

PROCESSI DI SEPARAZIONE A MEMBRANA

Della Valle - Elettracqua

Generalità

I processi di separazione a membrana vengono considerati oggi uno dei più importanti sistemi di produzione di acqua potabile, partendo da acqua di elevatissima contaminazione sia chimica che microbiologica come le acque salmastre o di mare.

L'OSMOSI INVERSA

L'osmosi inversa può essere descritta come la separazione dell'acqua dai sali disciolti per applicazione di una pressione differenziale attraverso una membrana permeabile all'acqua, ma non ai sali. Sarebbe comunque molto riduttivo confinare la tecnologia dell' O.I. alla sola produzione di acqua potabile; in realtà le tecnologie di separazione con membrane hanno conosciuto uno sviluppo formidabile negli ultimi 10 anni estendendosi a settori (leggasi ind. farmaceutica-biotecnologica) nei quali la qualità dell'acqua prodotta è sottoposta a stretta sorveglianza con sofisticati sistemi di monitoraggio. Ma torniamo all'applicazione che oggi più ci interessa cioè il trattamento dell'acqua per i centri di emodialisi. Le acque di alimentazione dei centri dialisi sono di norma distribuiti dagli acquedotti pubblici e devono ottemperare ai requisiti microbiologici e chimico fisici previsti dalle normative vigenti. Per garantire i requisiti microbiologici viene fatto ricorso a disinfezioni preventive con dosaggio di prodotti quali ipoclorito di sodio e biossido di cloro. Altra attenzione invece necessita la composizione chimica nei confronti delle scelte quale, di solito nessun intervento viene messo in atto dagli acquedotti. In particolare, mi preme richiamare l'attenzione su due parametri quali il ferro (Fe^{2+}) e la Silice (SiO_2) che spesso sono presenti in misura tale da causare malfunzionamento o onerosi costi di manutenzione sugli impianti OI.

SISTEMI TRADIZIONALI DI PRETRATTAMENTO IN USO NEI CENTRI DIALISI

- Lo schema tipico di pretrattamento è il seguente:
 - Clorazione acqua di alimento con ipoclorito di sodio.
 - Addolcimento con N.2 colonne a resine a scambio ionico rigenerabili con cloruro di sodio, funzionanti in parallelo.
 - Declorazione su colonne a carbone attivo

PUNTI CRITICI DEL SISTEMA

- Addolcitori con resine a scambio ionico.
Continue rigenerazioni con cloruro di sodio = movimento sacchi di sale , scarichi di rigenerazione fuori norma, poiché i vincoli di scarico impongono che i cloruri siano inferiori a 1200 ppm Cl^- , contro oltre 3000 ppm provenienti dagli effluenti di rigenerazione.
- Decloratori a carbone attivo
I carboni attivi oltre ad eliminare il cloro residuo proveniente dallo stadio di clorazione adsorbe anche le sostanze organiche presenti, sia pure in quantità minima in tutte le acque potabili; queste diventano un formidabile substrato nutrizionale per i batteri che trovano così condizioni molto favorevoli per una rapida crescita, col risultato che la conta microbica a valle dei carboni attivi risulta di gran lunga superiore rispetto a quella presente prima della clorazione.

Per questa ragione in altre realtà, come quella dell'industria farmaceutica i contenitori per i carboni attivi, quando installati sono progettati per essere sterilizzati con vapore in pressione a temperatura di $121^\circ C$, che rappresenta l'unico mezzo per ridurre la carica microbica, prima di andare sulla membrana di O.I. Con un sistema di pretrattamento così articolato nessuna attività specifica viene esercitata nei confronti di Fe e SiO_2 .

SISTEMI INNOVATIVI DI PRETRATTAMENTO NEL PROCESSO DI O.I.

Dati base per una corretta impostazione di un progetto di O.I. Per poter progettare, con

adeguati margini di sicurezza, un impianto di O.I. bisogna innanzitutto conoscere i parametri chimico-fisici dell'acqua di alimentazione: pH-Ca-Mg-Na-K-Fe-HCO₃-Cl-SO₄-NO₃- SiO₂-SDI-temperatura ; eventuali solidi sospesi. Poiché nel processo di O.I. i sali si trovano nel concentrato, è indispensabile analizzare di non superare, per ciascuno di essi; il "prodotto di solubilità", infatti superando tale valore il composto può precipitare intasando le membrane. Ricordiamo che in un tipico impianto O.I. il fattore di concentrazione di sali è pari a 3÷4, cioè nel concentrato saranno presenti gli stessi sali dell'acqua di alimentazione concentrati 3÷ 4 volte. Per innalzare la solubilità dei sali si possono dosare nell'acqua di alimento prodotti antiprecipitanti o antiscalant. Si tratta di prodotti polimerici in soluzione acquosa, ad elevato peso molecolare che hanno il seguente meccanismo di funzionamento: il polimero attacca i nuclei dei microcristallini quando questi si formano inibendone l'ulteriore crescita e favorendone la ridissoluzione. Questi prodotti esercitano un'azione ad ampio spettro, cioè sono in grado non solo di evitare la precipitazione di sali di calcio, ma anche di altri composti quali Fe e SiO₂.

SICUREZZA DEL TRATTAMENTO

Detti prodotti definiti antiprecipitanti o antiscalant sono additivi polimerici in soluzione acquosa ad elevatissimo peso molecolare che vengono totalmente respinti dalle membrane senza nessuna possibilità di passare nel permeato. Gli stessi sono approvati e accettati dai maggiori organi internazionali preposti al controllo delle acque potabili per uso umano e trovano universalmente impiego negli impianti di dissalazione per produzione acqua potabile e nei processi di acqua purificata per uso farmaceutico/alimentare. Il prodotto viene immesso in maniera proporzionale direttamente sull'acqua grezza di alimentazione attraverso due pompe dosatrici che lavorano in interscambio. Il monitoraggio dell'effettiva immissione del prodotto fa capo a un sensore di flusso in grado di segnalare una condizione di allarme in caso di non passaggio del fluido. Il vantaggio di questa soluzione è quella di non usare più le resine a scambio ionico che sono sempre fonte:

- possibile contaminazione microbica dell'acqua
- continue rigenerazioni con cloruro di sodio che implicano il rifornimento del sale e lo scarico dei reflui di rigenerazione fuori norma per elevato tasso di cloruri con Cl⁻.

QUALITA' MICROBIOLOGICA DELLE ACQUE POTABILI

Le acque potabili vengono monitorate dal servizio municipale con eventuali disinfezioni attraverso la clorazione e quindi la carica microbica deve essere tenuta sotto controllo per legge < 50 u.f.c. /ml. Tuttavia la protezione delle membrane osmosi inversa nel nostro progetto è previsto il monitoraggio continuo dell'eventuale presenza di cloro residuo attraverso un redoximetro dedicato. Nel caso in cui lo strumento rilevi un valore anche in tracce (0,1 ppm Cl₂) aziona la pompa dosatrice che additiva l'acqua con soluzione di bisolfito sodico che reagendo secondo un processo di ossidoriduzione ne elimina la presenza. Facciamo notare che il bisolfito largamente usato nel campo alimentare, come conservante, ha un'azione batteriostatica anche a livello di membrane osmosi inversa. Il vantaggio: vengono così eliminati i sistemi a carbone attivo che sono sempre come abbiamo visto formidabili terreni di proliferazione batterica.