

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 100**

51 Int. Cl.:

F17C 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2012 PCT/FR2012/051768**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2013 WO13017781**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2012 E 12744110 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2739895**

54 Título: **Tanque estanco y térmicamente aislante**

30 Prioridad:

01.08.2011 FR 1157024

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

19.12.2017

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)
1, route de Versailles
78470 Saint-Rémy-Lès-Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**JOLIVET, PIERRE;
DELANOE, SÉBASTIEN y
CANLER, GERY**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 647 100 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

Tanque estanco y térmicamente aislante

5 La invención se refiere al campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes colocados en una estructura portante para contener un fluido frío, en concreto a los tanques de membrana para contener gases licuados.

10 Se conocen tanques estancos y térmicamente aislantes colocados en el casco de un buque para el transporte de un gas natural licuado (GNL) con un gran contenido de metano. Tal tanque se divulga, por ejemplo, en el documento FR-A-2867831. En este tanque conocido, una barrera aislante primaria y una barrera aislante secundaria están constituidas de forma modular con la ayuda de cajas paralelepípedas yuxtapuestas de madera. Las cajas están llenas de un relleno calorífugo de perlita expandida o de materiales de aerogel.

15 El documento FR-A-2798902 divulga otro tanque de GNL colocados dispuesto en el casco de un buque en la que se han constituido una barrera aislante primaria y una barrera aislante secundaria, cada una, con una única capa de cajones llenos de bloques de espuma de baja densidad de aproximadamente de 33 a 40 kg/m³ pegados a unos travesaños de madera contrachapada.

20 Según un modo de realización, la invención proporciona un tanque estanco y térmicamente aislante colocado en una estructura portante para contener un fluido, en el que una pared del tanque incluye al menos una barrera estanca y al menos una barrera aislante dispuesta entre la barrera estanca y la estructura portante, en el que la barrera aislante incluye un primer conjunto de elementos calorífugos yuxtapuestos para formar una primera capa y un segundo conjunto de elementos calorífugos yuxtapuestos para formar una segunda capa situada entre la primera capa y la estructura portante, incluyendo un elemento calorífugo de la primera capa, cada vez, un cajón lleno de un relleno de aislamiento constituido esencialmente por lana mineral u orgánica, aerogel o espuma polimérica de baja densidad u otros materiales aislantes poco rígidos, incluyendo un elemento calorífugo de la segunda capa, cada vez, un bloque de espuma polimérica de alta densidad.

30 Según unos modos de realización, tal tanque puede incluir una o varias de las siguientes disposiciones.

Según un modo de realización, la espuma polimérica de baja densidad presenta una densidad inferior a 50 kg/m³. En particular, la espuma polimérica de baja densidad puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en espuma de poliuretano y espuma de policloruro de vinilo.

35 Según un modo de realización, la espuma polimérica de alta densidad presenta una densidad superior a 100 kg/m³. En particular, la espuma polimérica de alta densidad puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en espuma de poliuretano y espuma de poliuretano reforzada con fibra de vidrio.

40 Según un modo de realización, el relleno de aislamiento del elemento calorífugo de la primera capa incluye, además, unas bandas anticonvección, por ejemplo, unas bandas de papel o de película sintética, sobre las cuales está pegada la lana mineral para disminuir la convección en el cajón.

45 Según un modo de realización, un elemento calorífugo de la primera capa y un elemento calorífugo de la segunda capa tienen, cada vez, las mismas dimensiones en un plano de la pared del tanque y están dispuestos de manera alineada y unos elementos de retención solidarios a la estructura portante están colocados al nivel de las esquinas de los elementos calorífugos alineados y cooperan con unas piezas del borde de los elementos calorífugos de la primera capa para retener los elementos calorífugos alineados de las dos capas de la barrera aislante contra la estructura portante, incluyendo un elemento calorífugo de la segunda capa, cada vez, unos rastreles rígidos que se extienden en el sentido del grosor del bloque de espuma polimérica de alta densidad al nivel de las esquinas del bloque de espuma polimérica de alta densidad para retomar los esfuerzos de los elementos de retención.

50 Según un modo de realización, el elemento calorífugo de la primera capa y el elemento calorífugo de la segunda capa alineados están fijados el uno sobre el otro y forman un módulo aislante prefabricado.

55 Según un modo de realización, el elemento calorífugo de la segunda capa incluye un panel de cubierta de contrachapado fijado sobre el bloque de espuma. En particular, el panel de cubierta puede incluir una chapa interna de madera de pino y una chapa externa de madera de abedul. La madera de abedul presenta una mejor resistencia mecánica que la madera de pino, la cual resulta ser un mejor aislante térmico. Esta combinación ofrece así un compromiso ventajoso en cuanto a las propiedades de resistencia mecánica y de aislamiento térmico.

60 Según un modo de realización, unos cordones de masilla dispuestos sobre una superficie inferior del elemento calorífugo de la segunda capa están apoyados contra la estructura portante de manera que compensen unos defectos de planicidad de la estructura portante.

65

Según un modo de realización, el elemento calorífugo de la segunda capa incluye un panel de fondo rígido fijado bajo el bloque de espuma, estando los cordones de masilla fijados sobre el panel de fondo.

5 Según un modo de realización, el cajón del elemento calorífugo de la primera capa incluye un panel de fondo, unos muros laterales fijados a dicho panel de fondo y que sobresalen perpendicularmente por un lado del panel de fondo para delimitar el contorno de un espacio interior del cajón, una pluralidad de tabiques internos mutuamente paralelos y perpendiculares a dicho panel de fondo que se extienden entre los muros laterales, de manera que dicho espacio interior se divida en una pluralidad de compartimentos en los que se dispone el relleno calorífugo y un panel de cubierta soportado y fijado sobre un borde superior de los muros laterales y de los tabiques internos, en paralelo al panel de fondo y a distancia del mismo para cerrar el espacio interior del cajón.

10 Según un modo de realización, un tabique interno del cajón incluye una estructura hueca constituida por dos paredes fijadas la una a la otra de manera espaciada y paralela por medio de unas piezas de separación dispuestas entre las dos paredes.

15 Según un modo de realización, la pared del tanque incluye sucesivamente una membrana estanca primaria destinada a estar en contacto con el fluido, una barrera aislante primaria, una membrana estanca secundaria y una barrera aislante secundaria, en la que la primera capa y la segunda capa de elementos calorífugos forman la barrera aislante secundaria entre la membrana estanca secundaria y la estructura portante. Preferentemente, la primera capa es menos gruesa que la segunda capa, lo que es ventajoso cuando se emplean unos materiales relativamente caros en la primera capa.

20 Según un modo de realización, la barrera aislante primaria está constituida por elementos calorífugos yuxtapuestos, un elemento calorífugo de la barrera aislante primaria que incluye, cada vez, un cajón lleno de un relleno de aislamiento constituido esencialmente por lana mineral o perlita.

25 Según un modo de realización, en este caso, los bordes de los elementos calorífugos de la barrera aislante primaria están sustancialmente alineados con los bordes de los elementos calorífugos de la barrera aislante secundaria, y los elementos de retención solidarios de la estructura portante están colocados al nivel de las esquinas de los elementos calorífugos y cooperan con unas piezas del borde de los elementos calorífugos de la barrera aislante primaria y de la barrera aislante secundaria para retener los elementos calorífugos de la barrera aislante primaria contra la membrana estanca secundaria y los elementos calorífugos de la barrera aislante secundaria contra la estructura portante.

30 Según un modo de realización, la o cada membrana estanca incluye unas bandas de chapa metálica paralelas cuyos bordes longitudinales están sobreelevados sobresaliendo hacia el interior del tanque y unas aletas de soldadura paralelas sobre la barrera de aislamiento térmico subyacente y que sobresalen hacia el interior del tanque, cada vez, entre dos bandas de chapa para formar una junta soldada estanca con los bordes longitudinales sobreelevados adyacentes.

35 Un tanque de este tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo, para almacenar GNL o instalarse en una estructura flotante, costera o en agua profunda, en concreto, un buque metanero, una unidad flotante de almacenamiento y de regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento desplazado (FPSO) y otros.

40 Según un modo de realización, un buque para el transporte de un producto líquido frío incluye un doble casco y el tanque mencionado anteriormente dispuesto en el doble casco.

45 Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o de descarga de tal buque, en el que se canaliza un producto líquido frío a través de unas canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

50 Según un modo de realización, la invención también proporciona un sistema de trasvase de un producto líquido frío, incluyendo el sistema el buque anteriormente citado, unas canalizaciones aisladas colocadas de manera que el tanque instalado en el casco del buque se conecte a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre y una bomba para impulsar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

55 Una de las ideas subyacentes de la invención es la de concebir una estructura de pared de tanque que ofrezca unas propiedades ventajosas en cuanto al aislamiento térmico, la resistencia mecánica y el precio de coste. Ciertos aspectos de la invención parten de la idea de seleccionar y posicionar unos materiales en la estructura de pared del tanque en función de los intervalos de temperatura en los que las propiedades térmicas de estos materiales sean las mejores. En concreto, la invención parte de la constatación de que un tanque de fluido frío presenta unas partes de pared relativamente más frías situadas hacia el interior del tanque en el sentido del grosor de la pared y unas partes de pared relativamente más calientes situadas hacia el exterior del tanque. Ciertos aspectos de la invención parten de la idea de concebir una estructura de barrera aislante a partir de materiales seleccionados por su compatibilidad

con unas condiciones criogénicas, concretamente, en el sector del GNL, su mayor duración de vida y su coste relativamente bajo.

5 Ciertos aspectos de la invención parten de la idea de seleccionar unos materiales relativamente poco o muy poco rígidos, que normalmente presentan una rigidez por debajo de 0,9 MPa en compresión a temperatura ambiente, pero que son buenos aislantes térmicos para llenar unos cajones que forman una capa de aislamiento intermedia, utilizada, por ejemplo, en un intervalo de temperatura de aproximadamente -80 °C a -110 °C.

10 La invención se comprenderá mejor y otros objetivos, detalles, características y ventajas de esta se apreciarán más claramente en el transcurso de la siguiente descripción de varios modos de realización particulares de la invención, que se aportan únicamente a modo ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

En estos dibujos:

- 15
- La figura 1 es un gráfico que representa la conductividad térmica A en función de la temperatura para una selección de materiales utilizables en una pared de tanque de GNL.
 - La figura 2 es una vista parcial en perspectiva de una pared de tanque estanca y aislante.
 - La figura 3 es una vista en perspectiva de un bloque de espuma de la pared de la figura 1.
 - La figura 4 es una vista en perspectiva de un elemento calorífugo que incluye el bloque de espuma de la figura 3.

20

 - La figura 5 es una vista en perspectiva de un cajón aislante de la pared de la figura 1.
 - La figura 6 es una vista en perspectiva de un conjunto de tabiques de separación utilizables en una variante del cajón de la figura 5.
 - La figura 7 es un gráfico que representa un perfil de temperatura que puede obtenerse en la pared del tanque de la figura 2.

25

 - La figura 8 es una representación esquemática parcialmente seccionada de un tanque de un buque metanero y de una terminal de carga/descarga de este tanque.

30 La figura 1 representa la evolución de la conductividad térmica en función de la temperatura en un intervalo de temperatura que varía de aproximadamente -162 °C (GNL a presión atmosférica) a aproximadamente 20 °C para una selección de materiales apropiados para la construcción de un tanque de GNL. Los materiales más apropiados desde el punto de vista del coste y de la seguridad de uso en un buque metanero son generalmente las lanas minerales, concretamente, la lana de vidrio, las espumas poliméricas de poliuretano (PU) y de policloruro de vinilo (PVC) de alta y baja densidad, eventualmente con unas fibras de vidrio empapadas y la perlita. También es posible contemplar otras espumas poliméricas.

- 35 En la figura 1, se indican los siguientes materiales:
- 91: perlita con una densidad de 50 kg/m³
 - 92: perlita con una densidad de 60 kg/m³

40

 - 93: perlita con una densidad de 55 kg/m³
 - 94: lana de vidrio con una densidad de 35 kg/m³
 - 95: espuma de PU reforzada con una densidad de 130 kg/m³, tratada con dióxido de carbono
 - 96: espuma de PU con una densidad de 45 kg/m³
 - 97: espuma de PVC con una densidad de 35 kg/m³

45

 - 98: espuma de PU rígida reforzada con fibras de vidrio con una densidad de 130 kg/m³, tratada con un gas de freón
 - 99: aerogeles en polvo con una densidad de 80 kg/m³.

50 Aparte de los aerogeles cuyas propiedades aislantes son las mejores en todo el intervalo de temperatura considerado, se constata que para una temperatura comprendida entre -163 °C y -130 °C (punto A), el coeficiente de conducción térmica de la lana de vidrio 94 es el menor de todos los materiales indicados. Entre -130 °C y -5 °C (punto B), las propiedades termoconductoras de la espuma de PVC 97 son las más bajas. Entre -5 °C y 20 °C, la espuma rígida 98 ofrece la menor conductividad térmica.

55 Debido al coste relativamente más elevado de la espuma de PVC, se puede contemplar el excluir este material de la selección indicada. Se le preferirá entonces la lana de vidrio 94 que aparece como el segundo mejor material de la selección indicada entre -130 °C y -50 °C (punto C). Entre -50 °C y -5 °C, se preferirá entonces la espuma rígida 98 que constituye el segundo mejor material en este intervalo, aparte de los aerogeles.

60 La tabla 1 presenta los valores característicos de rigidez según la dirección del grosor de un bloque de espuma, para unas espumas de diferentes naturalezas y densidades.

Tabla 1

Tipo de espuma	Densidad kg/m ³	Rigidez Z en MPa
PU	50	0,4
PVC	35	0,35

Tipo de espuma	Densidad kg/m ³	Rigidez Z en MPa
PVC	60	0,7 a 0,8
PU	130	1,4
PU	110	1
PU	90	0,75

De entre los materiales indicados anteriormente, las espumas de alta densidad 95 y 98 ofrecen una rigidez estructural que permite emplear estos materiales como componentes estructurales, con o sin elementos de refuerzo más rígidos. Unos materiales tales como las lanas minerales y los aerogeles ofrecen una rigidez nula o despreciable, pero pueden emplearse como relleno en un cajón rígido adecuado para retomar los esfuerzos de presión.

También existen lanas orgánicas, por ejemplo, de fibras sintéticas o naturales, por ejemplo, guata de celulosa, que presentan unas características similares a las de las lanas minerales y pueden emplearse en las mismas condiciones que estas.

Los aerogeles constituyen una elección óptima en términos de conductividad térmica siempre que se acepte su coste, generalmente más elevado. Esto es aceptable, en particular, sobre una capa de relativamente poco grosor.

Con referencia a la figura 2, a continuación, se describe un ejemplo de realización de una estructura de pared de tanque que usa las consideraciones anteriores para ofrecer un compromiso interesante entre el aislamiento térmico, el precio de coste, la resistencia mecánica y la facilidad de instalación.

La figura 2 representa una pared estanca y térmicamente aislante en perspectiva parcialmente seccionada para mostrar la estructura de esta pared. Tal estructura puede implementarse en unas superficies extendidas que tienen diversas orientaciones, por ejemplo, para recubrir unas paredes de fondo, de techo y de lado de un depósito. La orientación de la figura 1 no es limitativa, por tanto, a este respecto.

La pared de tanque está sujeta a la pared de una estructura portante 1. Por convención, se denominará "por encima" a una posición situada más cerca del interior del depósito y "por debajo" a una posición situada más cerca de la estructura portante 1, sea cual sea la orientación de la pared de tanque con respecto al campo gravitatorio terrestre.

La pared de tanque incluye una barrera aislante secundaria 2, una barrera estanca secundaria, no representada, retenida sobre la parte de encima 3 de la barrera aislante secundaria 2, una barrera aislante primaria 4 retenida sobre la barrera estanca secundaria 2 y una barrera estanca primaria, no representada, retenida sobre la parte de encima 5 de la barrera aislante primaria 4.

La barrera aislante secundaria 2 está constituida por una pluralidad de módulos aislantes secundarios paralelepípedos 6 que están dispuestos lado a lado, de manera que recubran sustancialmente la superficie interna de la estructura portante 1. Un módulo aislante secundario está constituido por dos partes: un bloque de espuma 10 en la parte inferior próxima a la estructura portante 1 y un cajón de madera 11 lleno de un relleno no estructural en la parte superior.

El bloque de espuma 10 está representado en la figura 3. Está realizado con espuma polimérica de alta densidad, concretamente, con una espuma rígida 98 que a sus propiedades térmicas más interesantes entre -50 °C y 20 °C presenta una forma global de rectángulo paralelepípedo con unos flancos cortados 12 en las esquinas para dejar pasar unos elementos de fijación que se describirán más adelante. De este modo, el recorte del bloque aislante 10 está optimizado de manera que se limite al máximo las chimeneas térmicas presentes entre los bloques de espuma. Preferentemente, las únicas holguras presentes son las holguras de montaje y los pasos de los elementos de fijación en las esquinas.

Para permitir la planicidad de las membranas estancas, unos cordones de masilla, no representados, están instalados entre la estructura portante 1 y la superficie inferior de los bloques 10. Estos cordones de masilla están pegados, por ejemplo, sobre la superficie inferior de los bloques 10. No se adhieren a la estructura portante 1 debido a la colocación de un papel kraft, no representado, entre la estructura portante 1 y la masilla.

Según un modo de realización representado en la figura 4, el bloque de espuma 10 está provisto de pilares angulares 27 para distribuir una parte de la carga de compresión cuando está en servicio y limitar el aplastamiento y la fluencia de la espuma. Opcionalmente, el bloque de espuma 10 puede estar también provisto de un panel de cubierta 13 y/o de un panel de fondo 14, por ejemplo, de madera contrachapada.

El panel de fondo 14 es, por ejemplo, de madera contrachapada de 9 mm de grosor. Tal panel permite una mejor distribución de las tensiones de compresión, un mejor comportamiento de los cordones de masilla y limita el deterioro local de la espuma. Las tensiones de compresión aplicadas por los cordones de masilla sobre el aislamiento se deben a la presión estática y dinámica del GNL del tanque. El uso del panel de fondo 14 que distribuye las tensiones permite posicionar bastante libremente los cordones de masilla con respecto a los bordes de

ES 2 647 100 T3

los bloques de espuma 10. Según un modo de realización, los cordones de masilla pueden ser unos cordones ondulados tales como los descritos en el documento FR-A1-2931535.

5 El panel de fondo 14 puede hacerse también con un material composite que resista a la flexión y a la cizalladura. El ensamblaje entre el panel de fondo 14 y el bloque de espuma 10 está realizado por encolado.

El panel de cubierta 13 pegado sobre la parte superior del bloque de espuma 10 sirve también, en caso necesario, para distribuir las tensiones de compresión.

10 El cajón 11 situado en la parte superior del módulo de aislamiento secundario 6 está representado en la figura 5 sin su panel de cubierta 18, visible en la figura 2. El cajón 11 incluye el panel de cubierta 18, por ejemplo, de contrachapado de 9 mm, un panel de fondo 17 también de contrachapado de 9 mm, unos muros externos 16 de contrachapado, así como unos tabiques internos antihundimiento 15. En la figura 5, los tabiques internos 15 son unos lienzos de contrachapado

15 En una variante esbozada en la figura 6, los tabiques internos 115 son unas estructuras huecas que incluyen unos elementos de separación 20 tomados en sándwich entre dos vías planas 21. Tal estructura hueca permite un mejor rendimiento mecánico.

20 El espacio interior del cajón 11 está lleno de un relleno aislante, no representado, constituido por lana de vidrio o espuma PVC de baja densidad. En el caso de la lana de vidrio, unos elementos anticonvectivos están preferentemente integrados, por ejemplo, en forma de hojas de papel sobre las cuales la lana de vidrio está pegada. El cajón 11 con su relleno puede estar totalmente prefabricado.

25 Como puede observarse en la Figura 5, la pared de fondo de los cajones 11 desborda lateralmente sobre los dos lados pequeños del cajón 11, de manera que en cada ángulo del cajón, sobre esta parte desbordante, estén fijados unos rastreles 9 que cooperan con los elementos de fijación de los cajones 30.

30 De manera a facilitar la construcción de la pared de tanque, el módulo aislante secundario 6 puede suministrarse en forma de un elemento prefabricado en el que el bloque de espuma 10 está pegado al cajón 11. Este encolado debe mantenerse como mínimo durante la instalación de los módulos aislantes. En efecto, una vez puesto, no es necesario que este encolado sea duradero ya que el anclaje de la barrera aislante lo realizan los elementos de fijación 30.

35 De vuelta a la figura 2, se observa que los elementos de fijación 30 están posicionados al nivel de las esquinas de los módulos aislantes secundarios 6 a razón de cuatro elementos de fijación 30 por módulo 6. Un elemento de fijación 30 comprende un casquillo 22 cuya base está soldada a la estructura portante 1 en una posición que corresponde a un espacio libre al nivel de las esquinas de cuatro bloques de espuma 10 adyacentes. El casquillo 22 soporta un primer vástago 23 atornillado al mismo. El vástago 23 pasa entre los módulos 6 adyacentes. Se monta una placa metálica de apoyo 24 sobre el vástago 23 para comprimir los rastreles 9 del cajón 11 contra la estructura portante 1 por medio de una tuerca. Una pieza de madera contrachapada 25 se monta sobre la placa 24 de manera que sirva de espaciador entre la placa 24 y una placa superior 26 y para reducir el puente térmico hacia la estructura portante. La altura de esta distribución viene determinada de manera que la placa superior 26 venga a enrasarse al nivel de los paneles de cubierta 18 de los cajones 11.

45 Al nivel de las esquinas del bloque de espuma 10, el esfuerzo de compresión aplicado por el elemento de fijación 30 sobre el módulo aislante 6 lo asumen completamente los pilares angulares 27.

50 Los paneles de cubierta 18 de los cajones aislantes 11 incluyen, además, un par de ranuras paralelas 31 con forma sustancialmente de T invertida para recibir unas aletas de soldadura en forma de escuadra. La parte de las aletas de soldadura que sobresale hacia la parte de encima de los paneles 18 permite el anclaje de la barrera de estanqueidad secundaria, no representada. La barrera de estanqueidad secundaria está constituida por una pluralidad de listones de Invar con los bordes sobreelevados, con un grosor de aproximadamente 0,7 mm. Los bordes sobreelevados de cada listón están soldados a las aletas de soldadura mencionadas anteriormente.

55 En la barrera de estanqueidad secundaria está montada la barrera aislante primaria 4 que está constituida por una pluralidad de cajones aislantes primarios 33. Cada cajón aislante primario 33 está constituido por una caja paralelepípeda rectangular realizada de madera contrachapada, que está llena de material aislante no estructural como perlita o lana de vidrio. Los cajones aislantes primarios 33 incluyen, asimismo, unos tabiques internos, un panel de fondo y un panel de encima 5. El panel de encima 5 incluye dos ranuras 35 con forma general de T invertida, para recibir, asimismo, una aleta de soldadura (no representada) sobre la que están soldados los bordes sobreelevados de los listones de la barrera de estanqueidad primaria. La separación entre dos ranuras 31 o 35 de un mismo cajón 11 o 33 corresponde a la anchura de un listón. La separación entre las ranuras y el borde adyacente del mismo cajón corresponde a la mitad de la anchura de un listón, de manera que un listón venga a solaparse sobre dos cajones adyacentes.

65

Además, el panel de fondo del cajón aislante primario 33 desborda sobre los lados pequeños, de modo que unos rastreles 34 vengán a apoyarse sobre la parte que desborda del panel de fondo para cooperar con los elementos de fijación 30.

5 Con referencia a la figura 7, se ha simulado el perfil de temperatura en una pared del tanque de GNL concebida como en la figura 2, para las siguientes dimensiones:

- Grosor del aislamiento primario: 230 mm
- Grosor del aislamiento secundario: 300 mm, del cual el cajón 11: 125 mm y el bloque de espuma 10: 175 mm

10 Estos grosores de las barreras de aislamiento son ventajosos porque respetan las dimensiones de diseños anteriores y son, por tanto, compatibles con unos elementos disponibles en el mercado, tales como los sistemas de anclaje, las membranas de estanqueidad, así como las diferentes zonas singulares como son los diedros y triedros de los tanques.

15 La línea 41 de la figura 7 representa la barrera estanca secundaria y la línea 42 representa la interfaz entre el cajón 11 y el bloque de espuma 10. Se observa que en este ejemplo, el cajón 11 trabaja en un intervalo de temperatura [-110 °C, -80 °C] en el que las propiedades térmicas de la lana de vidrio 94 o la espuma de PVC de baja densidad 97 son óptimas. Asimismo, el bloque de espuma 10 se sitúa en gran parte en un intervalo de temperatura [-50 °C, 5 °C] en el que las propiedades térmicas de la espuma de PU de alta densidad 98 son óptimas. De ello resulta un muy buen comportamiento térmico del tanque que limita la evaporación natural (boil-off) del GNL.

20 Se contempla, en particular, las combinaciones de los siguientes materiales para realizar la estructura de la pared de la figura 2:

25

	Relleno del cajón 33	Relleno del cajón 11	naturaleza del bloque 10
Ejemplo 1	Lana de vidrio	Lana de vidrio	Espuma de PU reforzada de alta densidad
Ejemplo 2	Lana de vidrio	Espuma de PVC de baja densidad	Espuma de PU reforzada de alta densidad
Ejemplo 3	Perlita	Lana de vidrio	Espuma de PU reforzada de alta densidad
Ejemplo 4	Perlita	Espuma de PVC de baja densidad	Espuma de PU reforzada de alta densidad
Ejemplo 5	Perlita	Aerogel	Espuma de PU reforzada de alta densidad
Ejemplo 6	Lana de vidrio	Aerogel	Espuma de PU reforzada de alta densidad

Los aerogeles son unos materiales aislantes que pueden acondicionarse con diferentes formas, por ejemplo, polvo, lechada de fibras sintéticas cargada de polvo, aglomerados esféricos (bolas).

30 Las técnicas descritas anteriormente para realizar una pared estanca y aislada pueden utilizarse en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo, para constituir la pared de un depósito de GNL en una instalación terrestre o en una construcción flotante como un buque metanero u otro.

35 Con referencia a la figura 8, una vista parcialmente seccionada de un buque metanero 70 muestra un tanque estanco y aislado 71 de forma general prismática, montado en el doble casco 72 del buque. La pared del tanque 71 consta de una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido en el tanque, una barrera estanca secundaria colocada entre la barrera estanca primaria y el doble casco 72 del buque y dos barreras aislantes colocadas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

40 De manera conocida de por sí, unas canalizaciones de carga/descarga 73 dispuestas sobre el puente superior del buque pueden conectarse, por medio de conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transvasar una carga de GNL desde o hacia el tanque 71.

45 La figura 8 representa un ejemplo de terminal marítima que incluye un puesto de carga y de descarga 75, un conducto submarino 76 y una instalación en tierra 77. El puesto de carga y de descarga 75 es una instalación fija lejos de la costa que incluye un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 lleva un haz de tuberías flexibles aisladas 79 que pueden conectarse a las canalizaciones de carga/descarga 73. El brazo móvil 74 orientable se adapta a todos los gálibos de metaneros. Un conducto de conexión, no representado, se extiende por el interior de la torre 78. El puesto de carga y de descarga 75 permite la carga y la descarga del metanero 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Esta incluye unos tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y unos conductos de conexión 81 conectados por el conducto submarino 76 al puesto de carga o de descarga 75.

El conducto submarino 76 permite el trasvase del gas licuado entre el puesto de carga o de descarga 75 y la instalación en tierra 77 a lo largo de una gran distancia, por ejemplo, 5 km, lo que permite mantener el buque metanero 70 a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y de descarga.

5 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se ponen en marcha unas bombas a bordo del buque 70 y/o unas bombas con las que está equipada la instalación en tierra 77 y/o unas bombas con las que está equipado el puesto de carga y de descarga 75.

10 Aunque se haya descrito la invención con relación a varios modos de realización particulares, es más que evidente que esta no se limita en forma alguna a los mismos y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran dentro del ámbito de la invención, tal y como se ha definido en las reivindicaciones. El uso del verbo "constar", "comprender" o "incluir" y de sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o de otras etapas diferentes de los enunciados en una reivindicación. El uso del artículo indefinido "un" o "una" para un elemento o una etapa no excluye, salvo mención contraria, la presencia de
15 una pluralidad de elementos o etapas de este tipo.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no ha de interpretarse como una limitación de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Tanque estanco y térmicamente aislante colocado en una estructura portante (1) para contener un fluido frío, en el que la pared del tanque incluye sucesivamente una membrana estanca primaria destinada a estar en contacto con el fluido, una barrera aislante primaria (4), una membrana estanca secundaria y una barrera aislante secundaria (2) dispuesta entre la membrana estanca secundaria y la estructura portante,
 5 en el que la barrera aislante secundaria (2) incluye un primer conjunto de elementos calorífugos (11) yuxtapuestos para formar una primera capa, incluyendo un elemento calorífugo (11) de la primera capa, cada vez, un cajón lleno de un relleno de aislamiento, estando el relleno de aislamiento constituido esencialmente por un material
 10 seleccionado de entre el grupo que consiste en lanas minerales, lanas orgánicas, espumas poliméricas de baja densidad y aerogeles,
 caracterizado por que la barrera aislante secundaria incluye, además, un segundo conjunto de elementos calorífugos (10) yuxtapuestos para formar una segunda capa situada entre la primera capa y la estructura portante, un elemento calorífugo (10) de la segunda capa que incluye, cada vez, un bloque de espuma polimérica de alta densidad.
 15
2. Tanque según la reivindicación 1, en el que la espuma polimérica de baja densidad presenta una densidad inferior a 50 kg/m³.
3. Tanque según la reivindicación 1 o 2, en el que la espuma polimérica de baja densidad se selecciona de entre el grupo que consiste en la espuma de poliuretano y la espuma de policloruro de vinilo.
 20
4. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la espuma polimérica de alta densidad presenta una densidad superior a 100 kg/m³.
5. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la espuma polimérica de alta densidad se selecciona de entre el grupo que consiste en la espuma de poliuretano y la espuma de poliuretano reforzada con fibra de vidrio.
 25
6. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el relleno de aislamiento del elemento calorífugo (11) de la primera capa incluye, además, unas bandas anticonvención sobre las que está pegada la lana mineral para disminuir la convención en el cajón.
 30
7. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que un elemento calorífugo (11) de la primera capa y un elemento calorífugo (10) de la segunda capa tienen, cada vez, las mismas dimensiones en un plano de la pared del tanque y están dispuestos de manera alineada, y
 35 en el que unos elementos de retención (30) solidarios a la estructura portante se colocan alineado al nivel de las esquinas de los elementos calorífugos y cooperan con unas piezas de borde (9) de los elementos calorífugos de la primera capa para retener los elementos calorífugos alineados de las dos capas de la barrera aislante contra la estructura portante (1), incluyendo un elemento calorífugo de la segunda capa (10), cada vez, unos rastreles rígidos (27) que se extienden en el sentido del grosor del bloque de espuma polimérica de alta densidad al nivel de las esquinas del bloque de espuma polimérica de alta densidad para retomar los esfuerzos de los elementos de retención.
 40
8. Tanque según la reivindicación 7, en el que el elemento calorífugo de la primera capa y el elemento calorífugo de la segunda capa alineados están fijados el uno sobre el otro y forman un módulo aislante prefabricado (6).
 45
9. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el elemento calorífugo de la segunda capa incluye un panel de cubierta (13) de contrachapado fijado sobre el bloque de espuma, incluyendo el panel de cubierta una chapa interna de madera de pino y una chapa externa de madera de abedul.
10. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que unos cordones de masilla dispuestos sobre una superficie inferior del elemento calorífugo (10) de la segunda capa están apoyados contra la estructura portante (1) de manera que compensen unos defectos de planicidad de la estructura portante.
 50
11. Tanque según la reivindicación 10, en el que el elemento calorífugo de la segunda capa incluye un panel de fondo (14) rígido fijado debajo del bloque de espuma, estando los cordones de masilla fijados sobre el panel de fondo.
 55
12. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el cajón del elemento calorífugo de la primera capa incluye un panel de fondo (17), unos muros laterales (16) fijados a dicho panel de fondo y que sobresalen perpendicularmente por un lado del panel de fondo para delimitar el contorno de un espacio interior del cajón, una pluralidad de tabiques internos (15, 115) mutuamente paralelos y perpendiculares a dicho panel de fondo que se extienden entre los muros laterales de manera a dividir dicho espacio interior en una pluralidad de compartimentos en los que se dispone el relleno calorífugo y un panel de cubierta (18) soportado y fijado sobre un borde superior de los muros laterales y de los tabiques internos en paralelo al panel de fondo y a una distancia del mismo para cerrar el espacio interior del cajón.
 60
 65

13. Tanque según la reivindicación 12, en el que un tabique interno del cajón incluye una estructura hueca (115) constituida por dos paredes (21) fijadas la una a la otra de manera espaciada y paralela por medio de unas piezas de separación (20) dispuestas entre las dos paredes.
- 5 14. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la barrera aislante primaria está constituida por elementos calorífugos (33) yuxtapuestos, un elemento calorífugo de la barrera aislante primaria que incluye, cada vez, un cajón lleno de un relleno de aislamiento constituido esencialmente por lana mineral o perlita.
- 10 15. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la o cada membrana estanca incluye unas bandas de chapa metálica paralelas cuyos bordes longitudinales están sobreelevados, sobresaliendo hacia el interior del tanque y unas aletas de soldadura paralelas retenidas sobre la barrera de aislamiento térmico subyacente (3, 5)) y que sobresalen hacia el interior del tanque, cada vez, entre dos bandas de chapa para formar una junta soldada estanca con los bordes longitudinales sobreelevados adyacentes.
- 15 16. Buque (70) para el transporte de un producto líquido frío, incluyendo el buque un doble casco (72) y un tanque (71) según una de las reivindicaciones 1 a 15 dispuesto en el doble casco.
- 20 17. Procedimiento de utilización de un buque (70) según la reivindicación 16, en el que se canaliza un producto líquido frío a través de unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) hacia o desde el tanque del buque (71) para efectuar la carga o descarga del buque.
- 25 18. Sistema de trasvase de un producto líquido frío, incluyendo el sistema un buque (70) según la reivindicación 16, unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) colocadas de manera que el tanque (71) instalado en el casco del buque se conecte con una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) y una bomba para impulsar un flujo de producto líquido a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

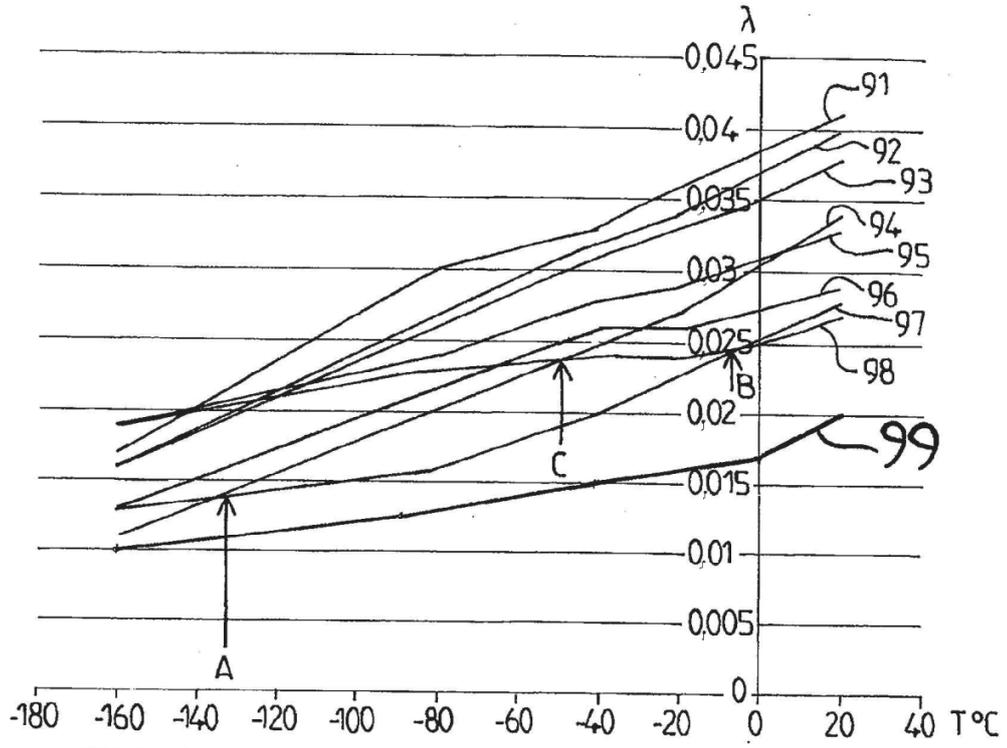


FIG.1

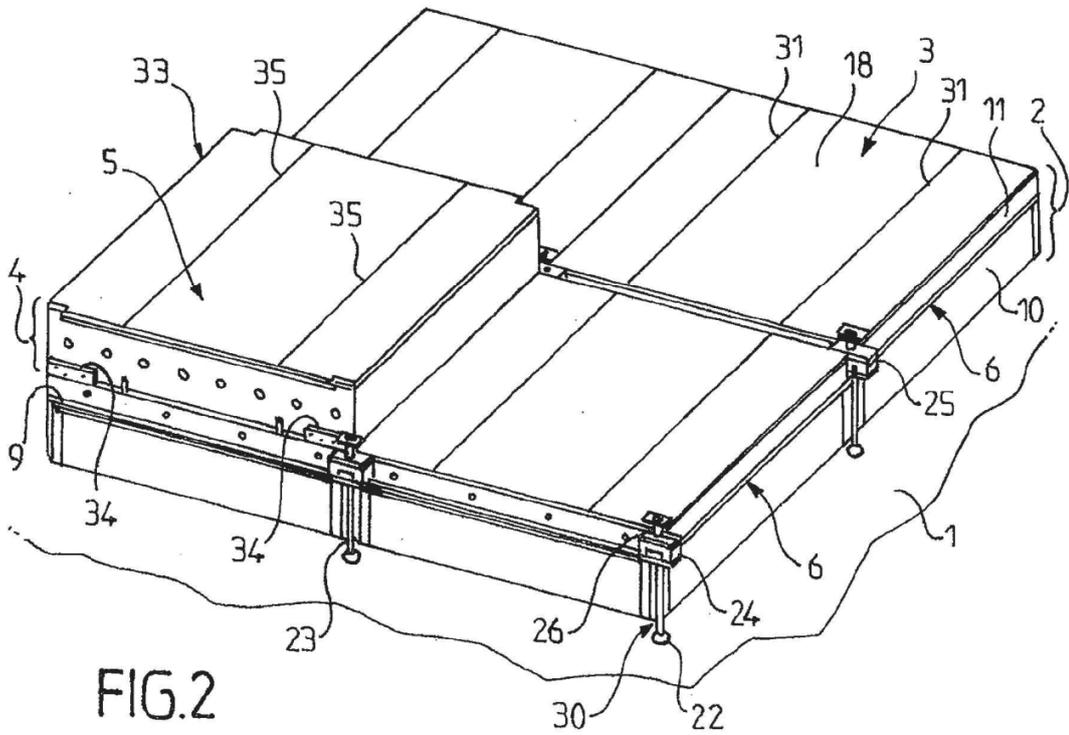


FIG.2

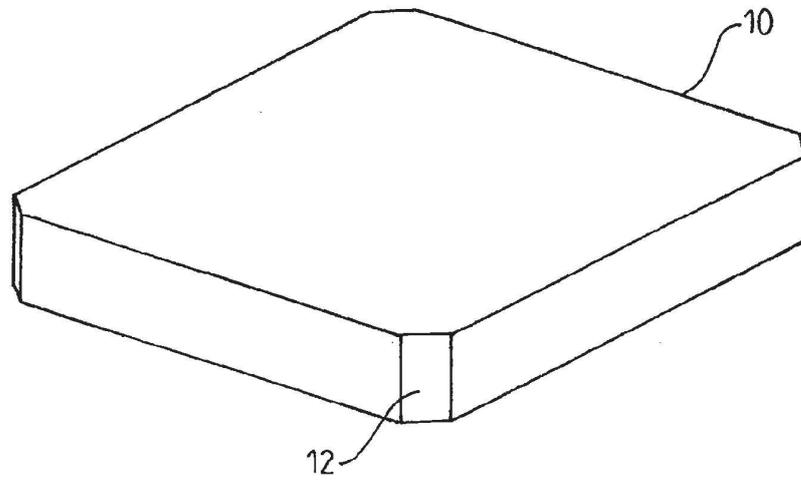


FIG. 3

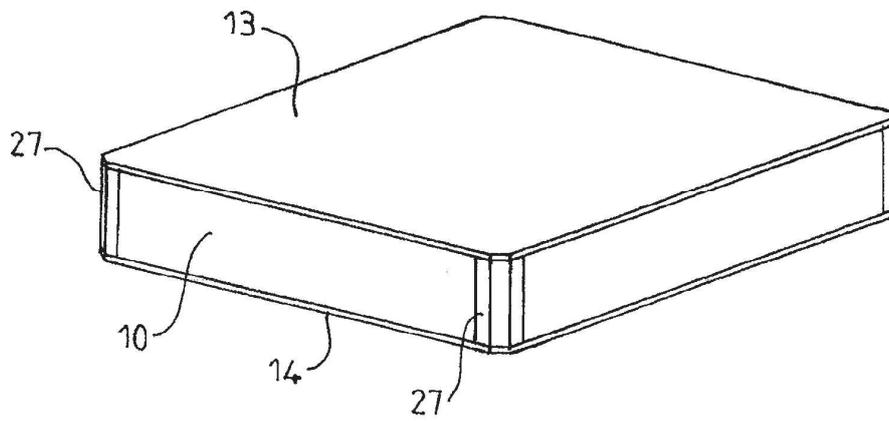


FIG. 4

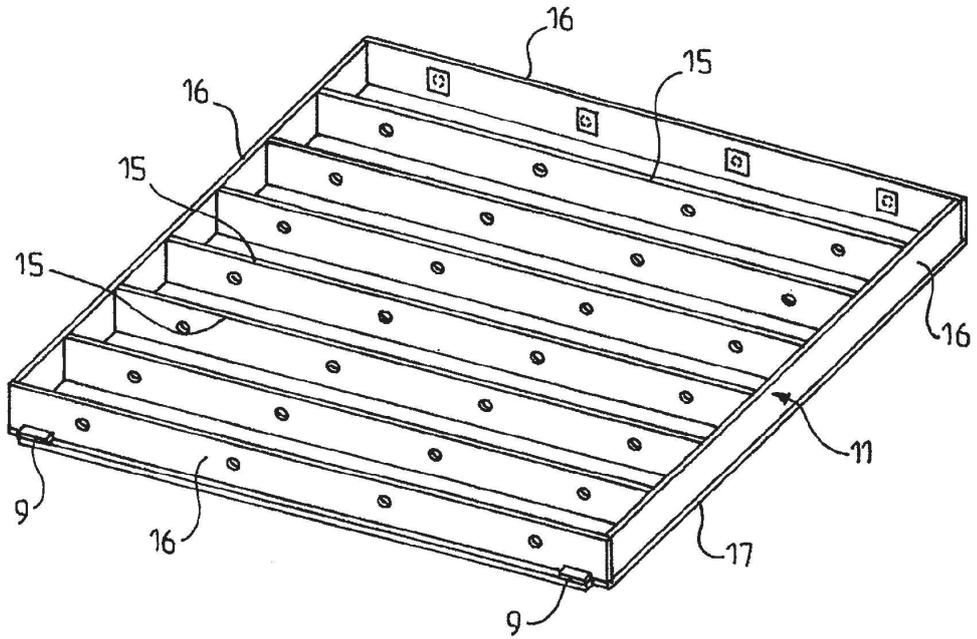


FIG. 5

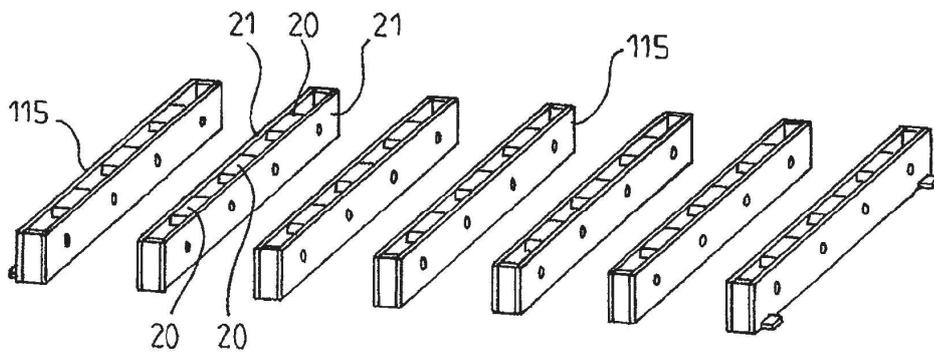


FIG. 6

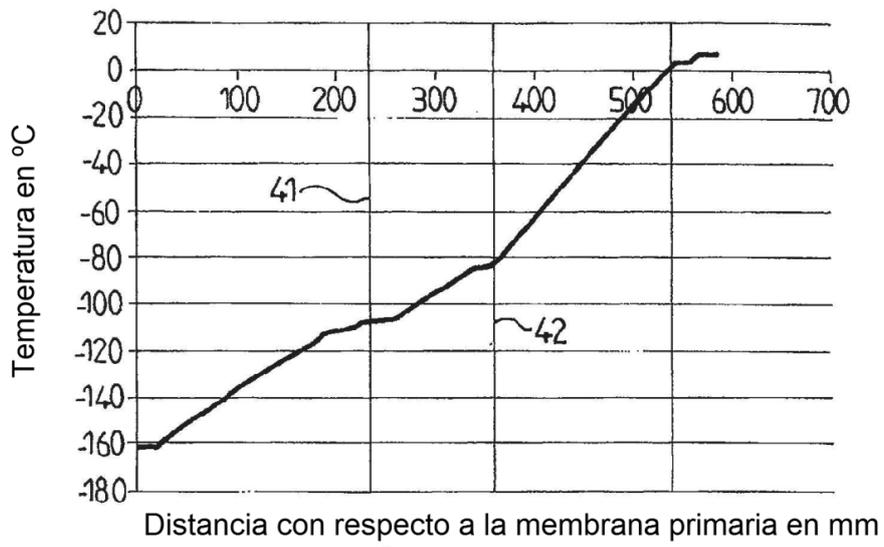


FIG.7

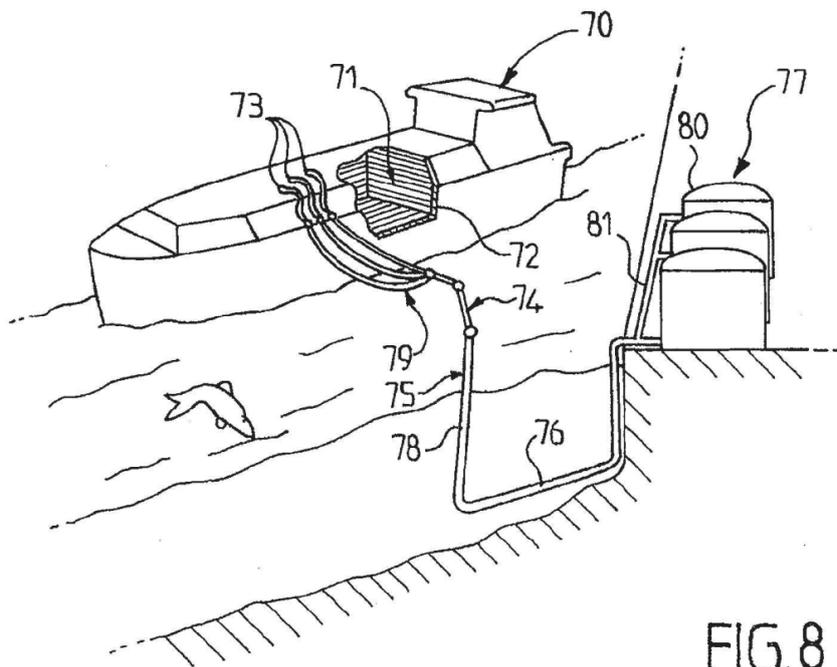


FIG.8