



ENVIROLYTE E CONFRONTO CON IL CLORO.

CLORO:

Uno dei recenti sviluppi nella disinfezione con cloro è l'uso di disinfettanti multipli ed interattivi. In queste applicazioni, il cloro è combinato con un secondo disinfettante per ottenere miglioramenti nell'efficacia disinfettante e/o effettivo controllo di DBP.

Il cloro ha molte caratteristiche interessanti che contribuiscono al suo uso esteso nell'industria. Quattro degli attributi principali del cloro sono che:

- Rende effettivamente inattivi un'ampia gamma di patogeni comunemente rinvenuti nell'acqua;
- Lascia nell'acqua residui facilmente misurabili e controllabili;
- E' economico; e
- Ha una vasta registrazione di successi nel miglioramento le operazioni di trattamento dell'acqua (nonostante i pericoli associati all'applicazione ed al maneggiamento, specificatamente del gas di cloro, esso mantiene ancora un eccellente livello di sicurezza).

Vi sono, tuttavia, alcuni timori nei riguardi dell'uso del cloro che possono avere effetti sul suo utilizzo, come:

- Il cloro reagisce con molti composti organici ed inorganici naturalmente presenti nell'acqua, producendo indesiderabili sottoprodotti della disinfezione (DBP);
- I pericoli associati all'uso del cloro, specificatamente il cloro gassoso, richiedono trattamenti speciali e programmi di verifica; e
- Alte dosi di cloro possono causare problemi di gusto e odore.

La clorazione è usata negli impianti di trattamento dell'acqua principalmente per la disinfezione. Per i poteri ossidanti del cloro, è stato trovato che può servire per altri utili obiettivi nel trattamento dell'acqua, come:

- Controllo del gusto e dell'odore;
- Prevenzione dello sviluppo di alghe;
- Mantenimento della pulizia dei mezzi filtranti;
- Rimozione di ferro e manganese;
- Distruzione dell'acido solfidrico;
- Sbiancante di determinati colori organici;
- Mantenimento del sistema di distribuzione mediante il controllo dello sviluppo di melma nell'acqua;
- Ripristino e conservazione della capacità delle tubature;
- Ripristino della giusta capacità, principale sterilizzazione dell'acqua; e
- Migliorata coagulazione attivata dal silicio.

CHIMICA DEL CLORO.

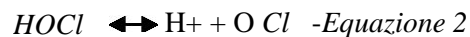
Il cloro come disinfettante è generalmente usato in una delle tre forme: cloro gassoso, ipoclorito di sodio o ipoclorito di calcio. Qui di seguito si riporta una breve descrizione della chimica di questi tre prodotti.

1. Gas di cloro:

Il gas di cloro si idrolizza rapidamente nell'acqua per formare acido ipocloroso (HOCl). L'equazione seguente indica la reazione di idrolisi:



Notare che l'aggiunta di cloro gassoso all'acqua riduce il pH dell'acqua stessa, per la produzione di ioni di idrogeno. L'acido ipocloroso è debole (pK_a di circa 7.5), e si dissocia facilmente in ioni di idrogeno e di ipoclorito, come si nota nell'Equazione 2:



Tra i pH 6.5 e 8.5 questa dissociazione è incompleta ed entrambi gli HOCl e le speci OCl sono presenti in una certa misura. Sotto il pH 6.5, non avvengono dissociazioni di HOCl, mentre sopra il pH 8.5, avviene la completa dissociazione in OCl⁻. Poiché l'effetto germicida del HOCl è molto maggiore di quello degli OCl⁻, è preferibile la clorazione a pH più basso.

2. Ipoclorito

In aggiunta alla forma gassosa, il cloro è disponibile anche in forma di ipoclorito, sia come soluzione acquosa sia in forma solida. La più comune soluzione acquosa è l'ipoclorito di sodio. La più comune forma solida è l'ipoclorito di calcio (White, 1992).

Ipoclorito di Sodio.

L'ipoclorito di sodio si produce quando il gas di cloro si dissolve in una soluzione di idrossido di sodio. L'ipoclorito di Sodio contiene generalmente il 12,5 per cento di cloro disponibile. Un litro di Ipoclorito di sodio al 12,5% contiene l'equivalente di 125 g di cloro

La reazione tra il sodio ipoclorito e l'acqua è mostrata nella seguente formula:



L'equazione 3 mostra che l'aggiunta di sodio ipoclorito all'acqua produce acido ipocloroso, similmente all'idrolisi del cloro gassoso (Equazione 1) Tuttavia, a differenza dell'idrolisi del cloro, l'aggiunta di ipoclorito di sodio all'acqua produce ioni idrossili che aumentano il pH dell'acqua. Inoltre, l'eccesso di idrossido di sodio usato per produrre il sodio ipoclorito aumenterà ulteriormente il pH dell'acqua.

Ipoclorito di Calcio.

Il calcio ipoclorito è formato dal precipitato che risulta dalla dissoluzione del cloro gassoso in una soluzione di ossido di calcio (calce) e idrossido di sodio. Il calcio ipoclorito in commercio contiene normalmente il 65 per cento di cloro disponibile. Ciò significa che 150 g di calcio ipoclorito contengono 100 g di cloro disponibile. La reazione tra il calcio ipoclorito e l'acqua è indicato nella reazione seguente:



L'equazione 4 mostra che l'utilizzo di calcio ipoclorito nell'acqua produce anche acido ipocloroso, come nell'idrolisi del cloro gassoso (equazione 1). Similmente alla soluzione di sodio ipoclorito, l'aggiunta di calcio ipoclorito libera ioni idrossili che aumentano il pH dell'acqua.

Produzione del cloro

La produzione di cloro *in situ* è recentemente diventata pratica. I sistemi di produzione, che usano solo sale ed elettricità, possono essere progettati per ottenere standard di disinfezione e di residui ed operare senza sorveglianza in aree distaccate. Le considerazioni sulla produzione di cloro devono includere i costi, la concentrazione della salamoia prodotta, la disponibilità di materia prima e l'affidabilità del processo.

Cloro

Il gas di Cloro può essere prodotto con diversi procedimenti, inclusa l'elettrolisi di salamoia alcalina o acido idrocloridrico, la reazione tra il cloruro di sodio e l'acido nitrico, o l'ossidazione dell'acido cloridrico. Circa il 70 per cento del cloro prodotto negli Stati Uniti è ottenuto dall'elettrolisi di salamoia e soluzioni caustiche in una cellula a diaframma. Poiché il cloro è un composto stabile, viene normalmente prodotto all'esterno da un fabbricante di prodotti chimici. Una volta prodotto, il cloro è conservato come gas liquefatto sotto pressione per la distribuzione all'utilizzatore in vagoni, autocisterne o cilindri.

Sodio Ipoclorito

Soluzioni diluite di sodio ipoclorito (meno dell'1 per cento) possono essere prodotte elettro-chimicamente *in situ* a partire dalla salamoia. Normalmente le soluzioni di sodio ipoclorito sono chiamate candeggina o varechina. Generalmente il livello di soluzione commerciale o industriale è del 10/16 per cento di contenuto di ipoclorito. La stabilità della soluzione di sodio ipoclorito dipende dalla concentrazione di ipoclorito, la temperatura d'immagazzinamento, la durata dello stoccaggio, le impurità nella soluzione e l'esposizione alla luce. La decomposizione dell'ipoclorito nel tempo può influenzare il dosaggio e il livello di alimentazione, come pure produrre sottoprodotti indesiderati come clorati e ioni di clorite. A causa dei problemi di stoccaggio, molti stanno analizzando come produrre di ipoclorito invece di acquistarlo da fabbricanti o venditori.

Calcio Ipoclorito

Per produrre il calcio ipoclorito, l'acido ipocloroso è ottenuto aggiungendo monossido di cloro all'acqua, neutralizzandolo poi con calce per creare una soluzione di calcio ipoclorito. L'acqua viene asportata dalla soluzione, lasciando calcio ipoclorito granulare. Normalmente, il prodotto finale contiene fino al 70 per cento di cloro disponibile e il 4-6 per cento di calce. La sicurezza è l'argomento principale dell'immagazzinamento del calcio ipoclorito. Non dovrebbe mai essere stoccato dove può essere soggetto al riscaldamento o al contatto con qualsiasi materiale organico di natura facilmente ossidabile.

Sono tenuti in considerazione, in quest'analisi, anche altri metodi di disinfezione, come raggi UV ed Ozono.

ENVIROLYTE

ENVIROLYTE è una tecnologia basata sul processo elettrochimico che fa parte della scienza che tratta delle interrelazioni tra correnti elettriche, o voltaggi, e reazioni chimiche, e con la mutua conversione di energia chimica ed elettrica.

ECA è basata su di una nuova, e precedentemente sconosciuta, legge di anomali cambi di reazione e capacità catalitiche delle soluzioni acquose soggette a trattamenti elettrochimici unipolari (sia catodici che anodici). L'**ECA** delle soluzioni è necessariamente associata alle alterazioni della loro composizione chimica, acidità e (o) alcalinità entro una vasta gamma.

Questo è il motivo per cui **ECA** le rende possibili:

- Escludere dai processi tecnologici di routine la regolazione delle proprietà delle soluzioni con reagenti costosi;
- Migliorare la qualità delle sostanze trattate;
- Ridurre il numero e la durata dei processi tecnologici;
- Diminuire la loro naturale necessità di manutenzione;
- Facilitare e semplificare i trattamenti dell'acqua e la depurazione delle acque reflue.

Diversamente dalle ben conosciute reazioni elettrochimiche, nel processo di attivazione elettrochimica le sostanze iniziali sono diluite in soluzione acquosa salina (salamoia) e acqua di rete.

I prodotti finali dell'**ECA** non sono concentrati di sostanze chimiche, ma soluzioni attivate (**Anolite e Catolite**): liquidi scarsamente mineralizzati, in uno stato metastabile che manifestano un aumento dell'attività chimica. La sintesi delle soluzioni attivate elettro-chimicamente è possibile solo quando l'esposizione elettrochimica unipolare è combinata con il trattamento di quanti più possibili micro volumi di liquidi nel campo ad alto voltaggio di un doppio strato elettrico vicino alla superficie dell'elettrodo.

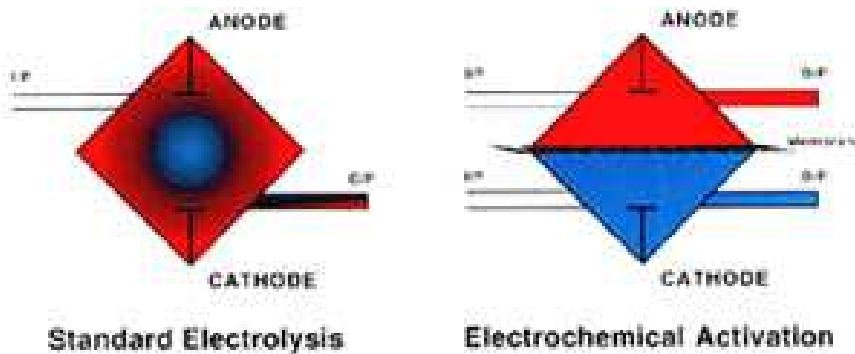
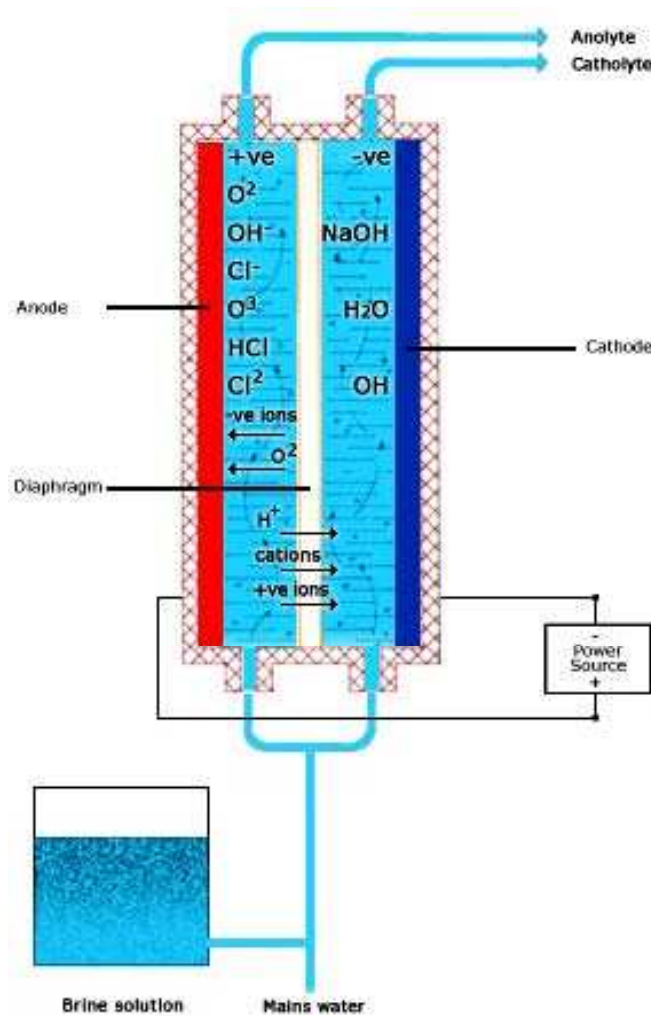
Le condizioni suddette per la produzione di soluzioni attivate possono essere realizzate solo in speciali celle a diaframma (rotonde o quadrate) che sono l'elemento chiave di ogni unità **Envirolyte** o **ECA**.

Le due soluzioni prodotte dalle unità **Envirolyte** sono uniche, ognuna a proprio modo. L'**Anolite** con pH controllato tra 2.0-8.5 e ORP +700mV - +1200mV ha un grande potenziale biocida. Il **Catolite** è un perfetto liquido detergente ed un importante strumento per aumentare il pH.

C'è un'ampia gamma di potenziali applicazioni disinfettanti delle unità **Envirolyte**. I problemi connessi alla manipolazione e lo stoccaggio dei sistemi a base chimica forniscono numerose opportunità. Le unità **Envirolyte** possono ampiamente superare le norme di Salute e Sicurezza, come pure i problemi di inquinamento ambientale derivanti dai sistemi chimici tradizionali.

Le soluzioni attivate elettro-chimicamente prodotte dalle unità **Envirolyte** (Anolite e Catolite) sono incanalate tramite passaggi e camere e separati dalle membrane. Questo singolare processo brevettato permette una più equilibrata distribuzione dell'elettrolito (salamoia) all'interno dei volumi delle camere e riduce i rischi di formazione di zone stagnanti quando le portate dell'elettrolito sono alte. La

costruzione delle celle a diaframma permette anche l'evacuazione altamente efficace dalle camere dei prodotti delle reazioni chimiche ed elettro-chimiche.



L'eterno problema della degradazione degli elettrodi è stato superato per mezzo di un processo unico e la forza della corrente alla quale possono resistere è stata notevolmente incrementata. Un processo autopulente brevettato è stato progettato per minimizzare l'uso di acidi nella pulizia degli elettrodi.

COMPARAZIONE DEI DIVERSI METODI DI DISINFEZIONE

Disinfettante	Descrizione	Vantaggi	Limiti
Cloro	Usato in uno stato gassoso, richiede precise misure di sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> • Ossidante e disinfettante efficiente • Elimina efficacemente odori e sapori • Presenta effetti ritardati • Capacità di controllo dello sviluppo di alghe, fanghi biologici e microrganismi • Decompone i contaminanti organici (fenoli ...) • Ossidante di ferro e magnesio • Decompone l'idrogeno solforato, cianamidi, ammonio ed altri composti d'azoto 	<ul style="list-style-type: none"> • Precise restrizioni per il trasporto e lo stoccaggio. • Pericolo potenziale per la salute in caso di fuoriuscite. • Formazione di sottoprodotti della disinfezione, come il cloroformio. • Il MAC (Maximum Acceptable Concentrations) sarà aumentato nel prossimo futuro da 60 mkg/l a 60 mg/l perché non ci sono prove dell'azione diretta del cloroformio sul DNA.
Cloro – sostanze che lo contengono			
Ipoclorito	Usato in forma liquida e granulare (concentrazione in commercio 10-20%), può essere ottenuto localmente per via elettrolitica	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace contro la maggior parte dei microrganismi patogeni • Relativamente sicuro durante l'uso e lo stoccaggio • Quando prodotto <i>in situ</i>, non richiede trasporto e stoccaggio di prodotti chimici 	<ul style="list-style-type: none"> • Inefficacia nei confronti delle cisti (Giardia, Cryptosporidium) • Perde le proprietà negli stoccaggi prolungati • Pericolo potenziale di emissioni di gas di cloro durante gli stoccaggi a lungo termine • Forma triometano • Se prodotto in loco, richiede l'uso immediato, in caso di stoccaggio, speciali misure per purificare l'acqua iniziale dagli ioni di metalli pesanti. • Se prodotto in loco, la soluzione con NaClO con concentrazione di cloro attivo inferiore a 450 mg/l non forma clorati durante lo stoccaggio.

<p>Diossido di cloro</p>	<p>Prodotto in loco. Il più efficace disinfettante ed il più forte agente ossidante tra tutti i prodotti contenenti cloro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agisce in basse dosi • Non forma clorammine • Non facilita la formazione di trialometano • Distrugge i fenoli, fonti di cattivi odori e sapori • Efficacia ossidante e disinfettante per tutti i tipi di microrganismi, incluso le cisti (Giardia, Cryptosporidium) e i virus • Non forma bromidi dai bromati • Facilita la rimozione dall'acqua di ferro e magnesio per mezzo della veloce ossidazione e precipitazione degli ossidi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Può essere prodotto solo in loco • Richiede trasporto e stoccaggio di prodotti chimici • Reagendo con impurità organiche forma sottoprodotti non organici • Forma clorati e ioni di clorite
<p>Clorammine</p>	<p>Si forma durante la reazione dell'ammonio con il cloro attivo. È usato come disinfettante ad attività prolungata</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si presenta stabile e con effetti posteriori prolungati • Facilita la rimozione di gusti ed odori estranei • Riduce il livello di formazioni di trialometano ed acido cloro organico • Previene la formazione di fanghi biologici nei sistemi di distribuzione 	<ul style="list-style-type: none"> • Debole agente disinfettante ed ossidante in confronto al cloro • Non efficace contro virus e cisti (Giardia, Cryptosporidium) • Sono necessari rilevanti dosaggi e tempi di contatto per la disinfezione • Pericoloso per i pazienti che utilizzano i dializzatori, perché è in grado di penetrare la membrana del dializzatore ed interessare gli eritrociti • Forma sottoprodotti contenenti azoto

Sostanze Alternative

Ozono	È stato usato per parecchi decenni in alcuni paesi europei per la disinfezione, eliminazione del colore, controllo di gusto ed odore	<ul style="list-style-type: none"> Forte agente ossidante e disinfettante Molto efficace nei confronti di <i>Giardia</i>, <i>Cryptosporidium</i> ed ogni altra microflora patogena Facilita la rimozione della torbidità dall'acqua Rimuove gusti ed odori estranei Non forma cloro contenente trialometani 	<ul style="list-style-type: none"> Forma sottoprodotti, incluse aldeidi, chetoni, acidi organici, trialometani contenenti bromine (incluso bromoformio), bromati (in presenza di bromidi), perossidi, acido bromoacetico Necessita di filtri biologici attivi per rimuovere i sottoprodotti Non assicura effetti disinfettanti residuali Richiede importanti costi iniziali per l'apparecchiatura Significativi costi per la formazione degli operatori e il sostegno all'installazione. Quando reagisce con composti organici, l'ozono li disintegra in componenti più piccole, che possono diventare un mezzo di sostentamento per la crescita di microrganismi nei sistemi di distribuzione dell'acqua
Raggi Ultravioletti	L'esposizione dell'acqua a raggi ultravioletti capaci di annientare diversi tipi di microrganismi	<ul style="list-style-type: none"> Non richiede trasporto e stoccaggio di prodotti chimici Non danno origine a sottoprodotti 	<ul style="list-style-type: none"> Non hanno effetto residuale Non efficienti nei confronti delle cisti (<i>Giardia</i>, <i>Cryptosporidium</i>) Richiedono rilevanti costi per l'apparecchiatura e la manutenzione tecnica Richiedono considerevoli costi operativi (energia) L'attività disinfettante dipende dalla torbidità dell'acqua dalla sua durezza (sedimenti sulla superficie del bulbo), precipitazione di impurità organiche sulla superficie del bulbo e variazioni dell'energia fornita, che interessa la variazione della lunghezza d'onda

Attivazione elettro-chimica

Anolite

Attivazione elettro-chimica di salamoia in una membrana elettrolizzatore

- **Forte agente disinfettante e ossidante**
- **Molto efficace contro tutti i tipi di batterio e virus**
- **Elevata efficacia come agente sporicida**
- **Elimina efficacemente cattivi odori e sapori**
- **Rimuove il biofilm**
- **Riduzione significativa della formazione di composti di cloro, alogeni e TMT**
- **Nessun sottoprodotto tossico: Cloriti (ClO₂) e Clorati (ClO₃)**
- **Nessuna tossicità acuta o cronica se diluiti nell'acqua**
- **Bassi costi**
- **Nessun problema di stoccaggio o di trasporto**
- **Stoccaggio e maneggiamento sicuri e facili**

- **Può essere richiesta la ventilazione del locale dell'installazione per rimuovere i fumi**