

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 659**

21 Número de solicitud: 202390017

51 Int. Cl.:

C02F 1/44 (2013.01)

C02F 103/08 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

28.12.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.07.2023

71 Solicitantes:

**INGENIERÍA Y DESARROLLO DE SISTEMAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS Y MEDIOAMBIENTE
S.A.C. (100.0%)**

C/ Sagasta, 94 - 2º - 206

35008 Las Palmas de Gran Canarias (Las Palmas) ES

72 Inventor/es:

MUÑOZ ELGUERA, Aldo

74 Agente/Representante:

FALCÓN MORALES, Alejandro

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA ELIMINACIÓN DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL
PRE-TRATAMIENTO DE PLANTAS DESALADORAS DE AGUA DEMAR POR ÓSMOSIS
INVERSA**

57 Resumen:

Procedimiento para la eliminación del uso de productos químicos en el pre-tratamiento de plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa, mediante la sustitución de las unidades de tratamiento físico constituidos por filtros de arena con porosidad de 20 µm (6), los filtros de porosidad media de 10 µm (10) y los filtros de porosidad pequeña de 1 a 5 µm (13), así como los sistema de lavado de los filtros de arena (7), de los filtros de porosidad media (11) y de los filtros de porosidad pequeña (14), por una única unidad de tratamiento físico, constituido por un sistema de membranas de ultra filtración del tipo denominado MBR (23), así como la eliminación de la dosificación de antiincrustantes químicos como el $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ (15) mediante la dosificación de H_2SO_4 (25) para regular el pH del agua de mar entre 6 y 6,5 para evitar la precipitación de sales en las membranas de ósmosis inversas (18).

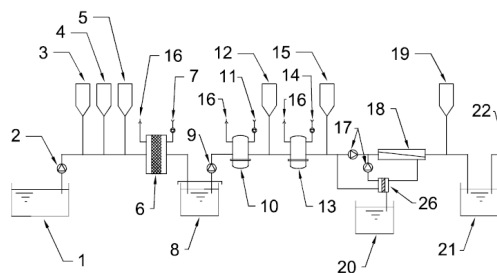


Figura 1

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO PARA LA ELIMINACIÓN DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL PRE-TRATAMIENTO DE PLANTAS DESALADORAS DE AGUA DE MAR POR ÓSMOSIS INVERSA

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

10 La presente solicitud de patente tiene por objeto un procedimiento para la eliminación del uso de productos químicos en el pre-tratamiento de plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa. Por lo tanto, el sector de la técnica donde se incluye la invención es el de la industria de tratamiento de agua, concretamente al sector de desalación por ósmosis inversa.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Hasta la fecha, las plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa, constan en general de las siguientes etapas: captación del agua de mar, pretratamiento químico (dosificación de H_2SO_4 , $NaClO$, $FeCl_3$, MBS, y anti-incrustante), pretratamiento físico mediante filtración en filtros de arena (20 micras de porosidad), filtros de bujía (10 micras de porosidad) y filtros de bujía (5 micras de porosidad o actualmente filtros de cartucho de una micra de porosidad) para posteriormente pasar a la línea de alta presión, a los bastidores de membranas donde se realiza la ósmosis inversa, saliendo por un lado la salmuera que se vierte al mar, y el agua osmotizada que va al sistema de post tratamiento, y finalmente a la distribución.

En las plantas desaladoras ha sido una práctica habitual realizar una dosificación por choque de $NaClO$ (50 ppm) al agua de mar, en la cámara de captación, para el control previo de la contaminación biológica, antes de su impulsión a la línea de pretratamiento de la planta, donde recibía una segunda dosificación de $NaClO$ (50 ppm), al igual que las restantes dosificaciones químicas, realizadas en exceso, lejos de las dosificaciones óptimas.

Una vez construida la desaladora, el pretratamiento se habrá dimensionado para una calidad y un caudal nominal del agua a desalar. Cualquier aumento en el caudal de

alimentación haría que los procesos de pretratamiento físico y químico no funcionaran adecuadamente, con lo que tampoco lo harían las membranas de la unidad de ósmosis inversa, pues las membranas se ensuciarían más rápidamente obligando a lavados más frecuentes. El coste de los lavados incluye un consumo de reactivos, energía y agua desalada producida previamente y un periodo de improductividad. Además, a medida

5 que aumenta la frecuencia de los lavados se acorta la vida útil de las membranas, obligando a reponerlas antes de lo previsto. Todo ello implica un aumento del coste del agua producida.

- 10 Para que las membranas de ósmosis inversa funcionen adecuadamente, cumpliendo las exigencias de garantía de los proveedores, requieren de un lavado, o máximos dos lavados al año, lo cual implica que el agua de mar que se ponga en contacto con ellas deberá tener una calidad específica, en especial en cuanto a su contenido microbiológico, de partículas en dispersión, y en suspensión. La calidad requerida del
- 15 agua de mar que se pone en contacto con las membranas de ósmosis inversa solo puede ser alcanzada con un adecuado pretratamiento que eliminen adecuadamente las partículas y la microbiología contaminante del agua de mar.

Un pretratamiento físico y químico como el utilizado en las actuales plantas desaladoras, convencionales de agua de mar, no garantizan la calidad necesaria de esta agua que se pone en contacto con las membranas de osmosis inversa, por ello enfrentan el problema de lavados frecuentes de las membranas, además con el problema de contaminación del medio acuoso marino, a causa del vertido de la salmuera residual con gran contenido de los productos químicos residuales que aun contienen.

- 25 Por ejemplo, la dosificación del NaClO , con el objeto de eliminar la contaminación microbiológica del agua de mar, solo es efectivo en la eliminación de los microorganismos patógenos, mientras que los demás microorganismos (virus, bacterias, pirógenos, etc.), solo quedan en un estado de aletargamiento (inactividad temporal, por la presencia del biocida), que posteriormente cuando se dosifica el MBS (NaHSO_3) para eliminar el residual de NaClO , y evitar así que se ponga en contacto con la capa activa (generalmente de poliamida), y lo dañe por oxidación química, las bacterias aletargadas se reactivan, encontrándose además con abundante alimento (microorganismos muertos por el NaClO), con lo cual se reproducen de forma sumamente
- 30 acelerada, ocasionando gravísimos problemas de ensuciamiento mediante la formación de abundante masa biológica (biofouling) sobre la capa activa de las membranas.
- 35

Así mismo, cuando se trata de eliminar la presencia de partículas dispersa y suspendidas (coloidales), mediante la dosificación del FeCl_3 (coagulante) y otros ayudantes de coagulación (polielectrolitos), en las diferentes unidades de filtración, no se consiguen la total remoción de partículas en dispersión (de tamaños $> 100 \mu\text{m}$), en especial de las partículas coloidales (de tamaños entre 1 y $100 \mu\text{m}$), con lo cual también se aporta al ensuciamiento de las membranas a causa de los depósitos de estas partículas sobre la capa activa de la membrana (fouling)

En cuanto a la dosificación del Hexa Meta Fosfato Sódico (HMFS), como anti incrustante para controlar la precipitación de sales (scaling), a causa del proceso de polarización de la concentración sobre la capa activa de las membranas en el momento en la que se está realizando la osmosis inversa, se produce la precipitación de una serie de sales (CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaF_2 , SiO_2 reactiva no coloidal), y en menor proporción óxidos o hidróxidos de naturaleza microcristalina (Fe, Mn, y Al), que se controlan generalmente en los procesos de desalación de agua de mar por osmosis inversa convencionales, mediante la dosificación del HMFS ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$).

Como novedad en esta solicitud se presenta una modificación importante en la sección de pretratamiento de las plantas desaladoras de agua de mar convencionales actuales, y básicamente se sustituye las diferentes unidades de tratamiento físico (filtros de arena con porosidad de $20 \mu\text{m}$, los filtros de porosidad media de $10 \mu\text{m}$, y los filtros de porosidad pequeña o filtros de cartucho de 1 a $5 \mu\text{m}$), por membranas de Ultra Filtración del denominado tipo MBR. Esta solución innovadora esta contrastada experimentalmente en una planta desaladora de agua de mar.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Con el fin de alcanzar los objetivos de diseño mencionados anteriormente, la invención consiste en un nuevo procedimiento para el pre tratamiento de las plantas desaladoras de agua de mar convencionales actuales.

Para explicar las diferencias y novedades de la invención, en primer lugar se procede a describir las etapas básicas de una planta desaladora convencional:

- 5

10

▪ En primer lugar, el agua de mar bruta es tomada desde una cámara de captación, sumergida, que consta de una estructura de hormigón especial, de cerramiento, con una entrada de agua a través de una reja muy fina de acero especial, para evitar la entrada de peces, plantas y otros materiales de tamaño medios y gruesos; y un conjunto de bombas, que succionan el agua de mar necesaria para satisfacer el caudal de procesamiento de la planta desaladora, teniendo en cuenta que estas bombas impulsaran más del doble de la capacidad de producción de agua permeada, si por ejemplo la planta debe producir 6.000 m³/día de agua potable, las bombas del sistema de captación deberán impulsar 13.333 m³/día, de los cuales se verterán al mar 7.333 m³/día bajo la forma del residual, denominado “salmuera”
- 15

▪ Un sistema de dosificación de H₂SO₄, constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático
- 20

▪ Un sistema de dosificación de NaClO, constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático
- 25

▪ Un sistema de dosificación de FeCl₃, constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- 30

▪ Estas tres dosificaciones se llevan a cabo en las tuberías de impulsión que conducen el agua de mar desde la cámara de captación, hasta al sistema de filtración gruesa.
- 35

▪ El “sistema de filtración gruesa”, consta de un tanque de homogenización, una cámara de tranquilización donde al agua de mar reducirá la velocidad de circulación, para luego descargarse en varias unidades de filtración gruesa, generalmente filtros de arena, en los cuales se removerán las partículas dispersas y la coloidales floculadas, para luego descargarse en un gran tanque de almacenamiento de agua filtrada.
- Desde el tanque de agua filtrada el agua de mar será impulsada mediante un conjunto de bombas, hacia las unidades de filtración media o filtros de bujía.
- Posteriormente el agua recibirá una dosificación de Meta Bisulfito Sódico (NaHSO₃) desde un sistema de dosificación constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- De allí pasarán a través de las unidades de filtración fina o filtración de pre capa.

- A continuación, recibirá una dosificación de Hexa meta fosfato sódico ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$), desde un sistema de dosificación, constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- 5 ▪ Tras pasar por los pretratamientos físicos y químicos descritos, el agua es alimentada al “sistema de alta presión y recuperación de energía”, constituido por bombas de alta presión, que elevarán la presión del agua de mar hasta la presión necesaria para que se realice el proceso de osmosis inversa (de 60 a 70
- 10 atmosferas de presión); así como también por unos “Recuperadores de energía” (turbinas Pelton, Francis, ERI, etc.), que transferirán la energía de presión de la salmuera a una parte del agua de alimentación que ingresa a baja presión (en torno a unas 3 atmosferas de presión).
- El agua de mar, a la presión de trabajo es alimentado al sistema de membranas de ósmosis Inversa o “bastidores” donde se lleva a cabo el proceso de osmosis
- 15 inversa.
- De los “Bastidores de membranas”, por un lado sale el agua de mar residual con alta concentración de sales (salmuera) que es enviado al “sistema de vertido de salmuera”, y otra parte del agua de mar que permea a través de las membranas de osmosis inversa, denominado “permeado” o agua dulce, es bombeado hacia
- 20 el sistema de post tratamiento, donde se le restituye las sales alcalinas ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, CO_2) para cumplir los requisitos de “agua potable”, que luego es descargada en los depósitos de “agua potable”.
- Finalmente a través de un sistema de bombas, el agua potable es impulsada a través de las líneas de distribución al suministro público.
- 25 ▪ Así mismo, es necesario destacar que, en la sección de pretratamiento físico, es necesario disponer un “sistema de lavado de filtros de arena”, también un “sistema de lavado de filtros de bujía”, y un “sistema de limpieza de filtros de precapa o de cartuchos”, y finalmente también es necesario un “sistema de recolección y vertido del agua de lavado de filtros”.

30

Mediante la presente invención se sustituyen las diferentes unidades de tratamiento físico (filtros de arena con porosidad de 20 μm , los filtros de porosidad media de 10 μm y los filtros de porosidad fina o filtros de cartucho de 1 a 5 μm), por una única unidad de tratamiento físico mediante membranas de ultra filtración (Tipo MBR) que permite

35 eliminar la dosificación de H_2SO_4 , coagulantes (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , etc.), NaClO o cualquier otro biocida destinado a eliminar los microorganismos en el agua de mar y el

MBS (NaHSO_3) destinado a eliminar el residual de NaClO . La dosificación del HMFS como antiincrustante se sustituye por la regulación del pH (6 -6,5) del agua de mar, que se alimentará al bastidor de membranas de osmosis inversa.

- 5 Para conseguir los objetivos de diseño, las membranas de ultrafiltración a emplear son del tipo denominado MBR y están constituidas por membranas de fibra hueca (con porosidad de $0,03\ \mu\text{m}$), de funcionamiento “fuera-dentro”, y que actúa por succión suave de entre 0,1 y 0,5 bares máximo, estructurado en cartuchos sumergibles, del tipo que generalmente se utiliza en la depuración de aguas residuales domesticas e industriales,
- 10 a diferencia de las membranas de UF en configuración “Spiral”, que se han instalado en las últimas plantas desaladoras convencionales construidas en los últimos años.

- Estas membranas en configuración tipo MBR son capaces de retener partículas en dispersión (de tamaños $> 100\ \mu\text{m}$), así como también las partículas coloidales (de
- 15 tamaños entre 1 y $100\ \mu\text{m}$), con lo cual se hace innecesario la dosificación de coagulantes (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , etc.). Asimismo, estas membranas de ultrafiltración son capaces de retener los microorganismos presentes en el agua de mar, tales como bacterias ($0,5$ y $800\ \mu\text{m}$), virus ($0,01$ y $0,1\ \mu\text{m}$) e incluso pirógenos ($0,002$ y $0,015\ \mu\text{m}$), por lo que también se hace innecesario la dosificación del NaClO , ni ningún otro biocida
- 20 destinado a eliminar los microorganismos en el agua de mar. Por lo mismo, de no ser necesario la dosificación de biocida, tampoco es necesario la dosificación del MBS (NaHSO_3), destinado a eliminar el residual de NaClO , que, de entrar en contacto con las membranas de osmosis inversa, con capa activa de poliamida, lo dañarían por oxidación química, y tampoco es necesario la dosificación de H_2SO_4 destinado a
- 25 potenciar la acción del biocida y del coagulante, que ambos, en la novedad que aquí se presenta, no se dosificaran.

- En cuanto al control del ensuciamiento de las membranas como consecuencia de la polarización de la concentración, que ocasionan la precipitación de diferentes sales
- 30 (CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaF_2), Sílice (SiO_2 , reactiva no coloidal) a partir de los diferentes cationes y aniones presentes en el agua de mar, que ocasionan el denominado ensuciamiento por “scaling”, se ha tenido en cuenta la “autopsia” de las membranas realizada en trabajos de investigación. En dichas “autopsias” se ha obtenido que aproximadamente el 50% de los materiales ensuciantes corresponden a sustancias
- 35 inorgánicas, siendo del orden del 30% la presencia de sílice, como sílica (SiO_2), en segundo son los carbonatos de Calcio, en el orden del 6,4 %, el resto de las sales están

en cantidades despreciables. Por lo tanto es posible eliminar la dosificación de anti incrustantes como el Hexa meta fosfato sódico ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$), sustituyéndolo básicamente por una regulación del pH del agua de mar con H_2SO_4 en un rango de pH entre 6 y 6,5, determinado por la ecuación de Langelier (1930), mediante la expresión matemática

5 (pHs = $\log (K_s / K_2) - \log \text{Ca}^{++} - \log \text{HCO}_3$), donde K_s y K_2 son constantes de equilibrio que depende de la temperatura y fuerza iónica del agua, y que permite calcular el pH de saturación (pHs) del agua de mar, a la cual, el CaCO_3 no presenta tendencia ni a precipitar ni a disolverse; este valor de pHs se determinó experimentalmente y se confirmó en un proceso real, cuyo valor está comprendido entre 6 y 6,5, con lo cual, en

10 ese rango de pH, se garantiza que durante el proceso de ósmosis inversa no se producirá la precipitación de carbonatos, ni de otras sales, debido a que los demás tienen un constante de saturación mayor que la del carbonato, con lo cual no será necesario la dosificación de ningún anti incrustante químico.

15 Esta es la justificación experimental y confirmada en una planta desaladora de agua de mar real, de la novedad presentada en esta solicitud de patente.

Las ventajas de este nuevo pre-tratamiento son las siguientes:

- Obtención de una salmuera sin contaminación química para su utilización en la

20 producción sencilla de sal de mesa para consumo humano, y de otros productos industriales (HCl, NaOH, etc.).

- Con la eliminación de dosificación de productos químicos, se reduce de manera importante los costos de operación, permitiendo con ello reducir el costo de m^3 de agua potable producido.

25

- Con la eliminación de una serie de equipamientos del tratamiento químico y físico se reduce de manera importante los costes de inversión.
- Con la eliminación de dosificación de productos químicos, produciéndose una salmuera exenta de contaminantes químicos residuales, se reduce de manera

30 importante la contaminación de las aguas del mar, por lo cual es un importante aporte a la protección y preservación de nuestro medio ambiente marino.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una

35 mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y

no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Representa un diagrama de bloques de una planta desaladora de agua de mar por osmosis inversa, de tipo "convencional", en la que observamos todas y cada una de las etapas, destacándose la sección de pretratamiento físico y químico, objeto de modificación en esta solicitud de patente.

Figura 2.- Representa un diagrama de bloques del objeto de la invención, en donde las unidades de pretratamiento físico y químico convencional son sustituidas por una unidad provista de un tanque provisto de cartuchos de membranas de ultrafiltración, de fibra hueca sumergidas (del tipo MBR), a través de las cuales se ejerce una succión de afuera hacia adentro, trabajando a una presión entre 0,1 y 0,5 bares como máximo.

A continuación, se proporciona una lista de los distintos elementos que constituyen una planta desaladora de agua de mar por osmosis inversa, representados en las figuras que integran la invención:

- 1 = Cámara de captación de agua de mar bruta
- 2 = Bombeo de agua de mar bruta
- 3 = Sistema de dosificación de H_2SO_4 como potenciador de la acción tanto del biocida como del coagulante
- 4 = Sistema de dosificación de biocida ($NaClO$)
- 5 = Sistema de dosificación de coagulante ($FeCl_3$) y ayudante de floculación
- 6 = Sistema de filtración mediante filtros de arena
- 7 = Sistema de lavados de los filtros de arena
- 8 = Tanque de almacenamiento de agua filtrada tras los filtros de arena
- 9 = Bombeo de agua filtrada depositado en el tanque de almacenamiento
- 10 = Unidades de filtración media o filtros de bujía
- 11 = Sistema de lavado de filtros de porosidad media o de bujía
- 12 = Sistema de dosificación de $NaHSO_3$ (Meta Bisulfito de Sodio - MBS) para neutralizar el cloro residual de $NaClO$
- 13 = Unidades de filtración fina o filtración de pre capa
- 14 = Sistema de limpieza de filtros de porosidad pequeña (de precapa o de cartuchos)
- 15 = Sistema de dosificación de antiincrustante (Hexa meta fosfato sódico, $Na_6P_6O_{18}$)
- 16 = Sistema de recolección y vertido del agua de lavado de filtros

- 17 = Sistema de alta presión y recuperación de energía
- 18 = Sistema de membranas de ósmosis Inversa o "bastidores"
- 19 = Sistema de "Post Tratamiento", con dosificación de las sales alcalinas ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, CO_2) en el agua permeada, restituyéndoles las sales pérdidas durante la osmosis inversa, y alcancen la calidad de agua apta para consumo humano.
- 20 = Sistema de vertido de salmuera
- 21 = Depósitos de "agua potable"
- 22 = Sistema de bombas para impulsar el agua potable a las líneas de distribución del suministro público
- 23 = Sistema de membranas de ultrafiltración (Tipo MBR)
- 24 = Depósito de agua filtrada tras la ultrafiltración
- 25 = Sistema de dosificación de H_2SO_4 para regular el pH del agua de mar entre 6 y 6,5 para evitar la precipitación de sales en las membranas de ósmosis inversas.
- 26 = Recuperadores de energía para transferir la energía de presión de la salmuera a una parte del agua de alimentación.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

- La invención consiste en un nuevo procedimiento para el pre tratamiento de las plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa convencionales, caracterizado por sustituir las diferentes unidades de tratamiento físico, como los filtros de arena (6) y su sistema de lavado (7) con porosidad de 20 μm , los filtros de bujía (10) de porosidad media de 10 μm , y su sistema de lavado (11), y los filtros de porosidad pequeña o filtros de cartucho (13) de 1 a 5 μm , y su sistema de lavado (14), por una única unidad de tratamiento físico mediante membranas de ultra filtración (23) del tipo denominado MBR. Así mismo se elimina el sistema de dosificación de H_2SO_4 (3) cuya función era potenciar la acción tanto del biocida (4) como del coagulante (5), el sistema de dosificación de NaClO o cualquier otro biocida (4) destinado a eliminar los microorganismos en el agua de mar, el sistema de dosificación de cualquier coagulante o ayudantes de floculación (5) (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , etc.) y el sistema de dosificación de MBS (12) destinado a eliminar el cloro residual de NaClO . Así como la dosificación de cualquier anti incrustante químico (15), sustituido mediante la regulación del pH (25) entre 6 y 6,5 del agua de mar.

Concretamente, las unidades de tratamiento físico y dosificaciones a eliminar son las siguientes:

- 5 ▪ Sistema de dosificación de H_2SO_4 (3) como potenciador de la acción tanto del biocida (4) como del coagulante (5), constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático
- 10 ▪ Sistema de dosificación de biocida (4), como el hipoclorito sodio NaClO , constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático
- 15 ▪ Sistema de dosificación de coagulante o ayudante de floculación (5), constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- 20 ▪ Sistema de filtración de filtros de arena (6), que consta de un tanque de homogenización, una cámara de tranquilización donde al agua de mar reducirá la velocidad de circulación, para luego descargarse en varias unidades de filtración gruesa, generalmente filtros de arena, en los cuales se removerán las partículas dispersas y la coloidales floculadas, para luego descargarse en un gran tanque de almacenamiento de agua filtrada (8).
- 25 ▪ Unidades de filtración media o filtros de bujía (10).
- 30 ▪ Sistema de dosificación del neutralizador del biocida NaClO (12), mediante NaHSO_3 (MBS) constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- 35 ▪ Unidades de filtración fina o filtración de pre capa (13)
- Sistema de dosificación del antiincrustante (15) como el Hexa meta fosfato sódico ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$), constituido por un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 1 mes de suministro, así como un equipo de dosificación provisto de instrumentación de control automático.
- Sistema de lavado de filtros de arena (7)
- Sistema de lavado de filtros de bujía (11)
- Sistema de limpieza de filtros de precapa o de cartuchos (14)
- Sistema de recolección y vertido del agua de lavado de filtros (16).

Mediante la presente solicitud de patente se elimina tanto el pretratamiento físico como

el químico, mediante la incorporación de un sistema de ultrafiltración (23) constituido por membranas de ultrafiltración sumergidas (tipo MBR), en configuración fibra hueca que funciona por succión de afuera hacia adentro, operando a una presión de vacío entre 0,1 y 0,5 bares como máximo. Estas membranas de ultrafiltración (23) son capaces de
5 retener los microorganismos presentes en el agua de mar, tales como bacterias (0,5 y 800 μm), virus (0,01 y 0,1 μm), incluso pirógenos (0,002 y 0,015 μm).

De esta manera, una planta desaladora de agua de mar, mediante la tecnología de “Ósmosis Inversa”, estructurada con esta innovación, es más compacta y consta de las
10 siguientes etapas:

- El sistema de captación de agua de mar bruta (1), sumergida, que consta de una estructura de hormigón especial, de cerramiento, con una entrada de agua a través de una reja muy fina de acero especial, para evitar la entrada de peces, plantas y otros materiales medios y gruesos;
- 15 ▪ Un conjunto de bombas de captación de agua de mar (2) necesario para satisfacer el caudal de procesamiento de la planta desaladora, teniendo en cuenta que estas bombas impulsaran más del doble de la capacidad de producción de agua permeada.
- 20 ▪ Un sistema de ultrafiltración (23) provisto de un tanque en el que están sumergidos un conjunto de cartuchos con membranas de ultrafiltración, en configuración fibra hueca (con porosidad de 0,03 μm), del tipo MBR, que realizan succión de afuera hacia adentro, mediante la aplicación de una presión de vacío, entre 0,1 y 0,5 bares como máximo, en los cuales se retienen las partículas en dispersión (de tamaños $> 100 \mu\text{m}$), así como también a las partículas coloidales
25 (de tamaños entre 1 y 100 μm). Estas membranas de ultrafiltración son del tipo que generalmente se utiliza en la depuración de aguas residuales domésticas e industriales, a diferencia de las membranas de ultrafiltración en configuración “spiral”, que se han instalado en las plantas desaladoras construidas en los últimos años.
- 30 ▪ El agua que ha sido ultra filtrada en el sistema de ultrafiltración (23), es descargado en un gran depósito de agua filtrada (24).
- Un sistema de dosificación de H_2SO_4 (25) para regular del pH del agua de mar para evitar la precipitación de sales en las membranas de ósmosis inversas (18).
- 35 ▪ Posteriormente el agua ultra filtrada y con el pH regulado es captada por las bombas del sistema de alta presión (17) y el recuperador de energía (26). Mientras que las bombas de alta presión (17) elevan la presión del agua de mar

hasta la presión necesaria para que se realice el proceso de osmosis inversa (60 a 70 atmosferas de presión), el recuperador de energía (26) (Turbinas Pelton, Francis, ERI, etc.), transfiere la energía de presión de la salmuera a una parte del agua de alimentación que ingresa a presión atmosférica.

- 5 ▪ El agua de mar, a la presión de trabajo es alimentado al sistema de membranas de Osmosis Inversa o “Bastidores” (18) donde se lleva a cabo el proceso de osmosis inversa.
- 10 ▪ Por un lado, del proceso de ósmosis inversa se obtiene agua de mar residual con alta concentración de sales (salmuera) y es enviada al sistema de vertido de salmuera (20).
- 15 ▪ Por otro lado, tras la ósmosis inversa, se obtiene el “permeado” o agua dulce, que es bombeada hacia el sistema de post tratamiento (19), donde se le restituye las sales alcalinas (Ca(OH)_2 , CO_2) que se perdieron durante la osmosis inversa, para que cumplan los requisitos de agua apta para consumo humano, que posteriormente es descargada en los depósitos de “agua potable” (21)
- Finalmente a través de un sistema de bombas el agua potable es impulsada a las líneas de distribución del suministro público (22).

20 Con este procedimiento se obtiene adicionalmente una salmuera (20) sin contaminación química para su utilización en la producción sencilla de sal de mesa para consumo humano, y de otros productos industriales (HCl, NaOH, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la eliminación del uso de productos químicos en el pre-tratamiento de plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa, caracterizado por la sustitución de las unidades de tratamiento físico constituidos por filtros de arena con porosidad de 20 μm (6), los filtros de porosidad media de 10 μm (10) y los filtros de porosidad pequeña de 1 a 5 μm (13), así como los sistema de lavado de los filtros de arena (7), de los filtros de porosidad media (11) y de los filtros de porosidad pequeña (14), por una única unidad de tratamiento físico, constituido por un sistema de membranas de ultra filtración del tipo denominado MBR (23), así como por la eliminación de la dosificación de antiincrustantes químicos como el $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ (15) mediante la dosificación de H_2SO_4 (25) para regular el pH del agua de mar entre 6 y 6,5 para evitar la precipitación de sales en las membranas de ósmosis inversas (18).
2. Procedimiento para la eliminación del uso de productos químicos en el pre-tratamiento de plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis inversa según la reivindicación 1, caracterizado por eliminar la dosificación de H_2SO_4 (3) como potenciador de la acción del biocida (4) y del coagulante (5), la eliminación de la dosificación del NaClO como biocida (4), la eliminación de la dosificación de FeCl_3 como coagulante o ayudante de floculación (5), así como la eliminación de la dosificación del Metabisulfito Sódico (NaHSO_3) como neutralizador del hipoclorito de sodio residual (12).

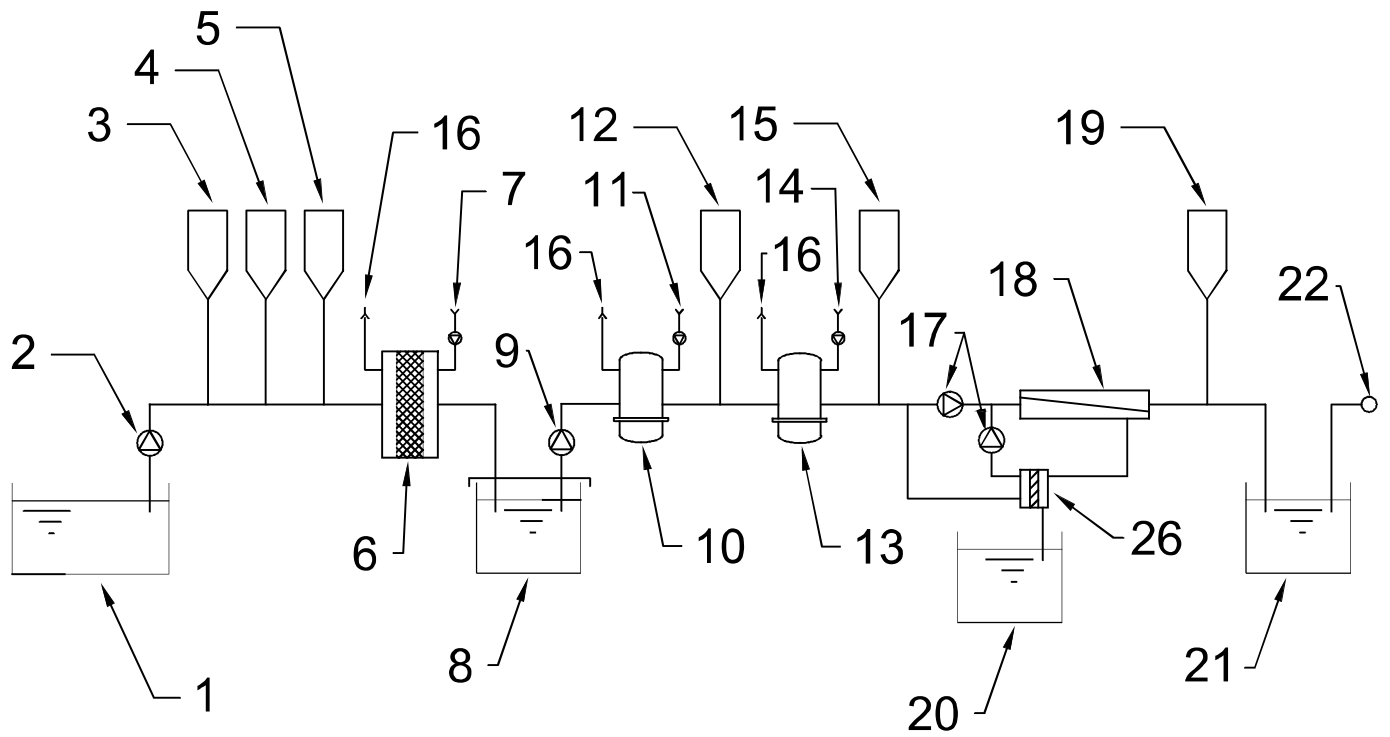


Figura 1

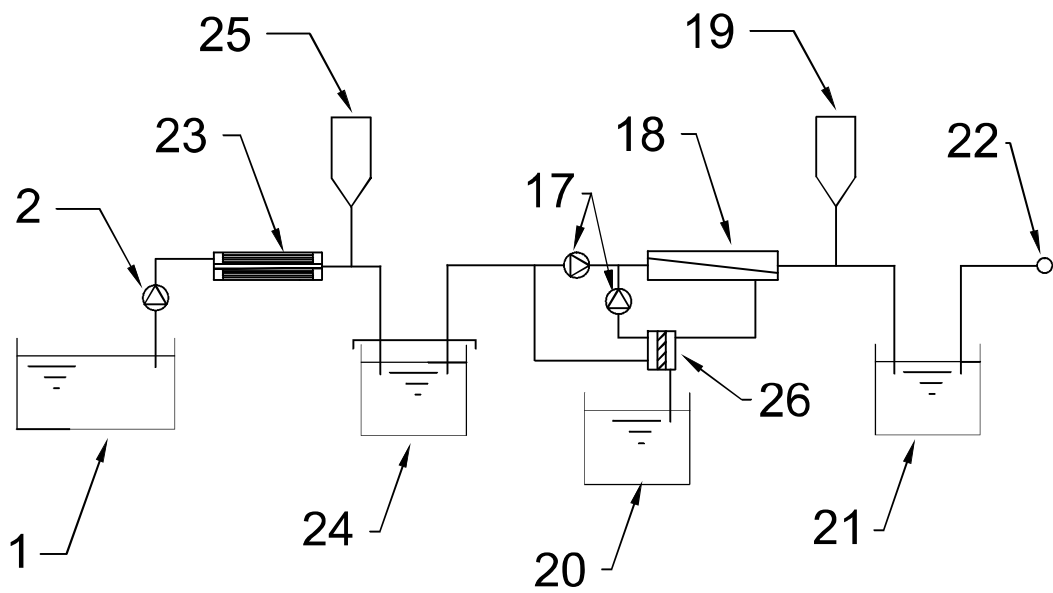


Figura 2