

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 475**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 1/02</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/04</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/72</b>	(2006.01)
<b>B01D 1/16</b>	(2006.01)
<b>B01D 1/28</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/06</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/14</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/20</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2009 PCT/IL2009/001078**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO10055520**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2009 E 09775322 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2361225**

54 Título: **Aparato y método de tratamiento de aguas residuales**

30 Prioridad:

**17.11.2008 US 115118 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**02.11.2018**

73 Titular/es:

**ELCON RECYCLING CENTER (2003) LTD.  
(100.0%)  
P.O. Box 1428  
31013 Haifa, IL**

72 Inventor/es:

**ELGAT, ZVI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 688 475 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato y método de tratamiento de aguas residuales

## 5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un método y aparato para tratamiento de aguas residuales, y, más particularmente, pero no exclusivamente, a un tal método y aparato para el tratamiento de las aguas residuales industriales que contienen altos niveles de contaminantes orgánicos y sales.

10 El tratamiento de aguas residuales industriales ha utilizado diversas tecnologías en los últimos años. La gran mayoría de las plantas de tratamiento se basan en procesos biológicos, aeróbicos o anaeróbicos o una combinación de los dos, y esto generalmente es suficiente para los desechos domésticos.

15 Recientemente los MBR, reactores biológicos de membrana, han entrado en el mercado, combinando la filtración ultrafina con la actividad biológica.

20 Cuando se trata de aguas residuales que contienen altas concentraciones de materia orgánica o aguas residuales que contienen más de 3 % de sales, los niveles típicos de los residuos industriales, a continuación, los procesos biológicos no son eficaces suficiente y otras tecnologías tienen que ser consideradas.

Tales tecnologías incluyen oxidación a presión baja y alta, la oxidación supercrítica del agua, etc.

25 Estas tecnologías están bajo el epígrafe de los procesos de oxidación avanzada AOP.

El factor común en todas estas tecnologías avanzadas es la necesidad de aporte de energía que hace que los procesos sean caros y en muchos casos incluso prohibitivos.

30 En los acontecimientos de aguas residuales que contienen ambas altas concentraciones de sustancias orgánicas y la sal, dos problemas difíciles tienen que ser resueltos.

35 El primero es la destrucción de los compuestos orgánicos en las aguas residuales, y el segundo es la separación de sales del agua o destilación, para producir agua que no contiene compuestos orgánicos dañinos o peligrosos y no hay sales, por lo que el agua puede reutilizarse o descargarse de forma segura al medio ambiente. La presente solicitud aborda formas de llevar a cabo los AOP, que consiste tanto en separar las sales como en destruir los compuestos orgánicos, sin incurrir en un gasto energético excesivo, ni en términos medioambientales ni económicos.

40 El documento US 20030217979 A1 da a conocer una reacción oxidativa que convierte el contenido orgánico en el agua residual en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O inofensivos. El calor producido por la reacción oxidativa evapora el agua, concentrando así los sólidos restantes en la solución. El producto final del proceso es la forma cristalina de carbonatos de sodio y otras sales oxidadas transportadas por las aguas residuales sin procesar.

Sumario de la invención

45 De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un método de tratamiento de aguas residuales para aguas residuales industriales, el agua residual industrial que contiene sales disueltas, comprendiendo el método:

50 pretratar dichas aguas residuales industriales para producir un efluente transparente;  
proporcionar el agua efluente a un recipiente a presión dentro de un colector solar siendo el recipiente a presión un tubo que se extiende a lo largo de un eje del tubo y el colector solar es un colector de tipo valle que tiene un eje focal y dicho eje del tubo es el eje focal;  
55 supercalentar el agua efluente bajo presión dentro de dicho recipiente usando energía solar del colector solar, enfocándose la energía solar en dicho tubo a lo largo de dicho eje del tubo, proporcionándose el recipiente de presión con control de flujo configurado para retener el efluente transparente bajo las condiciones de oxidación por un período de tiempo determinado según una concentración de materia orgánica en dicha agua efluente, reteniendo de ese modo dicha agua efluente en dicho tubo en condiciones de oxidación sobre una longitud de energía solar enfocada de dicho eje focal durante dicho período de tiempo determinado según dicha  
60 concentración de materia orgánica en el mismo, dicho período de tiempo es variable de acuerdo con dicha concentración de materia orgánica, por lo tanto para proporcionar condiciones de oxidación suficientes de dicha energía solar para oxidar la materia orgánica en dicho efluente, y  
pasar el efluente oxidado de dicho colector solar después de la oxidación, a una cámara de expansión a presión atmosférica, para hervir el efluente oxidado en un vapor y dejar una salmuera.

65

Una realización puede comprender la adición de agentes oxidantes al efluente bajo presión en el recipiente, para ayudar así a la oxidación.

5 Una realización puede comprender pasar el vapor a un intercambiador de calor para condensar y del mismo para crear vapor adicional durante la condensación del vapor.

Una realización puede comprender hacer pasar el vapor condensado a un separador de vapor, utilizar en el mismo el vapor adicional como medio de arrastre para la eliminación de la materia orgánica residual.

10 En una realización, la materia orgánica residual es tratado por oxidación térmica.

En una realización, la longitud de la tubería está construida para soportar una temperatura por encima de 400 grados Celsius y una presión de al menos 30 bar.

15 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un aparato para el tratamiento de aguas residuales industriales que contienen sales disueltas, que comprende:

una unidad de pretratamiento para pretratar dichas aguas residuales industriales para producir un efluente transparente;

20 un recipiente a presión dentro de un colector solar, siendo dicho efluente transparente provisto a dicho recipiente a presión, siendo el recipiente a presión un tubo que se extiende a lo largo del eje del tubo, configurado para supercalentar el efluente bajo presión con la energía solar del colector solar, donde dicho colector solar comprende un colector de tipo valle que tiene un eje focal, estando dicho eje de tubo alineado con dicho eje focal, el colector solar configurado para enfocar dicha energía solar a lo largo de dicho eje de tubo para formar  
25 condiciones de oxidación que se extienden a lo largo de dicho eje de tubo, provisto con control de flujo para retener dicho efluente bajo dichas condiciones de oxidación a lo largo de dicho eje del tubo durante un período de tiempo determinado de acuerdo con una concentración de materia orgánica en el mismo, para proporcionar condiciones de oxidación de dicha energía solar para oxidar la materia orgánica en dicho efluente; y

30 una cámara de separación a presión atmosférica, situada corriente abajo de dicho recipiente a presión, para hervir el efluente oxidado en un vapor y dejar una salmuera.

Una realización puede comprender un intercambiador de calor situado después de la cámara de vacío para condensar y del mismo para crear vapor adicional durante la condensación del vapor de la cámara de separación.

35 Una realización puede comprender un separador de vapor, que se encuentra después del intercambiador de calor, para utilizar en el mismo el vapor adicional como medio de arrastre para la eliminación de la materia orgánica residual.

40 El tubo puede ser construido para soportar una temperatura por encima de 400 grados Celsius y una presión de al menos 30 bar.

45 En una realización, el tubo comprende un recipiente de metal rodeado por una camisa de vidrio, con una capa de sellado al vacío interpuesta entre el recipiente metálico y la camisa de vidrio. A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y / o científicos usados aquí tienen el mismo significado que se entiende comúnmente por un experto ordinario en la técnica a la que pertenece la invención. Aunque los métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en este documento pueden usarse en la práctica o prueba de las realizaciones de la invención, los métodos y / o materiales a modo de ejemplo se describen a continuación. En caso de conflicto, la especificación de la patente, incluidas las definiciones, dominarán. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitantes.

50 Breve descripción de los dibujos

55 Se describirán algunas realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo ilustrativo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se destaca que los detalles mostrados son a modo de ejemplo y para los fines de una discusión ilustrativa de las realizaciones de la invención. A este respecto, la descripción tomada con los dibujos hace evidente para los expertos en la técnica cómo pueden llevarse a la práctica las realizaciones de la invención.

60 En los dibujos:

La figura 1 es un diagrama simplificado que muestra una descripción general de una primera realización de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una segunda realización de la presente invención;

65 La figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un tubo para transportar el efluente a través de un conjunto solar para crear condiciones de oxidación usando energía solar, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 4 es un diagrama esquemático de un elemento colector solar de una matriz solar que se puede usar con las presentes realizaciones; y

La figura 5 es un diagrama simplificado que ilustra los flujos de vapor y salmuera alrededor del mecanismo de cristalización de sal de las presentes realizaciones.

- 5 Descripción de realizaciones de la invención
- La presente invención, en algunas realizaciones de esta, se refiere a un método y aparato para tratamiento de aguas residuales, y, más particularmente, pero no exclusivamente, a dicho método y aparato para el tratamiento de las  
10 aguas residuales industriales que contienen altos niveles de contaminantes orgánicos y sales.
- Dicho método puede usar la energía solar para oxidar los contaminantes orgánicos. El método sobrecalienta el agua residual dentro de un recipiente en un colector solar a una temperatura y presión elevadas, utilizando la energía solar del colector solar. Por lo tanto, dentro del recipiente se crean condiciones de oxidación de la energía solar que  
15 pueden oxidar la materia orgánica en el agua residual.
- El colector solar comprende un colector de tipo canal que tiene un eje focal. El recipiente se proporciona como un tubo que se extiende a lo largo del eje focal. El agua residual fluye a través de la tubería a una velocidad de flujo que  
20 le permite calentarse para proporcionar las condiciones de sobrecalentamiento.
- El agua residual como se proporciona al recipiente es idealmente un efluente transparente y por lo tanto la etapa de oxidación está precedida por una fase de pretratamiento de la eliminación de sólidos y partículas en suspensión.
- Los agentes oxidantes pueden añadirse al efluente bajo presión en el recipiente, como se conoce en la técnica, para  
25 ayudar a la oxidación.
- El agua residual se mantiene en condiciones de oxidación durante un período variable de tiempo determinado de acuerdo con una concentración de materia orgánica en su interior que necesita ser oxidada.
- El efluente se pasa posteriormente desde el colector solar y las condiciones de alta presión a alta temperatura a una  
30 cámara de separación a presión atmosférica. El agua sobrecalentada instantáneamente se vaporiza y deja una salmuera que contiene sales disueltas.
- Tras la etapa de vaporización en la cámara de separación de un intercambiador de calor puede ser utilizado para  
35 condensar el vapor y extraer energía de la condensación de la misma para crear vapor adicional.
- El condensado puede entonces pasar a un separador de vapor para eliminar cualquier materia orgánica residual que ha sobrevivido a la etapa de oxidación. El vapor adicional puede proporcionar un medio de extracción para la  
40 eliminación de la materia orgánica residual.
- El recipiente o la longitud de la tubería puede ser construido para soportar una temperatura por encima de 400 grados Celsius y una presión de al menos 30 bar, o incluso 50 bar, a fin de proporcionar las condiciones de oxidación necesarias. El experto apreciará que las condiciones de oxidación pueden variarse de acuerdo con el tipo  
45 de residuo industrial para el que se diseña la planta.
- Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no está necesariamente limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes y / o los  
50 métodos establecidos en la siguiente descripción y / o ilustrados en los dibujos y / o los ejemplos. La invención es capaz de otras realizaciones o de practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras.
- Con referencia ahora a los dibujos, la figura 1 es un diagrama de flujo simplificado que muestra un proceso generalizado de acuerdo con una realización de la presente invención para tratar aguas residuales industriales que tienen concentraciones relativamente altas de sal disuelta y materia orgánica.
- 55 Las presentes realizaciones están destinadas a lograr la destrucción de materia orgánica en aguas residuales y la separación de sales en forma de destilación, como un sistema eficaz para el tratamiento particularmente de aguas residuales industriales que se caracteriza por contener altas concentraciones de materia orgánica y sales.
- El efluente se sobrecalienta en una etapa 10 a alta temperatura y presión usando energía solar. Temperaturas superiores a 200 grados, por ejemplo 250 grados, y superiores a 400 grados, por ejemplo 450 grados a presiones superiores a 30 bar, por ejemplo 35 bar o 50 bar, pueden crear condiciones de oxidación que destruyen la mayoría o la totalidad de la materia orgánica en el efluente.
- 60 El efluente sobrecalentado se pasa entonces a una cámara de expansión a presión atmosférica y se vaporiza - etapa 12. Se puede recoger una salmuera que contenga sales disueltas y dejar que el vapor se condense.
- 65

El método se basa en la energía solar y por lo tanto es extremadamente eficiente y rentable.

El método se considera ahora en mayor detalle con referencia a la figura 2, que es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una realización adicional de la presente invención.

5 Inicialmente, el agua residual se recoge en los tanques de retención 20 para la mezcla adecuada y mantener el equilibrio hidráulico.

10 El agua residual se somete estándar fisicoquímico de tratamiento previo 22 para eliminar los sólidos en suspensión y todos los metales disueltos. Esto se logra mediante el uso de procedimientos como la coagulación y la floculación seguidos por el filtrado. El resultado es un efluente transparente listo para el próximo proceso y un lodo seco para su eliminación.

15 El efluente transparente que ahora contiene compuestos orgánicos y sales mayormente disueltas, se almacena en un tanque de retención de mezcla para la siguiente etapa.

20 La siguiente etapa es la etapa de oxidación 24. El agua residual fluye dentro de un recipiente, típicamente un tubo como el tubo 40 que se muestra en la figura 3. El tubo se coloca a lo largo del eje focal de un conjunto colector solar del tipo de canal como el conjunto 50 que se muestra en la figura 4. El conjunto colector solar 50 es del tipo de artesa, y comprende espejos cóncavos con forma parabólica 51 que tienen un eje focal a lo largo del cual se encuentra el tubo 40 en el que fluye el agua residual. El canal parabólico tiene una sección transversal de aproximadamente 5 metros de extremo a extremo, según la flecha 52. Los espejos reflectantes pueden ser de vidrio y revestidos en la parte posterior o delantera. Alternativamente, los espejos reflectantes pueden ser de tipo plástico, recubiertos de nuevo por la superficie delantera o posterior. El recubrimiento puede ser de varias maneras para lograr alta reflectividad y alta eficiencia.

25 El tubo 40, en el que los flujos de aguas residuales, puede estar hecho de cualquier tipo de aleación de metal que funciona de forma fiable y consistente en las condiciones de temperatura y presión requeridas para la oxidación. Por ejemplo, uno puede usar acero inoxidable 316 o acero inoxidable 316Ti, pero también son posibles otras aleaciones.

30 El elemento colector de calor comprende el tubo de metal 40 dentro del cual fluye el agua residual. Un fuelle flexible 42 conecta el tubo 40, que es parte del conjunto solar, a las tuberías de entrada y salida para recibir y descargar el agua, un tubo de vidrio de protección externo 44, una capa de aislamiento al vacío 46 entre el tubo de metal y el tubo de vidrio para un mejor rendimiento energético y para minimizar las pérdidas de calor por convección, y un sello de vidrio a metal 48 que une el tubo de metal y el tubo de vidrio y sella el vacío.

35 El metal del tubo 40 puede estar recubierto con un recubrimiento altamente selectivo que permite una alta absorción en las longitudes de onda de radiación solar, y baja emitancia a la temperatura del tubo, para minimizar las pérdidas de energía y maximizar la eficiencia de la matriz solar. El recubrimiento puede ser de un tipo como negro de cromo, cermet: un compuesto cerámico-metal que es muy eficiente, o cualquier otro tipo de revestimiento selectivo. El recubrimiento se puede aplicar por medios tales como pulverización al vacío, tecnologías de baño químico u otros, y que puede soportar las condiciones de temperatura requeridas, y otras condiciones dentro del elemento colector.

40 La totalidad de panel solar puede montarse para seguir el sol durante las horas de luz para absorber la máxima luz solar y para mantener mejores condiciones ópticas. Una forma de seguir con la matriz solar es ahora el estándar para las estaciones de energía solar.

#### Proceso

50 Volviendo ahora a la figura 2, y en la etapa 24, las aguas residuales pasan dentro de un tubo de 40 HCE (elemento colector de calor) de la matriz de colector solar y se calienta por el colector utilizando radiación de luz solar concentrada. La temperatura alcanzada es un factor de la cantidad de tiempo que el agua está en el HCE y la cantidad de energía solar que se recolecta. Las aguas residuales pueden alcanzar una temperatura de más de 200 °C y preferiblemente más de 400 °C. A medida que las aguas residuales se calientan hasta la temperatura requerida, el agua alcanza las condiciones de ebullición y la presión dentro del tubo aumenta a aproximadamente 30 a 50 bares o incluso más. En estas condiciones, se producen procesos rápidos de oxidación en las aguas residuales, que pueden ser asistidas por la adición de agentes de oxidación a las aguas residuales tales como H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> u óxidos de metales, tales como cloruro de hierro. En las condiciones de temperatura y presión requeridas, la oxidación es rápida y concluyente y toda o casi toda la materia orgánica se oxida para formar CO<sub>2</sub>, que incluye compuestos orgánicos pesados y sales orgánicas. El proceso también depende de las condiciones de pH y puede operar dentro de un rango de pH de 5 a 12.

60 La oxidación completa puede ocurrir dentro de unos minutos después de que se consiguen las condiciones requeridas. En general, de 3 a 5 minutos son suficientes, pero en algunos casos, cuando los compuestos orgánicos pesados están presentes, es posible que se requiera un tiempo de exposición más prolongado, digamos unos 10-15 minutos.

Después del pasaje y de la exposición durante unos pocos minutos en la HCE en las condiciones requeridas, toda la materia orgánica en el agua residual se destruye y el agua contiene sólo disueltas sales inorgánicas, que permanecen no afectadas por el proceso de oxidación. El agua fluye desde el HCE presurizado a una cámara de expansión mantenida típicamente a presión atmosférica - etapa 26. En la cámara de separación, el agua hierve espontáneamente, ya que está muy por encima del punto de ebullición a esta presión para dejar una salmuera que contiene las sales disueltas, que no se evaporan. Por lo tanto, se logra una separación entre el vapor de agua y la salmuera. La salmuera ahora se puede recoger en la parte inferior de la cámara de separación.

La separación de las aguas residuales en vapor y salmuera concentrada es seguida por el uso del vapor en un mecanismo de intercambiador de calor adecuado 29 para crear más vapor de la energía de condensación, mientras que el vapor de agua se condensa.

A continuación, se suministra el agua condensada a un separador de vapor 28 para despojar los orgánicos residuales si quedan algunos después de la oxidación en el tubo. El vapor generado en el intercambiador de calor puede servir como medio de separación para las aguas residuales condensadas en el oxidante térmico 30.

La salmuera recogida en el fondo de la cámara de separación contiene todas las sales disueltas que estaban en el agua residual cruda y con un tratamiento adicional, incluyendo la concentración y cristalización, en un cristizador estándar adecuado 32, la salmuera se puede reducir a cristalino sólidos adecuados para disposición de vertedero.

La figura 5 muestra los detalles de circulación del proceso para eliminar sales. A las partes que son iguales a las de la figura 2 se les dan los mismos números de referencia y no se describen de nuevo excepto cuando sea necesario para una comprensión de la figura presente. La cámara de separación 26 produce vapor que sale hacia el compresor de vapor mecánico 29 y la salmuera que sale hacia el evaporador 34. El compresor produce vapor comprimido para impulsar al evaporador 34 a evaporar y concentrar la salmuera. La salmuera concentrada puede fluir de regreso a la cámara de expansión según se desee.

En una realización, el campo de colectores fue diseñado para proporcionar 0,8kw de potencia por metro de tubo. Se necesitaron aproximadamente 100 m de tubería para calentar el efluente a 450 grados centígrados según las condiciones de verano en el área mediterránea. Se necesitarían diferentes longitudes de tubería o diferentes tamaños de colector para diferentes estaciones y diferentes ubicaciones. Se desarrolló una presión de 30 a 35 bares y se logró un caudal de 10 metros cúbicos por hora.

El vapor que sale de la cámara de separación está a 100 grados, pero se calentó adicionalmente en un compresor MVR a 140 grados.

El requisito de energía total a partir de fuentes convencionales fue de aproximadamente 40 kW-h por tonelada de agua residual a tratar, en comparación con alrededor de 300 kW-h para los procesos convencionales utilizando calefacción estándar.

En general, el uso de la energía solar tiene el problema de qué hacer durante las condiciones nubladas. Los sujetos humanos esperan agua caliente todo el tiempo. Sin embargo, con respecto al tratamiento de aguas residuales, todo lo que se necesita es suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el agua hasta que vuelvan las condiciones de sol.

Los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "que tiene" y sus conjugados significan "incluyendo, pero no limitado a". Este término abarca los términos "que consiste en" y "que consiste esencialmente en".

Como se utilizan aquí, las formas singulares "un", "una" y "el/la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Se aprecia que ciertas características de la invención, que son, para mayor claridad, descritas en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Por el contrario, varias características de la invención, que, por brevedad, se describen en el contexto de una sola realización, también se pueden proporcionar por separado o en cualquier subcombinación adecuada o como sea adecuada en cualquier otra realización descrita de la invención. Ciertas características descritas en el contexto de diversas realizaciones no deben considerarse características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización sea inoperante sin esos elementos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de tratamiento de aguas residuales para aguas residuales industriales, las aguas residuales industriales que contienen sales disueltas, el método que comprende:
- 5           pretratar dichas aguas residuales industriales para producir un efluente transparente;  
proporcionar el efluente a un recipiente a presión dentro de un colector solar siendo el recipiente a presión un tubo que se extiende a lo largo de un eje del tubo y el colector solar es un colector de tipo valle que tiene un eje focal y dicho eje del tubo es el eje focal;
- 10           sobrecalentar el efluente a presión dentro de dicho recipiente utilizando energía solar del colector solar, centrándose la energía solar en dicho tubo a lo largo de dicho eje del tubo, proporcionándose el recipiente de presión con control de flujo configurado para retener el efluente transparente bajo las condiciones de oxidación durante un periodo de tiempo determinado según una concentración de materia orgánica en dicho efluente, reteniendo dicho efluente en dicho tubo en condiciones de oxidación sobre una longitud de energía solar enfocada de dicho eje focal para dicho periodo de tiempo determinado de acuerdo con dicha concentración de materia orgánica en el mismo; dicho periodo de tiempo es variable de acuerdo con dicha concentración de materia orgánica, para proporcionar así condiciones de oxidación suficientes de dicha energía solar para oxidar la materia orgánica en dicho efluente, y
- 15           pasar el efluente oxidado de dicho colector solar después de la oxidación, a una cámara de expansión a presión atmosférica, para hervir el efluente oxidado en un vapor y dejar una salmuera.
- 20           2. El método de la reivindicación 1, que comprende además añadir agentes oxidantes a dicho efluente a presión en dicho recipiente, para ayudar de ese modo a dicha oxidación.
- 25           3. El método de la reivindicación 1, que comprende pasar dicho vapor a un intercambiador de calor para condensarlo y crear vapor adicional durante la condensación de dicho vapor y comprender además pasar dicho vapor condensado a un extractor de vapor, para usar dicho vapor adicional como medio de extracción para eliminación de materia orgánica residual.
- 30           4. El método de la reivindicación 3, en el que dicha materia orgánica residual se trata por oxidación térmica.
5. El método de la reivindicación 1, en el que la longitud de la tubería está construida para resistir una temperatura superior a 400 grados Celsius y una presión de al menos 30 bares.
- 35           6. Aparato para el tratamiento de aguas residuales industriales que contienen sales disueltas, que comprenden:
- una unidad de pretratamiento para pretratar dichas aguas residuales industriales para producir un efluente transparente;
- 40           un recipiente a presión dentro de un colector solar, dicho efluente transparente provisto a dicho recipiente a presión, siendo el recipiente a presión un tubo que se extiende a lo largo del eje del tubo, configurado para supercalentar el efluente bajo presión utilizando energía solar del colector solar, donde dicho colector solar comprende un colector de tipo valle que tiene un eje focal, estando dicho eje de tubo alineado con dicho eje focal, el colector solar configurado para enfocar dicha energía solar a lo largo de dicho eje de tubo para formar condiciones de oxidación que se extienden a lo largo de dicho eje de tubo, donde se proporciona el recipiente a presión con control de flujo para retener dicho efluente bajo dichas condiciones de oxidación a lo largo de dicho eje del tubo durante un periodo de tiempo determinado de acuerdo con una concentración de materia orgánica en el mismo, para proporcionar condiciones de oxidación de dicha energía solar para oxidar la materia orgánica en dicho efluente; y
- 45           una cámara de separación a presión atmosférica, situada corriente abajo de dicho recipiente a presión, para hervir el efluente oxidado en un vapor y dejar una salmuera.
- 50           7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el tubo está construido para resistir una temperatura superior a 400 grados Celsius y una presión de al menos 30 bares.
- 55           8. Aparato según la reivindicación 6 o 7, en el que los agentes oxidantes están situados con dicho efluente bajo presión en dicho recipiente, para ayudar de ese modo a dicha oxidación.
9. Aparato según la reivindicación 7, que comprende además un intercambiador de calor situado después de dicha cámara de expansión para condensarse y formar un vapor adicional durante la condensación de dicho vapor de cámara de separación, y que comprende además un separador de vapor, situado después de dicho intercambiador de calor, para utilizar dicho dispositivo adicional vapor como medio de extracción para la eliminación de materia orgánica residual.
- 60           10. Aparato según la reivindicación 9, en el que dicha tubería comprende un recipiente de metal rodeado por una camisa de vidrio, con una capa de vacío sellada que se interpone entre dicho recipiente de metal y dicha camisa de vidrio.
- 65

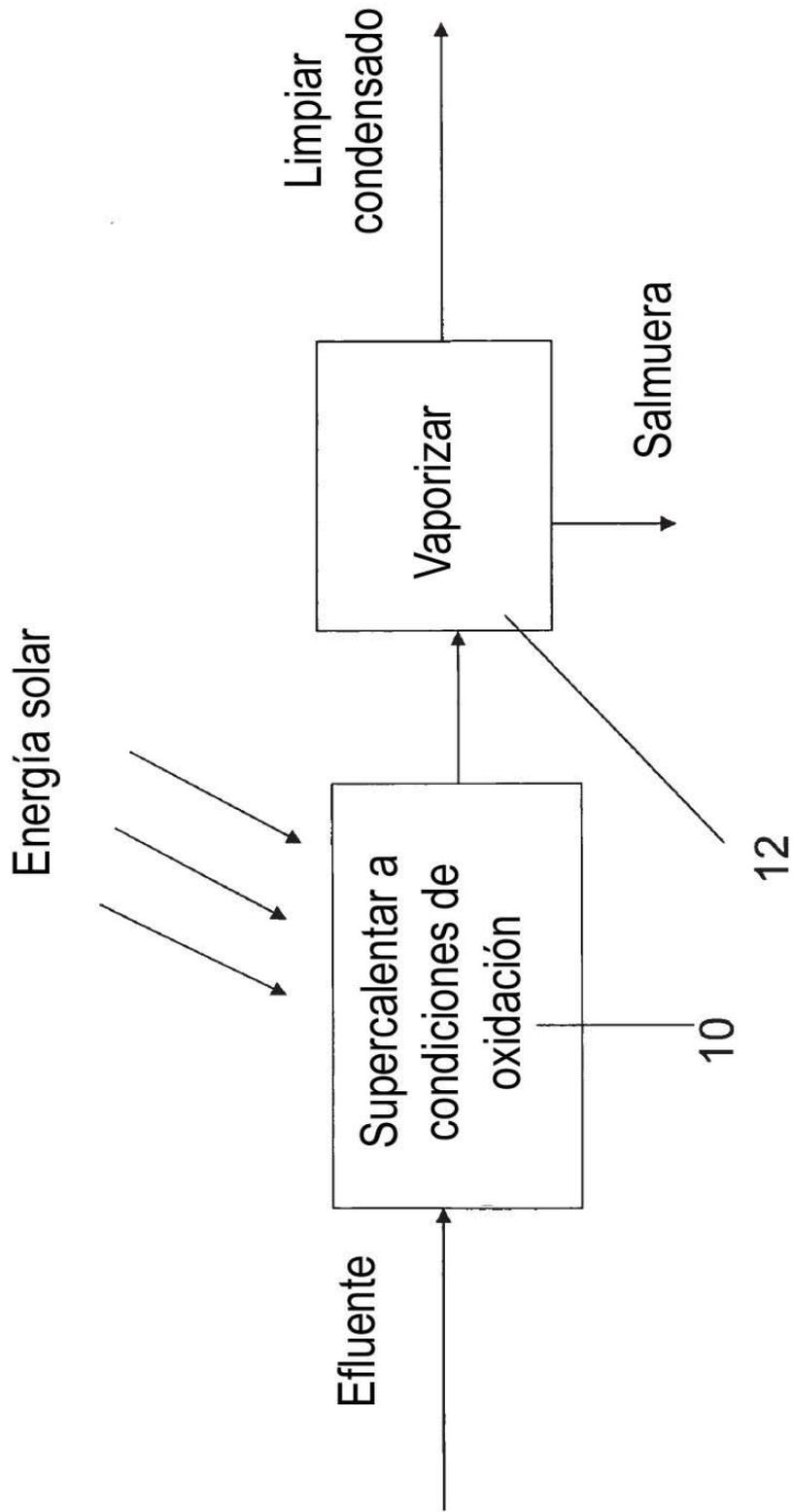


FIG. 1

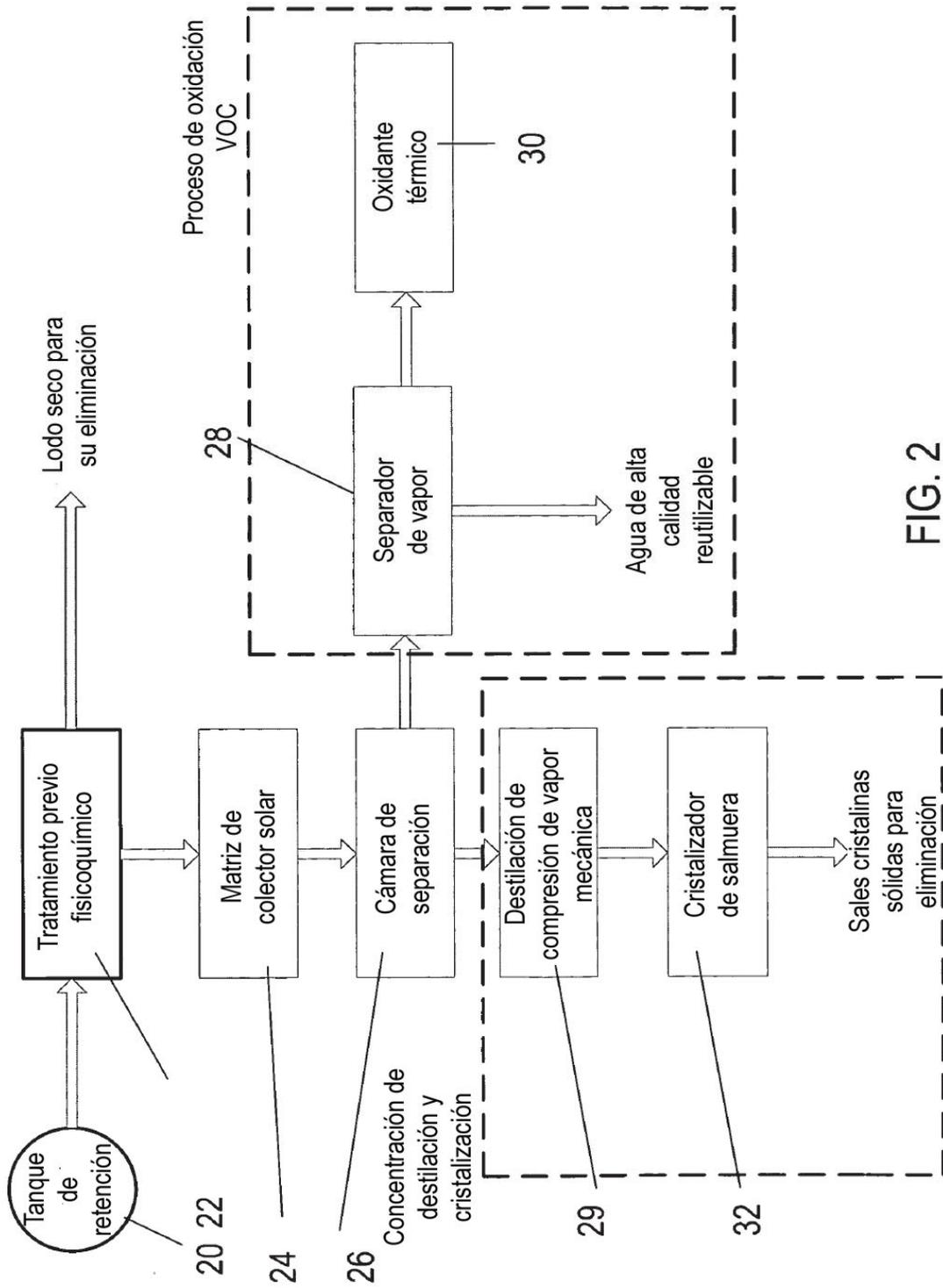


FIG. 2

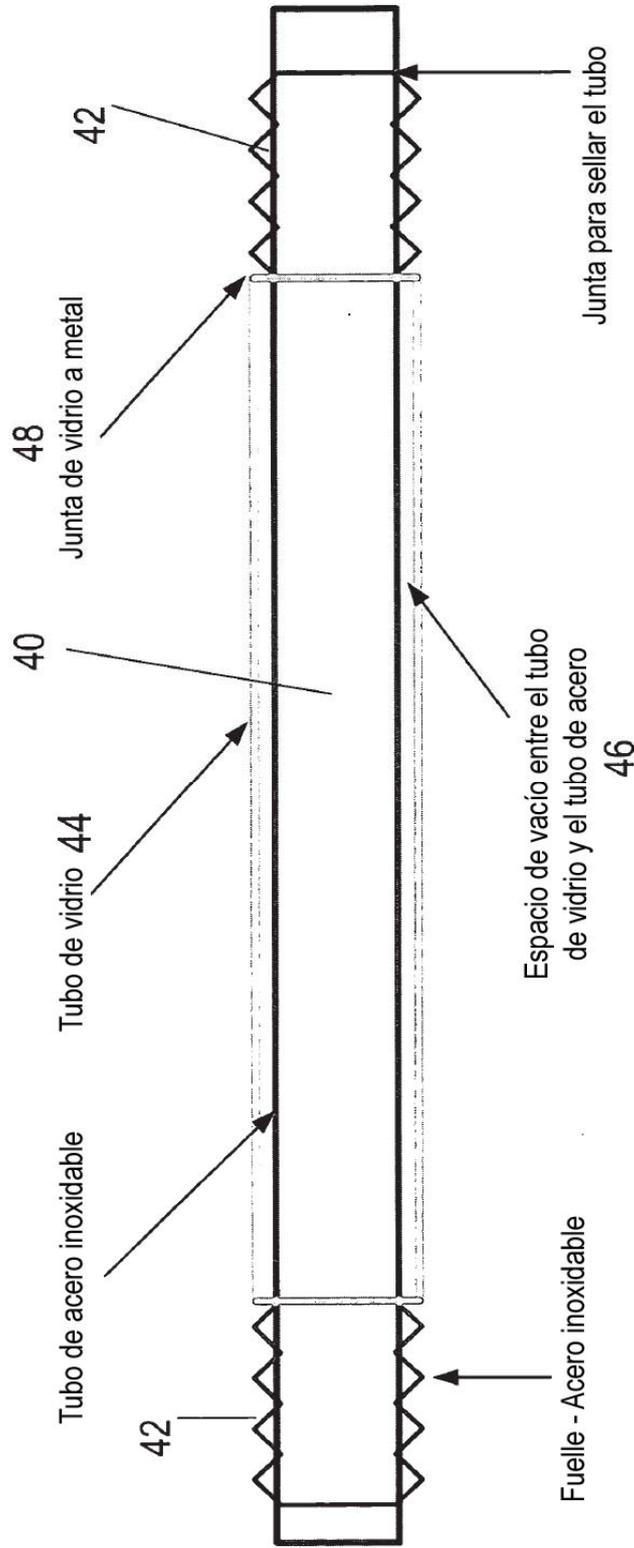


FIG. 3

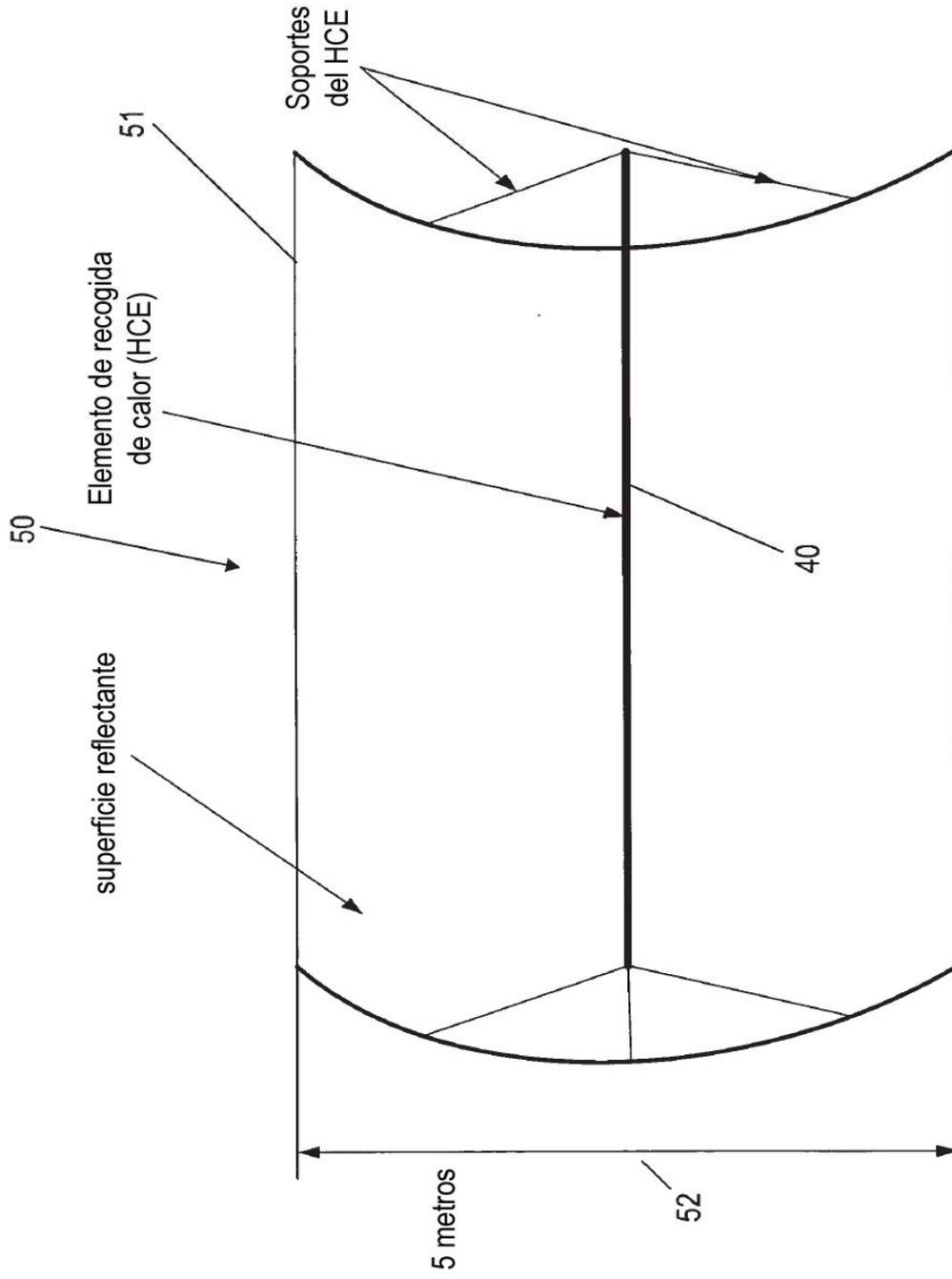


FIG. 4

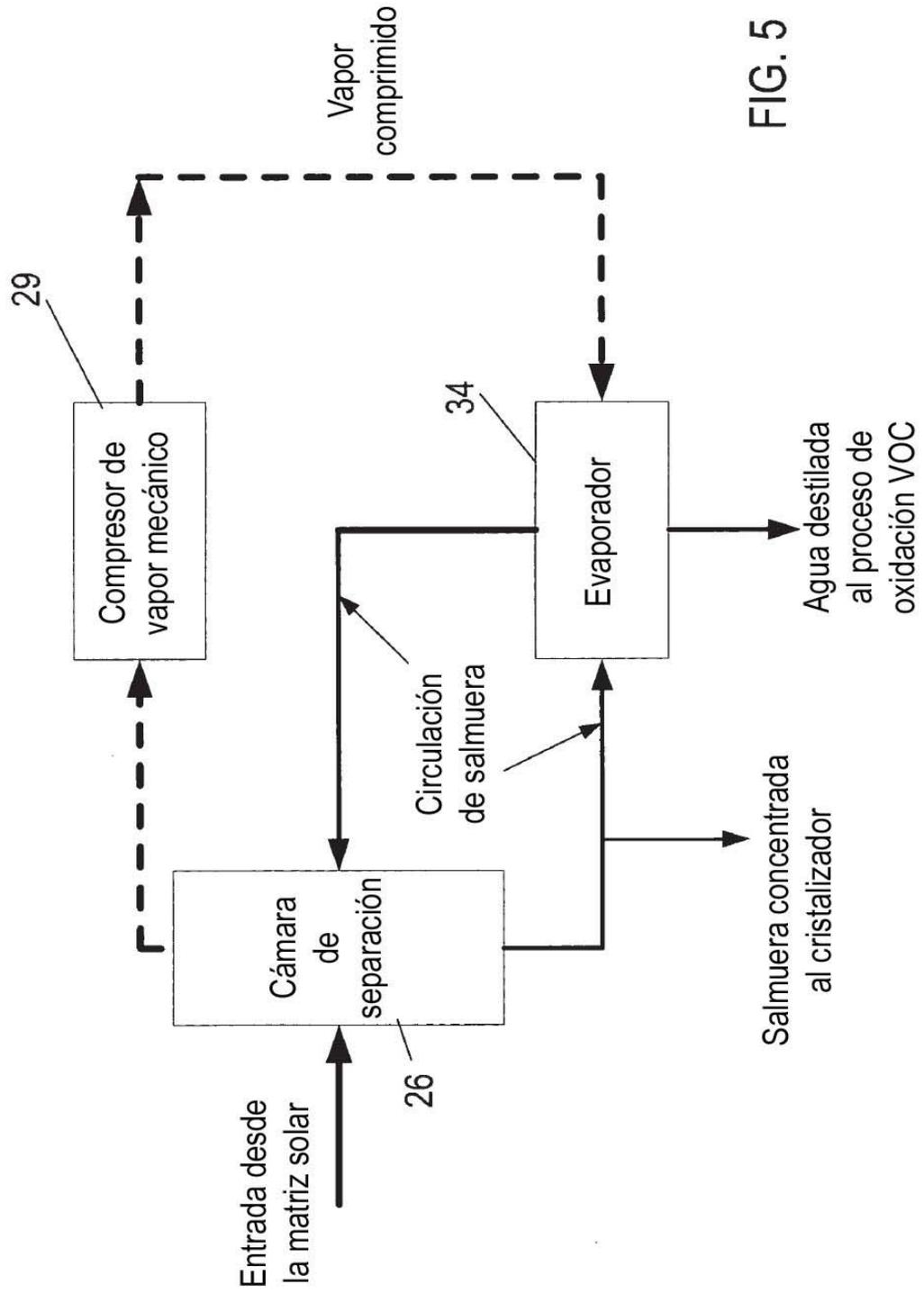


FIG. 5