati dalle reti di distribuzione delle acque destinate a consumo umano, non riguardano il campo di applicazione del Decreto.

3.4 Ambito di impiego

L'utilizzo delle apparecchiature in ambito domestico rappresenta uno dei principali settori di applicazione dei dispositivi di trattamento delle acque destinate a consumo umano; un consistente impiego dei sistemi si registra anche negli edifici a utilizzo collettivo come ad esempio caserme, alberghi o uffici.

Vasto impiego trovano anche le apparecchiature di trattamento dell'acqua nell'ambito di esercizi commerciali, ristorazione, o aziende alimentari. In tali fattispecie, la gestione dei dispositivi è affidata all'“operatore del settore alimentare” tenuto all'adozione dei

²¹ Cfr. nota 19.

principi del sistema dell'analisi dei pericoli e dei punti critici di controllo (HACCP), ai sensi del Reg. (CE) n. 852/2004, in base al D.M. 25/2012.

Crescente espansione trovano anche i trattamenti adottati in unità distributive aperte al pubblico, note come “chioschi” o “fontane” o “case” dell’acqua, che distribuiscono acqua trattata al consumatore direttamente *in loco* e possono anche essere utilizzati per il riempimento di contenitori in dotazione al consumatore o forniti dal gestore. Pure nelle diverse fattispecie, il sistema viene alimentato da acqua conforme ai requisiti del D.lgs. 31/2001 e *s.m.i.* e la finalità dei trattamenti comporta la modifica delle caratteristiche organolettiche per incontrare i gusti di molti consumatori, con trattamenti di gassatura e/o refrigerazione, eventualmente associati a processi di filtrazione e disinfezione con raggi ultravioletti; questi ultimi sono anche finalizzati a garantire nel tempo la funzionalità degli impianti e migliorarne la fruibilità e sicurezza in spazi pubblici a larga frequentazione.

Le suddette unità distributive di acqua, in base a disposizioni del Ministero della Salute²², attuano una “somministrazione di bevande” e i gestori di tali attività rappresentano “operatori del settore alimentare”; essi sono pertanto tenuti al rispetto della disciplina vigente, in particolare Reg. (CE) 852/2004, con l’adozione di piani di autocontrollo. La vigilanza sulle unità distributive dovrà seguire le norme sul controllo dei prodotti alimentari di cui al Reg. (CE) n. 882/2004²³.

In tale contesto, nei piani di autocontrollo adottati dagli OSA, per ciascuna unità distributiva, devono essere predisposte, attuate e mantenute una o più procedure permanenti basate sui principi del sistema HACCP. In particolare, all’interno di ogni specifica unità distributiva, vanno individuati i punti critici di controllo e predisposte analisi di laboratorio volte a garantire e fornire evidenza del mantenimento dei parametri relativi alla potabilità dell’acqua e al controllo di eventuali cessioni derivanti da prodotti e materiali in contatto con l’acqua.

²² Nota del Ministero della Salute, prot. n. 4283 del 17/02/2011, avente per oggetto “Unità distributive aperte al pubblico di acque destinate al consumo umano sottoposte a processi di trattamento”

²³ Il processo di trattamento dell’acqua che avviene nelle citate unità distributive non può essere considerato analogo a processi di trattamenti di potabilizzazione, oggetto del D.lgs 31/2001; infatti il trattamento applicato nelle unità distributive avviene su acqua già potabile, modificandone alcune caratteristiche qualitative, al fine di renderla maggiormente gradita al consumatore.

Pertanto, al punto di ingresso nel sistema di trattamento, la rispondenza ed il controllo dei valori parametrici ai requisiti di legge è responsabilità del gestore idrico, in conformità al D.lgs. 31/2001 e *s.m.i.* D’altra parte rimangono sotto la responsabilità dell’OSA che gestisce l’unità distributiva tutti gli obblighi relativi alla sicurezza alimentare, compresi gli obblighi del sopraggiunto DM 7 febbraio 2012 n° 25.

Come menzionato nella nota del Ministero della Salute del 17/02/2011 n. 4283, i gestori delle suddette unità distributive, oltre a quanto previsto dalla normativa vigente, devono attenersi a quanto sancito dall’Accordo Stato-Regioni del 29/04/2010 pubblicato sulla GURI 121 del 26/05/2010 (Accordo ai sensi del D.lgs. 28/08/1997 n. 281, tra il Governo, le Regioni e le Province Autonome, relativo a “linee guida applicative del Reg. CE 852/2004 sull’igiene dei prodotti alimentari”).

4. Riferimenti²⁴

4.1. Disposizioni UE

Direttiva CE 22 giugno 1998, n. 34 che prevede una procedura d'informazione nel settore delle norme e delle regolamentazioni tecniche e delle regole relative ai servizi della società dell'informazione.

Direttiva CE 22 giugno 1998, n. 37 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.

Direttiva CE 20 luglio 1998, n. 48 relativa a una modifica della direttiva 98/34/CE che prevede una procedura d'informazione nel settore delle norme e delle regolamentazioni tecniche e delle regole relative ai servizi della società dell'informazione.

Direttiva CE 3 novembre 1998, n. 83 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz (1999/519/CE).

Regolamento CE 28 gennaio 2002, n. 178 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare.

Regolamento CE 29 aprile 2004, n. 852 sull'igiene dei prodotti alimentari.

Regolamento CE 29 aprile 2004, n. 882 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali.

Regolamento CE 27 ottobre 2004, n. 1935 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire in contatto con i prodotti alimentari e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE.

Direttiva CE 15 dicembre 2004, n. 108 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.

Direttiva CE 17 maggio 2006, n. 42 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione).

Direttiva CE 12 dicembre 2006, n. 95 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione.

²⁴ Non sono riportati i riferimenti già citati nelle note del documento.

Regolamento CE 22 dicembre 2006, n. 2023 sulle buone pratiche di fabbricazione dei materiali e degli oggetti destinati a venire a contatto con prodotti alimentari

Regolamento CE 9 luglio 2008, n. 764 che stabilisce procedure relative l'applicazione di determinate regole tecniche nazionali a prodotti legalmente commercializzati in un altro Stato membro e che abroga la decisione n. 3052/95/CE.

Regolamento CE 14 gennaio 2011, n. 10 riguardante i materiali e gli oggetti in plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari.

4.2. Disposizioni nazionali

Decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 109 recante "Attuazione della direttiva 89/395/CEE e della direttiva 89/396/CEE concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari.

Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano."

Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Decreto Presidente Consiglio dei Ministri (DPCM) 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Decreto Legislativo 23 giugno 2003, n. 181 "Attuazione della direttiva 2000/13/CE concernente l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari, nonché la relativa pubblicità"

Decreto Ministeriale 6 giugno 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano."

Decreto Legislativo 6 settembre 2005, n. 206 "Codice del consumo, a norma dell'articolo 7 della legge 29 luglio 2003, n. 229".

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale".

Decreto Legislativo 6 novembre 2007, n. 193 "Attuazione della direttiva 2004/41/CE relativa ai controlli in materia di sicurezza alimentare e applicazione dei regolamenti comunitari nel medesimo settore."

Decreto legislativo 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".

Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 “Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro, attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”

Decreto del Presidente della Repubblica 7 settembre 2010, n. 160 “Regolamento per la semplificazione e il riordino della disciplina sullo sportello unico per le attività produttive, ai sensi dell'articolo 38, comma 3, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133”.

Decreto Ministeriale 7 febbraio 2012, n. 25 “Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell’acqua destinata al consumo umano.”

4.3. Norme tecniche

Norma UNI 8884:1988 Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione.

Norma UNI 8065:1989 Trattamento dell’acqua degli impianti termici a uso civile.

Regola tecnica DVGW W 512:1996-09 “Testing procedure for the evaluation of the effectiveness of water conditioning devices for the diminution of scaling.”

Norma UNI EN ISO 14001:2004. Sistemi di gestione ambientale. Requisiti e guida per l’uso

Norma UNI EN 12915-1:2004. Prodotti utilizzati per il trattamento delle acque destinate al consumo umano. Carbone attivo granulare Parte 1: Carbone attivo granulare vergine.

Norma britannica BS-8427:2004 concernente “i sistemi filtranti dell’acqua mediante caraffa: specifiche”.

Norma UNI EN 14368:2004. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Carbonato di calcio rivestito di diossido di manganese.

Norma UNI EN 14369:2004. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Allumina attiva granulare rivestita di ferro.

Norma UNI EN 14095:2004. Attrezzature per il condizionamento dell’acqua all’interno degli edifici. Sistemi elettrolitici di trattamento con anodi di alluminio. Requisiti di prestazione, di sicurezza e per le prove.

Norma UNI EN 1802:2004. Bombole trasportabili per gas. Ispezione periodica e prove per bombole per gas di lega di alluminio senza saldatura.

Norma CEI EN 60335-1:2004 Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare Parte 1: Norme generali.

Norma UNI EN 12904:2005. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Sabbia e ghiaia di quarzo.

Norma UNI EN 973:2005 Prodotti chimici utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Cloruro di sodio per la rigenerazione di scambiatori di ioni.

Norma UNI EN ISO 22000:2005. Sistemi di gestione per la sicurezza alimentare. Requisiti per qualsiasi organizzazione nella filiera alimentare.

Norma CEI EN 61000-3-2:2005 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase).

Norma UNI EN 12906:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano – Pomice.

Norma UNI EN 12905:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Alluminosilicati espansi.

Norma UNI EN 12909:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano – Antracite.

Norma UNI EN 12910:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano – Granato.

Norma UNI EN 12912:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano – Barite.

Norma UNI EN 12913:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Terra di diatomite in polvere.

Norma UNI EN 12914:2006. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Perlite in polvere.

Norma UNI EN 12911:2007. Prodotti utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Sabbia verde al manganese.

Norma UNI EN 13443-1:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Filtri meccanici. Parte 1: Dimensioni delle particelle comprese tra 80 μm e 150 μm - Requisiti per le prestazioni, la sicurezza e le prove.

Norma UNI EN 13443-2:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Filtri meccanici. Parte 2: Dimensioni delle particelle comprese tra 1 μm e meno di 80 μm - Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma UNI EN 14652:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Dispositivi di separazione a membrana. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma UNI EN 14743:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Addolcitori. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma UNI EN 14897:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Dispositivi a raggi ultravioletti a vapori di mercurio in bassa pressione. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma UNI EN 14898:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Filtri a masse attive. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma UNI EN 15161:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Installazione, esercizio, manutenzione e riparazione.

Norma UNI EN 14812:2007. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici Sistemi per il dosaggio dei prodotti chimici – Sistemi per il dosaggio pre-regolati. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma CEI EN 55014-1:2007. Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari Parte 1: Emissione.

Norma UNI EN ISO 9001:2008. Sistemi di gestione per la qualità. Requisiti

Norma UNI EN 15219:2008. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Dispositivi di rimozione dei nitrati. Requisiti relativi alle prestazioni, alla sicurezza e alle prove.

Norma CEI EN 61000-3-3:2008 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione.

Norma francese NFP-41-650: 2009 concernente “gli apparecchi per il trattamento dell'acqua: specifiche per le caraffe filtranti”

Norma UNI EN 12915-2:2009. Prodotti utilizzati per il trattamento delle acque destinate al consumo umano. Carbone attivo granulare Parte 2: Carbone attivo granulare riattivato.

Norma UNI EN 12903:2009. Prodotti chimici utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Carbone attivo in polvere.

Norma UNI EN 12907:2009. Prodotti chimici utilizzati per il trattamento di acque destinate al consumo umano - Carbone pirolizzato.

Norma UNI EN 13752:2009. Prodotti utilizzati per il trattamento delle acque destinate al consumo umano - Diossido di manganese.

Norma UNI EN 13753:2009. Prodotti utilizzati per il trattamento delle acque destinate al consumo umano - Allumina attiva granulare.

Norma UNI EN 13754:2009. Prodotti utilizzati per il trattamento delle acque destinate al consumo umano - Bentonite.

Norma UNI EN 12671:2009. Prodotti chimici usati per il trattamento di acque destinate al consumo umano. Diossido di cloro generato in situ.

DIN 10521 (2009-02) Food Hygiene - Household water filters which are not connected to the water supply - household water filters using cation exchange resin and activated carbon.

Norma CEI EN 55014-2:2009. Compatibilità elettromagnetica. Requisiti per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari. Parte 2: Immunità.

Norma CEI EN 60335-2-109:2010 Sicurezza degli apparecchi elettrici di uso domestico e similare Parte 2: Norme particolari per apparecchi di trattamento delle acque con radiazioni UV.

Norma UNI EN 15848:2010. Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici. Sistemi regolabili per il dosaggio dei prodotti chimici. Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova.

Norma CEI EN 60335-2-24:2011-10 sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare parte 2: norme particolari per apparecchi di refrigerazione, apparecchi per gelati e produttori di ghiaccio.

4.4. Letteratura scientifica

WHO/SDE/WSH/03.04/01. Ammonia in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/SDE/WHO/03.04/12. pH in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/SDE/WSH/03.04/14. Silver in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/SDE/WSH/03.04/15. Sodium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/SDE/WSH/03.04/16. Total dissolved solids in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/HSE/WSH/09.01/7. Potassium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO/HSE/WSH/10.01/10/Rev/1. Hardness in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, e riferimenti ivi citati.

WHO: Guidelines for drinking-water quality - 4th ed., July 2011.

European Food Safety Authority; Health risk of ammonium released from water filters. EFSA Journal 2012; 10(10):2918.