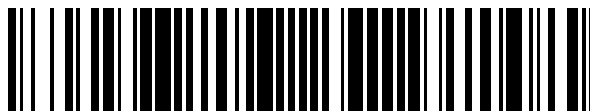


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 307**

21 Número de solicitud: 201730723

51 Int. Cl.:

**C02F 1/20** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**24.05.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**26.11.2018**

Fecha de concesión:

**05.04.2019**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**12.04.2019**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE  
ALICANTE (100.0%)**

**Edificio Torre de Control. Crta. San Vicente del  
Raspeig, s/n**

**03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**BORDEHORE FONTANET, Cesar y  
CERDAN SALA, María Del Mar**

74 Agente/Representante:

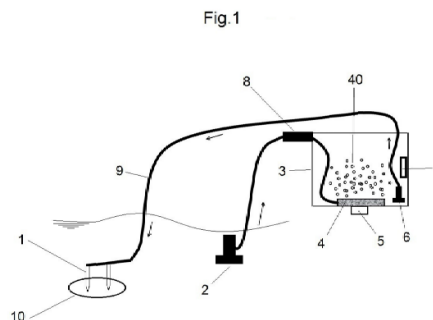
**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

54 Título: **PROCEDIMIENTO, INYECTOR Y SISTEMA DE REMEDIACIÓN DE SEDIMENTOS MARINOS ANÓXICOS**

57 Resumen:

Procedimiento, inyector y sistema de remediación de sedimentos marinos anóxicos.

Procedimiento y sistema de remediación de sedimentos marinos anóxicos que comprende de la aspiración de agua de mar, lo cual se lleva a cabo con una bomba aspiración; almacenamiento en un depósito de dicha agua de mar aspirada; tratamiento de oxigenación en el depósito del agua de mar hasta que está saturada en oxígeno con un sistema de burbujeo, estando dicho sistema de burbujeo formado por una pluralidad de difusores y un soplador de aire, y midiéndose la concentración de oxígeno con un oxímetro; inyección por medio de una bomba de impulsión de dicha agua saturada a un circuito hidráulico que dispone de tuberías con una pluralidad de inyectores que son introducidos en el sedimento a tratar y en el que los inyectores tienen perforaciones con donde el agua saturada en oxígeno es inyectada con una secuencia 90-180 minutos de reposo y 50-70 minutos de inyección en dicho sedimento.



ES 2 691 307 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

**PROCEDIMIENTO, INYECTOR Y SISTEMA DE REMEDIACIÓN DE SEDIMENTOS  
MARINOS ANÓXICOS**

**Campo de la invención**

5

La presente invención se refiere a un procedimiento de remediación de sedimentos anóxicos en playas, puertos, estuarios o mar abierto, que se basa en la aspiración de agua de mar, un tratamiento intermedio que consigue saturar en oxígeno el agua aspirada a través de un sistema de burbujeo de aire , y una inyección final de dicha agua saturada en el sedimento a

10 tratar con el fin de intercambiar el agua intersticial con baja concentración de oxígeno existente en ese medio por agua saturada en oxígeno, y para lo cual también se define el sistema de elementos y dispositivos necesarios para llevarlo a cabo.

Esta invención se centra en el campo de las tecnologías de descontaminación de sedimentos

15 afectados por sustancias tanto de tipo orgánico como inorgánico, y más específicamente en los trabajos y técnicas relacionadas con la regeneración del sedimento y las condiciones para el uso público y recreativo de playas, y al acondicionamiento ambiental de sedimentos anóxicos extraídos durante el dragado de puertos.

20 **Estado de la técnica**

La existencia de sedimentos fangosos anóxicos en playas ni controlados ni tratados, es un problema ambiental conocido dentro del sector de las tecnologías de descontaminación y de acondicionamiento ambiental, de hecho, hasta la fecha no se conoce otra técnica que permita

25 remediar dichos sedimentos que no implique la deslocalización. Ante estos problemas puntuales derivados del no control de los fangos, por ejemplo de malos olores, la solución habitual se reduce a un dragado y gestión de esos fangos anóxicos en otro lugar, normalmente vertiéndolos a un vertedero terrestre, o en el mismo mar pero en zonas alejadas de la costa.

30 En este sentido, la presencia de sedimentos anóxicos es frecuente en áreas excesivamente resguardadas por puertos o escolleras, donde el bajo hidrodinamismo favorece la sedimentación de material fino y la deposición de materia orgánica. Por esta razón, en estos lugares se generan zonas anóxicas ricas en materia orgánica en las que se produce la liberación de ácido sulfhídrico,  $H_2S$ , y la formación de sulfuro ferroso,  $FeS$ , que junto con la

materia orgánica acumulada, confieren un color negro brillante a los sedimentos, una textura plástica y un característico olor fétido.

Además de este problema de pobre hidrodinamismo provocado principalmente por factores antropogénicos, en las últimas décadas se añade problema ambiental que radica en un cambio en las comunidades marinas bentónicas, donde por ejemplo el alga *Caulerpa prolifera* ha substituido en parte a las fanerógamas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*. La presencia de *Caulerpa prolifera*, por la forma de sus frondes, favorece la deposición de partículas finas, y también genera una gran cantidad de materia orgánica que se acumula en el sedimento, incrementando las ya condiciones reductoras presentes en estas zonas del litoral.

Como consecuencia de todos estos cambios, se potencia el porcentaje de materiales finos y de materia orgánica en el sedimento volviéndose fangoso, lo que afecta negativamente al potencial turístico y uso público de las playas, generándose entre otros la presencia de malos olores, además de reducir la biodiversidad asociada a dichos sedimentos, ya que la presencia de H<sub>2</sub>S en el sedimento, aun en bajas concentraciones, tiene una elevada toxicidad sobre las raíces de las fanerógamas, y en definitiva, se reduce la calidad ambiental del medio marino.

Cara a solucionar esta problemática, los trabajos desarrollados hasta la fecha en el campo de esta invención describen procedimientos de remediación de sedimentos marinos en zonas alejadas de la primera línea de costa y dirigidos a la eliminación de contaminantes de un origen muy diferente al propuesto en esta invención, tales como hidrocarburos del petróleo, aceites minerales, sustancias halogenadas, metales pesados, u otros, siendo los tratamientos de descontaminación elegidos en la mayoría de estos trabajos los conocidos dentro del sector como el "air sparging" y el "biosparging".

En consecuencia, la invención propuesta tiene entre sus novedades:

- el tipo de contaminante a degradar, que en este caso es materia orgánica y sustancias inorgánicas generadas bajo condiciones de anoxia;
- la zona de acumulación del mismo, que en la presente invención son playas someras y zonas de bajo hidrodinamismo que acumulen sedimentos anóxicos; y
- el procedimiento y equipamiento para llevar a cabo la remediación de sedimentos fangosos, que como a continuación se describe es el de inyección de agua de mar saturada en oxígeno, el cual no se ha realizado hasta el momento.

Cabe destacarse que la gran ventaja del presente invento respecto a otras técnicas de descontaminación existentes en la actualidad es su menor impacto ambiental, ya que no introduce ninguna sustancia exógena al medio, simplemente sustituye el agua intersticial del sedimento, la cual es pobre en oxígeno (concentraciones  $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$  a  $20^\circ\text{C}$ ), por agua de mar saturada en oxígeno (concentraciones  $\approx 9 \text{ mg O}_2/\text{L}$  a  $20^\circ\text{C}$ ), consiguiéndose en menos de 20 días, unas condiciones de buena oxigenación que permiten degradar los compuestos orgánicos e inorgánicos que se acumulan bajo condiciones de anoxia, y que provocan la formación de un fango insalubre.

La presente invención, frente a otras metodologías, consigue la remediación de sedimentos anóxicos en ambientes acuáticos a través de la sustitución progresiva del agua intersticial anóxica o hipóxica, por agua saturada en oxígeno, transformando un sedimento anaeróbico, con altos contenidos en materia orgánica, textura plástica, color negro y olor fétido, en otro que tiene unas buenas condiciones de oxigenación, una menor plasticidad, es pobre en materia orgánica, y que ha perdido la coloración negra y el olor pestilente.

Teniendo en cuenta las metodologías existentes en el estado de la técnica, el procedimiento y el sistema que se describe en la presente invención resuelve la problemática del tratamiento y remediación de sedimentos marinos anóxicos reduciendo al mínimo el impacto ambiental, y presenta una solución con la que se regenera dicho sedimento y permite mejorar las condiciones para el uso público y recreativo de las zonas de actuación, así como mejorar la aptitud del sedimento para albergar fauna y la comunidad vegetal y algal asociada.

### **Descripción de la invención**

La presente invención define un procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos, cuya base científica se centra en mejorar el aporte de oxígeno disuelto en agua a las diferentes fracciones de materia orgánica oxidable y otros compuestos inorgánicos reducidos que se acumulan en el seno de un sedimento, siendo la solución descrita a continuación la de inyectar agua de mar saturada en oxígeno, de forma que se consiga desplazar el agua intersticial anóxica presente en el medio.

El procedimiento comprende una serie de etapas, las cuales se llevan a cabo por medio de un tipo de instrumentos, que forman en su conjunto un sistema, así como qué parámetros de seguimiento se han de tener en cuenta a la hora de implementar dicho procedimiento.

Para empezar, el procedimiento parte de una etapa inicial consistente en la obtención o captación de agua de mar, la cual se succiona o aspira con una bomba de aspiración de agua, ya sea sumergible o de superficie, la cual vierte el agua succionada en una cuba o depósito de almacenamiento. Esta bomba de aspiración es una bomba de caudal regulable, ya que el  
5 flujo de entrada al depósito debe ser al menos igual al de salida, lo cual se expone más adelante.

El depósito es un lugar intermedio de almacenamiento de agua que es utilizado para la saturación de oxígeno de la misma. El volumen de dicho depósito es al menos el necesario para cubrir la demanda de agua saturada en oxígeno durante un periodo de inyección. Este  
10 volumen, por tanto, se ve condicionado por el resto de elementos y parámetros de la inyección.

El depósito tiene la particularidad de comprender de:

- un sistema de filtrado consistente en una pluralidad de filtros que se ubican en la entrada de la aspiración de la bomba impulsora de agua marina. Estos filtros disponen de una luz de entre 5 y 55 micras, y su función es la de evitar la entrada de sedimentos u otras partículas  
15 en el depósito y en el circuito general de inyección;

-un sistema de burbujeo continuo de aire, formado por una pluralidad de difusores y un soplador de aire. Los difusores son de burbuja fina, entre 5-25  $\mu\text{m}$ , ubicados y distribuidos en toda base del depósito, cuya función es la de aumentar la concentración de oxígeno disuelto en el agua hasta alcanzar valores cercanos a la saturación, aproximadamente entre 6 y 9 mg  
20  $\text{O}_2/\text{L}$  a 20°C. Por su parte, el soplador exterior es un soplador de al menos 0,2 kW. Este sistema de burbujeo es tal que, la pluralidad de difusores repartidos por el fondo del depósito crean un burbujeo continuo y homogéneo, más eficiente cuanto más pequeña es la burbuja, y propicia que el agua en el depósito esté en constante movimiento y la saturación de oxígeno sea homogénea.

25 - al menos un oxímetro sumergido en la masa acuática del depósito, cuya función es la de medir la concentración de oxígeno en el agua, y realizar medidas en continuo.

- adicionalmente, conectado al oxímetro, se puede disponer de un procesador de gestione las variaciones de la concentración de oxígeno disuelto en agua.

- una bomba de impulsión del agua saturada en el depósito hacia el circuito hidráulico inyector  
30 de agua saturada. Esta bomba de impulsión es una bomba de entre 2 atm y 130 atm de presión, en el que para la inyección en un sedimento grueso es necesario la utilización de una

bomba de baja presión, mientras que para un sedimento fino se requiere de una bomba de alta presión.

El agua saturada es introducida a presión en un circuito hidráulico constituido por una pluralidad de tuberías, las cuales disponen de una pluralidad de inyectores. El número de inyectores depende del número, diámetro y longitud de las tuberías. El circuito hidráulico tiene la particularidad de que está diseñado para que todos y cada uno de los inyectores reciban el mismo caudal de agua y a la misma presión, por tanto, en los extremos del circuito hidráulico adicionalmente se disponen de contadores de caudal y presión, para que la aparición de gradientes haga que se limite el número de inyectores. En principio, se estima que la distancia entre inyectores dentro de una tubería es de unos 10-60 cm, y su distancia viene fijada por la difusión del agua saturada en oxígeno en cada inyector, es decir, cada inyección de cada inyector crea un bulbo de agua saturada de oxígeno en el sedimento, de manera que a menor tamaño de dicho bulbo, la distancia entre inyectores en la tubería es menor.

Estos inyectores son el elemento clave del sistema. Son unos conductos que se introducen en el sedimento a una profundidad de entre 10 y 30 cm. Estos inyectores son conductos opacos de material rígido para una correcta introducción en el material del sedimento, pudiendo ser de acero inoxidable o PVC, con una longitud de entre 40 y 120 cm, y un diámetro entre 4 y 12 mm, en el que el extremo inferior está sellado y tiene configuración cónica para facilitar la acción de penetración en el sedimento, y dispone a partir de la zona cónica de una pluralidad de perforaciones radiales por las que sale inyectado el agua saturada de oxígeno. Entrando en detalle, preferentemente la altura de dicha punta cónica está en el entorno de los 4 y 24 mm, y las perforaciones se ubican en una sección de entre 1 y 7 cm de altura a una distancia de 2 a 7 cm de la zona cónica del conducto. Las perforaciones son preferentemente aberturas circulares de entre 0,5 y 3 mm de diámetro, realizándose de manera preferente entre 15 y 25 perforaciones; aunque también puede disponerse de unas aberturas en forma de malla adecuada de nylon o acero con una luz de malla de entre 100 y 1000 micras.

Una vez los inyectores están introducidos en el sedimento a tratar, se inyecta el agua saturada de oxígeno desde el depósito. Como norma general la presión y caudal utilizados deben ser suficientes para desplazar el agua intersticial, a mayor concentración de finos del sedimento, la presión ha de ser mayor, y como se ha visto con anterioridad, esta presión está entre las 2 y 130 atm. Para conseguir la regeneración del sedimento, la inyección de agua de mar saturada en oxígeno se realiza con una frecuencia o ciclo de inyección que varía entre los 50

a 70 minutos de inyección y 90 a 180 minutos de reposo, y con un tiempo variable dependiendo del sedimento a tratar, pudiendo llegar a 30 días de trabajo.

Adicionalmente, este procedimiento sugiere la implementación de un plan de seguimiento ambiental y de comprobación de la eficiencia del método utilizado, analizando los cambios que se producen tanto en el agua intersticial como en el propio sedimento tratado. En especial este trabajo consiste en monitorizar a lo largo del tiempo, con separación temporal entre medidas de entre 3 y 7 días, al menos los siguientes parámetros en el agua intersticial: potencial redox, concentración de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, pH y concentración de sulfuros-sulfatos; y el contenido en materia orgánica, olor y color den el sedimento. También es necesario realizar al menos dos medidas anteriores al inicio del tratamiento para poder comparar antes-después.

Para terminar, cabe destacarse que por norma general los sedimentos acuáticos anóxicos se definen por tener una baja concentración de oxígeno disuelto y un potencial redox negativo, con valores típicos que oscilan entre 0 y 2 mg O<sub>2</sub>/L, y -50 y -200 mV respectivamente. La realización de la presente invención, mediante la remoción del agua intersticial del sedimento, baja en oxígeno y con potencial redox negativo, y su cambio por agua saturada en oxígeno y potencial redox positivo consigue la oxidación de la materia orgánica oxidable, mejorando las condiciones ambientales y de uso de dichos sedimentos. Además, esta oxidación permite la eliminación de sustancias tóxicas para la fauna que vive dentro del sedimento (infauna, principalmente mesofauna -20µm a 200 µm y macrofauna >200 µm), principalmente H<sub>2</sub>S; y también se eliminan sustancias volátiles malolientes, como los compuestos reducidos del azufre que menoscaban la capacidad de una playa somera de ser utilizada para el baño.

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña como parte integrante de la misma un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

Fig.1 es una representación del esquema del sistema de inyección, en el que se muestran todos los elementos con los que se lleva a cabo el procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos

Fig.2 es una representación de un inyector, que formando parte del sistema, es el elemento que se introduce en el sedimento marino a tratar.

Fig.3 es una representación de un juego de inyectores.

**Exposición de un modo detallado de realización de la invención.**

5

Teniendo en cuenta las figuras anteriores, y en concreto la Figura 1, el procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos se basa en una serie de etapas que siguen una secuencia establecida y que comprende de los siguientes pasos:

10

- aspiración de agua de mar, lo cual se lleva a cabo con una bomba aspiración (2);
- almacenamiento en un depósito (3) de dicha agua de mar aspirada;
- tratamiento en el depósito (3) del agua de mar con un sistema de burbujeo hasta que el agua llega a una concentración de oxígeno disuelto en un rango de entre 6 y 9 mg O<sub>2</sub>/L a 20°C, estando dicho sistema de burbujeo formado por una pluralidad de difusores (4) y un soplador de aire (5), y midiéndose la concentración de oxígeno con un oxímetro (7);

15

- inyección por medio de una bomba de impulsión (6) de dicha agua saturada a un circuito hidráulico que dispone de tuberías (9) con una pluralidad de inyectores (1) que son introducidos en el sedimento (10) a tratar y en el que los inyectores (1) tienen perforaciones por donde el agua saturada es inyectada en dicho sedimento; y

20

- la inyección de agua saturada en el sedimento (10) se realiza con una secuencia de inyección de entre 90-180 minutos de reposo y 50-70 minutos de inyección.

En este sentido, cabe destacarse que, el burbujeo se produce por una pluralidad de difusores (4) generadores de burbujas finas (40) de entre 5-25 µm de diámetro; que el soplador de aire (5) es exterior y de al menos 0,2kW de potencia; que cada inyector (1) se introduce en el sedimento (10) una profundidad (a) de entre 10-30 cm (Figura 2); y que la presión de inyección con la que la bomba de impulsión (6) inyecta el agua saturada en oxígeno al circuito hidráulico es de entre 2 y 130 atmósferas.

25

30

Adicionalmente, en el depósito (3) se dispone de un sistema de filtrado consistente en una pluralidad de filtros (8) que se ubican preferentemente en la entrada de la aspiración del agua marina, aunque también puede estar a la salida, en el que los filtros (8) disponen de una luz de entre 5 y 55 micras, y su función es la de evitar la entrada de sedimentos u otras partículas en el depósito (3) y en el circuito hidráulico de inyección formado por las tuberías (9) e



inyectores (1).

Tal como se puede observar de manera detallada en la Figura 2, cada inyector (1) es un conducto cilíndrico conectado en su extremo superior a una tubería (9) del circuito hidráulico, que se introduce en el sedimento (10) a una profundidad de entre 10 y 30 cm. Este inyector (1) es un conducto opaco de material rígido para una correcta introducción en el material del sedimento (10), y en preferentemente dispone de una longitud de entre 40 y 120 cm, y un diámetro entre 4 y 12 mm. Para la correcta introducción en el sedimento (10), el extremo inferior (11) está sellado y tiene configuración cónica para facilitar la acción de penetración, que preferentemente tiene una altura en el entorno de los 4 a 24 mm. A partir de la zona cónica, el inyector (1) dispone de una pluralidad de perforaciones (12) radiales por las que sale inyectado el agua saturada de oxígeno, generándose un bulbo (13) de oxigenación.

En una realización preferente de la invención, las perforaciones (12) se ubican en una sección de entre 1 y 7 cm de altura a una distancia de 2 a 7 cm de la zona cónica del conducto, siendo dichas perforaciones aberturas circulares de entre 0,5 y 3 mm de diámetro, y habiendo un total de entre 15 y 25 aberturas. En otra realización, dichas perforaciones (12) son unas aberturas en forma de malla adecuada de nylon o acero con una luz de malla de entre 100 y 1000 micras, en una franja similar a la anterior.

La Figura 3 muestra una serie de inyectores (1) conectados a una tubería (9) del circuito hidráulico, en los que se advierte una separación entre inyectores (1). La distancia entre inyectores (1) es preferentemente de entre 10 y 60 cm, y su distancia viene fijada por el tamaño del bulbo (13) de agua saturada en oxígeno que genera cada inyector (1) en el sedimento, de manera que a menor tamaño de dicho bulbo (13), la distancia entre inyectores (1) en la tubería (9) es menor.

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos, que comprende de las etapas de:

- 5           - aspiración de agua de mar;  
          - almacenamiento en un depósito de dicha agua de mar aspirada;

y se caracteriza porque además comprende de:

- 10           - un tratamiento en el depósito del agua de mar aspirada con un sistema de burbujeo hasta que el agua llega a una concentración de oxígeno disuelto en un rango de entre 6 y 9 mg O<sub>2</sub>/L a 20°C;
- la inyección de dicha agua saturada en oxígeno en un circuito hidráulico que dispone de una pluralidad de inyectores que son introducidos en el sedimento a tratar y en el que los inyectores tienen perforaciones por donde el agua saturada en oxígeno es inyectada en dicho sedimento; y
- 15           - en el que la inyección de agua saturada oxígeno en el sedimento se realiza con una secuencia de entre 90-180 minutos de reposo y 50-70 minutos de inyección.

2.- Procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos, según la reivindicación 1, caracterizado por que el burbujeo es mediante burbujas finas de entre 5 y 25 µm de diámetro.

20

3.- Procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos, según la reivindicación 1, caracterizado por que cada inyector se introduce en el sedimento a una profundidad (a) de entre 10-30cm.

25

4.- Procedimiento de remediación de sedimentos marinos anóxicos, según la reivindicación 1, caracterizado por que la presión de inyección es de entre 2 y 130 atmósferas.

5.- Inyector (1) para llevar acabo un procedimiento de remediación de sedimentos marinos, caracterizado por ser un conducto cilíndrico rígido conectado a una tubería (9) de alimentación en su extremo superior y en el que el extremo inferior (11) que se introduce en el sedimento (10) tiene forma cónica, estando sellado en su punta, y disponiendo de una pluralidad de perforaciones (12) en su pared que inyectan agua saturada en oxígeno formando un bulbo (13) de oxigenación en el sedimento (10) a tratar.

35

6.- Inyector, según la reivindicación 5, caracterizado por que es conducto con una longitud de entre 40 y 120 cm y con un diámetro de entre 4 y 12 mm.

7.- Inyector, según la reivindicación 5, caracterizado porque dispone de perforaciones (12) con sección circular con un diámetro de entre 0,5 y 3 mm, en una franja de 1 y 7 cm de altura, y estando el inicio de esta franja una distancia de 2 y 7 cm desde la punta.

5 8.- Inyector, según la reivindicación 7, caracterizado porque el número de perforaciones (12) está entre 15 y 25.

9.- Inyector, según la reivindicación 5, caracterizado porque dispone de perforaciones (12) con sección rectangular en una malla con luz de malla de entre 100-1000 micras, en una franja  
10 de 1 y 7 cm de altura, y estando el inicio de esta franja una distancia de 2 y 7 cm desde la punta.

10.- Sistema para llevar acabo un procedimiento de remediación de sedimentos marinos, que comprendiendo al menos un inyector (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5-9, se  
15 caracteriza además por comprender una bomba de aspiración (2) que aspira agua del mar; un depósito (2) donde se satura con oxígeno el agua de mar impulsada desde la bomba de aspiración (2) y que dispone de un sistema de burbujeo, un oxímetro (7) y una bomba de impulsión (9) del agua saturada; y un sistema hidráulico conformado por tuberías (9) que alimentan de agua saturada en oxígeno a la pluralidad de inyectores (1) introducidos en el  
20 sedimento (10) marino a tratar.

11.- Sistema, según la reivindicación 10, caracterizado por que el sistema de burbujeo se conforma por soplador (5) exterior de al menos 0,2 kW y una pluralidad de difusores (4) generadores de burbuja fina (40) de entre 5 y 25  $\mu\text{m}$  de diámetro distribuidos en el fondo del  
25 depósito (2).

12.- Sistema, según la reivindicación 10, caracterizado por que la distancia entre inyectores (1) en una tubería (9) del circuito hidráulico está en el orden de entre los 10 y 60 cm.

30 13.- Sistema, según la reivindicación 10, caracterizado por que en el depósito (2) se dispone de una pluralidad de filtros (8).

14.- Sistema, según la reivindicación 11, caracterizado por que los filtros (8) se ubican en la entrada de la aspiración del agua marina.

35

Fig.1

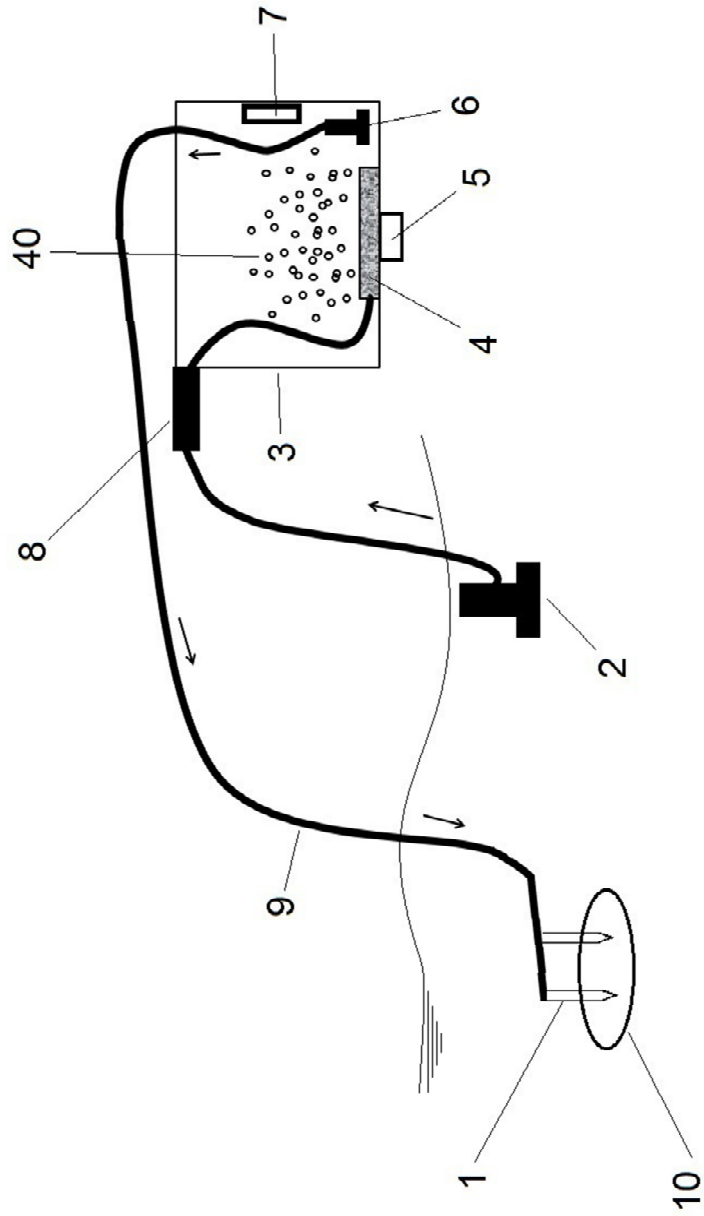


Fig.2

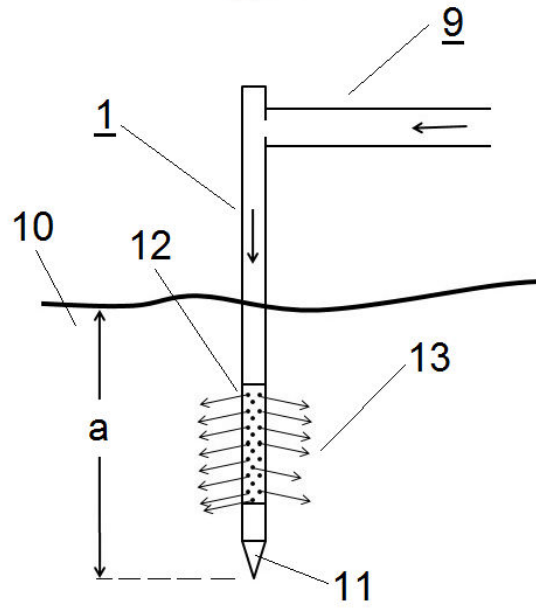


Fig.3

