



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 693**

51 Int. Cl.:
E03B 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04767334 .8**

96 Fecha de presentación : **11.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1644589**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.04.2006**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de captación de agua dulce.**

30 Prioridad: **08.07.2003 FR 03 08308**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

73 Titular/es: **NYMPHEA WATER**
Quartier du Brégadan
ZA Technoparc CS 60001
13711 Cassis Cédex, FR

72 Inventor/es: **Becker, Pierre y**
Carlin, Thierry

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 315 693 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

Procedimiento y dispositivo de captación de agua dulce.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de captación de agua dulce que procede de una fuente de agua dulce submarina. La presente invención se refiere asimismo a un dispositivo de captación de agua dulce y a un procedimiento de colocación en el fondo del mar de un dispositivo de captación de agua dulce. Estas fuentes de agua dulce constituyen unos afloramientos de agua dulce submarina en el fondo del mar.

10 Se conocen ya diferentes procedimientos y dispositivos de captación de fuentes submarinas de agua dulce, tales como los descritos en particular en la solicitud de patente en Francia FR 2 701 974 o en la solicitud internacional WO 00/79309 a nombre del solicitante.

15 En estos procedimientos y dispositivos, se utiliza una estructura-depósito con concavidad dirigida hacia abajo, que cubre la fuente de agua dulce, y en la cual el agua dulce es recogida en la parte alta gracias a su densidad menor que la del agua de mar. Esta estructura está abierta por su base para permitir la evacuación del agua de mar y/o el llenado por el agua dulce.

20 Existen varias dificultades para realizar un procedimiento y dispositivo de captación de agua dulce en el mar satisfactorio.

En primer lugar, es preciso que el dispositivo de captación sea simple y fácil de instalar en el fondo del mar y poco costoso de realizar.

25 En segundo lugar, el procedimiento y el dispositivo de captación deben permitir evitar la mezcla entre el agua dulce y el agua de mar, de manera que se recoja agua dulce pura.

30 Por último, es preciso que este procedimiento y este dispositivo no generen perturbación de la carga hidráulica de la fuente de agua dulce. Se sabe, en efecto, que una fuente de agua dulce submarina abre su camino a través de los conductos naturales subterráneos y que el flujo de la fuente puede ser perturbado, incluso interrumpido de forma irremediable, cuando se ejerce una sobrepresión hidráulica excesiva a nivel del orificio de flujo de la fuente causando unos desperfectos o modificaciones en dichos conductos naturales subterráneos frágiles. Para cada fuente, los hidrogeólogos son capaces de determinar el valor de la sobrepresión límite tolerable a no sobrepasar para no perturbar el flujo de dicha fuente, sobrepresión hidráulica que se sitúa, en general, entre 0 y 0,1 bars (10^4 Pa).

35 En ausencia de cualquier dispositivo de captación, la presión hidráulica, a nivel del orificio de flujo de la fuente de agua dulce, está ligada a la altura de la franja de agua situada por encima de dicho orificio, es decir a la profundidad del orificio a razón de 1 bar por decena de metros de profundidad. Esta presión hidráulica es independiente del caudal natural de flujo de la fuente.

40 En contrapartida, en presencia de un dispositivo de captación, se producen unas pérdidas de carga por rozamiento del agua que fluye en dicho dispositivo. Esta pérdida de carga por rozamiento es proporcional al valor del caudal de flujo del agua en el dispositivo de captación. Las fuentes de agua dulce pueden experimentar unas variaciones naturales de caudal, en particular en caso de crecida, que pueden ir hasta una multiplicación del caudal por un factor 5, incluso 10. Estas variaciones de caudal inducen una sobrepresión hidráulica a nivel de la fuente, debida al incremento de pérdida de carga ligado al paso del agua a través de los conductos de los dispositivos de captación en su caso.

45 Más generalmente, en la práctica, es difícil reunir las dos condiciones de no miscibilidad de agua de mar y de agua dulce y de ausencia de sobrepresión hidráulica excesiva a nivel de la fuente, utilizando al mismo tiempo un dispositivo de captación simple y poco costoso de realizar y de instalar y fiable técnicamente, sin aportación de energía tal como por bombeo.

50 Los procedimientos y dispositivos descritos en el documento FR 2 701 974 están especialmente adaptados a la captación de agua dulce a lo largo de las costas y no pueden ser utilizados para unas fuentes situadas en alta mar, en el fondo del mar y a gran distancia de la costa. En cualquier caso, estos procedimientos y dispositivos de captación no permiten evitar la mezcla de agua de mar salada y del agua dulce cuando tiene lugar su captación.

55 En el documento WO 00/79309, se describen diferentes procedimientos y dispositivos de captación de agua dulce, en los cuales se recupera el agua dulce en un depósito de base abierta, en forma de campana o sombrero, que recubre la fuente de agua dulce en el fondo del mar, y después un tubo que sube desde la parte superior de dicho depósito hasta la superficie del mar.

60 En un primer modo de realización del documento WO 00/79309, la base abierta del depósito está amarrada al fondo del mar a una cierta distancia del fondo, facilitando así la instalación del dispositivo en caso de entorno ocupado del fondo del mar tal como por unas rocas o un relieve accidentado. En estas condiciones, no se llega sin embargo en la práctica a evitar la mezcla del agua de mar y del agua dulce en el interior del depósito.

ES 2 315 693 T3

En un segundo modo de realización del documento WO 00/79309, la base abierta del depósito encaja con el fondo del mar de forma estanca, de manera que se evite la mezcla del agua de mar salada y del agua dulce después de la fase inicial de vaciado del depósito inicialmente lleno de agua de mar. En este segundo modo de realización, se prevén unas válvulas antirretorno que permiten la evacuación del agua en caso de aumento de caudal de flujo de la fuente, evitando así ocasionar una sobrepresión hidráulica excesiva a nivel de la fuente. Sin embargo, en la práctica los aumentos de caudal son tales que se está obligado a prever un gran número de válvulas. Ahora bien, estas válvulas son unos dispositivos mecánicos relativamente frágiles, calibrados para un caudal dado, y que aumentan además el coste del dispositivo. Estos procedimientos y dispositivos de captación no son por tanto satisfactorios, tanto económicamente como técnicamente. Además, el dispositivo de captación no es fácil de instalar cuando el fondo del mar, en la proximidad de la fuente, es accidentado, puesto que, en este caso, es difícil asegurar la estanqueidad entre el fondo del mar y la base abierta del depósito que representa un diámetro relativamente importante.

En resumen, los procedimientos y dispositivos de captación de agua dulce submarina anteriores adolecen de las lagunas e inconvenientes siguientes:

- o bien el sistema es completamente estanco al agua salada pero el aumento de caudal de flujo de agua dulce en caso de crecida (pudiendo el caudal variar en una relación de 1 a 10 en algunas horas) induce un aumento de la pérdida de carga ligada al rozamiento y una subida de presión hidráulica de la fuente que puede generar unos daños irremediables en el conducto natural,
- o bien el sistema implica la presencia de superficies abiertas al medio salado ambiente durante la evacuación del excedente episódico de agua dulce, lo que provoca unas contaminaciones a nivel de la interfaz agua dulce/agua salada, y
- por último, un bombeo, en estos sistemas anteriores, puede generar unas variaciones negativas de presión en caso de aumento del caudal de la fuente y, por tanto, crear un fenómeno de aspiración del agua salada que contamina entonces el conducto corriente arriba.

El objetivo de la presente invención es por tanto proporcionar unos procedimientos y dispositivos de captación de agua dulce que sean simples y poco costosos de realizar y de instalar, que funcionen de forma técnicamente fiable en el tiempo y que acumulen las ventajas de ausencia de mezcla de agua de mar y de agua dulce y de ausencia de riesgo de sobrepresión hidráulica excesiva a nivel de la fuente, de manera que eviten generar daños irremediables en el conducto natural, y que no necesiten aportación de energía, por bombeo en particular.

Para ello, según un primer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de captación de agua dulce que procede de una fuente de agua dulce submarina en el fondo del mar según la reivindicación 1.

Se comprende que el extremo superior de dicho primer conducto desemboca en el interior de dicho depósito.

Así se evita cualquier contacto y por tanto cualquier contaminación entre el agua dulce y el agua salada pero también se limita la sobrecarga hidráulica sobre la fuente generada por el dispositivo.

En un modo preferido de realización, el agua dulce es recogida en el extremo de dicho segundo conducto con un caudal correspondiente al caudal medio de dicha fuente de agua dulce.

Como se explicará más adelante, dicho primer conducto t_1 está dimensionado y el valor de H es determinado de tal manera que:

$$\rho_1 \times g \times H + G + P_1 \leq \Delta PS$$

- ρ_1 = masa volumétrica del agua dulce,
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$,
- P_1 = pérdida de carga en dicho primer conducto cuando el agua dulce fluye a dicho caudal dado, en particular caudal medio de flujo de la fuente,
- ΔPS = sobrepresión hidráulica límite tolerable por dicha fuente de agua dulce. Se trata de un valor conocido o determinable para cada fuente, siendo ΔPS preferentemente inferior o igual a 10^4 Pa .
- G = ganancia del empuje de Arquímedes ligada al fenómeno de reemplazado del peso de la columna de agua de mar por el peso de la columna de agua dulce en dicho primer conducto.

Esta ganancia G se escribe:

$$G = (\rho_1 \times g \times H_1) - (\rho_2 \times g \times H_1),$$

ES 2 315 693 T3

- H_1 = altura del nivel de la interfaz agua-aire en el depósito con respecto al fondo del mar a nivel de la fuente.
- ρ_2 = masa volumétrica del agua de mar.

La altura H y las dimensiones del primer conducto son por tanto determinadas en función de ΔPS .

Según otra característica preferida de realización del procedimiento, para que el segundo tubo t_2 permanezca siempre en contacto con el agua que circula en dicho primer conducto t_1 , dicha longitud l es superior o igual H .

En general, la sobrepresión hidráulica límite tolerada (ΔPS) a nivel de la fuente es inferior o igual a 0,1 bar (10^4 Pa).

Según otro aspecto de la invención, la presente invención proporciona un dispositivo de captación de agua dulce que procede de una fuente de agua dulce submarina para un procedimiento según la reivindicación 5.

Según unos modos de realización particulares y ventajosos del dispositivo según la invención:

- el dispositivo comprende unos primeros medios de amarre de dicho primer conducto t_1 al fondo del mar y/o a una base que descansa en el fondo del mar, y de dichos segundos medios de amarre de dicho segundo conducto y/o de dicho depósito así amarrado(s) al fondo del mar y/o a dicho primer conducto,
- dicho depósito es solidario de dicho segundo conducto y rodea éste de forma estanca,
- dicho depósito está constituido por una envolvente, que puede ser en particular flexible o rígida, atravesada de forma estanca por dicho segundo conducto t_2 ,
- dicha envolvente presenta en su parte superior una forma de casquete sustancialmente semiesférico o de campana,
- dicha envolvente flexible es apta para adoptar una forma de casquete sustancialmente semiesférico o de campana en el fondo del mar cuando está amarrada y se inyecta aire comprimido debajo de dicha envolvente,
- el dispositivo comprende unos medios de inyección de aire comprimido en el interior de dicho depósito,
- el diámetro de la base abierta de dicho depósito es tal que su superficie de abertura sea por lo menos igual a la de la fuente,
- la longitud de dicho primer conducto t_1 es superior o igual a la altura de los relieves y/o objetos, naturales o no, que descansan en el fondo del mar en la proximidad de dicha fuente submarina en un radio correspondiente al de la base abierta del depósito,
- la parte superior de dicho primer conducto t_1 que rodea la parte inferior de dicho segundo tubo está acampanada en forma de embudo con su base menor inferior,
- este modo de realización favorece el buen vertido del exceso de caudal de agua en el depósito en tanto es necesario,
- el diámetro D_1 de dicho primer conducto t_1 a nivel del extremo inferior de dicho segundo conducto t_2 es tal que la superficie anular entre los dos dichos primer y segundo conductos a este nivel es superior o igual a la superficie de la sección de dicho primer conducto (o sea superior a $\pi D_1^2/4$ para una sección circular),
- dicho segundo conducto sube directamente a la superficie, preferentemente sustancialmente verticalmente desde el extremo superior de dicho segundo conducto, y el agua dulce es recuperada en superficie y transportada a tierra preferentemente por un buque,
- dicho segundo conducto puede descender de nuevo y descansar en el fondo del mar para alcanzar la costa, y así conducir el agua a la costa, desembocando en tierra preferentemente a una altura inferior al nivel del mar.

La presente invención proporciona asimismo un procedimiento de colocación en el fondo del mar de un dispositivo de captación de agua dulce según la reivindicación 15.

Los procedimientos y el dispositivo de captación de agua dulce según la invención son ventajosos a varios títulos.

En primer lugar, permiten captar el agua dulce impidiendo cualquier contacto, y por tanto cualquier mezcla de agua dulce-agua salada, y por tanto recoger agua dulce pura. En efecto, el aire en el interior del depósito crea una interfaz

ES 2 315 693 T3

infranqueable por el agua salada que no puede contaminar el agua dulce recogida a través de dicho segundo conducto t_2 .

En segundo lugar, el procedimiento y el dispositivo según la invención permiten captar el agua dulce con un caudal de captación de agua dulce sustancialmente constante, sin riesgo de sobrepresión excesiva y por tanto evitando cualquier perturbación hidrogeológica de la fuente que pueda resultar de ello, y esto, en ausencia de medio(s) mecánico(s) de regulación de caudal en el interior de dichos primer y segundo conductos tales como unas válvulas antirretorno de evacuación, en particular a nivel de la unión de dichos primer y segundo conductos o a nivel del depósito.

En total, el procedimiento y el dispositivo según la invención permiten regular el caudal extraído de la fuente y la carga hidráulica de la fuente en su salida, independientemente de su caudal natural, evitando el riesgo de intrusión de agua salada en el conducto de conducción a tierra a través de dicho segundo tubo en caso de bombeo excesivo, y esto por unos medios de regulación fundados en un principio hidráulico y no mecánico y por tanto en ausencia de la utilización de medios de regulación mecánicos adicionales.

Como se ha representado en la figura 1, si el caudal del agua dulce que fluye de la fuente, excede del caudal límite dado, ésta puede seguir dos caminos en el extremo superior de dicho primer tubo, a saber:

- un primer camino C_2 por el cual sube a la superficie a través de dicho segundo conducto t_2 al caudal dado, preferentemente el caudal medio de la fuente, y
- un segundo camino C_1 por el cual pasa al espacio anular en el interior de dicho primer conducto t_1 y en el exterior de dicho segundo conducto t_2 con un caudal que corresponde al diferencial entre el caudal de la fuente y dicho caudal dado.

Es posible determinar las dimensiones de los conductos t_1 y t_2 y la altura H , entre la interfaz agua-aire en el depósito y el extremo superior de dicho primer tubo, de tal manera que, cuando el caudal de la fuente corresponde al caudal que se desea extraer, en particular al caudal medio de flujo de la fuente, toda el agua dulce sigue el camino C_2 a través de dicho segundo conducto y la sobrepresión, a nivel de la fuente, permanece inferior o igual a la sobrepresión límite tolerada por la fuente.

En efecto, la regulación de la altura H de la interfaz influye directamente en el caudal que pasa por dicho segundo conducto t_2 , así como sobre el valor de la sobrepresión generada sobre la fuente.

En la práctica, se puede proceder de la manera siguiente:

- 1) Se mide el caudal medio de la fuente, y
- 2) Se determina la altura H de tal manera que la expresión $\rho_1 \times g \times H + G + P_1 \leq \Delta PS$ sea verificada.

Las pérdidas de carga P_1 en dicho primer tubo t_1 , están ligadas a la geometría y, evidentemente, al estado de la superficie del material constitutivo de la pared interna de dichos conductos, así como a la velocidad del agua que circula en dicho primer tubo.

Así, en caso de crecida y de aumento del caudal de agua dulce a nivel de la fuente, se observa que el caudal que fluye a través de dicho segundo conducto t_2 es constante, cualquiera que sea el caudal de flujo a nivel de la fuente, y la altura H permanece constante, fluyendo el exceso de caudal a través de dicho segundo camino C_1 . El agua dulce desborda del extremo superior de dicho primer conducto t_1 en el aire a lo largo de la pared exterior de dicho primer conducto t_1 y después llega al agua salada, en la unión interfaz aire-agua, en la parte baja de dicho depósito, lo que tiene por efecto expulsar, por la parte inferior de dicho depósito, una cantidad equivalente de agua, permaneciendo el volumen de aire constante en el interior de dicho depósito y no siendo nunca sobrepasada la sobrepresión hidráulica tolerada a nivel de la fuente.

El valor H permanece constante. Sin embargo, en caso de extracción accidental superior al caudal natural de la fuente, el nivel de agua dulce en la parte superior de dicho primer conducto bajará y pasará bajo el extremo inferior de dicho segundo conducto t_2 , lo que tendrá por efecto hacer entrar aire en dicho segundo conducto t_2 y no agua salada puesto que el sistema se desceba momentáneamente.

En la práctica, dicho depósito es bajado al fondo del mar, vacío de aire y por tanto lleno de agua de mar, y, cuando está en posición encima del extremo superior de dicho primer conducto t_1 , se inyecta aire en el interior del depósito y es la cantidad de aire inyectado en dicho depósito la que permite regular la altura H .

Se comprende que la forma y el valor del volumen de dicho depósito no tienen incidencia sobre el principio de captación hidráulica del agua dulce y serán el más pequeño posible y el más adaptado a la facilidad de instalación de dicho depósito en el fondo del mar.

ES 2 315 693 T3

La estanqueidad en el extremo inferior de dicho primer conducto se obtiene actuando de manera que el perímetro del conducto encaje con el contorno del relieve del fondo del mar a nivel de la fuente. Dicho primer conducto puede ser amarrado al fondo del mar por unos lastres o un cordón periférico que descansa en el fondo.

5 Para minimizar las pérdidas de carga en el primer conducto t_1 y por tanto la sobrepresión que inducen a nivel de la fuente, es ventajoso utilizar un tubo t_1 lo más corto posible y de mayor diámetro. En la práctica, el primer tubo t_1 se extiende en una altura de agua preferentemente superior a la altitud del relieve del fondo submarino, en la proximidad inmediata de la fuente y/o de los obstáculos y ocupantes, naturales o no, tales como principalmente unas rocas.

10 La base abierta del depósito puede así ser amarrada al fondo del mar y/o a dicho primer tubo, separada a una cierta distancia por encima de la fuente y, en particular, por encima de dicho relieve y/o objetos, naturales o no, en la zona de la fuente.

15 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada siguiente de un modo de realización, haciendo referencia a las figuras 1 y 2 que representan respectivamente un dispositivo de captación instalado en el fondo del mar, encima de una fuente submarina de agua dulce (figura 1) y el depósito 4 (figura 2).

20 Se ha realizado un dispositivo de captación de agua dulce adaptado para recoger el agua dulce de la fuente denominada de "la Mortola" situada en Italia entre Menton y Vintimille. Esta fuente presenta un caudal medio de agua dulce de 100 l/s. Los hidrogeólogos han determinado que la sobrepresión hidráulica máxima tolerable para esta fuente, es de 0,1 bar. Esta fuente está situada a una profundidad de 36 m y su orificio sale al pie de bloques rocosos de una altura de 5 m. La misma está situada a 800 m de la costa.

25 Teniendo en cuenta la configuración del orificio de la fuente y de los obstáculos que circundan dicho orificio en el fondo del mar, se utiliza un primer conducto t_1 2 de una altura total de 7 m, que presenta una parte corriente tubular de sección circular de diámetro de 0,4 m. Dicho primer conducto t_1 2 está terminado en su extremo inferior 2_1 por un embudo acampanado hacia abajo y cuyo extremo inferior forma un círculo de diámetro 1,3 m, de manera que pase a rodear dicha fuente teniendo en cuenta la geometría del orificio de salida de dicha fuente. Este primer embudo inferior 2_1 está constituido por una tela rígida, plástica o metálica, que rodea el extremo circular de la parte corriente de dicho
30 primer conducto t_1 2 en su extremo inferior. Dicho embudo inferior 2_1 representa una altura de 4 m.

Dicho primer conducto t_1 2 comprende, en su parte superior, un segundo embudo 2_2 de pequeña y gran bases de secciones circulares, realizado también por arrollado de una tela metálica o de plástico termoconformado, que rodea
35 la parte extrema superior de dicho primer conducto. Esta forma acampanada hacia arriba de la parte superior de dicho primer conducto prevé facilitar el vertido del exceso de caudal de agua dulce de la fuente en el interior del depósito 4.

La base inferior abierta del primer embudo 2_1 es solidaria de una base 8 que descansa en el fondo del mar y que rodea la fuente. La misma puede estar también rodeada por un cordón de arena u hormigón u otro lastre periférico que
40 asegura la estanqueidad con el fondo del mar. La parte corriente de dicho primer conducto t_1 2 puede estar constituida por un tubo flexible o rígido. Está dispuesto verticalmente por encima de dicha fuente.

Dicho depósito 4 está constituido por una envolvente superior 4_1 rígida atravesada en su centro por un segundo
45 conducto t_2 3, preferentemente rígido, de diámetro 0,4 m.

La envolvente rígida constitutiva de la parte superior de dicho depósito 4 forma un casquete 4_1 semiesférico de diámetro 1,8 m y prolongado en su base por una superficie troncocónica denominada a continuación cono 4_2 de 2 m de altura que rodea dicho primer conducto. Es la base abierta de dicho cono 4_2 la que deja escapar el excedente de agua dulce en caso de crecida de la fuente. En la figura 1, la base del cono 4_2 está amarrada por unos medios de amarre 7_1
50 a dicho primer conducto t_1 2, de tal manera que la base de dicho cono esté situada a una altura de 5 m con respecto al fondo del mar.

La presencia del cono 4_2 es facultativa. Se puede amarrar la base del casquete 4_1 directamente a dicho primer
55 conducto.

La porción de dicho segundo conducto t_2 3 situada en el interior de dicho depósito 4 tiene una longitud de 1 m.

Cuando se inyectan 2 m³ de aire comprimido debajo de dicha envolvente constitutiva del depósito 4, después de haber amarrado su base abierta 4_3 en el fondo del mar o sobre el primer conducto, se introduce una longitud l de 0,3
60 m de la parte inferior 3_1 de dicho segundo conducto t_2 3 en la parte superior de dicho primer conducto t_1 2.

La altura H entre la interfaz aire-agua 6 en el interior del depósito 4 y la interfaz aire-agua en el extremo superior de dicho embudo superior 2_2 de dicho primer conducto t_1 2 es de 0,2 m.

65 El extremo inferior 3_1 de dicho segundo conducto t_2 3 presenta en su periferia unas cartelas o unas aletas 9 que sirven de refuerzo y de centrado de dicho extremo inferior del segundo conducto en el interior de dicho embudo 2_1 en el extremo superior de dicho primer conducto.

ES 2 315 693 T3

En la figura 1, se ha representado, aproximadamente a media altura de dicho primer conducto, un caudalímetro 10. Son las características de este caudalímetro 10 lo que ha justificado utilizar una porción de dicho primer conducto t_1 2 más estrecha a este nivel para adaptarla a dicho caudalímetro 10 del cual se disponía.

- 5 En la base de dicho primer conducto t_1 2, se han adaptado también unos elementos de refuerzo 7_1 que sirven asimismo de amarre por atornillado sobre una base 8 que rodea de forma estanca el orificio de la fuente 1.

10 La determinación del valor H y el dimensionado de dichos primer y segundo tubos 2 y 3 así como del volumen de aire comprimido inyectado en dicho depósito 4 han sido determinados de forma siguiente:

10 Cuando la fuente está en crecida y su caudal excede de 100 l/s, en particular alcanza su valor máximo de 500 l/s el caudal que pasa a través de dicho tubo t_2 por el camino C_2 , permanece aproximadamente al caudal medio de 100 l/s, mientras que el caudal del agua dulce, que pasa por el camino C_1 en el espacio anular entre el extremo inferior de dicho segundo tubo t_2 y el extremo superior de dicho primer tubo t_1 , es de 400 l/s como máximo en general. El agua
15 de la fuente, que sube a través de dicho primer conducto t_1 2, encuentra en la base de dicho segundo conducto t_2 3, dos caminos posibles C_1 y C_2 .

20 Por el camino C_1 , el agua dulce desborda del extremo superior de dicho primer conducto t_1 2 y fluye en el aire a lo largo de la pared exterior de dicho primer embudo superior 2_1 y después llega al agua salada, lo que tiene por efecto expulsar, por la parte inferior del depósito, una cantidad de agua dulce de tal manera que el volumen de aire comprimido 5 contenido en el depósito 4 permanece constante así como la altura H.

25 Por el camino C_2 , el agua dulce pasa a dicho segundo conducto t_2 3 fluyendo al caudal medio de la fuente de 100 l/s teniendo en cuenta el dimensionado de dicho primer tubo y la determinación del valor H por una parte, y al hecho de que la sobrepresión hidráulica máxima tolerada por la fuente es de 0,1 bar.

30 El agua dulce toma siempre el camino que le ofrece la menor “resistencia”. Para el camino C_1 , esta “resistencia”, a partir de la interfaz aire-agua, es esencialmente determinada por la energía $\rho_1 gH$, siendo ρ_1 = masa volumétrica del agua dulce, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Se observa así que cuando H aumenta, se favorece el paso por C_2 .

30 Para el camino C_2 , la “resistencia” que encuentra el agua dulce para fluir a través del tubo t_2 es igual a las pérdidas de carga generadas por su flujo en dicho tubo t_2 pero se calcula de forma convencional en función del diámetro, de la longitud de dicho tubo t_2 y del caudal de flujo.

35 La envolvente rígida 4_1 así como el cono 4_2 constitutivos de dicho depósito 4, pueden estar realizados en un material plástico, un material compuesto o en acero.

40 Este sistema de recogida de agua dulce puede funcionar, como se ha mencionado anteriormente, sin bomba puesto que el agua dulce, por su densidad más baja que el agua de mar, sube naturalmente a la superficie.

Sin embargo, si el segundo conducto t_2 3 desciende de nuevo al fondo del mar para alcanzar la costa, el nivel de altitud al cual desemboca dicho segundo conducto t_2 3, debe estar suficientemente por debajo del nivel del mar para, por lo menos, compensar las pérdidas de carga en el conducto t_2 .

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de captación de agua dulce que procede de una fuente de agua dulce submarina (1) en el fondo del mar, en que el agua dulce es recogida en un primer conducto (2) cuyo extremo inferior (2₁) está dispuesto frente a dicha fuente y rodea de forma estanca, por lo menos una parte, preferentemente la totalidad del orificio de dicha fuente, el agua dulce es recogida a un caudal inferior o igual a un caudal determinado, en un segundo conducto (3) de diámetro inferior al de dicho primer conducto, presentando el segundo conducto su extremo superior (3₂) que desemboca en la superficie, y cuando el caudal de la fuente sobrepasa dicho caudal determinado, el exceso de caudal de la fuente es vertido, desde el extremo superior (2₂) de dicho primer conducto, en un depósito (4) de base abierta que contiene aire, aprisionando dicho depósito el aire contenido por encima de una interfaz agua-aire (6) situada en el interior de dicho depósito, **caracterizado** porque el extremo inferior (3₁) de dicho conducto (3) se extiende en el interior de la parte superior de dicho primer conducto y el extremo superior (2₂) de dicho primer conducto está situado por encima del nivel de dicha interfaz agua-aire (6) en el interior de dicho depósito.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el agua dulce es recogida en el extremo de dicho segundo conducto a un caudal correspondiente al caudal medio de dicha fuente de agua dulce (1).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la longitud (l) de dicho segundo conducto en el interior de dicho primer conducto es superior o igual a la altura (H) del extremo superior (2₂) de dicho primer conducto por encima del nivel de dicha interfaz agua-aire (6) en el interior de dicho depósito.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la altura (H) y dicho primer conducto (2) son tales que:

$$\rho_1 \times g \times H + G + P_1 \leq \Delta PS$$

- ρ_1 = masa volumétrica del agua dulce,
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$,
- P_1 = pérdida de carga en dicho primer conducto hasta el extremo inferior de dicho segundo conducto cuando el agua dulce fluye a dicho caudal determinado, en particular caudal medio de flujo e la fuente,
- ΔPS = sobrepresión hidráulica límite tolerable por dicha fuente de agua dulce. Se trata de un valor conocido o determinable para cada fuente, siendo ΔPS preferentemente inferior o igual a 10^4 Pa .
- G = ganancia del empuje de Arquímedes ligada al fenómeno de reemplazado del peso de la columna de agua de mar por el peso de la columna de agua dulce en dicho primer conducto.

5. Dispositivo de captación de agua dulce que procede de una fuente de agua dulce submarina (1) para un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:

- un primer conducto (2) que está posicionado frente a dicha fuente (1), rodeando su extremo inferior (2₁) de forma estanca dicha fuente en su totalidad o en parte, y cuyo diámetro del extremo inferior (3₁) permite que éste recubra dicha fuente en su totalidad o en parte, y
- un segundo conducto (3) cuyo diámetro de la parte inferior (3₁) es inferior al de la parte superior (2₂) de dicho primer conducto (2), y
- un depósito (4) de base abierta apropiado para cooperar con dicho segundo conducto (3), estando el extremo superior (2₂) de dicho primer conducto (2) recubierto por dicho depósito (4) y desembocando en el interior de éste por su dicha base abierta, siendo la pared maciza de dicho depósito estanca de manera que pueda aprisionar aire entre dicha pared del depósito y el nivel del agua en el interior de dicho depósito, y obteniendo de esta manera una interfaz agua-aire (6), **caracterizado** porque el extremo inferior (3₁) de dicho segundo conducto (3) está sumergido en el interior de la parte superior de dicho primer conducto (2) y el extremo superior del primer conducto (2) está situado por encima del nivel de la interfaz agua-aire (6) en el interior del depósito (4).

6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende unos primeros medios de amarre (7₁) de dicho primer conducto al fondo del mar y/o a una base (8) que descansa en el fondo del mar, y dichos segundos medios de amarre (7₂) de dicho segundo conducto y/o de dicho depósito así amarrado(s) al fondo del mar y/o a dicho primer conducto.

7. Dispositivo según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque dicho depósito (4) es solidario de dicho segundo conducto y rodea éste de forma estanca.

ES 2 315 693 T3

8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicho depósito (4) comprende una envolvente (4₁) atravesada de forma estanca por dicho segundo conducto (3).

9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicha envolvente (4₁) presenta en su parte superior, una forma de casquete sustancialmente semiesférico o de campana.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado** porque comprende unos medios de inyección de aire comprimido en el interior de dicho depósito.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizado** porque la parte superior de dicho primer conducto (2) que rodea la parte inferior de dicho segundo conducto (3), está acampanada en forma de embudo (2₁) con su base menor inferior.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 11, **caracterizado** porque el diámetro de dicho primer conducto a nivel del extremo inferior de dicho segundo conducto es tal que la superficie anular entre dichos dos primer y segundo conductos a este nivel es superior o igual a la superficie de la sección de dicho primer conducto.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 12, **caracterizado** porque dicho segundo conducto sube directamente a la superficie, preferentemente sustancialmente verticalmente, y el agua dulce es recuperada en superficie y transportada a tierra preferentemente por un buque.

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 12, **caracterizado** porque dicho segundo conducto (3) puede descender de nuevo y descansar en el fondo del mar para alcanzar la costa, y conducir así el agua a la costa, desembocando preferentemente en tierra a una altura inferior al nivel del mar.

15. Procedimiento de colocación en el fondo del mar de un dispositivo de captación de agua dulce según una de las reivindicaciones 5 a 14, **caracterizado** porque se realizan las etapas siguientes, en las cuales:

1) se posiciona dicho primer conducto (2) por encima de dicha fuente de agua dulce submarina (1) y se amarra (5₁) dicho primer conducto al fondo del mar, de tal manera que el extremo inferior de dicho primer conducto rodea de forma estanca la totalidad o parte de dicha fuente de agua dulce, y

2) se descienden al fondo del mar dichos segundo conducto y depósito (3) que se amarran (5₂) al fondo del mar y/o a dicho primer conducto (2), de tal manera que el extremo inferior de dicho segundo conducto (3) esté contenido en el interior de la parte superior (2₁) de dicho primer conducto (2), y

3) se inyecta aire en el interior de dicho depósito (4) de manera que se obtenga una interfaz agua- aire (6) por debajo del extremo superior de dicho primer conducto de manera que el extremo superior del primer conducto se encuentre a una altura (H) de la interfaz agua-aire (6) en el interior de dicho depósito.

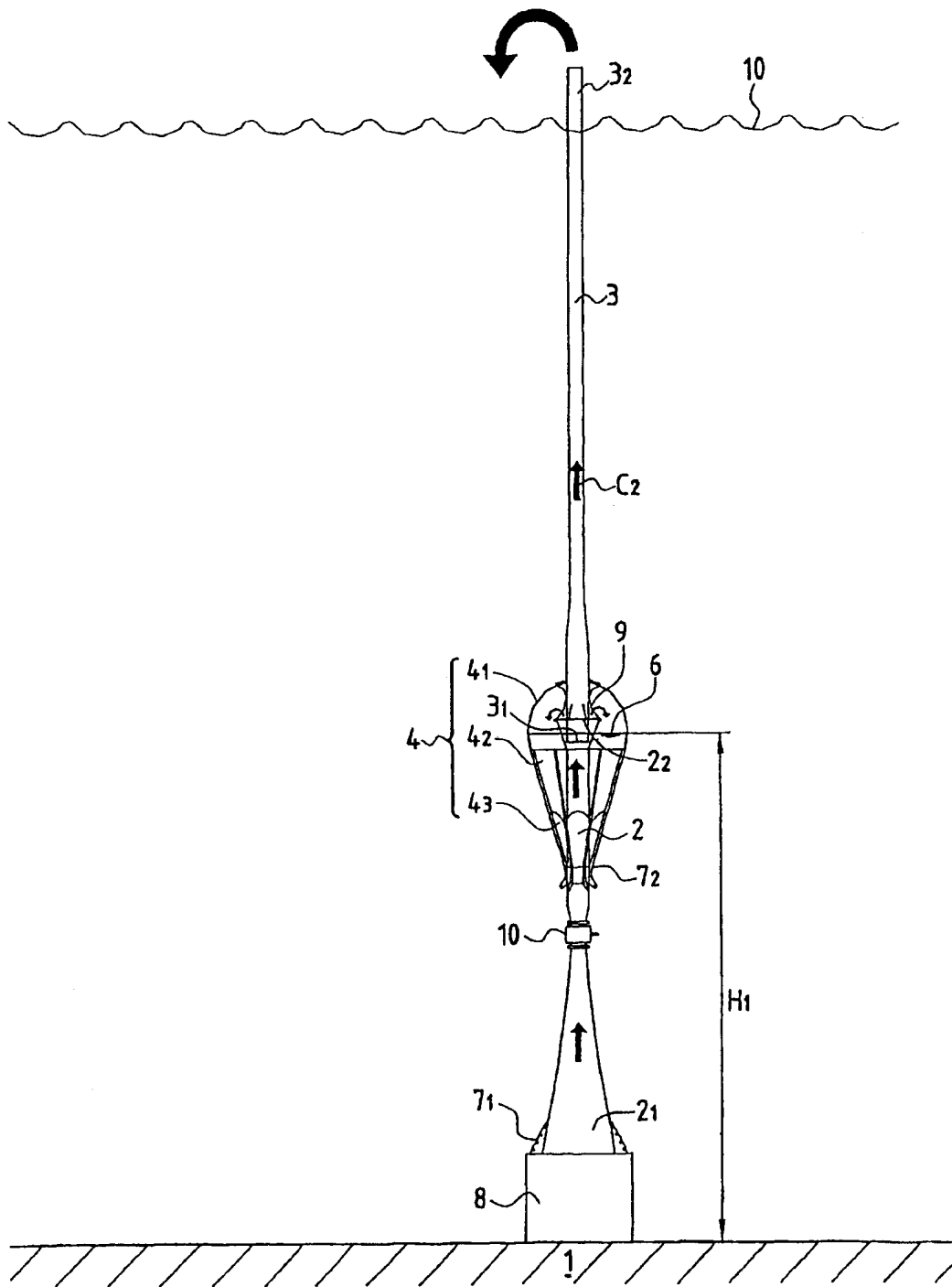


FIG.1

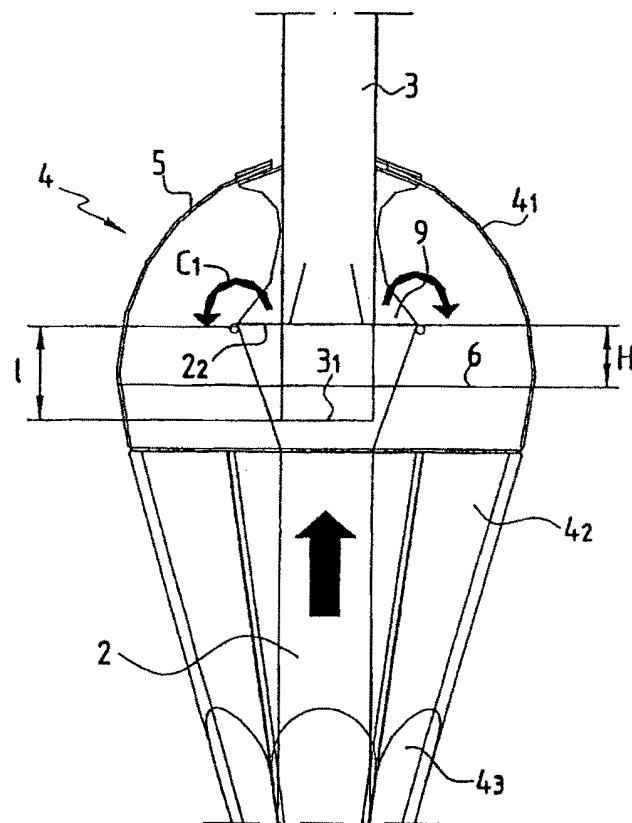


FIG.2