



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101990900150502
Data Deposito	16/11/1990
Data Pubblicazione	16/05/1992

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	B		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA RIMOZIONE DEI NITRATI DALLE ACQUE PER USO POTABILE
MEDIANTE IMPIEGO DI SISTEMI A MEMBRANE E SIMILI.

IONICS ITALBA S.p.A.,
con sede a Milano

16 NOV. 1990



22079A/90

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un procedimento per la rimozione dei nitrati, e di altri componenti ionici in eccesso rispetto alle norme di legge, dalle acque destinate ad uso potabile mediante impiego di sistemi a membrane, particolarmente una batteria di elettrodialisi ad inversione di polarità utilizzando membrane permeabili alternativamente ai cationi e agli anioni, in combinazione con un sistema di denitrificazione del solo flusso di scarico, in grado di eliminare dalla salamoia di scarico i nitrati in eccesso rispetto alle norme di legge.

Come è noto il contenuto dei nitrati nelle acque potabili è andato via via aumentando obbligando il legislatore ad intervenire per fissare un limite massimo come valore di sicurezza per l'alimentazione umana. Nel contempo le norme di legge hanno stabilito parametri per tutti gli altri componenti ionici delle acque per uso potabile rendendo obsoleti molti trattamenti tradizionali che risolvono il problema in modo parziale (addolcimento a calce, addolcimento a scambio ionico, rimozione selettiva dei nitrati su resine a scambio ionico, denitrificazione biologica aerobica o anaerobica) o in modo totale tanto da richiedere la remineralizzazione del prodotto (osmosi inversa, sistemi di evaporazione).

Le più recenti normative, ad esempio la direttiva CEE N° 80/778 del 15 luglio 1980, il DPCM 8 febbraio 1985, hanno stabilito, per i nitrati, limiti massimi di accettabilità per le acque potabili, che non devono essere superati, e dei valori guida da rispettare per altri parametri chim-



ici, tra cui la durezza dell'acqua, i cloruri, solfati, sodio e solidi disciolti totali (TDS), nonché anche dei limiti di accettabilità per i nitrati presenti nelle acque di scarico, limiti che, secondo le norme più recenti, vengono precisati in 20 ppm come azoto o in 88,5 ppm come NO_3 .

La tecnologia finora adottata tende ad affrontare un problema alla volta per migliorare le caratteristiche di potabilità delle acque, e cioè:

- addolcimento a calce o a resine a scambio ionico per l'abbattimento della durezza;

- resine selettive a scambio ionico o trattamenti biologici per la rimozione dei nitrati;

- elettrodialisi od osmosi inversa per la riduzione dei sali disciolti totali (TDS), di cloruri e di solfati, particolarmente nel trattamento delle acque salmastre.

Le nuove normative richiedono invece di trattare il problema dell'acqua potabile in senso globale in quanto molto frequentemente le acque disponibili sono non potabili per molti parametri e non solamente per il tenore in nitrati o per il tenore in cloruri in esse contenuti.

Fra i vari processi noti, solo quello che impiega unità di elettrodialisi, e specialmente unità di elettrodialisi ad inversione di polarità (EDR), consente di rimuovere i nitrati dall'acqua riportando contemporaneamente altri inquinanti entro la soglia di massima accettabilità delle nuove normative consentendo inoltre di avvicinarsi o di raggiungere in modo economico ed energeticamente ottimale i valori guida indicati.

Questo processo, inoltre, essendo costituito da stadi successivi



consente di arrestare il trattamento alle necessità effettive presentate dalla sorgente di acqua disponibile.

Va comunque notato che i noti sistemi quali osmosi inversa ed evaporazione, producendo una demineralizzazione troppo spinta, richiedono per la potabilità una remineralizzazione o con prodotti chimici o con miscelazione con acqua grezza.

E' anche da notare, come meglio sarà chiarito in seguito, che l'impiego di unità (EDR) consente rimozioni quantitativamente equivalenti sia per cloruro che per nitrati consentendo per i nitrati di abbassarsi al di sotto della soglia massima ammissibile e per i cloruri di avvicinarsi o migliorare il valore guida delle normative.

Tutti i procedimenti noti di rimozione dei nitrati, compresa l'elettrodialisi e con l'eccezione soltanto di quelli che effettuano direttamente sull'acqua potabile il trattamento biologico per la rimozione dei nitrati, presentano l'inconveniente di riunire i nitrati rimossi nei flussi di scarico per cui il contenuto degli stessi può risultare superiore ai valori accettabili stabiliti dalle norme per le acque di scarico. Risulta quindi indispensabile un ulteriore trattamento per far rientrare anche il flusso di scarico nei limiti imposti dalla legge.

Il trattamento biologico effettuato direttamente sull'acqua potabile porta invece ad un altro grave inconveniente dovuto al fatto che il contatto e la permanenza diretta di batteri nell'acqua potabile, cosa tecnicamente possibile, possono causare danni all'organismo umano. Ed è soprattutto questa possibilità di presenza di batteri che il presente trovato si è proposto di eliminare totalmente.



Scopo principale del presente trovato è pertanto quello di realizzare un procedimento per la rimozione dei nitrati (e di altri ioni nocivi) dalle acque destinate all'uso potabile, in grado di consentire, mediante un particolare processo combinato di trattamento dell'acqua mediante sistemi a membrane e di denitrificazione delle acque di scarico separatamente dall'acqua potabile, il raggiungimento dei valori prescritti dalle norme legislative sia per l'acqua potabile che per l'acqua di scarico.

Altro scopo del trovato è quello di realizzare un procedimento di rimozione dei nitrati concepito in modo da consentire di arrestare il trattamento di rimozione nitrati ai valori stabiliti dalle norme per le acque potabili, da consentire la contemporanea rimozione, insieme ai nitrati, anche dei cloruri, solfati, durezza e solidi disciolti totali, nonchè da assicurare la costanza di qualità dell'acqua prodotta a fronte di una corrispondente costanza delle caratteristiche chimiche dell'acqua grezza alimentata.

Ulteriore scopo del trovato è quello di realizzare un procedimento del tipo sopra specificato in grado di fornire elevate rese in acqua potabile e anche tale da non richiedere particolari miscelazioni, omogeneizzazioni e remineralizzazioni dell'acqua prodotta, con evidenti vantaggi sia economici che pratici, nonchè tale da risultare altamente vantaggioso, rispetto ai processi di rimozione di nitrati attualmente in uso, in termini di occupazione di superficie e di costo di impianto e di esercizio.

Questi ed altri scopi ancora, che più chiaramente saranno evidenziati dalla descrizione che segue, vengono raggiunti da un procedimento per

la rimozione dei nitrati da acque destinate all'uso potabile, il quale consiste, secondo il presente trovato, nel sottoporre l'acqua grezza di alimentazione ad un trattamento di rimozione dei nitrati e altri ioni presenti in detta acqua entro una pluralità di elementi depuratori a membrane, particolarmente una pluralità di unità di elettrodialisi del tipo ad inversione di polarità, disposte in serie in modo da consentire ad ogni unità a membrane di depurare progressivamente l'acqua, fino ad ottenere una rimozione dei nitrati ed altri ioni, quali cloruri, solfati e simili, tale da assicurare il grado di potabilità previsto dalle norme per le acque ad uso potabile, indi nel sottoporre detti nitrati ed altri ioni, rimossi da dette unità, ad un trattamento di denitrificazione biologica, mediante tecnologie note in modo da rispettare anche per le acque di scarico il contenuto limite in nitrati, stabilito dalle leggi vigenti.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del procedimento secondo il trovato saranno più chiaramente evidenziati dalla seguente dettagliata descrizione di una sua forma preferita e non esclusiva di pratica realizzazione, descrizione che viene fatta con riferimento alle allegate tavole di disegno, date a solo titolo indicativo, nelle quali:

la figura 1 mostra sotto forma di schema a blocchi le apparecchiature, singolarmente note, utilizzabili per la realizzazione delle fasi operative del procedimento di rimozione nitrati, realizzato secondo il trovato, mentre

la figura 2 mostra, in forma schematica, una serie di unità di elettrodialisi con membrane a polarità inversa, utilizzate per la separazione, secondo il trovato, dei nitrati ed altri ioni dall'acqua destinata



all'uso potabile e per la rimozione dei flussi di scarico arricchiti in nitrati, emessi da dette unità di elettrodialisi, per un successivo e separato trattamento globale di denitrificazione.

Con riferimento alla figura 1, l'acqua grezza da trattare, opportunamente filtrata per rimuovere eventuali corpi solidi estranei, viene inviata mediante una condotta A entro una pluralità di unità o celle di elettrodialisi con membrane a polarità inversa, disposte fra loro in serie ed in numero adatto per ottenere la rimozione dei nitrati, cloruri e simili, fino a ridurne la concentrazione nell'acqua entro i limiti delle norme per le acque potabili. L'acqua depurata dalle varie unità, come meglio sarà chiarito in seguito, viene inviata tramite un condotto B agli impianti di utilizzazione, mentre i flussi di scarico dalle unità vengono riuniti e, tramite un condotto C, vengono inviati ad un'unità di denitrificazione biologica D ove, dopo trattamento con aggiunta di sostanze nutritive organiche E, innesse tramite un condotto F, il flusso di scarico libero da nitrati viene inviato alle discariche tramite un condotto G.

Più particolarmente le fasi operative per la rimozione dei nitrati tramite un sistema a membrane costituito da unità di elettrodialisi con membrane a polarità inversa, possono essere riassunte come segue.

Con riferimento a detta figura 2, un sistema ad elettrodialisi è in sostanza costituito da un contenitore parallelepipedo H entro il quale è disposta una pluralità di membrane verticali equidistanziate, che definiscono dei compartimenti o celle, indicati con i numeri da 1 a 6.

Le membrane sono di tipo anionico e di tipo cationico e disposte alternate all'interno del contenitore 4; i compartimenti di estremità 1 e 6



contengono gli elettrodi e precisamente il catodo nel compartimento 1 e l'anodo nel compartimento 6. Detti elettrodi sono collegati ad una sorgente di energia elettrica in corrente continua 7. Con tale disposizione, il sistema di elettrodialisi è in grado di mantenere una qualità costante dell'acqua potabilizzata mediante l'inversione delle polarità della corrente elettrica alimentata dalla sorgente 7. L'acqua grezza infatti viene alimentata in continuo nei compartimenti compresi fra il primo e l'ultimo della serie e le membrane provvedono a separare le impurezze (nitrati, cloruri, ecc.) ionizzate in soluzione.

Più precisamente, le membrane sono indicate in figura 2 a coppie, e cioè con le lettere I ed L per ogni coppia contigua.

Le membrane indicate con "I" sono di tipo anionico impermeabili all'acqua e permettono il passaggio degli ioni caricati negativamente (anioni).

Le membrane indicate con "L" sono di tipo cationico, impermeabili all'acqua e permettono il passaggio di ioni caricati positivamente (cationi). Per quanto riguarda le celle o compartimenti, i compartimenti 1 e 6 sono dei compartimenti unici perchè contengono gli elettrodi, mentre gli altri svolgono rispettivamente le seguenti funzioni:

- compartimento 2 - NO_3 ed altri ioni caricati negativamente non possono passare attraverso la membrana "L" e rimangono nel

- compartimento 3 - Na^+ ed altri ioni caricati positivamente non possono passare attraverso la membrana "I" e rimangono nel compartimento 3.

- compartimento 4 - NO_3 ed altri ioni caricati negativamente passano



attraverso la membrana "I" nel compartimento 5, Na⁺ ed altri ioni caricati positivamente passano attraverso la membrana "L" nel compartimento 3.

- compartimento 5 - NO₃⁻ ed altri ioni con carica negativa non possono passare attraverso la membrana "L" e restano nel compartimento 5.

Na⁺ ed altri ioni con carica positiva non possono passare attraverso la membrana "I" e restano nel compartimento 5.

Il risultato globale è che l'acqua dei compartimenti 2 e 4 si è impoverita dei nitrati ed altri ioni e come tale può essere raccolta e distribuita per l'uso potabile. L'acqua dei compartimenti 3 e 5 si è arricchita in nitrati ed altri ioni e costituisce il flusso di scarico.

Il trattamento globale, esemplificato nello schema di figura 2, raccoglie i flussi di scarico, li riunisce in un unico flusso di scarico "C" che quindi può essere sottoposto ad un trattamento di denitrificazione biologica in un reattore (o in un letto fluido) D (figura 1), separatamente dall'acqua potabile.

La rimozione dei nitrati dal flusso di scarico dell'unità di elettrodialisi viene effettuata secondo il presente trovato per via biologica, ad opera di popolazione batteriche.

Il linea di principio possono essere utilizzati sia ceppi eterotrofi che ceppi autotrofi.

La maggior complessità di impiego di batteri autotrofi (fra cui la necessità di utilizzare idrogeno come nutriente) ne limita i vantaggi ad alcune ipotesi di installazioni molto particolari, che qui non vengono considerate.



I batteri eterotrofi richiedono invece un apporto di sostanze organiche. Fra queste si possono citare: alcool metilico, acido acetico ed alcool etilico, nonché numerosi sottoprodotti dell'industria quali ad esempio:

- code dalla produzione di alcool e superalcolici distillati,
- concentrati zuccherini di scarto,
- miscele antigelo di circuiti di raffreddamento.

E' ovvio, dato il basso costo di approvvigionamento di tale sostanza, il vantaggio del processo proposto.

Il consumo di sostanze organiche è infatti proporzionale alla massa di nitrati che devono essere rimossi dall'acqua da potabilizzare e non, invece, proporzionale all'intero contenuto di nitrati di tale acqua, come avviene, ad esempio, per i processi basati sulla denitrificazione biologica diretta dell'acqua da potabilizzare.

La reazione biochimica di denitrificazione è ampiamente descritta dalla letteratura nei suoi aspetti biologici, di equilibrio, cinetici e tecnologici.

Tale processo biologico può essere realizzato adottando una delle seguenti tre tecnologie, già note e descritte dalla letteratura:

- biomassa adesa sommersa in letto fisso o fluido,
- biomassa adesa non sommersa,
- biomassa sospesa.

Nella prima ipotesi il refluo dell'elettrodialisi opportunamente additivato con alcool metilico od altra idonea fonte di carbonio attraversa un letto di materiale inerte a cui aderiscono le colonie batteriche

che operano la denitrificazione. Il materiale inerte può essere fisso o fluidificato dalla velocità del flusso.

Il secondo processo differisce dal precedente in quanto il flusso da denitrificare non occupa interamente i vuoti tra il materiale inerte. Lo spazio vuoto residuo è quindi occupato da una fase gassosa che non deve contenere ossigeno.

Nel terzo processo la massa biologica denitrificante è mantenuta in sospensione in fase liquida in un reattore a cui si alimentano sia il flusso da denitrificare che la fonte di carbonio.

La miscela di biomassa/fluido denitrificato che lascia il reattore viene separata in un sedimentatore a gravità e la biomassa è ritornata continuamente al reattore.

Nell'applicazione industriale i processi qui sopra menzionati si differenziano nettamente fra loro in termini di occupazione di area, di costo di impianto e di esercizio.

La scelta deve quindi essere effettuata caso per caso, tenendo conto sia delle condizioni operative (portata da denitrificare, carico di nitrati da rimuovere, temperatura) che delle condizioni esterne (disponibilità di spazio, impatto ambientale, livello tecnologico della zona, reperibilità del nutriente, ecc.).

A maggior chiarimento e a conferma di quanto sopra esposto vengono qui di seguito riportati due esempi di pratica realizzazione del procedimento combinato di elettrodialisi e successiva separata denitrificazione del flusso di scarico, realizzato secondo il trovato.

Esempio N° 1

In un impianto pilota utilizzando unità di elettrodialisi prodotte dalla ditta IONICS Inc. tipo Aquamite XX 4/2, in grado di produrre 50 m³/h di acqua potabile, con 4 m³/h di flusso di scarico, cioè con recupero 92%, sono stati ottenuti per un periodo di tre mesi i seguenti risultati.

		Uscita	Rimozione	Uscita	Rimozione	Flusso
		1 stadio	%	2 stadio	%	di scarico
TDS	Alim.	ppm		ppm		ppm
Na	12,6	11,8	6,4	10,4	17,5	38
Ca	92	66	28	44	52	790
Cl	30	20	34	12	60	250
SO ₄	67	97	45	19	72	760
NO ₃	52	37,9	27	23	56	474
TDS	422	312	26	215	49	3238

Essendo il limite di accettabilità per i nitrati nelle acque di scarico di 20 ppm come azoto o 88,5 ppm come NO₃ si rende necessaria la denitrificazione del flusso di scarico. Tale denitrificazione è stata conseguita con un sistema biologico che ottiene agevolmente un abbattimento ampiamente superiore all'88,5% previsto dalle norme.

Esempio N° 2

In un secondo impianto pilota, pure utilizzando una unità di elettrodialisi Aquamite XX 4/2, predisposto per produrre 50 m³/h di acqua po-



tabile con un flusso concentrato di scarico di $8,8 \text{ m}^3/\text{h}$ e quindi con un ricupero del 85%, si sono ottenuti, dopo circa tre mesi, i seguenti risultati.

	Alimento	Uscita	Rimozione	Flusso di
		2 stadio	%	scarico
	ppm	ppm		ppm
Na	35	22	20	113
Ca	140	70	50	467
HCO ₃	450	292,5	35	1052
Cl	54	23,8	56	202
SO ₄	80	24	70	374
NO ₃	71,7	32	55	265
TDS	870,7	484	45	2606

Anche in questo caso, nel flusso di scarico la concentrazione in NO₃, supera di 177 ppm (265-88) la concentrazione limite (88,5) prevista dalla normativa.

Dato che l'elettrodialisi richiede praticamente solo l'uso di energia elettrica e dato che il consumo di questa è proporzionale al quantitativo di sali rimossi, è evidente che il sistema a stadi è quello che comporta il minimo consumo energetico.

Nel sistema ad elettrodialisi l'acqua alimentata al sistema è sempre



in quantità maggiore dell'acqua prodotta:

il rapporto tra l'acqua prodotta (Q_p) e l'acqua alimentata (Q_a) si definisce Recupero del sistema (R)

$$R = \frac{Q_p}{Q_a} = \frac{Q_p}{Q_p + S}$$

dove S è lo scarico concentrato del sistema. E' evidente che il consumo energetico è tanto minore quanto più S è piccolo e cioè quanto più R si avvicina ad 1. I sistemi di elettrodialisi ed elettrodialisi con inversione di polarità sono, tra quelli noti, quelli che consentono il massimo recupero.

Tenendo presente che i nitrati rimossi vengono tutti concentrati nel flusso di scarico e che pertanto il contenuto degli stessi può risultare superiore ai valori accettabili per la normativa in vigore sulle acque di scarico, sorge la necessità di un ulteriore trattamento per far rientrare anche il flusso di scarico nei limiti di legge. Si fa notare che questa necessità è comune anche ad altri sistemi di trattamento quali osmosi inversa e scambio ionico selettivo.

Inoltre, sono da tenere presenti due punti importanti:

- la cinetica di denitrificazione diminuisce velocemente al diminuire della temperatura. Poichè nel processo di elettrodialisi la temperatura a cui è rilasciato il flusso di scarico è superiore alla temperatura dell'acqua da potabilizzare, il procedimento oggetto del presente trovato

consente di operare in condizioni cinetiche più favorevoli rispetto al processo di denitrificazione diretta dell'acqua grezza;

- il processo biologico di denitrificazione è sfavorito da elevata salinità della corrente da denitrificare. E' quindi ovvio il vantaggio del processo secondo il trovato rispetto ai sistemi a scambio ionico, in cui la salinità della corrente da denitrificare viene ad essere notevolmente incrementata dal cloruro sodico utilizzato per la rigenerazione dello scambiatore ionico.

Il sistema di denitrificazione applicato al flusso concentrato ottenuto dalla unità di elettrodialisi ad inversione di polarità può essere applicato a qualunque altro sistema a membrane che concentri i nitrati in un unico flusso di scarico.

Dopo quanto esposto, per meglio evidenziare le differenze del presente procedimento nei confronti degli ultimi e più efficienti processi di rimozione nitrati applicati su scala industriale, si fa presente quanto segue:

a) Procedimento a scambio ionico selettivo

Più o meno sofisticati trattamenti sono stati adottati con l'impiego di resine a scambio ionico selettivo cioè resine aventi affinità per i nitrati particolarmente elevata.

I nitrati sono scambiati sempre per sostituzione con altri anioni, risultando la riduzione in nitrati sempre equivalente all'incremento di altri anioni. I sistemi sono ciclici e non possono assicurare costanza di qualità del prodotto senza disporre di volumi di accumulo per l'omogeneizzazione dell'acqua potabile prodotta nel ciclo.

La salamoia di scarico proveniente dalla rigenerazione delle resine introduce altri sali che, alterando il bilancio globale di massa, producono un impatto ambientale negativo e non affrontano il problema dei nitrati nelle acque di scarico nè dell'incremento dei sali nelle acque di scarico.

Un sistema particolarmente originale prevede la denitrificazione biologica dell'eluato di rigenerazione, riducendo nel contempo, senza annullare, l'apporto di sali dall'esterno.

Peraltro, il concentrato denitrificato viene portato in contatto della colonna a scambio ionico destinata al successivo servizio e pertanto permane il rischio potenziale di inquinamento batterico dell'acqua potabile.

b) Procedimenti Biologici

Sono stati impiegati vari sistemi biologici sia autotrofi che eterotrofi ormai ampiamente noti in letteratura.

- Tutti i sistemi sopra citati prevedono l'azione diretta della attività batterica sull'acqua potabile e tutti i sistemi obbligano alla rimozione totale dei nitrati con apporto di carbonio organico superiore alle effettive necessità.

Infine i vantaggi economici, pratici ed energetici ottenuti con il procedimento oggetto del trovato si possono riassumere come segue.

- Possibilità di arrestare il trattamento di rimozione nitrati alle effettive necessità determinate dalle norme di legge o dalle richieste delle Autorità Sanitarie locali.

- Rimozione contemporanea di nitrati, cloruri, solfati, durezza, TDS

con possibilità di ottenere con un singolo trattamento l'adeguamento delle caratteristiche chimiche dell'acqua potabile alle normative o in genere di migliorarne le caratteristiche.

- Costanza di qualità dell'acqua prodotta con variazioni unicamente connesse alle variazioni di composizione della sorgente di alimento.

- Nessuna necessità di remineralizzazioni, miscele, stoccaggi per omogeneizzazione.

- Assoluta indipendenza del sistema di potabilizzazione dal sistema di denitrificazione biologica con esclusione assoluta di possibilità di inquinamento batterico dell'acqua potabile indotto dal processo biologico.

- Consumi energetici esattamente equiparati alla quantità di sali o nitrati rimossi.

- Bilancio globale di massa assolutamente invariato non essendo previsto l'apporto di reattivi o di rigeneranti destinati ad incrementare il contenuto salino globale dell'acqua alimentata.

- I nitrati vengono rimossi dall'acqua di alimento senza sostituzione con altri sali come nel tipico caso dello scambio ionico che sostituisce lo ione nitrato con lo ione cloruro.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la rimozione dei nitrati da acque destinate all'uso potabile, caratterizzato dal fatto che consiste nel sottoporre l'acqua grezza da depurare ad una pluralità di mezzi depuratori a membrane, particolarmente entro unità di elettrodialisi del tipo preferibilmente ad inversione di polarità, disposte in serie in modo da consentire a

con possibilità di ottenere con un singolo trattamento l'adeguamento delle caratteristiche chimiche dell'acqua potabile alle normative o in genere di migliorarne le caratteristiche.

- Costanza di qualità dell'acqua prodotta con variazioni unicamente connesse alle variazioni di composizione della sorgente di alimento.

- Nessuna necessità di remineralizzazioni, miscelazioni, stoccaggi per omogeneizzazione.

- Assoluta indipendenza del sistema di potabilizzazione dal sistema di denitrificazione biologica con esclusione assoluta di possibilità di inquinamento batterico dell'acqua potabile indotto dal processo biologico.

- Consumi energetici esattamente equiparati alla quantità di sali o nitrati rimossi.

- Bilancio globale di massa assolutamente invariato non essendo previsto l'apporto di reattivi o di rigeneranti destinati ad incrementare il contenuto salino globale dell'acqua alimentata.

- I nitrati vengono rimossi dall'acqua di alimento senza sostituzione con altri sali come nel tipico caso dello scambio ionico che sostituisce lo ione nitrato con lo ione cloruro.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la rimozione dei nitrati da acque destinate all'uso potabile, caratterizzato dal fatto che consiste nel sottoporre l'acqua grezza da depurare ad una pluralità di mezzi depuratori a membrane, particolarmente entro unità di elettrodialisi del tipo preferibilmente ad inversione di polarità, disposte in serie in modo da consentire a

dette unità di depurare progressivamente l'acqua fino a portare la concentrazione dei nitrati e altri ioni almeno entro i limiti previsti dalle norme legislative per le acque ad uso potabile, indi nel concentrare in un unico flusso tutte le acque di scarico in uscita da dette unità di elettrodialisi e poi nel sottoporre detto flusso di scarico concentrato ad un trattamento di denitrificazione biologica, in modo da ottenere acque di scarico con un contenuto in nitrati e altri ioni rientrante nei limiti stabiliti dalle norme per le acque di scarico.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'acqua potabile è ottenuta con le caratteristiche di potabilità previste dalle norme in modo diretto, continuo e con costanza di qualità, senza richiedere operazioni di miscelazioni, omogeneizzazioni e remineralizzazioni dell'acqua prodotta.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta denitrificazione biologica è applicata al solo flusso concentrato di un sistema a membrane di rimozione nitrati, al fine di impedire anche il solo potenziale contatto tra il processo di denitrificazione biologica e quello di rimozione nitrati dall'acqua potabile.

4. Procedimento secondo le rivendicazioni 1 e 3, caratterizzato dal fatto che detto processo di denitrificazione del flusso concentrato di scarico è ottenuto con un processo biologico tradizionale costituito da un reattore anossico a biomassa sospesa, da un chiarificatore per la separazione delle biomasse dal flusso denitrificato, da dispositivi per il ricircolo della biomassa al reattore, e da dispositivi per il dosaggio del nutriente organico.

5. Procedimento secondo le rivendicazioni 1 e 4, caratterizzato dal fatto che detto processo di denitrificazione del flusso concentrato di scarico è costituito da reattori anossici a biomassa adesa, scelti fra:

- biomassa adesa immessa su un supporto fisso in cui detto supporto è costituito da materiale inorganico o da strutture in materiale plastico,

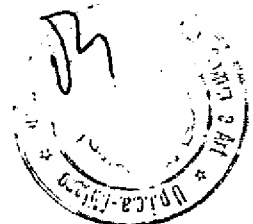
- biomassa adesa fluidizzata, essendo il supporto della biomassa costituito da sabbia o altro materiale idoneo a realizzare un letto fluido.

- biomassa adesa su supporto fisso non immerso, comprendente dispositivi per la separazione della biomassa di supero dal flusso denitrificato, dispositivi per il dosaggio del nutriente organico, nonché dispositivi accessori.

6. Procedimento per la rimozione dei nitrati ed altri ioni dalle acque destinate ad uso potabile, secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è realizzato per gli scopi e gli impieghi sopra specificati secondo quanto descritto ed illustrato negli allegati disegni.

Il Mandatario:


- Dr. Ing. Guido MODIANO -



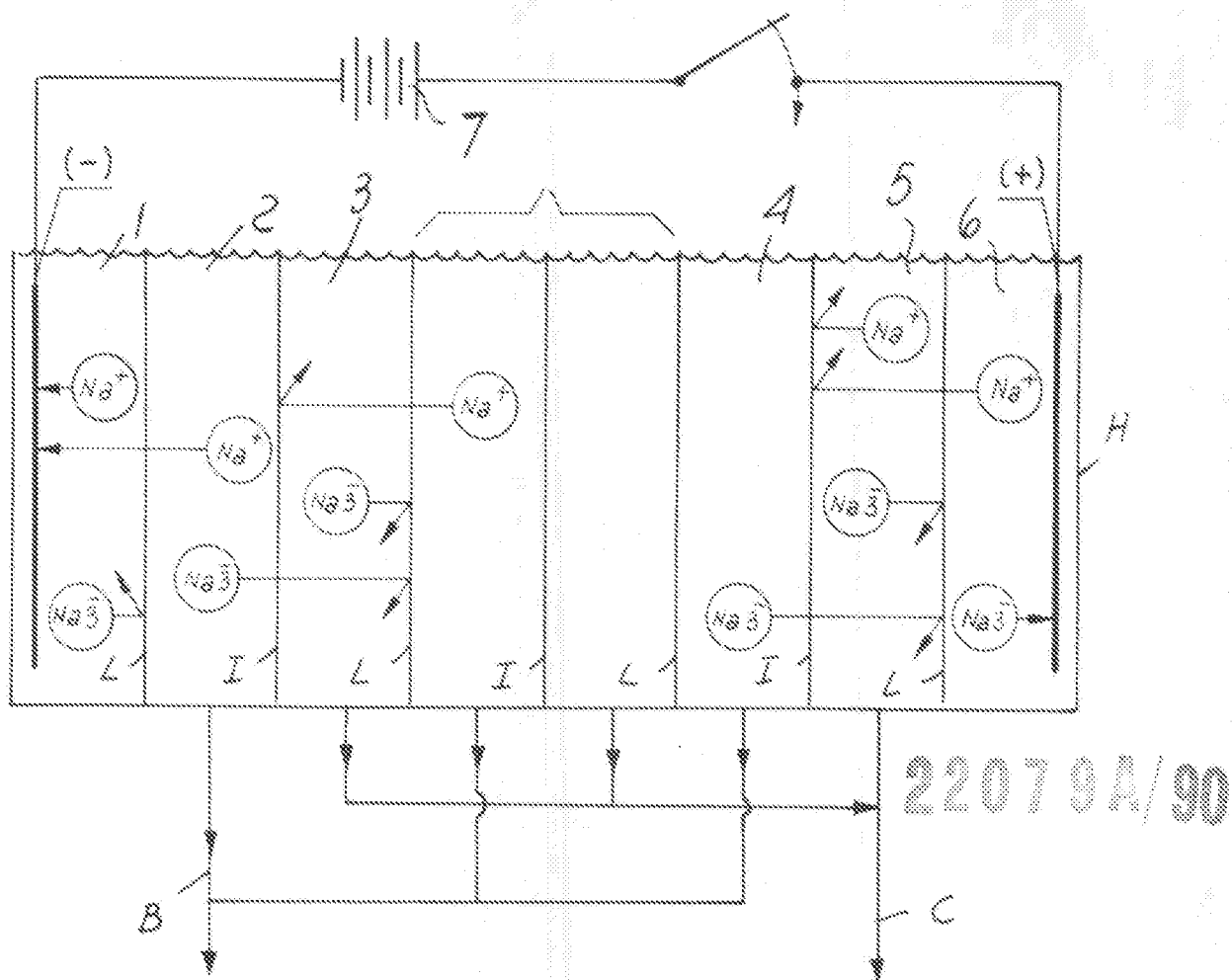


FIG. 2

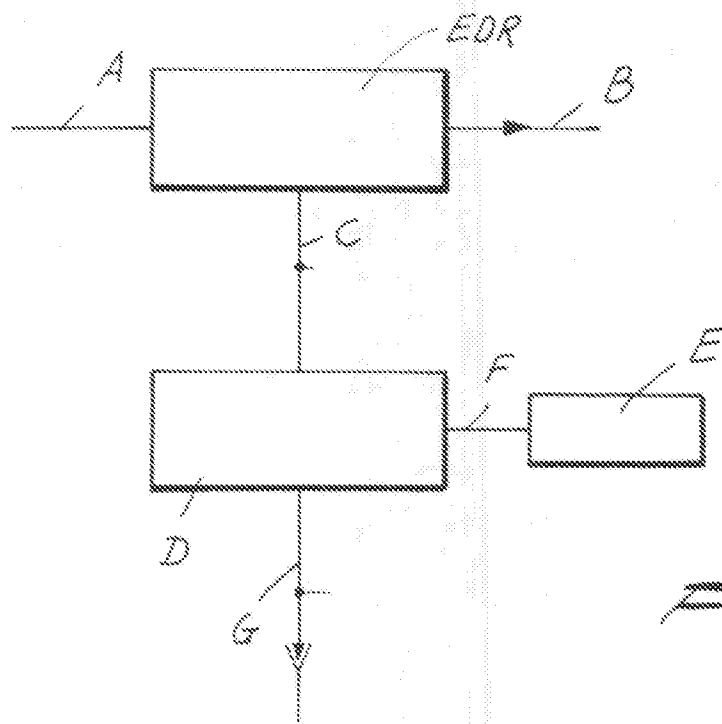
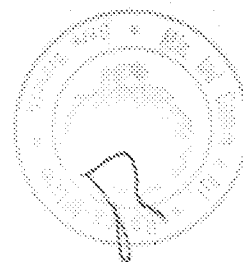


FIG. 1



[Handwritten signature]