

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 837**

51 Int. Cl.:

**E21B 17/01** (2006.01)  
**E21B 17/08** (2006.01)  
**E21B 36/00** (2006.01)  
**E21B 41/00** (2006.01)  
**E21B 43/01** (2006.01)  
**E21B 43/013** (2006.01)  
**B63B 22/02** (2006.01)  
**E21B 37/00** (2006.01)  
**B63B 21/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2022 PCT/EP2022/058328**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2022 WO22207668**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2022 E 22718972 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024 EP 4298310**

54 Título: **Procedimientos para instalar tubos ascendentes en un sistema de inyección de fluidos**

30 Prioridad:

**29.03.2021 EP 21165680**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.02.2025**

73 Titular/es:

**HORISONT ENERGI AS (100.00%)  
Grenseveien 21  
4313 Sandnes, NO**

72 Inventor/es:

**BRATTEBØ, STÅLE y  
HAUKELIDSÆTER EIDEN, BJØRGULF**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 998 837 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

Procedimientos para instalar tubos ascendentes en un sistema de inyección de fluidos

## 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere, en general, a estrategias para reducir la cantidad de componentes gaseosos perjudiciales para el medio ambiente en la atmósfera. Especialmente, la invención se refiere a procedimientos para instalar un tubo ascendente en un sistema de inyección de fluido para inyectar fluido desde una embarcación en la superficie del agua hacia un vacío subterráneo debajo del fondo marino a través de una plantilla submarina (*subsea template*) en el fondo marino. Por lo tanto, fluidos ambientalmente hostiles pueden almacenarse a largo plazo en el vacío subterráneo.

## 15 ANTECEDENTES

El dióxido de carbono es un importante gas que atrapa el calor, un llamado gas de efecto invernadero, que se libera a través de ciertas actividades humanas, como la deforestación y la quema de combustibles fósiles. Sin embargo, también los procedimientos naturales, como la respiración y las erupciones volcánicas, generan dióxido de carbono.

20 La creciente concentración actual de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, en la atmósfera de la Tierra es un problema que no puede ignorarse. En los últimos 20 años, la concentración media de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado en un 11 por ciento; y desde el comienzo de la Era Industrial, el aumento es del 47 por ciento. Esto es más de lo que había sucedido naturalmente durante un período de 20.000 años, desde el Último Máximo Glacial hasta 1850.

25 Existen varias tecnologías para reducir la cantidad de dióxido de carbono producido por las actividades humanas, como la producción de energía renovable. También existen soluciones técnicas para capturar el dióxido de carbono de la atmósfera y almacenarlo a largo plazo/permanentemente en depósitos subterráneos.

30 Por razones prácticas, la mayoría de estos depósitos se encuentran debajo de áreas continentales, por ejemplo, en los Estados Unidos y en Argelia, donde se encontraba el sistema de captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS) de In Salah. Sin embargo, también hay algunos ejemplos de sitios de inyección en alta mar, representados por los sitios de Sleipner y Snøhvit en el Mar del Norte. En el sitio de Sleipner, el CO<sub>2</sub> se inyecta desde una plataforma fija en el fondo. En el sitio de Snøhvit, el CO<sub>2</sub> de la producción de GNL (gas natural licuado) se transporta a través de una tubería de 153 km de largo de 8 pulgadas en el fondo marino y se inyecta desde una plantilla submarina en el subsuelo  
35 debajo de una zona de depósito con agua como se describe, entre otras cosas, en Shi, J-Q, y col., Snøhvit CO<sub>2</sub> storage project: Assessment of CO<sub>2</sub> injection performance through history matching of the injection well pressure over a 32-months period", Energy Procedia 37 (2013) 3267 - 3274. El artículo, Eiken, O., y col., "Lessons Learned from 14 years of CCS Operations: Sleipner, In Salah and Snøhvit", Energy Procedia 4 (2011) 5541-5548 da una visión general de la experiencia obtenida de tres sitios de inyección de CO<sub>2</sub>: Sleipner (14 años de inyección), In Salah (6 años de inyección)  
40 y Snøhvit (2 años de inyección).

El sitio de Snøhvit se caracteriza por tener los suministros para los pozos submarinos de CO<sub>2</sub> y la plantilla en tierra. Esto significa que, por ejemplo, los productos químicos, el fluido hidráulico, la fuente de energía y todos los controles y sistemas de seguridad están ubicados lejos del lugar donde se inyecta el CO<sub>2</sub>. Esto puede ser conveniente de  
45 muchas maneras. Sin embargo, los suministros y la energía deben transportarse a la ubicación del fondo marino a través de tuberías largas y cables de alta tensión, respectivamente. Las comunicaciones para los sistemas de control y seguridad se proporcionan a través de un cable de fibra óptica. El gas CO<sub>2</sub> se presuriza en tierra y se transporta a través de una tubería directamente a una boca de pozo en una plantilla submarina en el fondo marino, y a continuación se introduce más abajo en el pozo hacia el depósito. Esto hace que el diseño del sistema sea muy inflexible porque  
50 es muy costoso reubicar el punto de inyección en caso de que el sitio original falle por alguna razón. De hecho, esto es lo que sucedió en el sitio de Snøhvit, donde hubo una acumulación de presión inesperada, y se tuvo que establecer un nuevo pozo.

Como alternativa al control remoto implementado en el proyecto Snøhvit, la técnica anterior enseña que el CO<sub>2</sub> puede transportarse a un sitio de inyección a través de barcos de superficie en forma de las llamadas embarcaciones de tipo C, que son embarcaciones semirrefrigeradas. Las embarcaciones de tipo C también se pueden usar para transportar gas de petróleo líquido, amoníaco y otros productos.

60 En una embarcación tipo C, la presión varía de 5 a 18 Barg. Debido a las limitaciones en el diseño del tanque, los volúmenes del tanque son generalmente más pequeños para los niveles de presión más altos. Los tanques utilizados tienen una temperatura fría de hasta -55 grados Celsius. Las cantidades más pequeñas de CO<sub>2</sub> que normalmente se transportan hoy en día se mantienen entre 15 y 18 Barg y entre -22 y -28 grados Celsius. Volúmenes mayores de CO<sub>2</sub> pueden transportarse por barco en las condiciones siguientes: 6 a 7 Barg y -50 grados Celsius, lo que permite el uso de los embarcaciones más grandes de tipo C. Véase, por ejemplo, Haugen, H. A., y col., "13th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT- 13, 14-18 - Noviembre 2016, Lausanne, Switzerland Commercial  
65

capture and transport of CO<sub>2</sub> from production of ammonia”, Energy Procedia 114 (2017) 6133 - 6140.

En las implementaciones existentes, generalmente se entiende que un sitio de inyección en alta mar independiente requiere una instalación flotante o una instalación marina fija en el fondo. Dichas instalaciones proporcionan suministros, energía y sistemas de control directamente a las plataformas de boca de pozo o instalaciones de boca de pozo submarinas. Sin embargo, no es inusual que la energía se proporcione desde la costa a través de cables de CA de alta tensión.

Como se ejemplifica a continuación, la técnica anterior muestra varias soluciones para interconectar conjuntos submarinos para permitir el transporte de fluido entre estos conjuntos.

El documento US 9.631.438 muestra un conector para conectar componentes de un sistema de conductos submarinos que se extiende entre una boca de pozo y una estructura de superficie, por ejemplo, un sistema de tubo ascendente. Se proporcionan componentes macho y hembra, y un dispositivo de enganche para enganchar de manera liberable los componentes macho y hembra entre sí cuando los dos están acoplados. Los componentes macho y hembra incorporan un dispositivo de sellado principal para sellar los componentes macho y hembra juntos para contener los fluidos del pozo a alta presión que pasan entre ellos cuando los componentes macho y hembra están acoplados. El dispositivo de enganche también incorpora un segundo dispositivo de sellado configurado para contener fluidos cuando los componentes macho y hembra se desacoplan, de modo que durante la desconexión, cualquier fluido que escape del conducto interno quede contenido.

El documento US 9,784,044 describe un conector para un tubo ascendente equipado con un collar de bloqueo externo. Aquí, un collar de bloqueo coopera con una brida macho de un elemento conector macho y una brida hembra de un elemento conector hembra por medio de una serie de espigas. También se describe un tubo ascendente que incluye varias secciones ensambladas por un conector.

El documento US 2011/0017465 enseña un sistema de tubo ascendente que incluye: al menos un tubo ascendente para extenderse desde la infraestructura en un fondo marino y cada tubo ascendente tiene una terminación de tubo ascendente; un soporte de extremo restringido por encima y con respecto al fondo marino y que tiene medios de unión para acoplar cada terminación de tubo ascendente para el almacenamiento y desacoplar cada terminación de tubo ascendente para el acoplamiento a una embarcación flotante; y un soporte intermedio que soporta una porción intermedia del tubo ascendente para definir una curva de catenaria entre el soporte intermedio y el dispositivo de terminación de tubo ascendente.

Por lo tanto, se conocen diferentes soluciones, que permiten a las embarcaciones crear conexiones de fluido con varios conjuntos submarinos. Sin embargo, aún no existe un medio eficiente, seguro y confiable para conectar los tubos ascendentes entre una boya de descarga y una plantilla en el fondo marino, de modo que los fluidos ambientalmente hostiles puedan descargarse de una embarcación en la boya y transportarse a través de los tubos ascendentes a la plantilla para su inyección en un depósito subterráneo debajo del fondo marino.

El documento US 2006/0140726 describe una embarcación para la exploración de hidrocarburos, donde uno o más tubos ascendentes se extienden desde la embarcación hasta el fondo marino, un conjunto de procesamiento de hidrocarburos conectado a uno o más tubos ascendentes y a una estructura de almacenamiento o transporte para almacenar los hidrocarburos procesados. La embarcación está anclada al fondo marino, la embarcación incluye un miembro de elevación para bajar los tubos ascendentes verticalmente hacia el fondo marino y para conectar un tubo ascendente con un primer extremo a una estructura de hidrocarburos submarina, cuyo tubo ascendente incluye un conector en un segundo extremo, la embarcación tiene un conector para unirse al conector del tubo ascendente y para colocar el tubo ascendente en conexión fluida con el conjunto de procesamiento.

## RESUMEN

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es ofrecer una solución que mitigue los problemas anteriores y ofrezca un sistema eficiente y confiable para inyectar fluidos ambientalmente dañinos para su almacenamiento a largo plazo en vacíos subterráneos debajo del fondo marino. Según un aspecto de la invención, el objeto se logra

mediante un procedimiento de unión de un tubo ascendente a una boya, cuya boya y tubo ascendente se dispondrán para inyectar fluido desde una embarcación en la superficie del agua hacia un vacío subterráneo debajo del fondo marino. El procedimiento implica:

- controlar un vehículo operado a distancia (VOAD) para conectar un cable del cabrestante a un extremo superior del tubo ascendente;
- controlar el vehículo operado a distancia para conducir el cable del cabrestante a través de la boya a un conjunto de cabrestante en el fondo marino debajo de la boya;
- controlar el conjunto del cabrestante para levantar el extremo superior del tubo ascendente hacia el lado inferior de la boya; y

-controlar el vehículo operado a distancia para conectar el extremo superior del tubo ascendente a una disposición de conector en la parte inferior de la boya.

5 Este procedimiento es ventajoso porque permite unir un tubo ascendente a una boya de una manera rápida y conveniente.

Según otro aspecto, que no pertenece a la presente invención, el objeto se logra mediante un procedimiento de unión de un tubo ascendente a una plantilla submarina en el fondo marino, cuyo tubo ascendente está conectado a una boya para recibir fluido de una embarcación en la superficie del agua, y cuyo tubo ascendente debe disponerse para introducir el fluido recibido a la plantilla submarina para su inyección en un vacío subterráneo debajo del fondo marino. El procedimiento implica:

15 -controlar un VOAD para dirigir un extremo emisor de una sección de base del tubo ascendente a un miembro guía de plantilla en la plantilla submarina;  
 -controlar el VOAD para introducir el extremo emisor de la sección de base del tubo ascendente a través del miembro guía de plantilla a un miembro de manguito que tiene medios de penetración configurados para penetrar en el tubo ascendente para hacer que los medios de penetración penetren en el tubo ascendente en el segundo extremo de la sección de base y creen una abertura en el tubo ascendente, y  
 20 -controlar el VOAD para conectar el miembro de manguito a un árbol de válvulas de inyección comprendido en la plantilla submarina, cuyo árbol de válvulas de inyección está en conexión fluida con una boca de pozo para un agujero de perforación al vacío subterráneo.

Este procedimiento es ventajoso porque permite unir un tubo ascendente a una plantilla submarina de una manera rápida y conveniente.

25 Otras ventajas, características beneficiosas y aplicaciones de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones dependientes.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se explicará ahora más detalladamente por medio de realizaciones preferidas, que se describen como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

35 La Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema para el almacenamiento a largo plazo de fluidos en un vacío subterráneo según una realización de la invención;  
 La Figura 2 muestra una boya configurada para conectar una embarcación a un tubo ascendente de transporte de fluidos según una realización de la invención;  
 Las Figuras 3a-c ilustran cómo se conecta un tubo ascendente a una boya según una realización de la invención;  
 Las Figuras 4a-c ilustran esquemáticamente un interior de una plantilla submarina según realizaciones de la invención;  
 40 La Figura 5 ilustra una disposición de conector para conectar el tubo ascendente a la boya según una realización de la invención;  
 La Figura 6 ilustra, por medio de un diagrama de flujo, un procedimiento según una realización de la invención para conectar un tubo ascendente a una boya;  
 La Figura 7 ilustra, mediante un diagrama de flujo, un procedimiento según una realización de la invención para conectar un tubo ascendente a una plantilla submarina;  
 45 Las Figuras 8-9 ilustran, por medio de diagramas de flujo, los procedimientos según la primera y la segunda realización de la invención para retirar los tapones de fluido obstructores en un tubo ascendente.

50 DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la Figura 1, vemos una ilustración esquemática de un sistema según una realización de la invención para el almacenamiento a largo plazo de fluidos, por ejemplo, dióxido de carbono, en un vacío subterráneo u otro espacio de alojamiento 150, que típicamente es un acuífero subterráneo. Sin embargo, según la invención, el vacío subterráneo 150 puede ser igualmente un depósito que contiene gas y/o petróleo, un depósito de gas y/o petróleo agotado, un depósito de almacenamiento/eliminación de dióxido de carbono o una combinación de los mismos. Estos espacios de alojamiento subterráneos generalmente se encuentran en formaciones rocosas porosas o fracturadas, que, por ejemplo, pueden ser areniscas, carbonatos o lutitas fracturadas, rocas ígneas o metamórficas.

60 El sistema incluye al menos un sitio de inyección en alta mar 100, que está configurado para recibir fluido, por ejemplo, en una fase líquida, desde al menos un tanque de fluido 115 de una embarcación 110. El sitio de inyección en alta mar 100, a su vez, contiene una plantilla submarina (*subsea template*) 120 dispuesta en el fondo marino/fondo del mar 130. La plantilla submarina 120 está ubicada en una boca de pozo para un pozo de perforación 140 al vacío subterráneo 150. La plantilla submarina 140 también puede contener un sistema de utilidad configurado para hacer que el fluido de la embarcación 110 se inyecte en el vacío subterráneo 150 en respuesta a los comandos de control C<sub>cmd</sub>. En otras palabras, el sistema de suministros no se encuentra en tierra, lo que es ventajoso por razones logísticas.

Por lo tanto, por ejemplo, a diferencia del sitio de Snøhvit mencionado anteriormente, no hay necesidad de conexiones umbilicales o tipos similares de conductos para proporcionar servicios al sistema de suministros.

El sistema de suministros en la plantilla submarina 120 puede contener al menos un tanque de almacenamiento. El al menos un tanque de almacenamiento contiene al menos un líquido auxiliar, que está configurado para facilitar al menos una función asociada con la inyección del fluido en el vacío subterráneo 150. El al menos un líquido auxiliar contiene un líquido deshidratante y/o un líquido anticongelante.

En la Figura 1, un sitio de control, identificado genéricamente como 160, está adaptado para generar los comandos de control  $C_{cmd}$  para controlar el flujo de fluido desde la embarcación 110 y hacia abajo, hacia el vacío subterráneo 150. Por ejemplo, los comandos de control  $C_{cmd}$  pueden referirse a la apertura y cierre de válvulas cuando la embarcación 110 se conecta y desconecta de la boya 170. El sitio de control 160 se coloca en una ubicación geográficamente separada del sitio de inyección en alta mar 100, por ejemplo, en una sala de control en tierra. Sin embargo, adicional o alternativamente, el sitio de control 160 puede colocarse en una ubicación en alta mar geográficamente separada del sitio de inyección en alta mar, por ejemplo, en otro sitio de inyección en alta mar. En consecuencia, un único sitio de control 160 puede controlar múltiples sitios de inyección en alta mar 100. También hay un gran espacio para variar qué sitio de control 160 controla qué sitio de inyección en alta mar 100. Por lo tanto, las comunicaciones y los controles están ubicados lejos del sitio de inyección en alta mar 100. Sin embargo, como se analizará a continuación, el sitio de inyección en alta mar 100 puede ser accionado localmente, remotamente o ambos.

Con el fin de permitir el control remoto desde el sitio de control 160, la plantilla submarina 120 contiene preferentemente una interfaz de comunicación 120c que está conectada comunicativamente al sitio de control 160. La plantilla submarina 120 también está configurada para recibir los comandos de control  $C_{cmd}$  a través de la interfaz de comunicación 120c.

Dependiendo de los canales utilizados para reenviar los comandos de control  $C_{cmd}$  entre el sitio de control 160 y el sitio de inyección en alta mar 100, la interfaz de comunicación 120c puede configurarse para recibir los comandos de control  $C_{cmd}$  a través de un cable de fibra óptica y/o cobre sumergido 165, un enlace de radio terrestre (no mostrado) y/o un enlace por satélite (no mostrado). En los dos últimos casos, la interfaz de comunicación 120c incluye al menos una antena dispuesta por encima de la superficie del agua 111.

Preferentemente, la conexión comunicativa entre el sitio de control 160 y la plantilla submarina 120 es bidireccional, de modo que, por ejemplo, los mensajes de reconocimiento  $C_{ack}$  pueden devolverse al sitio de control 160 desde la plantilla submarina 120.

Según la invención, el sitio de inyección en alta mar 100 incluye una boya 170, por ejemplo, de tipo de carga de torreta sumergida (STL - *Submerged Turret Loading*). Cuando está inactiva, la boya 170 puede sumergirse a 30 - 50 metros de profundidad, y cuando la embarcación 110 se acerca al sitio de inyección en alta mar 100 para descargar fluido, la boya 170 y al menos un tubo ascendente de inyección 171 y 172 conectados a la misma se elevan a la superficie del agua 111. Después de que la embarcación 110 se haya colocado sobre la boya 170, este conjunto está configurado para conectarse a la embarcación 110 y recibir el fluido de los tanques de fluido de la embarcación 115, por ejemplo, a través de un conjunto giratorio en la boya 170. La boya 170 está anclada preferentemente al fondo marino 130 a través de una o más abrazaderas de retención 181, 182, 183 y 184, que permiten que la boya 170 se eleve y descienda en el agua.

Cada uno de los tubos ascendentes de inyección 171 y 172, respectivamente, está configurado para enviar el fluido desde la boya 170 a la plantilla submarina 120, que, a su vez, está configurada para pasar el fluido a través de la boca de pozo y el orificio de perforación 140 hacia el vacío subterráneo 150.

Según una realización de la invención, la plantilla submarina 120 contiene una interfaz de entrada de energía 120p, que está configurada para recibir energía eléctrica PE para operar el sistema de suministros y/u operar varias funciones en la boya 170. La interfaz de entrada de energía 120p también puede configurarse para recibir la energía eléctrica PE que se utilizará en relación con la operación de un pozo en la boca de pozo, un elemento de barrera de seguridad de la plantilla submarina 120 y/o un vehículo operado a distancia (VOAD) estacionado en el fondo marino 130 en la plantilla submarina 120.

La Figura 1 ilustra una fuente de energía genérica 180, que está configurada para suministrar la energía eléctrica PE a la interfaz de entrada de energía 120p. En general, es ventajoso si la energía eléctrica PE se suministra a través de un cable 185 desde la fuente de energía 180 en forma de corriente continua (CC) de baja potencia en el intervalo de 200 V - 1000 V, preferentemente alrededor de 400 V. La fuente de energía 180 puede ubicarse conjuntamente con el sitio de inyección en alta mar 100, por ejemplo, como una turbina eólica, un panel solar y/o un convertidor de energía de las olas; y/o colocarse en un sitio en tierra y/o en otro sitio en alta mar separado geográficamente del sitio de inyección en alta mar 100. Por lo tanto, existe un buen potencial de flexibilidad y redundancia con respecto al suministro de energía para el sitio de inyección en alta mar 100.

La plantilla submarina 120 contiene un sistema de válvulas que está configurado para controlar la inyección del fluido hacia el vacío subterráneo 150. El sistema de válvulas, como tal, puede ser operado por medios hidráulicos, medios eléctricos o una combinación de los mismos. La plantilla submarina 120 preferentemente también incluye al menos una batería configurada para almacenar energía eléctrica para su uso por el sistema de válvulas como respaldo de la energía eléctrica PE recibida directamente a través de la interfaz de entrada de energía 120p. Más precisamente, si el sistema de válvulas se opera hidráulicamente, la plantilla submarina 120 contiene un conjunto de presión hidráulica (HPU - *Hydraulic Pressure Unit*) configurado para suministrar fluido hidráulico presurizado para el funcionamiento del sistema de válvulas. Por ejemplo, el HPU puede suministrar el fluido hidráulico presurizado a través de un sistema de tuberías hidráulicas de pequeño calibre. La al menos una batería está configurada aquí para almacenar energía eléctrica de respaldo para su uso por el conjunto de energía hidráulica y el sistema de válvulas.

Alternativa o adicionalmente, las operaciones de válvulas también pueden operarse utilizando un sistema de cableado eléctrico y accionadores de válvulas controlados eléctricamente. En tal caso, la plantilla submarina 120 contiene un sistema de cableado eléctrico configurado para operar el sistema de válvulas por medio de señales de control eléctrico. Aquí, la al menos una batería está configurada para almacenar energía eléctrica de respaldo para su uso por el sistema de cableado eléctrico y el sistema de válvulas.

En consecuencia, el sistema de válvulas también puede funcionar si hay una interrupción temporal en el suministro de energía eléctrica al sitio de inyección en alta mar. Esto, a su vez, aumenta la fiabilidad general del sistema.

La ubicación del sistema de suministros en la plantilla submarina 120 en combinación con el control remoto propuesto desde el sitio de control 160 evita la necesidad de instalaciones flotantes en alta mar, así como de instalaciones marinas en alta mar permanentes. La invención permite la inyección directa desde embarcaciones marítimas relativamente sencillas 110. Estos factores hacen que el sistema según la invención sea muy rentable.

Según la invención, se pueden lograr ahorros de costes adicionales evitando la compleja legislación y regulaciones en alta mar. A saber, una instalación en alta mar permanente que actúa como un centro de campo para un desarrollo de campo en alta mar está sujeta a la legislación y regulaciones en alta mar. Hay estrictos requisitos de seguridad relacionados especialmente con el control de pozos. Por ejemplo, en la costa de Noruega, se estipula que las instalaciones flotantes en alta mar, permanentes o temporales, que controlan las barreras de los pozos deben satisfacer el requisito del nivel de posicionamiento dinámico 3 (DP3). Esto implica amplios requisitos para garantizar que el flotador permanezca en su posición también durante eventos extremos como incendios en la sala de máquinas, etc. Sin embargo, la embarcación 110 según la invención no necesita proporcionar ningún suministro, pozo o control de barrera, para el sistema de inyección. En consecuencia, la embarcación 110 puede operar bajo la legislación y las regulaciones marítimas, que normalmente son mucho menos restrictivas que la legislación y las regulaciones en alta mar.

La Figura 2 muestra una boya 170 según una realización de la invención que está configurada para permitir que una embarcación, por ejemplo, 110 mostrada en la Figura 1, se conecte al tubo ascendente de transporte de fluidos 171, que, a su vez, está conectado a la plantilla submarina 120 en conexión fluida adicional con el vacío subterráneo 150.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, vemos un sistema de inyección de fluido dispuesto para recibir fluido, por ejemplo, que contiene CO<sub>2</sub>, de la embarcación 110. El sistema de inyección de fluido contiene la boya 170 configurada para conectarse a la embarcación 111 y recibir el fluido de esta. El sistema también contiene la plantilla submarina 120, que se encuentra en el fondo marino 130 en la boca de pozo para el pozo de perforación 140 al vacío subterráneo 150.

Además, el sistema incluye al menos un tubo ascendente, ejemplificada aquí por 171 y 172 respectivamente, que interconecta la boya 170 y la plantilla submarina 120. Cada uno de los al menos un tubo ascendente 171 y 172 está configurado para transportar el fluido desde la boya 170 a la plantilla submarina 120. Específicamente, cada uno de los al menos un tubo ascendente 171 y 172 está conectado de manera desmontable a una superficie inferior de la boya 170 por medio de una disposición de conector 210. La Figura 5 ilustra la disposición de conector 210 según una realización de la invención, cuya disposición de conector 210 está configurada para conectar el tubo ascendente 171 a la boya 170. Naturalmente, aunque no se ilustra en la Figura 2, cualquier tubo ascendente adicional unido a la boya 170 se conectará de manera análoga.

La disposición de conector 210 incluye un miembro guía de boya 510 configurado para dirigir automáticamente un miembro conector 570 hacia el miembro guía de boya 510 cuando el miembro conector 570 se mueve hacia el miembro guía de boya 510. El miembro conector 570 está unido en un extremo superior 300 del tubo ascendente 171 para conectarse a la boya 170. La disposición de conector 210 incluye además un miembro de acoplamiento 550, por ejemplo incorporado como los denominados dedos, configurado para unir una primera superficie de sellado S70 del miembro conector 570 a una segunda superficie de sellado S10 del miembro guía de boya 510 cuando dicho extremo superior 300 se ha movido de manera que el miembro conector 570 entra en contacto con el miembro guía de boya 510. Además, la disposición de conector 210 incluye un miembro de bloqueo 560 configurado para bloquear la primera y segunda superficies de sellado S70 y S10 entre sí cuando estas superficies están alineadas entre sí.

Preferentemente, la disposición de conector 210 contiene un conector de pinza para cada tubo ascendente a conectar a la boya 170. Además de los elementos mencionados anteriormente, el conector de pinza generalmente también incluye una junta de sellado 530, que está dispuesta entre la primera y segunda superficies de sellado S70 y S10 para reducir aún más el riesgo de fugas.

Las Figuras 3a, 3b y 3c ilustran cómo se conecta un tubo ascendente 171 a una boya 170 según una realización de la invención.

Aquí, el extremo superior 300 del tubo ascendente 171 a conectar contiene un miembro de tapón 317 que cubre la primera superficie de sellado S70. Por lo tanto, se impide que el agua entre en el tubo ascendente 171 antes de que el tubo ascendente 171 se haya conectado a la boya 170. Además de eso, el extremo superior 300 del tubo ascendente 171 a conectar incluye preferiblemente un miembro de ojo de arrastre (*drag-eye*) 305, que facilita la conexión de un cable del cabrestante al extremo superior 300 y tira del tubo ascendente 171 hasta la boya 170 como se describe a continuación.

Como se ilustra en la Figura 3c, según una realización de la invención, el miembro de tapón 317 está configurado para rodear el tubo ascendente 171 para conectarse a la boya 170. Después de que el miembro de tapón 317 se haya desconectado del extremo superior 300 del tubo ascendente 171, el miembro de tapón 317 está configurado además para ser transportado por gravedad G hacia abajo a lo largo de dicho tubo ascendente 171 hacia la plantilla submarina 120.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3a, según una realización de la invención, el sistema de inyección de fluido contiene un conjunto de cabrestante 330, que está dispuesto en el fondo marino 130. El conjunto de cabrestante 330 está configurado para tirar hacia arriba del extremo superior 300 del tubo ascendente 171 para conectarse a la boya 170 a través de un cable del cabrestante 320 conectado entre el extremo superior 300 del tubo ascendente 171 y el conjunto de cabrestante 330. El cable 320 se extiende a través de la boya 170 al conjunto de cabrestante 330. Preferentemente, el cable del cabrestante 320 se conduce a través de la boya 170 y a través de al menos una rueda de polea 325 en la boya 170 como se ilustra en las Figuras 3a y 3b.

Preferentemente, el sistema de inyección de fluido incluye un vehículo operado a distancia (VOAD) 350 que está configurado para ser controlado a distancia para unir el cable del cabrestante 320 al extremo superior 300 del tubo ascendente 171. Más preferentemente, el VOAD 350 está configurado para desconectar el miembro de tapón 317 de la primera superficie de sellado S70 del miembro conector 570 en el extremo superior 300 del tubo ascendente 171; y posteriormente, conectar el tubo ascendente 171 a la boya 170.

Según una realización de la invención, la boya 170 contiene al menos una disposición de conectores además de la disposición de conectores 210 mencionada anteriormente, donde al menos una disposición de conectores adicional está configurada para conectar un tubo ascendente respectivo a la boya 170. Por lo tanto, por ejemplo, se puede conectar un segundo tubo ascendente 172 entre la boya 170 y la plantilla submarina 120 como se ilustra en la Figura 1.

Específicamente, por lo tanto, según una realización de la invención, un procedimiento implica controlar el VOAD 350 para unir el cable del cabrestante 320 a un extremo superior 300 de un segundo tubo ascendente 172; controlar el VOAD 350 para conducir el cable del cabrestante 320 a través de la boya 170 al conjunto de cabrestante 330 en el fondo marino 130 debajo de la boya 170. A partir de entonces, el procedimiento implica controlar el conjunto de cabrestante 330 para tirar hacia arriba del extremo superior 300 del segundo tubo ascendente 172 hacia el lado inferior de la boya 170. Posteriormente, el VOAD 350 se controla para conectar el extremo superior 300 del segundo tubo ascendente 172 a una segunda disposición de conector 210 en la parte inferior de la boya 170.

Haciendo referencia ahora al diagrama de flujo de la Figura 6, describiremos un procedimiento para conectar el tubo ascendente 171 a la boya 170 mediante el uso del VOAD 350 según una realización de la invención.

En una primera etapa 610, el VOAD 350 se controla para unir el cable del cabrestante 320 al extremo superior 300 del tubo ascendente 171.

A continuación, en una etapa 620, el VOAD 350 se controla para conducir el cable del cabrestante 320 a través de la boya 170 al conjunto de cabrestante 330 en el fondo marino 130 debajo de la boya 170.

Posteriormente, en una etapa 630, el conjunto de cabrestante 330 se controla para tirar hacia arriba del extremo superior 300 del tubo ascendente (171) hacia un lado inferior de la boya 170.

Finalmente, en una etapa 640 posterior, el VOAD 350 se controla para conectar el extremo superior 300 del tubo ascendente 171 a la disposición de conector 210 en la parte inferior de la boya 170.

La Figura 4a ilustra esquemáticamente un interior de una plantilla submarina 220 según una realización de la invención.

Aquí, se muestra un tubo ascendente ejemplar 171, que tiene una sección de base 410 y una sección vertical 420. La sección vertical 420 constituye una parte superior, que está conectada además a la boya 170. La sección de base 410 constituye una parte más baja del tubo ascendente 171, que, en un extremo de recepción 411, está conectada a la sección vertical 420; y en un extremo de emisión 412, está conectada a la plantilla submarina 120.

5 Como se ilustra en la Figura 1, es deseable que cada uno de los tubos ascendentes 171 y 172 contenga una abrazadera de retención 17C, que esté configurada para mantener la sección de base 410 del tubo ascendente en una posición deseada a través de un tubo ascendente de restricción 17R unido al fondo marino 130.

10 Según una realización de la invención, la plantilla submarina 120 contiene un árbol de válvulas de inyección 460, que está en conexión fluida con la boca de pozo 470 para el orificio de perforación 140. La plantilla submarina 120 también contiene un miembro de manguito 440 que tiene medios de penetración 441, por ejemplo, representados por una pieza de tubería que se extiende sustancialmente de forma ortogonal con respecto a una extensión del miembro de manguito 440, cuyos medios de penetración 441 están configurados para penetrar en el tubo ascendente 171 en el extremo emisor 412 de la sección de base 410. Como resultado, cuando el extremo de emisión 412 de la sección de base 410 se inserta en el miembro de manguito 440, los medios de penetración 441 crearán una abertura en el tubo ascendente 171. Esta abertura, a su vez, se puede conectar al árbol de válvulas de inyección 460.

20 Preferentemente, un conector vertical que se extiende desde los medios de penetración 441 tiene una tolerancia relativamente grande para la desviación, por ejemplo, permitiendo una desalineación de hasta 5-10 grados. Es decir, esto permite una flexibilidad útil cuando se instala el tubo ascendente 171 en la plantilla submarina 120. Los presupuestos de tolerancia se estiman según la precisión de fabricación, montaje e instalación, y la flexibilidad en la tubería y la aceptación de la desalineación en los conectores utilizados.

25 Es preferible que el miembro de manguito 440 contenga, o esté asociado con, al menos un miembro guía, que se ejemplifica mediante 432 en la Figura 4. El miembro guía 440 está conformado y dispuesto con respecto a los medios de penetración 441 para dirigir el extremo emisor 412 de la sección de base 410 hacia los medios de penetración 441 para permitir que el extremo emisor 412 de la sección de base 410 aterrice a una cierta velocidad y proporcione una alineación cada vez más fina con los medios de penetración 441. Por lo tanto, por ejemplo, el miembro guía 432 puede tener una forma de embudo general que converge hacia el medio de penetración 441. Por lo tanto, el miembro guía 432 está configurado para dirigir el extremo de emisión 412 de la sección de base 410 hacia el miembro de manguito cuando el extremo de emisión 412 de la sección de base 410 se lleva hacia la plantilla submarina 120.

35 Es preferible que la plantilla submarina 120 contenga un miembro de sujeción 431 dispuesto para sujetar la sección de base 410 de modo que se mantenga paralela al fondo marino 130.

40 La Figura 4b ilustra esquemáticamente un interior de la plantilla submarina 220 según otra realización de la invención. En la Figura 4b, los componentes/conjuntos con números de referencia que también aparecen en la Figura 4a designan los componentes/conjuntos descritos anteriormente con referencia a la Figura 4a. Para simplificar el dibujo, ninguna de la interfaz de emergencia 120p, la línea de energía eléctrica 185 o la batería 490 se ilustra en la Figura 4b. Sin embargo, por supuesto, preferiblemente también estos componentes/conjuntos se incluyen también en esta realización de la invención.

45 La Figura 4b muestra una plantilla submarina 120 con bocas de pozo dobles 470<sub>1</sub> y 470<sub>2</sub> respectivamente, que básicamente duplica la capacidad por unidad de tiempo para recibir fluido de una o más embarcaciones 110. La plantilla submarina 120 tiene además componentes y conjuntos de alimentación de fluido específicos para cada una de las bocas de pozo 470<sub>1</sub> y 470<sub>2</sub>.

50 Aquí, después de conectar el primer tubo ascendente 171 como se describió anteriormente con referencia a la Figura 4a, un segundo tubo ascendente 172 se conecta a la plantilla submarina 120 de la siguiente manera. El VOAD 350 se controla para dirigir un extremo emisor 412<sub>2</sub> de una sección de base 410<sub>2</sub> del segundo tubo ascendente 172 a un segundo miembro guía de plantilla 432<sub>2</sub> en la plantilla submarina 120. A continuación, el VOAD se controla para introducir el extremo emisor 412<sub>2</sub> de la sección de base 410<sub>2</sub> del segunda tubo ascendente 172 a través del segundo miembro guía de plantilla 432<sub>2</sub> a un segundo miembro de manguito 440<sub>2</sub> que tiene segundos medios de penetración 441<sub>2</sub> configurados para penetrar en el segundo tubo ascendente 172, para hacer que los segundos medios de penetración 441<sub>2</sub> penetren en el segundo tubo ascendente 172 en el extremo emisor 412<sub>2</sub> de la sección de base 410<sub>2</sub> y creen una primera abertura en el segundo tubo ascendente 172. A partir de entonces, el VOAD 350 se controla para conectar el segundo miembro de manguito 440<sub>2</sub> a un segundo árbol de válvulas de inyección 460<sub>2</sub> de la plantilla submarina 120. El segundo árbol de válvulas de inyección 460<sub>2</sub>, a su vez, está en conexión fluida con una segunda boca de pozo 470<sub>2</sub> para el orificio de perforación 140 al vacío subterráneo 150. Por lo tanto, el segundo tubo ascendente 172 puede pasar fluido al vacío subterráneo 150.

65 La Figura 4c ilustra esquemáticamente un interior de la plantilla submarina 220 según otra realización más de la invención. En la Figura 4c, los componentes/conjuntos con números de referencia que también aparecen en cualquiera de las Figuras 4a o 4b designan los componentes/ conjuntos descritos anteriormente con referencia a las Figuras 4a

y 4b. En la Figura 4c, para simplificar el dibujo, no se ilustra ninguna de las interfaces de alimentación 120p, la línea de alimentación eléctrica 185, la batería 490 ni ningún conjunto de calentamiento 480. Sin embargo, por supuesto, preferiblemente también estos componentes/conjuntos se incluyen también en esta realización de la invención.

5 La Figura 4c muestra una plantilla submarina 120 con cuatro bocas de pozo 470<sub>1</sub>, 470<sub>2</sub>, 470<sub>3</sub> y 470<sub>4</sub>, que básicamente cuadruplica la capacidad por unidad de tiempo para recibir fluido de una o más embarcaciones 110. La plantilla submarina 120 tiene además componentes y conjuntos de alimentación de fluido específicos para cada una de las bocas de pozo 470<sub>1</sub>, 470<sub>2</sub>, 470<sub>3</sub> y 470<sub>4</sub> respectivamente.

10 Aquí, después de conectar el primer y segundo tubos ascendentes 171 y 172 como se describió anteriormente con referencia a la Figura 4b, se realiza el siguiente procedimiento. El VOAD se controla para dirigir el primer tubo ascendente 171 contra un tercer medio de penetración 441<sub>3</sub> de un tercer miembro de manguito 440<sub>3</sub>. El tercer medio de penetración 441<sub>3</sub> está configurado para penetrar en el primer tubo ascendente 171 para hacer que el tercer medio de penetración 441<sub>3</sub> penetre en la sección de base 410<sub>1</sub> del primer tubo ascendente 171 y cree una segunda abertura en el primer tubo ascendente 171. A continuación, el VOAD 350 se controla para conectar el tercer miembro de manguito 440<sub>3</sub> a un tercer árbol de válvulas de inyección 460<sub>3</sub> comprendido en la plantilla submarina 120. El tercer árbol de válvulas de inyección 460<sub>3</sub> está en conexión fluida con la tercera boca de pozo 470<sub>3</sub> para el orificio de perforación 140 al vacío subterráneo 150.

20 Posteriormente, el VOAD 350 se controla para dirigir el segundo tubo ascendente 172 contra un cuarto medio de penetración 441<sub>4</sub> de un cuarto miembro de manguito 440<sub>4</sub>. El cuarto medio de penetración 441<sub>4</sub> está configurado para penetrar en el segundo tubo ascendente 172 para hacer que el cuarto medio de penetración 441<sub>4</sub> penetre en la sección de base 410<sub>2</sub> del segundo tubo ascendente 172 y cree una segunda abertura en el segundo tubo ascendente 172. Después de eso, el VOAD 350 se controla para conectar el cuarto miembro de manguito 440<sub>4</sub> a un cuarto árbol de válvulas de inyección 460<sub>4</sub> en la plantilla submarina 120. El cuarto árbol de válvulas de inyección 460<sub>4</sub>, a su vez, está en conexión fluida con una cuarta boca de pozo 470<sub>4</sub> para un orificio de perforación 140 al vacío subterráneo 150.

30 Preferentemente, en cada una de las realizaciones ilustradas en las Figuras 4b y 4c, la plantilla submarina 120 contiene miembros de sujeción respectivos 431<sub>1</sub> y 431<sub>2</sub> dispuestos para mantener presionadas las secciones de base 410<sub>1</sub> y 410<sub>2</sub> del primero y segundo tubo ascendente 171 y 172, respectivamente, de modo que las secciones de base 410<sub>1</sub> y 410<sub>2</sub> se mantengan paralelas al fondo marino 130.

Haciendo referencia ahora al diagrama de flujo de la Figura 7, describiremos un procedimiento para conectar el tubo ascendente 171 a la plantilla submarina 120 según una realización de la invención mediante el uso del VOAD 350.

35 En una primera etapa 710, el VOAD 350 se controla para dirigir el extremo emisor 412 de la sección de base 410 del tubo ascendente 171 al miembro guía de plantilla 432 en la plantilla submarina 120.

40 A partir de entonces, en una etapa 720, el VOAD 350 se controla para introducir el extremo emisor 412 de la sección de base 410 del tubo ascendente 171 a través del miembro guía de plantilla 432 al miembro de manguito 440, que tiene medios de penetración 441 configurados para penetrar en el tubo ascendente 171. En consecuencia, cuando el segundo extremo 412 de la sección de base 410 se alimenta al miembro de manguito 440, se hace que los medios de penetración 441 penetren en el tubo ascendente 171 en el segundo extremo 412 y creen una abertura en el tubo ascendente 171.

45 Finalmente, en una etapa posterior 730, el VOAD 350 se controla para conectar el miembro de manguito 440 al árbol de válvulas de inyección 460 en la plantilla submarina 120.

50 Según una realización de la invención, la plantilla submarina 120 contiene una tubería de puente 450 que tiene una forma general de U, que está configurada para establecer una conexión fluida entre la abertura en el tubo ascendente 171 y el árbol de válvulas de inyección 460. Una ventaja de que la tubería de puente 450 sea exclusivamente un elemento de tubería es que se puede hacer lo suficientemente flexible como para cumplir con los requisitos de tolerancia para realizar una conexión exitosa.

55 Sin embargo, la tubería de puente 450 también puede actuar como un "puente de estrangulamiento de inyección". Esto significa que la tubería de puente 450 incluye una válvula de estrangulación e instrumentación para controlar la inyección del fluido. La tubería de puente 450 está diseñada con tales tolerancias de diseño que se puede unir tanto al conector vertical que se extiende desde los medios de penetración 441 como al árbol de válvulas 460. Preferentemente, esta conexión también incluye una válvula 445, por ejemplo, de tipo bola o puerta, de modo que se pueda regular una velocidad del flujo de fluido hacia el árbol de válvulas de inyección 460 y cerrarla si es necesario. Es ventajoso que la válvula 445 esté configurada para ser operable por el VOAD 350.

60 Además, es preferible si la plantilla submarina 120 contiene al menos un conjunto de calentamiento. En la Figura 4, se ilustra un conjunto de calentamiento genérico 480, que está configurado para calentar el fluido recibido del tubo ascendente 171 antes de que el fluido se inyecte en el vacío subterráneo 150. Por lo tanto, por ejemplo, los tapones

65

de fluido de obstrucción pueden retirarse de la sección de base 410 del tubo ascendente 171 de una manera sencilla.

Con referencia ahora al diagrama de flujo de la Figura 9, describiremos dicho procedimiento. Como se mencionó anteriormente, la sección de base 410 se extiende entre el extremo de recepción 411 y el extremo de emisión 412 del tubo ascendente 171, donde el extremo de recepción 411 está conectado a la sección vertical 420 del tubo ascendente 171 y el extremo de emisión 412 del tubo ascendente 171 está conectado a la plantilla submarina 120. La plantilla submarina 120 está conectada además a la boca de pozo (470) para un orificio de perforación 140 al vacío subterráneo 150 donde el fluido recibido a través del tubo ascendente 171 debe inyectarse desde la plantilla submarina 120.

En una primera etapa 910, el conjunto de calentamiento 480 se controla para calentar al menos una porción de la sección de base 410. Una etapa posterior 920 verifica si al menos una porción de la sección de base 410 ha alcanzado una temperatura predeterminada. Si es así, sigue una etapa 930; y de lo contrario, el procedimiento vuelve a la etapa 910.

En la etapa 930, el conjunto de calentamiento 480 se controla para mantener un nivel de temperatura por encima o igual a la temperatura predeterminada en la al menos una sección de la sección de base.

A continuación, una etapa comprueba si ha expirado un período de calentamiento. Si es así, el procedimiento termina; y de lo contrario, el procedimiento vuelve a la etapa 930.

Haciendo referencia nuevamente a la Figura 4, según una realización de la invención, la plantilla submarina 120 contiene una interfaz de energía 120p que está configurada para recibir energía eléctrica PE a través de una línea de energía eléctrica 185 en el fondo marino 130, por ejemplo, desde una fuente de energía en tierra 180. También es ventajoso si la plantilla submarina 120 contiene al menos una batería 490 configurada para proporcionar energía eléctrica a al menos un conjunto en la plantilla submarina 120, por ejemplo, el conjunto de calentamiento 480, la válvula 445 y/ o el árbol de válvulas de inyección 460.

Naturalmente, es preferible si también la al menos una batería 490 está configurada para ser cargada por la energía eléctrica PE recibida a través de la interfaz de energía 120p.

Además de las tareas mencionadas anteriormente, el VOAD 350 se configura preferentemente para controlarse para efectuar al menos un procedimiento en relación con el control de la válvula 445 en la plantilla submarina 120, el control de una o más válvulas en la boya 170 y/o la realización del mantenimiento del sistema de inyección de fluido.

La Figura 8 ilustra, por medio de un diagrama de flujo, un procedimiento para retirar tapones de fluido obstrutores en el tubo ascendente 171, que es una alternativa al procedimiento descrito anteriormente con referencia a la Figura 9.

En una primera etapa 810, al menos un líquido auxiliar se calienta a una temperatura predeterminada en la embarcación 110.

A continuación, en una etapa 820, al menos un recipiente que contiene el al menos un líquido auxiliar calentado se envía desde la embarcación 110 a un recipiente de almacenamiento en la plantilla submarina 120.

En una etapa posterior 830, el al menos un líquido auxiliar calentado se inyecta desde el recipiente de almacenamiento en al menos un punto de inyección en la sección de base 410 del tubo ascendente 171, y desde la embarcación 110 en al menos un punto de inyección en la sección vertical 420 del tubo ascendente 171.

A continuación, en una etapa 840, se verifica si los tapones en el tubo ascendente 171 se han fundido. Si es así, el procedimiento termina; y de lo contrario, el procedimiento vuelve a la etapa 810.

Los expertos en la materia pueden entender y efectuar variaciones en las realizaciones descritas al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas.

El término "comprende/que comprende", cuando se usa en esta memoria descriptiva, se entiende que especifica la presencia de características, números enteros, etapas o componentes indicados. El término no excluye la presencia o adición de uno o más elementos, características, números enteros, etapas o componentes adicionales o grupos de estos. El artículo indefinido "uno" o "una" no excluye una pluralidad. En las reivindicaciones, la palabra "o" no debe interpretarse como un o exclusivo (a veces denominado "XOR"). Por el contrario, expresiones como "A o B" cubren todos los casos "A y no B", "B y no A" y "A y B", a menos que se indique lo contrario. El simple hecho de que se mencionen ciertas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no se pueda utilizar como ventaja una combinación de dichas medidas. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitador del alcance.

También debe observarse que las características de las diversas realizaciones descritas en esta invención pueden combinarse libremente, a menos que se indique explícitamente que dicha combinación sería inadecuada.

La invención no se limita a las realizaciones descritas en las figuras, sino que se puede variar libremente según el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. El procedimiento de unión de al menos un tubo ascendente (171, 172) a una boya (170), cuya boya (170) y al menos un tubo ascendente (171, 172) deben disponerse para inyectar fluido desde una embarcación (110) en la superficie del agua (111) hacia un vacío subterráneo (150) debajo del fondo marino (130), comprendiendo el procedimiento:
- 5
- 10 controlar un vehículo operado a distancia (350) para unir un cable del cabrestante (320) a un extremo superior (300) de un primer tubo ascendente (171) del al menos un tubo ascendente (171, 172),  
controlar el vehículo operado a distancia (350) para conducir el cable del cabrestante (320) a través de la boya (170) a un conjunto de cabrestante (330) en un fondo marino (130) debajo de la boya (170),  
controlar el conjunto de cabrestante (330) para levantar el extremo superior (300) del primer tubo ascendente (171) hacia un lado inferior de la boya (170), y  
15 controlar el vehículo operado a distancia (350) para conectar el extremo superior (300) del primer tubo ascendente (171) a una primera disposición de conector (210) en la parte inferior de la boya (170).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- 20 controlar el vehículo operado a distancia (350) para unir el cable del cabrestante (320) al extremo superior (300) de un segundo tubo ascendente (172) del al menos un tubo ascendente (171, 172),  
controlar el vehículo operado a distancia (350) para conducir el cable del cabrestante (320) a través de la boya (170) al conjunto del cabrestante (330) en el fondo marino (130) debajo de la boya (170),  
controlar el conjunto del cabrestante (330) para tirar hacia arriba del extremo superior (300) del segundo tubo ascendente (172) hacia el lado inferior de la boya (170), y  
25 controlar el vehículo operado a distancia (350) para conectar el extremo superior (300) del segundo tubo ascendente (172) a una segunda disposición de conector (210) en la parte inferior de la boya (170).

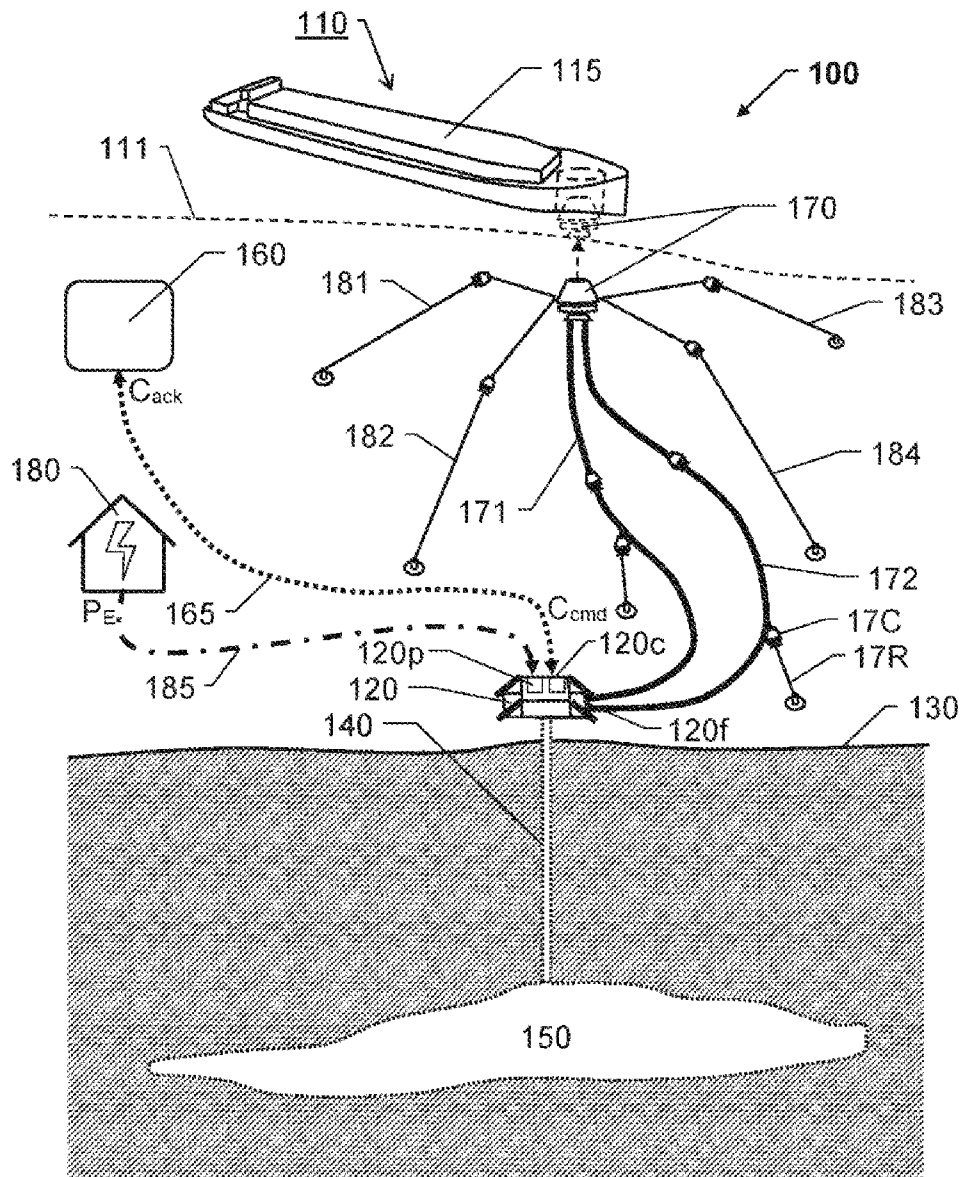
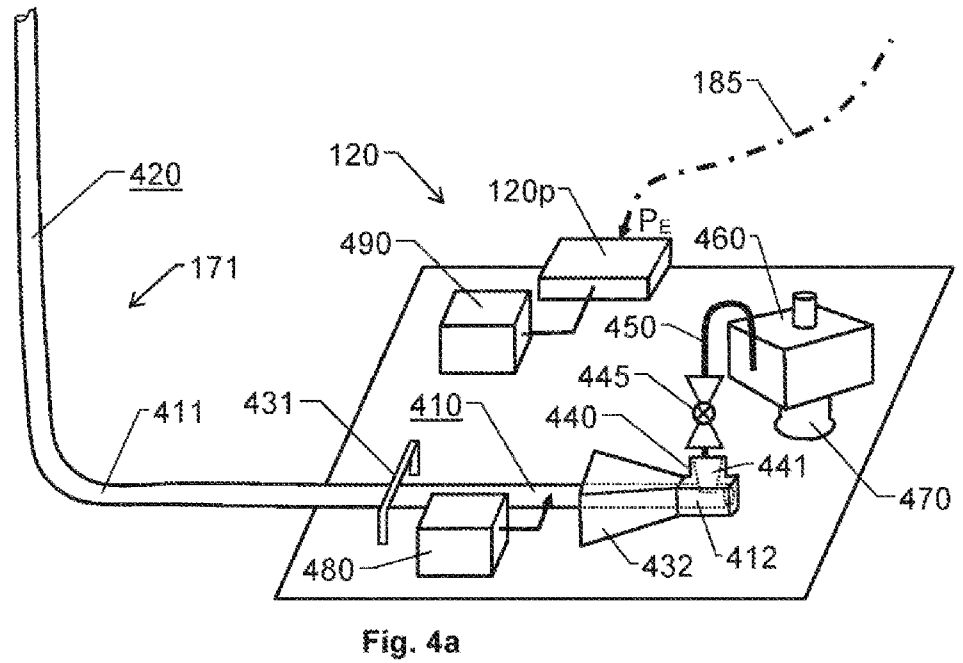
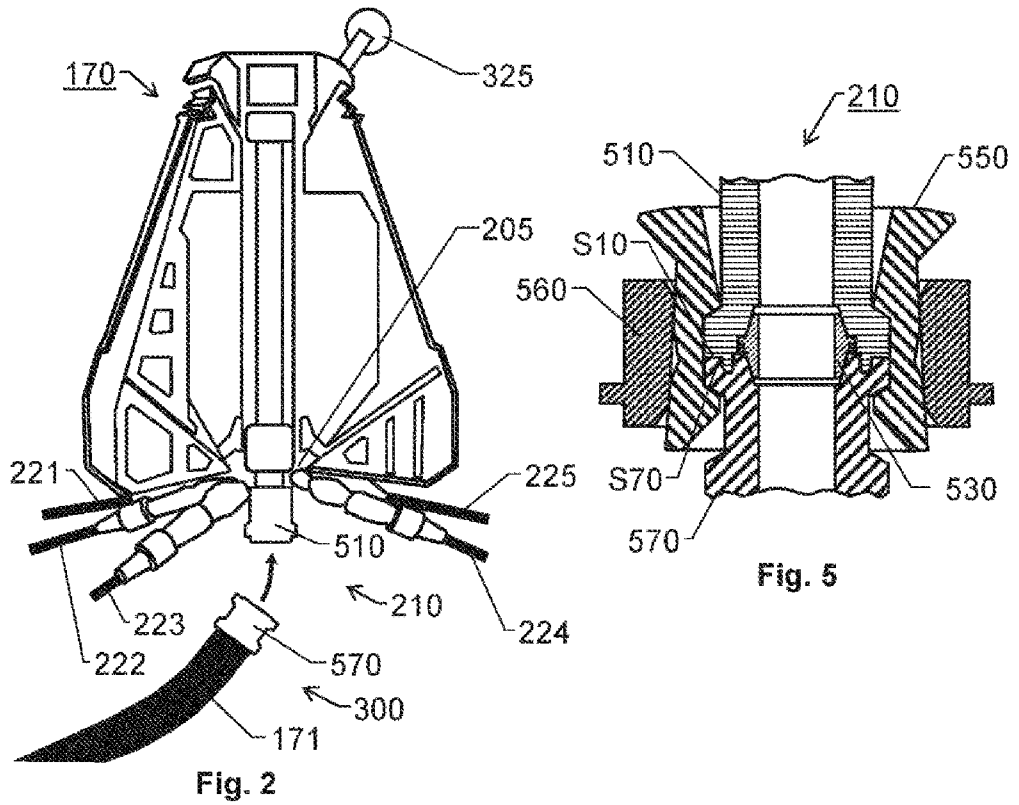


Fig. 1



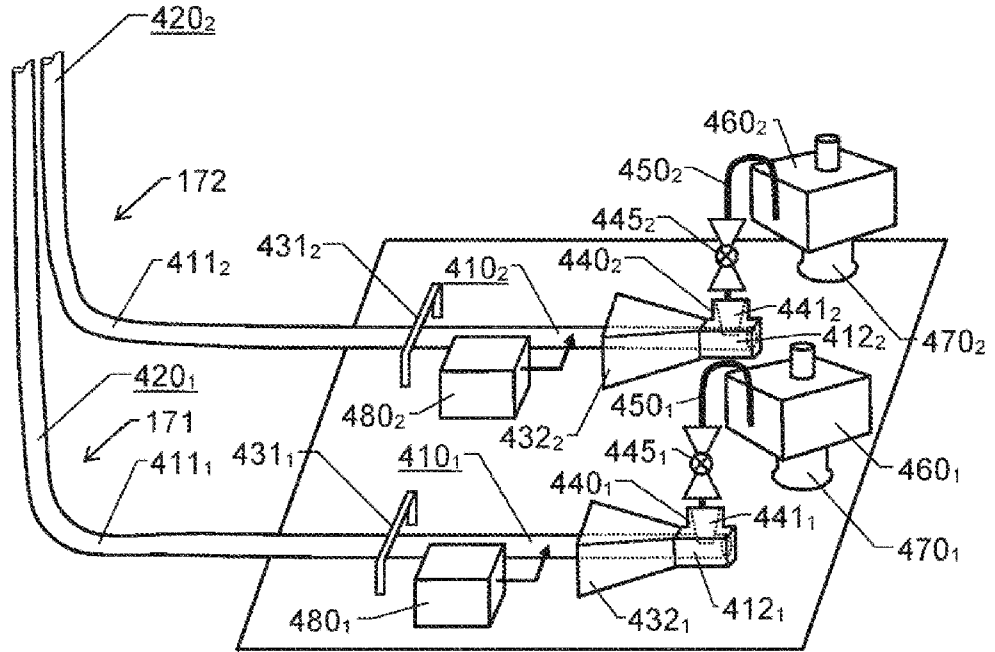


Fig. 4b

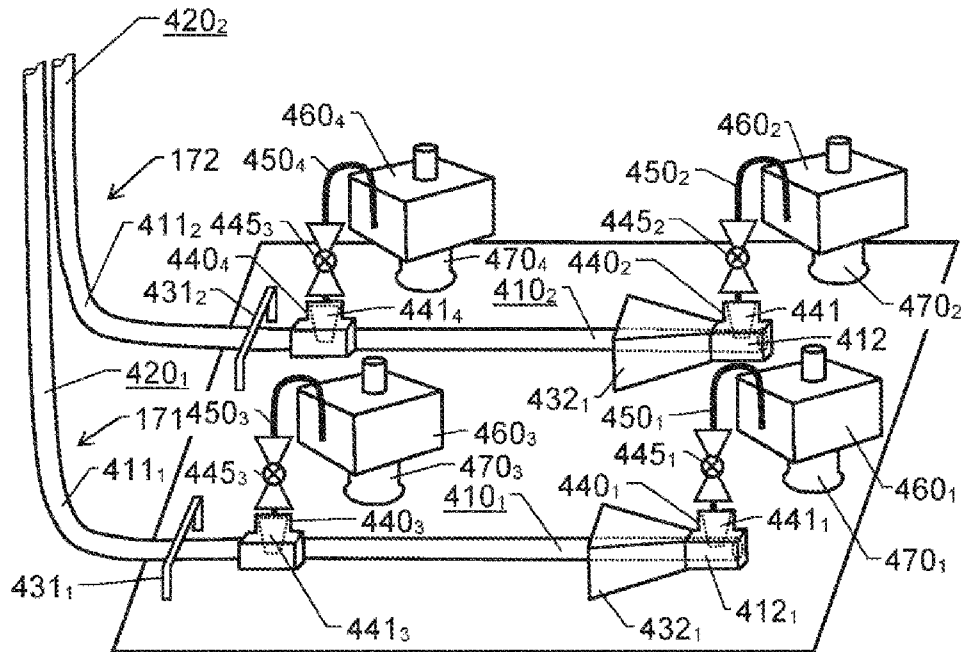
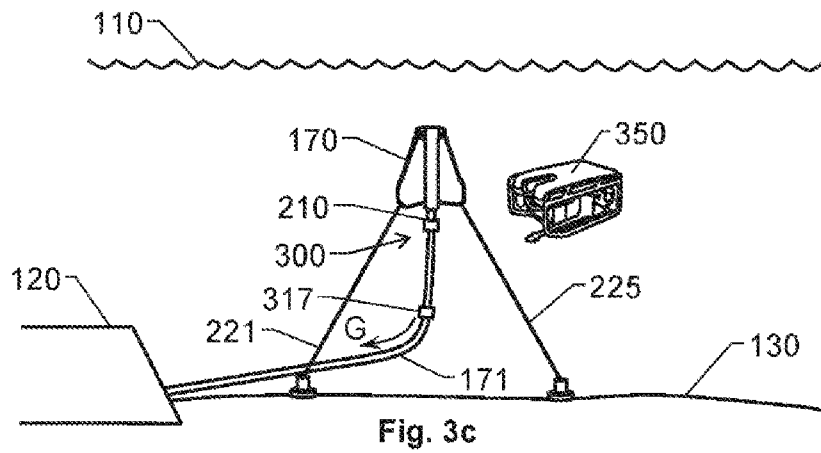
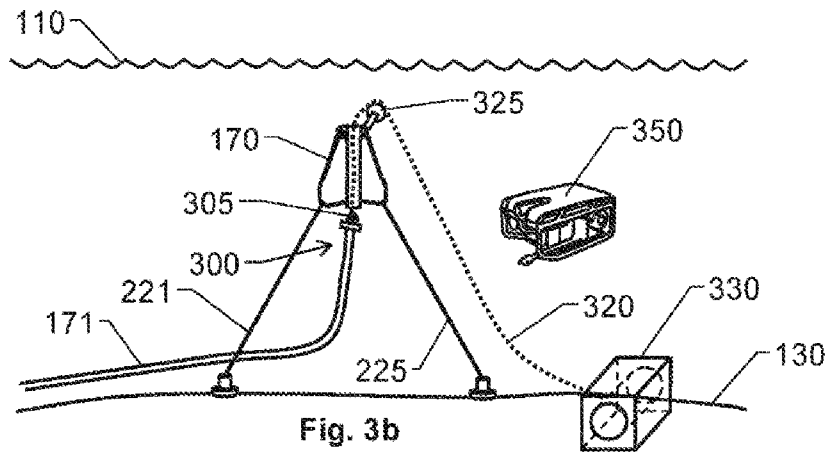
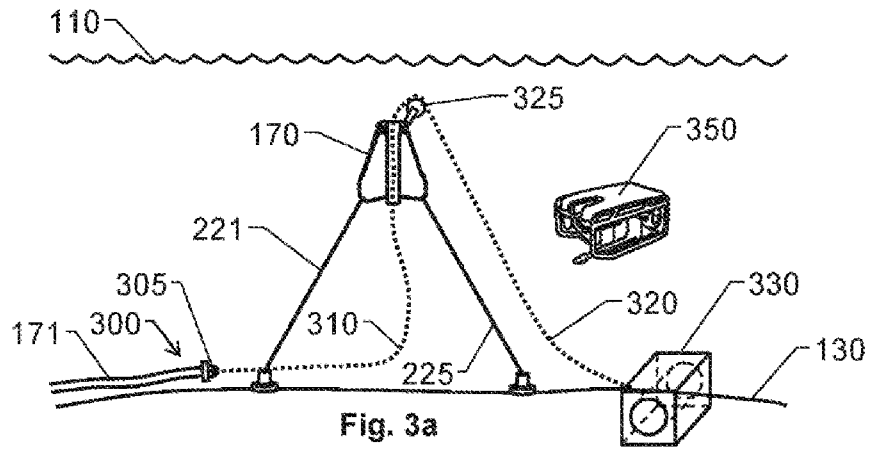


Fig. 4c



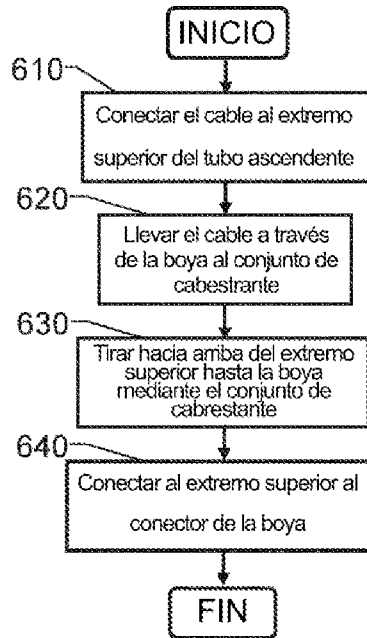


Fig. 6

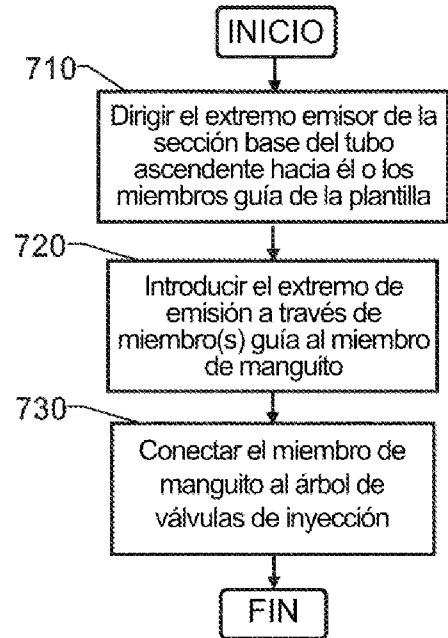


Fig. 7

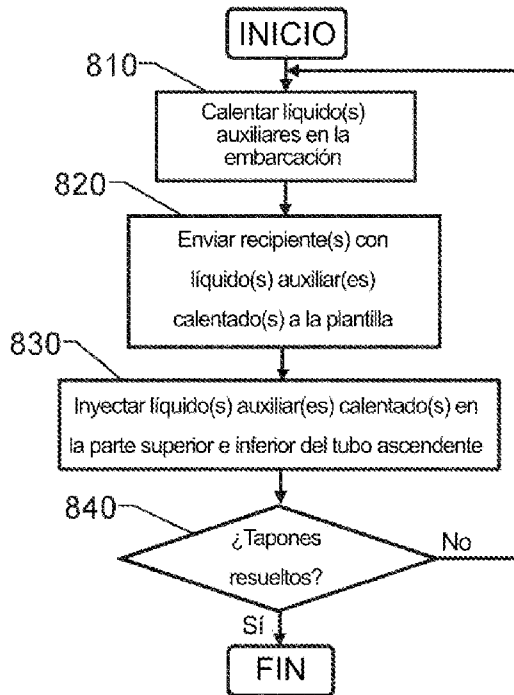


Fig. 8

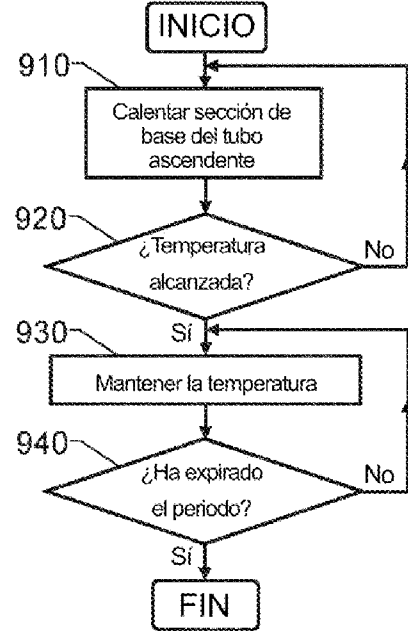


Fig. 9