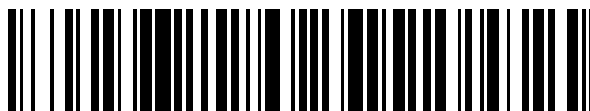


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 300**

51 Int. Cl.:

<b>E02B 3/06</b>	(2006.01)
<b>B63B 35/44</b>	(2006.01)
<b>E02B 17/02</b>	(2006.01)
<b>E02D 23/02</b>	(2006.01)
<b>E02D 27/52</b>	(2006.01)
<b>B63C 1/02</b>	(2006.01)
<b>B63B 35/00</b>	(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2015 PCT/NO2015/050156**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016 WO16085347**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2015 E 15862483 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3250758**

54 Título: **Terminal de lecho marino para actividades en alta mar**

30 Prioridad:

**27.11.2014 NO 20141426**

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

**26.11.2020**

73 Titular/es:

**GRAVI FLOAT AS (100.0%)  
P.O. Box 2424  
5824 Bergen, NO**

72 Inventor/es:

**VARTDAL, HARALD;  
RØYSHEIM, TORE y  
KJERSEM, GEIR L.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 796 300 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

Terminal de lecho marino para actividades en alta mar

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención se refiere a una terminal de lecho marino en aguas poco profundas, para almacenar y cargar o descargar hidrocarburos, tales como GNL, petróleo o gas, que comprende un módulo de almacenamiento, extraíble y flotante, así como una subestructura del lecho marino extraíble, la cual se sustenta en un lecho marino mediante pilotes; el módulo flotante se fija a la subestructura del lecho marino de manera desmontable, para que se forme una terminal portuaria; la subestructura del lecho marino comprende una estructura base provista de dispositivos de flotabilidad, una estructura de paredes que se extienden hacia arriba, desde la estructura base, y dispuesta a lo largo de al menos una parte de la periferia de la estructura base; la estructura base también está provista de una abertura en la estructura de paredes laterales, para permitir que el módulo flotante pueda atracarse mediante la subestructura del lecho marino y sea sustentado por ella.

**Antecedentes de la invención**

15 Los emplazamientos portuarios para GNL o los grandes buques petroleros se consideran muy peligrosos. Por lo tanto, resulta desventajoso situar estos emplazamientos en las cercanías de las áreas pobladas. Al mismo tiempo, el mayor número de consumidores de GNL se encuentra en países densamente poblados. En consecuencia, se han sugerido varias soluciones para colocar las instalaciones de almacenamiento de GNL en el mar.

20 Además, para transferir el GNL, a menudo se utilizan brazos o mangueras articulados, que están bien aislados y son flexibles. De hecho, las mangueras suelen ser muy rígidas y apenas flexibles. Por lo general, los brazos articulados se mueven en un solo plano y no toleran movimientos laterales. Esto requiere que el buque de GNL atraque adecuadamente en puertos protegidos, tanto durante las operaciones de carga como de descarga, a sotavento de la dirección predominante del viento y/o de las olas.

25 Tiempo atrás se propuso proporcionar emplazamientos portuarios para la carga de GNL en el mar flotantes o situados en el fondo del océano. Los emplazamientos flotantes presentan el problema en común de que la transferencia de GNL entre el buque y la instalación de almacenamiento tiene lugar entre dos cuerpos flotantes y móviles, que se desplazan de un modo más o menos independiente entre sí. La dinámica impone grandes exigencias al equipo y la seguridad si la carga se lleva a cabo de manera colateral.

30 Un problema importante de las estructuras de almacenamiento de líquidos que se apoyan directamente sobre el lecho marino por gravedad (GBS = *Gravity Base Structure*, estructura basada en la gravedad), especialmente en aguas poco profundas, es que una GBS requiere grandes volúmenes de lastre fijo para asegurar la presión positiva del suelo en todo momento —también en condiciones extremas, por ejemplo, en presencia de olas ciclónicas. Es bien sabido que las olas ciclónicas aparecen principalmente en aguas poco profundas cerca de la tierra, por ejemplo, en relación con los ciclones tropicales, en donde los niveles de agua cerca de la costa pueden aumentar temporalmente hasta 8-9 metros. Esto impone enormes fuerzas de elevación en una GBS, con almacenamiento de líquidos con una gran área plana de agua a nivel del mar y ubicada cerca de la costa. Los volúmenes adicionales de lastre fijos para contrarrestar tales fuerzas de elevación temporales requieren de un aumento significativo del volumen y del peso de la GBS para asegurar una presión positiva en el fondo en todo momento, pero también para garantizar la flotabilidad adicional durante la flotación, la inmersión y la instalación de la GBS sobre el lecho marino. Una vez más, este incremento en el volumen redundará en un mayor aumento de las fuerzas de elevación, lo que requerirá volúmenes adicionales de lastre, tanto para el lastre de agua de mar como para el lastre fijo, lo que representa un espiral con efectos de diseño negativos, que se traducirá en una solución GBS muy costosa.

35 También se sabe que las soluciones de GBS pueden no ser viables o, en el mejor de los casos, son muy caras de usar en suelos de fondos marinos blandos y no consolidados, como los que se encuentran en los deltas fluviales. Por tales razones, la GBS puede estar equipada con faldones de succión, pero el mero tamaño y la altura vertical de dichas soluciones con faldones pueden representar soluciones de cimentación prohibitivamente caras, con lo que hasta la fecha, los cuerpos de almacenamiento flotantes son la única solución viable en áreas que presentan estas condiciones de suelo.

45 Una alternativa consiste en transferir el GNL entre la popa y la proa de los dos cuerpos flotantes, pero esto es considerablemente más difícil que las correspondientes operaciones de carga de petróleo de la técnica anterior, y el método impone grandes exigencias al equipo. Si además se permite que estos buques giren, el buque de almacenamiento para el GNL debe estar equipado con un complejo sistema giratorio subacuático para el GNL.

50 Para reducir los problemas asociados con la dinámica de los cuerpos flotantes durante las operaciones de carga, se ha propuesto instalar grandes estructuras rectangulares de acero u hormigón en el lecho marino, que funcionan como puertos artificiales, donde un muro continuo de acero u hormigón está diseñado de modo tal que forme una protección para las olas entrantes. Las profundidades típicas de agua propuestas son de 8-30 metros. Este tipo de grandes construcciones se han diseñado para que se las construya lejos de áreas pobladas y, al mismo tiempo, para que funcionen como un rompeolas para los buques de GNL durante las operaciones de carga y descarga.

- 5 El problema puede reducirse desplazando el barco hacia el lado de sotavento de la construcción portuaria, pero los cálculos y los experimentos en cuencas han demostrado que la construcción portuaria que forma una barrera continua debe ser de un gran tamaño si se desea obtener un efecto de blindaje significativo cuando las olas y la marejada llegan desde un ángulo particularmente desfavorable, durante un cierto período. Esto se debe al ampliamente conocido efecto de que las olas oceánicas se flexionan alrededor de ambos lados de tal construcción y a que surge un punto focal a cierta distancia, detrás del lado de sotavento donde se encuentran las olas que se han flexionado. En este punto focal, la altura de las olas puede ser mayor que la de las olas entrantes.
- 10 Por lo tanto, una construcción portuaria de gran magnitud ubicada en el fondo del océano, cuyo propósito sea el de fungir como un escudo contra el oleaje, es muy costosa. Se han sugerido diferentes formas para tales tipos de emplazamientos portuarios para el GNL construidos en hormigón, para proteger a los buques de las olas durante las operaciones de carga. Una forma sugerida consiste, por ejemplo, en hacer la construcción en forma de una herradura y permitir que los buques de GNL carguen/descarguen dentro de ella. Si bien esto reduce la dinámica considerablemente, el emplazamiento portuario es aún más costoso que un emplazamiento portuario de forma rectangular.
- 15 El documento de patente británica número GB 1369915 describe un emplazamiento portuario que comprende una serie de unidades que están a flote o hundidas y construidas de otra manera para su colocación en el fondo del mar. Cada unidad comprende una base, una estructura portadora de la carga y elementos rompeolas móviles, que se pueden mover si es necesario.
- 20 El documento de patente estadounidense número US 3.958.426 describe un emplazamiento portuario que comprende varias unidades separadas en el lecho marino, de modo que se forme al menos un sitio de amarre recto. Las unidades cuentan con defensas y dispositivos de amortiguación de olas.
- 25 La propia publicación de los solicitantes número WO 2006/041312 describe una planta portuaria en el mar para el almacenamiento, la carga y la descarga de hidrocarburos, tales como GNL, cuyo contenido completo está incluido en la presente por la referencia. El puerto consta de tres unidades construidas de acero u hormigón, situadas en el fondo del mar. Las unidades se colocan en relación lateral, en línea. El puerto está configurado para amortiguar las olas, ya que la embarcación se ha diseñado para apoyarse en el lado de sotavento del amarre.
- 30 La propia publicación de los solicitantes número WO 2013/002648 describe una planta portuaria en el mar para el almacenamiento, la carga y la descarga de productos de hidrocarburos, la cual comprende una serie de unidades que se colocan mutuamente en el lecho marino, para que se forme una planta portuaria. Las unidades se colocan independientemente a una distancia dada entre sí, en dirección lateral, y tienen una superficie frontal a lo largo de la cual se pretende amarrar un barco, formando uno o más pasajes para partes de las olas y se configuran para amortiguar una parte de las olas entrantes, mientras permite que otras partes de las olas y la corriente pasen a través de la planta portuaria.
- 35 El documento de patente estadounidense número US 2005/139595 describe una planta de almacenamiento y carga de GNL, que consiste en una estructura para el lecho marino, que descansa sobre el fondo del mar; la estructura del lecho marino tiene una losa de base que descansa sobre el lecho marino y tres paredes que se extienden hacia arriba. La estructura del lecho marino tiene una abertura, lo que permite maniobrar un módulo flotante hasta que tome su posición dentro de la estructura del lecho marino y está provista de lastre para que descansen sobre la losa de la base.
- 40 El documento de patente británica número GB 2 345 716 se refiere a una disposición de semiatraque para un buque de producción y almacenamiento de fondo plano. La disposición comprende una losa de base alargada, sumergible, con una superficie superior plana. Se puede colocar un buque de fondo plano sobre la superficie superior plana. La losa de base tiene una superficie inferior generalmente plana, que se conecta a tierra en un lecho marino poco profundo, y está provista de medios para estabilizar la losa de base en el lecho marino y medios para situar el buque de fondo plano directa o indirectamente sobre la losa de base.
- 45 La losa puede tener columnas verticales, adaptadas para actuar como delfines de amarre, a fin de que se pueda atracar otra embarcación al costado y separarla del buque de fondo plano.
- 50 El documento de patente francesa número FR 2894646 describe una estructura basada en la gravedad que descansa sobre el fondo del mar, debido a su propio peso, y que está provista de faldones que se proyectan hacia abajo y abiertos, comprimidos contra el fondo del mar. La estructura basada en la gravedad tiene un diseño en forma de "U", con paredes verticales que se extienden hacia arriba desde una losa inferior sumergida, provista de cámara de flotabilidad, que funciona como peso para proporcionar el peso requerido. Una realización de la estructura basada en la gravedad también puede estar dotada de pilotes que se extienden hacia abajo, a través de las paredes verticales y hacia el suelo de sostén; los pilotes terminan en la parte superior de las paredes, sobre el nivel del mar.
- 55 Sin embargo, estas plantas portuarias para almacenamiento pueden ser de gran escala, complejas y costosas. Tardan mucho tiempo en construirse y tienen una variación limitada con respecto a la movilidad y otras aplicaciones. Debido a las dependencias de faldones profundos para permitir la cimentación, también pueden surgir problemas durante la instalación, en particular, en aguas poco profundas, cuando el lecho del mar es lodoso o blando. Además, la densidad,

composición, consolidación y topografía del suelo del lecho marino pueden variar significativamente de una ubicación de lecho marino a otra. Por ejemplo, el suelo en las desembocaduras de los ríos a menudo estará dominado por un suelo blando y fangoso, con una especie de textura de yogur, mientras que otras áreas del lecho marino pueden verse influenciadas o superpuestas por arenisca dura, piedra caliza o roca volcánica antigua. Esto tiene un impacto directo sobre la capacidad de carga del suelo del lecho marino y, por lo tanto, la posibilidad de encontrar una solución de cimentación predecible y confiable para una estructura del lecho marino que deba descansar sobre él.

Por lo tanto, existe la necesidad de hallar sistemas de plantas portuarias rentables, versátiles y flexibles que puedan almacenar diferentes productos relacionados con el petróleo y el abastecimiento de combustible, y que sean fáciles de construir, mantener y reparar, y que puedan estandarizarse en la medida de lo posible por cuestiones de costos y fabricación, y que pueden desplegarse fácilmente en alta mar o cerca de la costa con cualquier tipo de suelo de lecho marino.

### **Compendio de la invención**

La invención, como se define en la reivindicación 1, se refiere a una terminal de lecho marino de aguas poco profundas para GNL, productos derivados del petróleo y abastecimiento de combustible, que comprende al menos una subestructura de lecho marino extraíble, que se coloca y se apoya sobre pilotes en un lecho marino, para que se forme una cimentación estable del puerto. Un módulo de almacenamiento es extraíble y está dispuesto en la parte superior de la subestructura, formando una unidad de lecho marino, y al menos una unidad de lecho marino que constituye una terminal de lecho marino.

Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar una terminal de lecho marino, diseñada de tal manera que la terminal no requiera el uso de faldones abiertos que sobresalgan hacia abajo para asegurar una cimentación estable en un emplazamiento de lecho marino, y mucho menos la necesidad de una superficie inferior de la subestructura del lecho marino que esté parcial o completamente en contacto con el lecho marino. De hecho, la estructura del lecho marino está sustentada por completo por los pilotes utilizados y se apoya sobre ellos.

Esta descripción también se refiere a un método no reivindicado para establecer una terminal de lecho marino ensamblado, una configuración de amarre no reivindicada para la subestructura del lecho marino y un método no reivindicado para introducir un módulo flotante a la subestructura del lecho marino.

A continuación, la designación común de GNL (gas natural licuado) se utiliza para el gas natural que se enfría a un estado líquido. Es común enfriar metano a -161 grados centígrados aproximadamente, pero la invención también es aplicable a otros tipos de productos derivados del petróleo, como gases refrigerados, tales como etano, metano, propano y butano. Además, la invención puede usarse para el almacenamiento, la carga y la descarga de petróleo y productos derivados del petróleo.

Un objeto de la presente invención reside en proporcionar una terminal versátil para lechos marinos de aguas poco profundas con unidades de almacenamiento.

Otro objeto de la invención es proporcionar una terminal de lecho marino que esté diseñada para transferir cargas verticales muy grandes hacia el suelo del lecho marino, causadas por grandes pesos de líquidos almacenados dentro del módulo de almacenamiento, sin permitir ningún movimiento relativo entre la terminal y la estructura de soporte y cualquier movimiento relativo entre el lecho marino y la terminal.

Un objeto adicional de la presente invención consiste en proporcionar una terminal de lecho marino de aguas poco profundas, que sea flexible, rentable y fácil de establecer en la mayoría de los tipos de condiciones del suelo del lecho marino.

Otro objeto más de la presente invención reside en proporcionar una terminal de lecho marino de aguas poco profundas, fácil de convertir, para almacenar diferentes productos relacionados con el petróleo y el abastecimiento de combustible.

Otro objeto más de la presente invención radica en proporcionar una terminal de lecho marino de aguas poco profundas que sea escalable, en la medida que pueda expandirse o reducirse fácilmente en cuanto a su tamaño, adaptándose a las dimensiones requeridas.

Un objeto de la invención consiste en proporcionar un sistema de almacenamiento cerca de la costa que, cuando se requiera, también se pueda ubicar en un suelo extremadamente blando y fangoso, como el que se encuentra en los deltas de los ríos y en las áreas de lechos marinos con suelo no consolidado, donde no se pueden instalar estructuras basadas en la gravedad o cuya instalación sería prohibitiva por los costos.

Un objeto adicional de la invención radica en que se le puede dar la capacidad estructural para resistir grandes fuerzas de elevación de flotabilidad durante olas ciclónicas extremas, sin ninguna modificación volumétrica importante de su estructura portante de la carga.

5 También es un objeto de la invención proporcionar una terminal de lecho marino flexible, ubicada en el fondo para GNL, productos petrolíferos y abastecimiento de combustible en el mar, que se pueda construir como varias unidades más pequeñas, donde cada unidad pueda bajarse al lecho marino individualmente, con el apoyo de medios de pilotes, de modo que todas las unidades finalmente formen una terminal del lecho marino con puntos de amarre en una dirección deseada, alternativamente en varias direcciones diferentes.

10 Otro objeto más de la invención consiste en permitir la construcción de cada una de las unidades de la terminal del lecho marino a un precio razonable y de la manera más eficiente y completa posible, en un sitio de construcción tradicional, preferiblemente en un astillero, con el uso de un dique seco. De este modo, se minimizará el costoso trabajo de acabado en el mar. Después del equipamiento final en el emplazamiento de construcción, cada una de las unidades se lleva o remolca al lugar de instalación, para bajarla finalmente allí, con el uso de técnicas conocidas.

También constituye un objeto de la invención garantizar la transferencia segura de grandes cargas verticales hacia el lecho marino, generadas al almacenar grandes volúmenes de líquidos sobre el nivel del mar.

15 También es un objeto de la presente invención proporcionar una terminal de lecho marino que comprenda una subestructura de lecho marino y un módulo de almacenamiento, especialmente diseñado para adaptarse entre sí y para simplificar el atraque del módulo de almacenamiento de una manera rentable y en tiempo.

También representa un objeto de la invención brindar una instalación rápida y segura del módulo de almacenamiento con equipo en cubierta.

20 Los objetos de la presente invención se logran mediante una terminal de lecho marino con aguas poco profundas, como se define adicionalmente por la reivindicación independiente. Las realizaciones, alternativas y variantes de la invención están definidas por las reivindicaciones dependientes.

25 Una característica esencial de la presente invención consiste en que la estructura base está provista de al menos una estructura de viga sumergida, que se extiende lateralmente hacia afuera, desde la estructura de paredes verticales y que también se extiende más o menos a lo largo de la circunferencia de la estructura base, configurada para soportar el módulo de flotación extraíble; la viga o losa está dotada de mangas o conductos que se extienden a través de la viga sumergida o la losa, configurada para recibir los pilotes, para ser conducidas hacia el suelo del lecho marino. La subestructura del lecho marino también puede estar provista de una losa inferior que cubra la huella total de la estructura base, o la estructura del lecho marino puede estar dotada de una viga que se extienda lateralmente, extendiéndose solo a una distancia limitada de la estructura de paredes verticales, formando una superficie sumergida para sustentar el módulo flotante.

30 De acuerdo con una realización, la cabeza de pilote se ha diseñado para que termine por debajo del nivel del mar, preferiblemente, para que esté al ras respecto de una superficie superior de la viga o losa. Además, las mangas o los conductos pueden formar un ángulo  $\alpha$  respecto del plano vertical, asegurando los pilotes en una posición inclinada cuando se instalan.

35 La estructura de paredes forma una parte integrada de la estructura base, formando una unidad de subestructura del lecho marino, y puede estar provista de medios para el lastre. Al menos partes de la estructura de paredes se extienden por encima de la superficie del agua.

40 De acuerdo con una realización, la subestructura del lecho marino también puede estar provista de conductos o mangas para pilotaje a través de la estructura de paredes, tales conductos o mangas se extiendan desde la parte superior de la estructura de paredes hasta el fondo de la estructura de paredes. Además, la subestructura del lecho marino puede estar provista de una abertura en la estructura de paredes para atracar el módulo flotante que puede cerrarse por medio de un mecanismo de cierre, formando una estructura de paredes cerrada dentro de la periferia de la estructura base. Según una realización, los conductos o las mangas pueden estar provistos de dispositivos de sellado en el extremo inferior, evitando que la lechada de cemento escape hacia abajo.

45 Además, la superficie interna de los conductos o las mangas está provista de espaciadores, preferiblemente en el extremo superior e inferior, configurados para evitar que el pilote entre en contacto directo con la pared interna del conducto o de la manga, estableciendo así un anillo para el relleno de la lechada de cemento.

50 La superficie interna de los conductos o de las mangas puede estar provista de varios dispositivos que proporcionan cizallamiento, asegurando un cizallamiento y adhesión adecuados entre la superficie de la pared interna de los conductos o las mangas y la superficie de la pared externa del pilote. Según una realización, la subestructura base puede dividirse en el mismo número de mamparos que el módulo de almacenamiento, y las paredes verticales de los mamparos forman una viga estructural de modo que las fuerzas verticales del módulo de almacenamiento se transfieran directamente hacia las vigas estructurales de la estructura base, y el módulo flotante puede estar bloqueado a la estructura base mediante un dispositivo de bloqueo mecánico o por ejemplo, mediante una soldadura de placas de fuerza de corte a la subestructura del lecho marino.

55 De acuerdo con la invención, al menos una subestructura extraíble del lecho marino se coloca y sustenta mediante pilotes que se extienden hacia el lecho marino, de modo que se forme una cimentación portuaria estable. La

5 subestructura del lecho marino comprende una estructura base provista de dispositivos de flotabilidad y una estructura de paredes que se extienden hacia arriba, también provista de dispositivos de flotabilidad. La estructura de paredes está dispuesta a lo largo de al menos una parte de la periferia de la estructura base y comprende al menos una abertura en la estructura de paredes, para introducir un módulo de almacenamiento flotante. El módulo flotante está dispuesto de forma desmontable en la parte superior de la estructura de la base, dentro de la estructura de paredes, formando juntos una unidad en alta mar sostenida por el lecho marino al menos por medio de pilotes.

10 De acuerdo con una realización preferida de la invención, la estructura de paredes, que es una parte integrada de la estructura base, forma junto con la estructura base, una unidad de subestructura para agua de mar. La estructura de paredes de la subestructura del lecho marino está por encima del nivel del mar (pero la estructura de paredes también puede estar por debajo del nivel del mar). Algunas de las ventajas de tener parte de la subestructura del lecho marino sobre el agua, como se muestra en los dibujos, son las siguientes:

- a) El plano de agua facilita y reduce la incertidumbre en torno a la instalación de la subestructura del lecho marino.
- b) La parte de la estructura del lecho marino facilita y simplifica la flotación y la instalación del módulo de almacenamiento.
- 15 c) La maquinaria de pilotaje puede colocarse en la subestructura del lecho marino por encima del nivel del agua, lo que reduce el costo y el tiempo.
- d) La subestructura del lecho marino sobre el nivel del agua representa una protección adicional contra colisiones de un barco.
- e) Algunos equipos, por ejemplo, en algunos casos, los brazos de carga, se pueden instalar en la subestructura del lecho marino y, por lo tanto, un poco alejados del módulo de almacenamiento.

20 Según una realización de la invención, la subestructura del lecho marino tiene medios de pilotaje, hasta la estructura base, posiblemente hasta la estructura de paredes que se extienden desde la parte superior de la estructura de paredes hasta la parte inferior de la estructura de paredes. La vista en sección transversal de la subestructura del lecho marino tiene diferentes formas, incluso redonda, cuadrada, rectangular, ovalada o incluso poligonal. La subestructura del lecho marino está hecha de hormigón y/o acero.

25 De acuerdo con una realización de la invención, la subestructura del lecho marino es una estructura con marco encamisado.

30 De acuerdo con una realización preferida de la invención, la subestructura del lecho marino está hecha de hormigón, con una forma rectangular, prefabricada con mamparos en la estructura base, equivalentes a los mamparos en el módulo de almacenamiento. Además, la subestructura del lecho marino es un módulo prefabricado que flota en la superficie del agua y tiene medios para el lastre. La subestructura se coloca y sostiene mediante pilotes sobre un lecho marino y posiblemente, también cuenta con medios de pilotaje a lo largo de la estructura de paredes que se extiende al menos hasta la estructura base inferior. De un modo alternativo, los pilotes pueden ser guiados también hasta la estructura de paredes que se extienden hacia arriba y la estructura base de la subestructura del lecho marino.

35 De acuerdo con una realización de la invención, el módulo de almacenamiento está hecho de acero, con una forma de sección transversal similar a la subestructura, por ejemplo, redonda, cuadrada, rectangular, ovalada o incluso poligonal. Ventajosamente, el módulo de almacenamiento tiene la misma forma que la subestructura del lecho marino.

40 De acuerdo con la invención, un módulo de almacenamiento flotante está dispuesto en la parte superior de la estructura base dentro de la estructura de paredes y tiene medios para el lastre. El módulo de almacenamiento es un módulo versátil para almacenar GNL, GLP, productos derivados del petróleo de otras instalaciones de abastecimiento de combustible y contiene al menos un mamparo. Además, la estructura base se divide en el mismo número de mamparos que el módulo de almacenamiento, y las paredes verticales de los mamparos forman una viga estructural para que las fuerzas verticales del módulo de almacenamiento se transfieran directamente hacia las vigas estructurales de la estructura base y directamente hacia los pilotes verticales que posteriormente transferirán grandes cargas al suelo.

45 Una ventaja importante de usar los pilotes de acuerdo con la presente invención reside en que los pilotes pueden captar tanto tensión como compresión y al mismo tiempo, de una manera eficiente y rentable, permiten longitudes de pilotes variables como dimensiones. El número, las posiciones y las dimensiones de los conductos o las mangas pueden configurarse de tal manera que se proporcionen conductos o mangas adicionales no utilizados en caso de que se requiera un pilotaje adicional en una etapa posterior.

50 En algunos casos, las cargas verticales inducidas por un gran módulo de almacenamiento pueden ser enormes, y es imprescindible contar con un sistema de transferencia de carga que garantice una transferencia de carga vertical segura para constatar que las operaciones sean seguras y confiables. Como ejemplo, un tanque de almacenamiento de 160.000 m<sup>3</sup> para petróleo crudo crea una carga vertical nominal de 145.000 toneladas. Suponiendo una huella de módulo de 5000 m<sup>2</sup> por ejemplo para dicho módulo, las cargas verticales sobre la estructura submarina y el lecho marino serán de aproximadamente 30 toneladas/m<sup>2</sup>, más los factores de seguridad. De acuerdo con la invención, se

puede garantizar una transferencia de carga vertical segura de tales grandes fuerzas verticales, al ubicar varios pilotes en la subestructura, debajo del módulo de almacenamiento. De acuerdo con la presente invención, tales transferencias de carga vertical grandes serán posibles en casi cualquier tipo de suelo, ya que el sistema de pilotaje puede adaptarse a varios tipos de suelo, desde suelos muy blandos hasta densos.

- 5 Una gran ventaja de la invención radica en que los pilotes de la subestructura también pueden diseñarse para tensiones para absorber las fuerzas de flotabilidad de elevación. Esta característica facilita la instalación en suelos extremadamente blandos, como los deltas fluviales, donde el suelo tiene una capacidad de retención vertical descendente limitada.

10 Además, debido a la configuración de la losa inferior utilizada, que cubre más o menos la huella completa de la estructura base, se logra un alto grado de libertad con respecto al número total de pilotes disponibles viables para el uso y a las distancias entre los pilotes vecinos y a las posiciones de tal número de pilotes. Esto puede ser particularmente importante en áreas que tienen condiciones de suelo malas o blandas y/o donde pueden ocurrir cargas e impactos ambientales extremos, como grandes olas y olas ciclónicas.

15 Además, esta característica de cimentación con pilotes también es muy útil cuando el sistema de almacenamiento de acuerdo con la invención se instala en áreas poco profundas expuestas a ciclones y olas ciclónicas, donde los niveles de agua en casos extremos de 100 años pueden elevarse hasta 8-9 metros por encima de lo normal el nivel del mar. Para tales casos, los pilotes de cimentación pueden estar diseñadas para captar una gran parte de las fuerzas de flotación de elevación, mientras que otras partes de estas fuerzas de elevación extremas y temporales pueden ser contrarrestadas por el lastre activo de agua del módulo de almacenamiento. Para lograr una transferencia eficiente de grandes fuerzas estructurales verticales, también es una ventaja que las vigas estructurales principales de la estructura base y el módulo de almacenamiento tengan interfaces estructurales en espejo. Esto significa que las fuerzas verticales del módulo de almacenamiento de mamparos se transfieren, con preferencia, directamente a las vigas estructurales principales de la estructura base.

25 El módulo de almacenamiento es prefabricado y se ajusta a la estructura del lecho marino dentro de la estructura de paredes en la periferia de la estructura base. El módulo de almacenamiento descansa por su peso estructural y lastre de agua sobre la estructura base debido a la gravedad. Además, el módulo de almacenamiento puede bloquearse, ya sea mecánicamente (mediante técnicas existentes) o por ejemplo, mediante soldaduras de placas de fuerza de corte a la subestructura del lecho marino, para contrarrestar cualquier fuerza de elevación extrema causada por el medio ambiente en el módulo de almacenamiento debido a las mareas extremas, inundaciones o *tsunamis*.

30 Según una realización de la invención, una subestructura de lecho marino está acoplada con un módulo de almacenamiento que constituye una unidad de lecho marino, y al menos una unidad de lecho marino que constituye una terminal de lecho marino.

Según otra realización, las unidades de lecho marino pueden estar dispuestas de modo que se formen dos o más puntos de amarre, y donde dichos puntos de amarre formen un ángulo entre sí, como por ejemplo, de 90 grados.

35 Las unidades de lecho marino pueden estar provistas de medios para proteger las unidades de daños causados por colisiones; dichos medios comprenden elementos que sobresalen de las superficies enfrentadas a las embarcaciones; preferiblemente, dichos medios también sirven como puntos de anclaje para un buque que debe amarrarse a lo largo de la terminal del lecho marino y también contribuir preferiblemente a un efecto rompeolas. Los medios para la protección contra colisiones pueden configurarse de tal modo que se extiendan hacia abajo, hasta la línea de flotación cuando están en su posición ya instalados.

La altura de la plataforma de amarre debe estar dispuesta sobre el nivel del mar, a una altura baja pero segura, proporcionando flexibilidad para amarrar una amplia gama de embarcaciones de diferentes tamaños.

45 El área clave para la invención sería lograr una instalación rápida y segura del módulo de almacenamiento con equipos en cubierta. Esta es la parte costosa (90-95 %) de toda la instalación. Al tener una cimentación de base preinstalada, que se estabiliza al menos por medio de pilotes y se nivela de ante mano al fondo del mar, la instalación del módulo de almacenamiento puede llevarse a cabo en cuestión de unas pocas horas.

Según la presente invención, también se proporciona un método para disponer una terminal de lecho marino. El método comprende los siguientes pasos:

50 Al menos una subestructura prefabricada flotante se remolca en el emplazamiento y se lastra al lecho marino formando una base de lecho marino.

La subestructura del lecho marino descansa de un modo estable por medios de pilotaje que la sostienen, hasta la base y, posiblemente, hasta la estructura de paredes.

55 Al menos un módulo de almacenamiento flotante prefabricado también se remolca hacia el emplazamiento y se guía hacia la subestructura, a través de una abertura en la estructura de paredes en la periferia de la estructura base y se lastra sobre la estructura base y se acopla.

5 Constituye una ventaja de la presente invención disponer las unidades de fondo marino de manera que las olas se amortigüen eficientemente por los efectos de ruptura y cancelación. Las unidades de lecho marino de acuerdo con la invención que forman la terminal del lecho marino se separan a una distancia requerida. La distancia entre las unidades se decide por las frecuencias de las olas que se pretenden amortiguar y las frecuencias permitidas que pasan entre las unidades. Esta distancia se puede calcular con métodos conocidos o se puede encontrar por medio de experimentos básicos.

Además, representa una gran ventaja en términos de construcción y economía que la terminal del lecho marino se fabrique en unidades más pequeñas. Por lo tanto, varios talleres pueden competir por la construcción que, en gran medida, podrá fabricarse en astilleros tradicionales. Además, la instalación será mucho menos peligrosa.

10 Una ventaja adicional según la presente invención reside en que la subestructura del lecho marino que constituye la unidad del lecho marino para GNL según la invención puede bajarse hasta el fondo del océano, retirarse, moverse y reemplazarse para formar nuevas configuraciones individuales, según sea necesario, utilizando técnicas conocidas.

15 La presente invención ofrece la posibilidad de introducir diferentes tipos de medios en una terminal del lecho marino para GNL, de una manera muy rentable. Al tener en cuenta el espectro local de las olas, es posible lograr una amortiguación considerable cuando la distancia entre las unidades es óptima, al mismo tiempo que la subestructura del lecho marino de cada una de las unidades del lecho marino está configurada con medios para amortiguar la energía de las olas.

También debe tenerse en cuenta que la unidad del lecho marino de la terminal del lecho marino tiene una altura considerable, lo que también demuestra la protección contra los vientos para un buque atracado.

20 La unidad del lecho marino de la terminal del lecho marino puede estar diseñada para soportar cargas verticales muy grandes sobre el lecho marino, provenientes de grandes pesos de líquidos almacenados dentro del módulo de almacenamiento sin ningún movimiento de la terminal del lecho marino, típicamente hasta 150.000 toneladas de peso muerto, correspondiente a la capacidad de un gran buque cisterna. Parte de esta capacidad puede obtenerse aumentando la altura del volumen de almacenamiento, mientras se mantiene la huella horizontal de la terminal del lecho marino.

25 Además, la presente invención ofrece la posibilidad de establecer una terminal del lecho marino en diferentes condiciones del suelo. La densidad, composición, consolidación y topografía del suelo del lecho marino pueden variar significativamente de un lugar a otro. Esto tendrá un impacto directo en la capacidad de carga del suelo del lecho marino y, por lo tanto, en la posibilidad de encontrar una solución de cimentación confiable y predecible para una estructura del lecho marino que será sustentada por el lecho marino. Según una realización, la cimentación de base puede adoptar la forma de un cuerpo flotante semisumergible, sujeto con pilotes al fondo del mar. En este caso, la subestructura base puede lastrarse como una estructura semisumergible y sujeta con pilotes al fondo del mar, a través de la estructura base y posible, aunque no necesariamente, la estructura de paredes de la subestructura del lecho marino. Es importante en estos casos lograr una transferencia eficiente de las fuerzas estructurales verticales; es ventajoso que las vigas estructurales principales de la estructura base y del módulo de almacenamiento tengan interfaces estructurales en espejo. Esto significa que las fuerzas verticales provenientes del módulo de almacenamiento de mamparos se transfieren, con preferencia, directamente a las vigas estructurales principales de la estructura base, a la estructura de pilotaje y al lecho marino. Las pruebas han demostrado que la subestructura del lecho marino con pilotes debe tolerar y soportar un peso de 100.000-120.000 toneladas.

40 Una ventaja de la presente invención reside en que los pilotes pueden terminar por debajo del nivel del mar, preferible aunque no necesariamente, más cerca del lecho marino. Además, la solución no depende de una configuración en la que la estructura base se apoye completamente sobre el lecho marino y esté sostenida directamente por él, más o menos en función del uso de una cimentación por gravedad. De esta manera, puede ser posible configurar el módulo flotante para que el peso y las cargas/fuerzas que actúan sobre el módulo flotante se transfieran más o menos a la estructura base en los cabezales de pilotes y sus alrededores.

45 Otra ventaja es que la subestructura del lecho marino de acuerdo con la presente invención no necesariamente tiene que apoyarse sobre el lecho marino, dado que el peso, las fuerzas y las cargas son soportados por los pilotes. Además, la subestructura del lecho marino no depende del uso de faldones para resistir la tensión, es decir, la elevación de la estructura causada, por ejemplo, por olas ciclónicas. Por lo tanto, la parte inferior de la estructura base no necesita tener ningún contacto de carga con el suelo del lecho marino, y los pilotes absorben las cargas variables, operativas y ambientales de la terminal marítima.

50 Es posible obtener una capacidad de carga y soporte suficiente, dependiendo de la capacidad de carga, lograda por medio de la fuerza de corte entre las superficies de los pilotes y la superficie correspondiente de las paredes de los conductos o las mangas con lechada de cemento. Debido a la lechada de cemento en el anillo formado entre la superficie externa del pilote y la superficie de los conductos o las mangas, se obtiene la resistencia al esfuerzo cortante, que se requiere para resistir las fuerzas de corte producidas que actúan en esta junta.

**Breve descripción de los dibujos**



El dispositivo según la invención puede explicarse con más detalle en la siguiente descripción, con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba de una subestructura del lecho marino, que comprende una estructura base, una estructura de paredes y canales.

5 La figura 2 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba del módulo de almacenamiento remolcado hacia el emplazamiento, para acoplarse con la subestructura del lecho marino.

La figura 3 muestra esquemáticamente una vista de cinco subestructuras acopladas con cinco módulos de almacenamiento respectivos, que forman una terminal de lecho marino poco profundo, según la invención.

10 La figura 4 muestra esquemáticamente una sección vertical a través de una pared lateral y una parte de una estructura inferior de la subestructura del lecho marino, que muestra el conducto para un pilote y el extremo superior del pilote, en donde tanto el conducto como el pilote están dispuestos verticalmente y con la subestructura apoyada con su parte inferior en el fondo del mar.

La figura 5 muestra esquemáticamente y a escala ampliada un separador inferior y un rellenedor de lechada de cemento, dispuestos en el extremo inferior del conducto destinado a recibir el pilote; el pilote se ha omitido.

15 La figura 6 muestra esquemáticamente y a escala ampliada el separador superior en el conducto del pilote, donde se omite el pilote.

La figura 7 muestra esquemáticamente una sección horizontal a través de la línea A-A en la figura 5, que muestra el extremo de salida de la línea de llenado de lechada de cemento.

20 La figura 8 muestra una segunda realización de la invención, provista de 50 mangas de pilotes, dispuestas alrededor del área periférica de la subestructura.

La figura 9 muestra esquemáticamente una sección vertical a través de una primera realización de una pared lateral de la subestructura de acuerdo con la invención, que indica el uso de mangas y pilotes inclinados.

25 La figura 10 muestra esquemáticamente una sección vertical a través de una segunda realización de una pared lateral de la subestructura según la invención, que indica el uso de mangas y pilotes inclinados, torcidos en dirección opuesta en comparación con la realización descrita en la figura 9.

La figura 11 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de otra realización de la invención, que muestra el montaje colocado en un lecho marino inclinado.

Y la figura 12 muestra esquemáticamente en perspectiva una solución propuesta para fijar el módulo a la superestructura del lecho marino.

### 30 Descripción detallada de las realizaciones descritas

Cabe señalar que en la siguiente descripción de las realizaciones mostradas en las figuras, se usan los mismos números de referencia para estructuras y características idénticas o similares.

35 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba, de una realización de la subestructura del lecho marino 10 según la invención. La subestructura del lecho marino 10 comprende una estructura base 11, con una estructura de paredes que se extienden hacia arriba 12, dispuesta a lo largo de la periferia de la estructura base 11, al menos en parte. La estructura de paredes 12 es una parte integrada de la estructura base 11, formando juntas una subestructura del lecho marino 10. Tanto la estructura base 11 como la estructura de paredes 12 están provistas de dispositivos de flotabilidad (no mostrados). Dichos medios de flotabilidad pueden estar en forma de tanques y compartimentos en la estructura base 11 y en la estructura de paredes que se extienden hacia arriba 12. La realización de la subestructura del lecho marino 10 que se muestra en la figura 1 está provista de una estructura de viga inferior 40 15 en dirección longitudinal y transversal, formando compartimentos abiertos hacia arriba 13 en la estructura base. Los compartimentos 13 pueden estar cerrados en el extremo inferior por una losa inferior, o los compartimentos pueden estar abiertos hacia abajo, proporcionando acceso a los pilotes 22 en caso de que la estructura base 11 esté en una posición elevada más o menos por encima del fondo del mar. Dichas vigas o paredes longitudinales y transversales 45 15 sirven como una superficie de soporte y refuerzo para sostener un módulo de almacenamiento flotante, que debe flotar entre la estructura de paredes que se extienden hacia arriba 12, por encima de la estructura base y se lastra para que apoye sobre dicha superficie. Las paredes que se extienden hacia arriba 12 se extienden a lo largo de tres lados de la estructura base 12 y están provistas de una abertura 18 en la estructura de paredes, para introducir un módulo de almacenamiento flotante 20 sobre la estructura base 12. El módulo de almacenamiento 20 está dispuesto de manera desmontable en la parte superior de la estructura base 11 dentro de la estructura de paredes 12, formando 50 juntas una unidad de lecho marino 30. Al menos una unidad de lecho marino 30 constituye una terminal de lecho marino 40.

La subestructura del lecho marino 10 es flotante y tiene medios para el lastre (que no se muestran) y está diseñada para ser colocada sobre el lecho marino 19 o justo por encima de este, sostenida por varias pilotes 22 u, opcionalmente, también apoyada sobre el lecho marino 19 debido a la gravedad, fijada por medio de pilotes. La estructura de paredes que se extienden hacia arriba 12 de la subestructura 10 tiene perforaciones o conductos/mangas a través de la estructura de paredes, para el pilotaje opcional y/o adicional, y también hay perforaciones en la estructura base 11 para recibir los pilotes 22. Los conductos y accesorios para recibir los pilotes 22 se describirán en mayor detalle a continuación. Un buque 16 con máquinas y herramientas para pilotaje se amarra junto a la estructura de paredes 12, para realizar las operaciones de pilotaje. Como se indica en la figura 1, los pilotes 22 están dispuestos tanto en dirección longitudinal como transversal a lo largo del pie de las tres paredes, por la viga delantera sumergida debajo de la abertura de la estructura base 11, y a lo largo de las paredes internas 25 que forman los compartimentos abiertos hacia arriba 13. De esta manera, la huella completa o al menos partes de la huella pueden estar provistas de pilotes para sostener la estructura base 11 de manera adecuada. El número de pilotes 22 utilizados y su posición, diámetro y longitud dependen del peso que se va a soportar y del estado del suelo del lecho marino.

Una ventaja de acuerdo con la presente invención reside en que la subestructura 10 del lecho marino, que constituye una parte de la unidad 30 del lecho marino para módulos flotantes, tal como una unidad flotante de almacenamiento de GNL o una barcaza de acuerdo con la invención, puede bajarse para ser instalada en alta mar o cerca de la costa, retirada, desplazada y reemplazada para formar nuevas configuraciones individuales, según sea necesario utilizando técnicas conocidas.

La figura 2 muestra esquemáticamente una vista observada en perspectiva desde arriba, que muestra un módulo de almacenamiento 20 que es remolcado por un buque de remolque 16, hasta el emplazamiento para acoplarse con la subestructura 10 del lecho marino, parcialmente sumergida y preinstalada. El módulo de almacenamiento 20 es flotante y tiene medios para lastre (que no se muestran) y está hecho preferiblemente de acero, aunque también se pueden usar otros materiales como el hormigón. Debe apreciarse que el módulo de almacenamiento 20 de acuerdo con la presente invención también puede estar provisto de medios, tales como sistemas de carga, grúas, guinches, etc. sobre el módulo de almacenamiento. Cuando el módulo de almacenamiento 20 llega al emplazamiento, se acopla con la subestructura del lecho marino 10 colocada en el lecho marino 19. Durante esta operación de acoplamiento, el módulo flotante 20 se maniobra hacia adentro a través de la abertura 18 y entre las dos estructuras de paredes laterales paralelas que se extienden hacia arriba 12. La estructura de paredes 12 de la subestructura del lecho marino 10 se extiende por encima de la superficie del agua 19 (como se ve en la figura 2), hasta que el módulo de almacenamiento flotante 20 es guiado hacia la parte superior de la estructura base 11, dentro de la estructura de paredes 12. El módulo 20 tiene lastre, de modo que el módulo 20 se apoya de un modo estable sobre la base de la subestructura del lecho marino 10, formando una unidad ensamblada 30 en el lecho marino.

Una ventaja de acuerdo con la presente invención reside en que el módulo de almacenamiento 20 se puede convertir fácilmente para almacenar diferentes productos relacionados con el petróleo y el abastecimiento de combustible y/o cumplir diferentes funciones. El módulo de almacenamiento 20 puede bajarse sobre la subestructura del lecho marino 10, retirarse, desplazarse y reemplazarse para formar nuevas configuraciones individuales, según sea necesario utilizando técnicas conocidas.

La figura 3 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva, vista desde arriba de una terminal de lecho marino 40 que comprende cinco unidades o montajes de lecho marino 30, situados de una manera prediseñada. Constituye una ventaja de la presente invención disponer las unidades o los montajes de lecho marino 30 de manera que las olas se amortigüen eficientemente por los efectos de ruptura y cancelación. Las unidades de lecho marino 30 según la invención, que forman la terminal del lecho marino 40, se separan a una distancia requerida. La distancia entre las unidades 30 se decide por las frecuencias predominantes de las olas que se pretenden amortiguar y las frecuencias que se permiten pasar entre las unidades 30. Esta distancia se puede calcular con métodos conocidos o se puede hallar por medio de experimentos básicos. La orientación de las unidades o los montajes 30 se elige de manera tal que se establezca un refugio requerido, evitando las olas que provienen de una dirección más o menos perpendicular a la dirección longitudinal de la terminal 40. Debe apreciarse que las líneas de amarre, los puntos de amarre, etc. para amarrar el buque no se muestran. Los puentes, pasarelas, etc., entre las unidades del lecho marino 10 se muestran en la figura 3.

La figura 4 muestra esquemáticamente una sección vertical a través de una pared lateral 12 y una parte de una estructura base 11 de la subestructura del lecho marino, que muestra los conductos 21 para un pilote 22 y el extremo superior del pilote 22; tanto el conducto 21 como el pilote 22 están dispuestos en sentido vertical y con la subestructura 11 apoyada con su placa inferior 23 directamente sobre el lecho marino 19. Una vez que un pilote 22 es guiado a su profundidad prevista en el suelo del lecho marino 19, un anillo 25 entre la superficie externa del pilote 22 y la superficie de la pared del conducto 21 se cementa inyectando lechada de cemento desde una planta productora de lechada de cemento (que no se muestra) a través de una línea de suministro de lechada de cemento 24. Dicha línea de suministro de lechada de cemento 24 tiene su salida 25 en el extremo inferior del conducto 21. Como consecuencia de tal posición de salida, la lechada de cemento inyectada desde la línea de suministro 24 se comprime hacia arriba, a través del anillo 25 hasta que la lechada de cemento inyectada salga por la parte superior del conducto 21. Para evitar que la lechada de cemento sea forzada hacia abajo y hacia afuera del anillo 25 y dentro de la interfaz entre la superficie inferior de la placa inferior 23 de la estructura base 11 y el lecho marino 19, se dispone un sello de detención formado

5 en anillo 26, que tiene una superficie de contacto contra la superficie externa del pilote 22 alrededor de toda su circunferencia. El sello de detención 26 puede tener la forma de una manguera circular, con una sección transversal cilíndrica, o como un cuerpo semicircular; ambos extremos libres del cuerpo semicircular están sellados a la superficie del conducto 21, extendiéndose alrededor de toda la circunferencia del conducto 21, proporcionando un cierre hermético a los fluidos. El vacío interior del sello 26 es el contacto del fluido con una fuente presurizada (no mostrada) a través de una línea de suministro de fluido 27, asegurando el suministro de un fluido presurizado al interior del sello al inicio del proceso de lechada de cemento, haciendo que el sello de detención se expanda y posiblemente alivie la presión del fluido al completarse el proceso de lechada de cemento. El sello 26 se describirá en mayor detalle a continuación en relación con la figura 5.

10 Como se indica en la figura 4, la entrada superior del conducto 21 puede estar provista de una sección que tenga un diámetro mayor que la parte restante del conducto 21, que tenga una parte de transición cónica descendente para facilitar el ingreso al extremo inferior o al extremo del fondo del pilote 22 en el conducto 21 en la fase inicial del proceso de pilotaje. Tanto en la parte superior como en la parte inferior del conducto 21, los espaciadores 34 están dispuestos para garantizar una distancia mínima entre la superficie exterior del pilote 22 y la pared del conducto 21, lo que permite realizar la lechada de cemento adecuada del anillo alrededor del pilote 22. La superficie de entrada de los espaciadores puede estar sesgada para facilitar el paso del pilote a través del conducto 22, más allá de los espaciadores 34.

15 La figura 5 muestra esquemáticamente y a escala ampliada un separador inferior y un rellenedor de lechada de cemento 28, dispuestos en el extremo inferior del conducto 21, destinados a recibir el pilote 22 (que no se muestra). Como se muestra en la figura 5, un canal de distribución de lechada de cemento 29 está dispuesto en el extremo de salida de la línea de suministro de lechada de cemento 24, por ejemplo extendiéndose lateralmente en dirección circunferencial del conducto 21. El canal 29 puede extenderse alrededor de toda la circunferencia del conducto. De un modo alternativo, se pueden proporcionar varias líneas de suministro 24, cada una con un canal ampliado. Además, la realización mostrada del sello anular o cuerpo de relleno de lechada de cemento inflable 26 tiene la forma de un cuerpo semicilíndrico de un material inflable, fijo a la superficie de la circunferencia del conducto 21, de manera hermética, por ejemplo por medio de pernos 31 o encolado, o similar. El interior del vacío del sello o cuerpo del rellenedor 28 se comunica con el extremo de la línea de fluido 27, para suministrar un fluido presurizado al vacío. En el punto extremo o superior del cuerpo del rellenedor 28, el cuerpo del rellenedor está provisto circunferencialmente de aletas ordenadas 32, que mejoran la superficie de contacto de sellado del cuerpo del rellenedor 28.

20 Como también se indica en las figuras 4 y 5, las "llaves de corte" 33 están dispuestas en la pared del conducto 21 frente a el pilote 22 que se instalará. Las llaves de corte 33 están distribuidas uniformemente alrededor de toda la circunferencia del conducto 22, a diferentes alturas.

25 La figura 6 muestra esquemáticamente y a escala ampliada el extremo superior del conducto 22, que describe el uso de separadores 34 dispuestos alrededor de la superficie expuesta del conducto de pilotes 21. Los separadores 34 pueden estar hechos de tiras metálicas verticales, fijadas a la pared del conducto 21, proporcionando un espacio entre separadores adyacentes para permitir el llenado completo de la lechada de cemento en el anillo 25.

30 La figura 7 muestra esquemáticamente una sección horizontal a través de la línea AA, que se muestra en la figura 5, representando una fila de conductos 21 destinados a recibir los pilotes 22, y el extremo de salida de la línea de llenado de lechada de cemento 24 y la salida de la línea de suministro de fluido 27 al interior del sello de detención 26. La superficie interna de los conductos está provista de separadores verticales, separados entre sí alrededor de la circunferencia del conducto 21. Los separadores 34 pueden tener un ancho limitado, extendiéndose verticalmente una cierta longitud limitada en el extremo inferior del conducto 21. La sección que se muestra en la figura describe tres conductos 21, de los cuales un pilote 22 se coloca en el conducto 21. Tal como se muestra, se establece un anillo 25 entre la pared del conducto 21 y el pilote 22. Debido a los separadores 34, se establece un vacío alrededor de todo el anillo 25.

35 La figura 8 muestra una segunda realización de la estructura base 11, con paredes verticales 12 dispuestas en tres lados y diseñadas para extenderse por encima del nivel del mar 37 cuando se instala en el lecho marino 19. Además, la realización descrita está provista de un frente abierto, sin una pared vertical diseñada de modo tal que se extienda por encima de la superficie del mar, dejando una abertura 18 para la entrada del módulo flotante 20 a ser remolcado dentro de la estructura base 11 y por encima de ella. La estructura base 11 está provista de cincuenta conductos de pilotes 22 dispuestos alrededor del área periférica de la subestructura. Como se indica, los conductos 22 están dispuestos a lo largo de los cuatro lados de la subestructura del lecho marino 10.

40 Las figuras 9 y 10 muestran esquemáticamente una sección vertical a través de una realización de una pared lateral 12 de la subestructura 11 de acuerdo con la invención, que indica el uso de mangas o conductos 21 de pilotes inclinados y pilotes 22 instalados y conducidos hacia el lecho marino 19. Como se indica, el desplazamiento del extremo inferior del pilote en el fondo del mar es lateral. El desplazamiento lateral del pilote 22 depende del ángulo de inclinación  $\alpha$  y de la longitud del pilote 22. Como se indica en las figuras 9 y 10, el extremo superior del pilote 22 está fijado a una losa inferior 35 que se extiende lateralmente, formando una parte integral de la pared vertical 12 y que se extiende a lo largo de al menos tres lados de la subestructura 11, posiblemente también el cuarto lado, es decir, una viga transversal, que interconecta los dos extremos libres de la subestructura 11 en su parte inferior 11.

La figura 11 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de otra realización de la invención, que muestra el montaje 10,20 situado en un lecho marino inclinado 19. La realización que se muestra en la figura 11 tiene una estructura base 11 sin la estructura de viga inferior 15. Además, no hay estructuras en forma de estructura de lecho marino que interconecten las dos paredes laterales 12. Como se muestra, el módulo flotante 20 descansa sobre la losa inferior 35, que se extiende lateralmente hacia afuera, desde la estructura de paredes 12; dicha losa inferior 35 se extiende preferiblemente a lo largo de las tres paredes 12 en sus extremos inferiores. Además, como se describe, las cabezas de pilotes terminan por debajo del nivel del mar 37, coincidiendo más o menos con la superficie superior de la losa inferior 35.

La subestructura del lecho marino 10 y el módulo de almacenamiento 20 pueden construirse en el emplazamiento portuario, construirse en un lugar de construcción remoto, remolcarse y colocarse en el emplazamiento. Las unidades del lecho marino 30 y la terminal del lecho marino 40 se forman de acuerdo con las condiciones ambientales locales, tales como la profundidad del agua, el tipo de fondo oceánico, las formaciones de olas y, cuando sea posible, se minimizan los efectos negativos de fuerzas ambientales tales como las olas, el viento y la corriente. Dependiendo de la dirección y posición de amarre deseadas para el barco de GNL, las subestructuras del lecho marino se colocan en el fondo del océano, en una configuración deseada, de modo que las condiciones de carga deseadas para el barco de GNL sean las mejores posibles de acuerdo con las consideraciones operativas y de seguridad.

De acuerdo con la realización descrita en la figura 11, solo un lado o parte de un lado está en contacto con el lecho marino, mientras que las partes restantes solo están sustentadas por los pilotes 22. Debe apreciarse que todo el fondo de la estructura del lecho marino, con o sin la losa base 35, también puede apoyarse sobre el lecho marino, o la estructura del lecho marino puede colocarse de manera que ninguna parte de la estructura base, con o sin la losa base 35 esté en contacto con el lecho marino, donde todas las fuerzas parecen ser captadas por los pilotes.

La figura 12 muestra esquemáticamente y en perspectiva una vista de la estructura flotante 20, en una posición en la que la estructura flotante se fija a la estructura base 11 por medio de varios dispositivos de fijación 38, cada uno en forma de una placa de acero destinada a ser fijada a la superficie de la estructura flotante 20, y una placa de acero correspondiente destinada a ser fijada a la superficie superior de las paredes verticales 12 de la estructura base 11. Una placa de corte vertical se fija a ambas placas; la placa de corte vertical está dispuesta perpendicular con respecto a dichas dos placas en la estructura base 11 y la estructura flotante 20 respectivamente y también vertical con respecto a la superficie de las dos estructuras 11,20. Si la estructura base 11 y la pared están hechas de acero, las dos placas se sueldan a dichas estructuras. Si las dos estructuras están hechas de concreto, las placas de acero se sueldan a las placas de acero incrustadas en las paredes de concreto respectivas. Dicha configuración de los dispositivos de fijación proporciona acceso a los dispositivos de fijación para mantenimiento, etc.

Según una realización de la invención, se requieren sesenta y un pilotes que tengan un diámetro de 2,2 m y una longitud de 50 m para sostener las cargas máximas de diseño ambiental. Estos pilotes están inclinados con un ángulo de 5 ° respecto del plano vertical para reducir el efecto suelo. En este contexto, debe apreciarse que cuando los pilotes que sujetan la estructura base se colocan cerca uno del otro, un enfoque simple y conservador consistiría en reducir la capacidad de lubricación a aproximadamente 2/3 de la capacidad de un pilote único, al considerar los casos de carga.

Debe apreciarse que los pilotes pueden extenderse verticalmente hacia el fondo del mar o, pueden estar dispuestos inclinados con respecto al plano vertical, ya sea en la misma dirección, hacia adentro o hacia afuera, o una combinación de ello.

La subestructura del lecho marino también puede estar provista de una sección portuaria 36, configurada para permitir que los barcos atraquen junto a la sección portuaria 36. El material de construcción puede ser hormigón o acero o una combinación de ambos. La sección portuaria 36 está fijada por lo menos en una de las paredes que se extienden verticalmente 12 y construida en ella, de modo que todas las fuerzas y cargas sean captadas por la subestructura del lecho marino 10 y transferidas a los pilotes. Además, la sección portuaria puede estar dispuesta preferiblemente en el o los lados opuestos de la dirección predominante del viento y/o de las olas, proporcionando un refugio para el o los buques atracados a lo largo de la sección portuaria 36.

Además o en lugar del uso de la gravedad para sujetar la estructura flotante 20 a la estructura del lecho marino 11, una forma de fijar el módulo flotante 29 a la estructura del lecho marino puede consistir en proveer a la estructura flotante de una serie de dispositivos de fijación, configurados en de modo que los puntos de fijación entre la estructura flotante y la estructura del lecho marino estén por encima del nivel del mar 37, preferiblemente dispuestos en la parte superior de las paredes que se extienden en sentido vertical. En tal caso, se puede acceder fácilmente a los puntos de fijación con fines de inspección y mantenimiento y posiblemente también para liberar la unidad flotante de la estructura del lecho marino. Aunque las realizaciones mostradas están provistas de vigas que se extienden lateralmente, dentro de la estructura base en forma de "U", debe apreciarse que tales vigas que se extienden lateralmente también pueden extenderse hacia afuera, desde las paredes verticales, permitiendo los tipos correspondientes de pilotaje también en el lado opuesto de las paredes verticales.

**REIVINDICACIONES**

1. Una terminal de lecho marino de aguas poco profundas (40) para almacenar y cargar o descargar hidrocarburos, tales como GNL, petróleo o gas, que comprende un módulo extraíble y flotante (20) y una subestructura extraíble del lecho marino (10), diseñada para ser sustentada por un lecho marino (19) por medio de pilotes (22); el módulo flotante (20) se fija de forma desmontable a la subestructura del lecho marino (10), de modo que se forme una terminal portuaria; la subestructura del lecho marino (10) comprende una estructura base (11), provista de dispositivos de flotabilidad, una estructura de paredes (12) que se extienden hacia arriba desde la estructura base (11) y dispuesta a lo largo de al menos una parte de la periferia de la estructura base (11); la estructura base está provista de una abertura (18) en la estructura de paredes (12), para permitir que el módulo flotante (20) pueda ser atracado y sustentado por la subestructura del lecho marino (10), caracterizada por que la estructura de paredes (12) forma una parte integrada con la estructura base (11), y la estructura de paredes (12) está provista de una estructura de viga sumergida (35) y que se extiende más o menos a lo largo de la circunferencia de la estructura base (11), extendiéndose lateralmente hacia afuera desde la estructura de paredes verticales (12), configurada para sustentar el módulo flotante y extraíble (20), y por que la estructura de viga sumergida (35) está provista de mangas o conductos que se extienden a través de la estructura de viga sumergida (35), configurados para recibir a los pilotes que se conducirán hacia el suelo del lecho marino, para sujetar la estructura base (11) y el módulo flotante (20).
2. Una terminal del lecho marino (40) según la reivindicación 1, en la que la cabeza del pilote está diseñada para terminar por debajo del nivel del mar (37), preferiblemente al ras con una superficie superior de la viga o estructura de losa (35).
3. Una terminal de lecho marino (40) según la reivindicación 1 o 2, en la que las mangas o los conductos forman un ángulo  $\alpha$  con los pilotes verticales de fijación, en una posición inclinada cuando están con los pilotes.
4. Una terminal del lecho marino (40) según la reivindicación 1 o 2, en la que la parte inferior de la estructura base (11) no tiene contacto de carga con el suelo del lecho marino (19) y las cargas variables, operativas y ambientales de la terminal marítima son captadas por los pilotes.
5. Una terminal de lecho marino (40) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la estructura base (11) es una estructura de armazón encamisada.
6. Una terminal de lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la estructura de paredes (12), que es una parte integrada de la estructura base (11), forma junto con la estructura base (11) una unidad de subestructura del lecho marino (10).
7. Una terminal del lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la subestructura del lecho marino (10) tiene medios para el lastre.
8. Una terminal del lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que al menos algunas partes de la estructura de paredes (12) se extienden por encima de la superficie del agua.
9. Una terminal de lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la subestructura del lecho marino (10) también tiene medios para el pilotaje (14) de la estructura de paredes (12), que se extienden desde la parte superior de la estructura de paredes (12), hasta la parte inferior de la estructura de paredes (12).
10. Una terminal de lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la abertura (18) en la estructura de paredes (12) para introducir un módulo flotante (20) se puede cerrar con un mecanismo de cierre, formando una estructura de paredes cerrada (12) en la periferia de la estructura base (11).
11. Una terminal de lecho marino según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que los conductos o las mangas están provistos de dispositivos de sellado en el extremo inferior, evitando que la lechada de cemento escape hacia abajo.
12. Una terminal de lecho marino según una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que la superficie interna de los conductos o las mangas está provista de separadores, preferiblemente en el extremo superior e inferior, configurados para evitar que el pilote entre en contacto directo con la pared interna del conducto o de la manga, estableciendo así un anillo para el relleno de la lechada de cemento.
13. Una terminal de lecho marino según la reivindicación 1-11, en la que la superficie interna de los conductos o las mangas está provista de varios dispositivos que proporcionan cizallamiento, asegurando un cizallamiento y adhesión adecuados entre la superficie de la pared interna de los conductos o las mangas y la superficie de la pared externa del pilote.
14. Una terminal de lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que la estructura base (10) está dividida en el mismo número de mamparos que el módulo (20) y las paredes verticales de los mamparos forman una viga estructural, de modo que las fuerzas verticales del módulo de almacenamiento (20) se transfieran directamente hacia las vigas estructurales de la estructura base (10).

15. Una terminal de lecho marino (40) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en la que el módulo flotante (20) está bloqueado a la estructura base (10), mediante un dispositivo de bloqueo mecánico o, por ejemplo, por soldadura de unas placas de fuerza de corte a la subestructura del lecho marino (10).

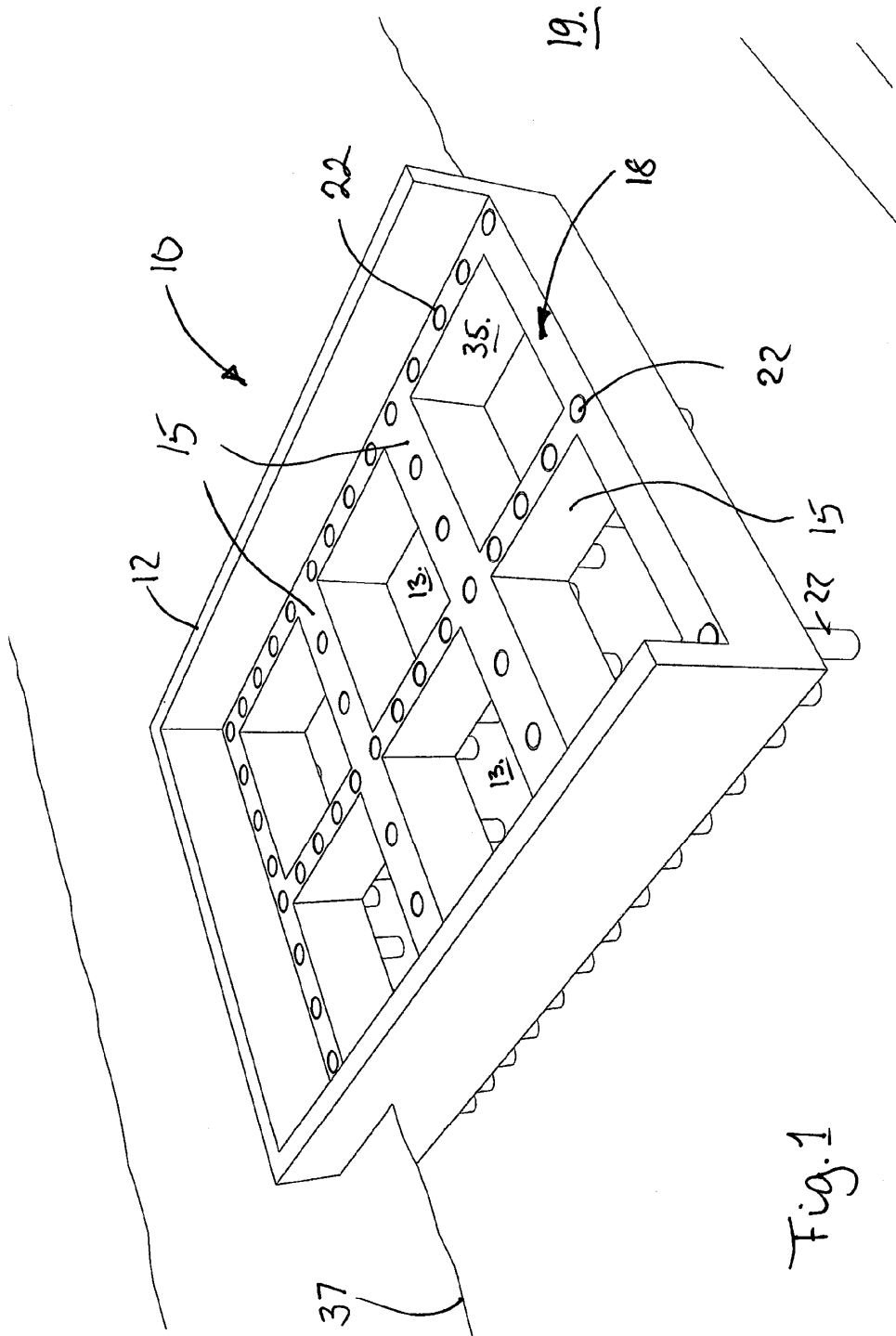


Fig. 1

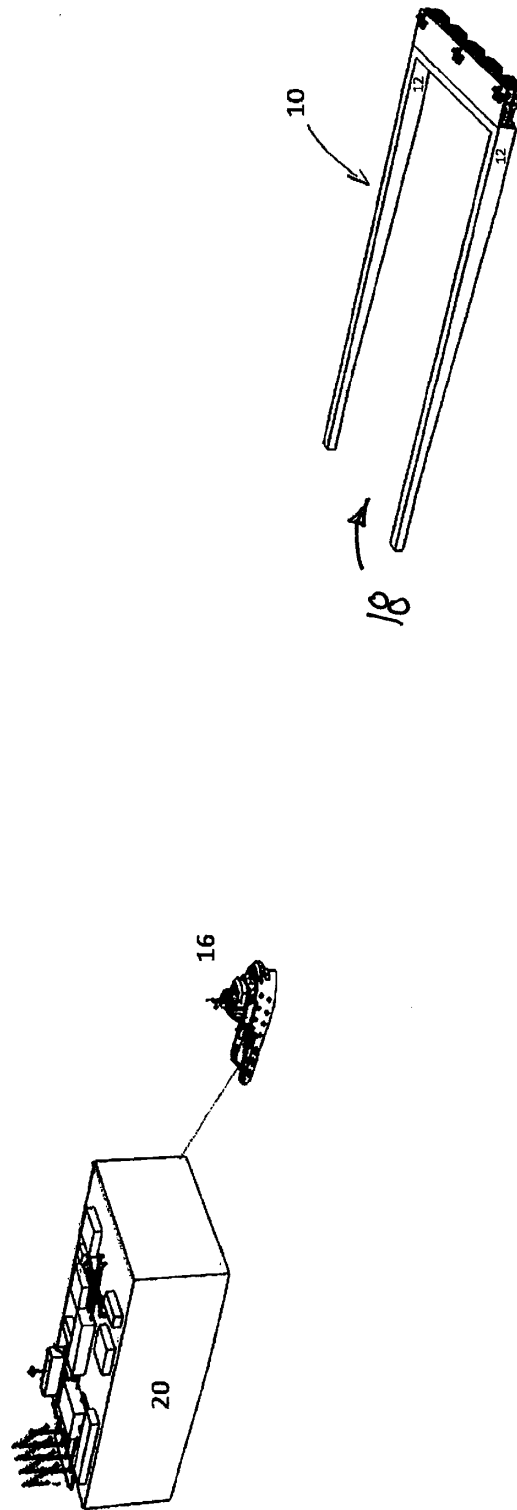


Fig. 2



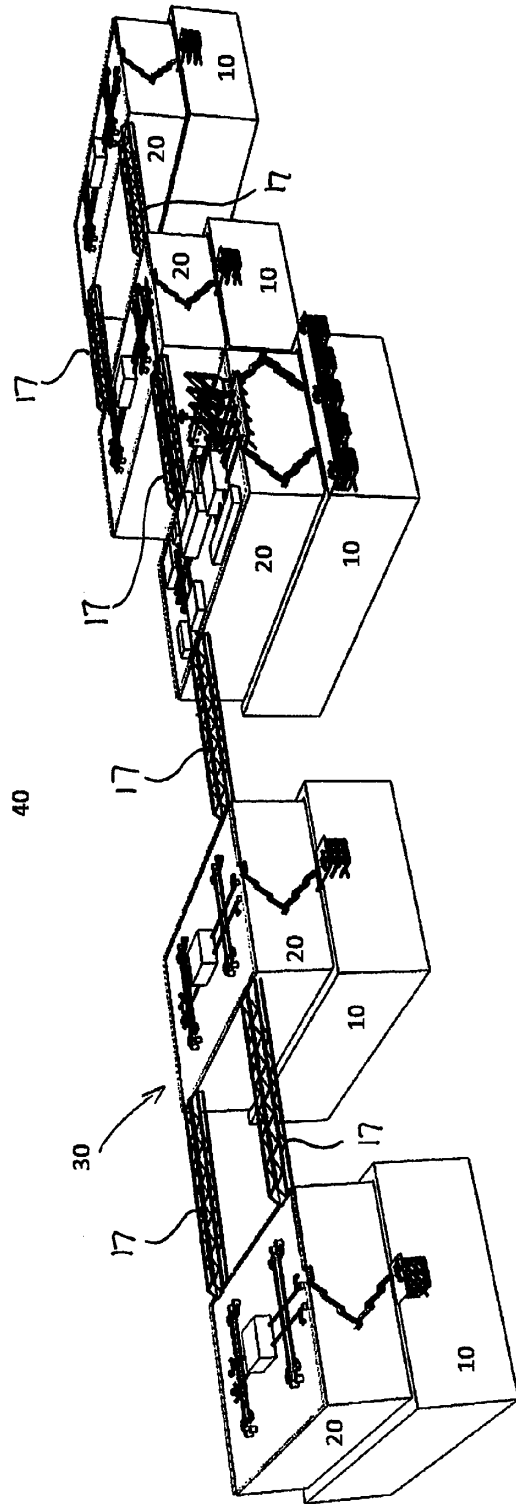


Fig. 3

