

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 869 236**

(51) Int. Cl.:

**F17C 3/02**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2018 PCT/FR2018/052023**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2019 WO19030448**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2018 E 18762375 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.03.2021 EP 3665414**

---

(54) Título: **Cisterna estanca y térmicamente aislante**

(30) Prioridad:

**07.08.2017 FR 1757556**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.10.2021**

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

**BOYEAU, MARC;  
HERRY, MICKAËL y  
PHILIPPE, ANTOINE**

(74) Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 869 236 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

Cisterna estanca y térmicamente aislante

### **Campo técnico**

La invención se refiere al campo de las cisternas de membranas estancas y aisladas térmicamente para almacenar y/o transportar un fluido, tal como un fluido criogénico.

- 5 Las cisternas de membranas estancas y aisladas térmicamente se emplean en particular para el almacenamiento de gas natural licuado (GNL), que se almacena a presión atmosférica a aproximadamente -162 °C. Estas cisternas se pueden instalar en tierra o en una estructura flotante. En el caso de una estructura flotante, la cisterna se puede utilizar para el transporte de gas natural licuado o para recibir gas natural licuado que se utiliza como combustible para la propulsión de la estructura flotante.

### **Base tecnológica**

- 10 En el documento WO2017006044 se describe una cisterna estanca y térmicamente aislante para el almacenamiento de gas natural licuado, integrada en una estructura portante, tal como el doble casco de un buque destinado al transporte de gas natural licuado. La cisterna incluye una estructura multicapa que tiene sucesivamente, en la dirección del espesor, desde el exterior hacia el interior de la cisterna, una barrera térmicamente aislante secundaria retenida en la estructura portante, una membrana de estanqueidad secundaria que se apoya en la barrera térmicamente aislante secundaria, una barrera térmicamente aislante primaria que se apoya en la membrana de estanqueidad secundaria y una membrana de estanqueidad primaria que tiene por objetivo estar en contacto con el gas natural licuado contenido en la cisterna.
- 15

- 20 La figura 1 muestra una vista en sección de una cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con el documento WO2017006044 con un ángulo de 135° formado por dos paredes longitudinales de la cisterna en la que sólo se ilustran la barrera térmicamente aislante secundaria y la membrana de estanqueidad secundaria.

- 25 En una cisterna de este tipo, las barreras térmicamente aislantes secundarias de las paredes de la cisterna incluyen varios paneles aislantes 102 de dimensiones estándar yuxtapuestos contra una respectiva pared portante plana de la estructura portante. Esta barrera térmicamente aislante secundaria se realiza yuxtaponiendo los paneles aislantes 102 desde una parte central de la pared de la cisterna correspondiente hasta un borde de dicha pared de la cisterna, por ejemplo, en un borde 101 formado por la unión de las paredes portantes planas en las que se anclan las barreras térmicamente aislantes secundarias con un ángulo de 135°.

- 30 La membrana de estanqueidad secundaria de las paredes de la cisterna se compone de varias láminas metálicas 103 de dimensiones estándar yuxtapuestas y portadas por la barrera térmicamente aislante secundaria. La membrana de estanqueidad secundaria incluye dos series de ondulaciones perpendiculares que sobresalen hacia el exterior de la cisterna y que permiten que la membrana de estanqueidad secundaria se deforme bajo el efecto de las solicitudes térmicas generadas por el fluido almacenado en la cisterna. Cada lámina metálica 103 de la membrana de estanqueidad secundaria tiene, en esencia, una longitud y una anchura correspondientes a las de los paneles aislantes 102 estándar de la barrera térmicamente aislante secundaria y se dispone de forma desplazada con respecto a dichos paneles aislantes 102, de manera que se extiende a horcajadas sobre cuatro de los paneles aislantes 102. Estos paneles aislantes 102 incluyen ranuras en su superficie interna para alojar las ondulaciones de las láminas metálicas 103. De este modo, es posible fabricar la barrera térmicamente aislante secundaria y la membrana de estanqueidad secundaria de las paredes de la cisterna a partir de elementos normalizados, los paneles aislantes 102 y las láminas metálicas 103.

- 40 En el borde 101, la barrera térmicamente aislante secundaria incluye una estructura en ángulo. Esta estructura en ángulo incluye dos paneles aislantes en ángulo 104 que se disponen respectivamente contra la estructura portante en la prolongación de los paneles aislantes 102 de una u otra de las dos paredes de la cisterna que forman el ángulo de la cisterna en el borde 101. Estos paneles aislantes en ángulo 104 forman juntos una esquina de la barrera térmicamente aislante secundaria de la cisterna. Cada uno de estos dos paneles aislantes en ángulo 104 lleva en su lado interno una lámina metálica en ángulo 105 que incluye una ondulación 106 paralela al borde 101. Esta ondulación 106 se aloja en una ranura correspondiente del panel aislante en ángulo 104 a una distancia predefinida del borde 101. Estas láminas metálicas en ángulo 105 se conectan de forma estanca mediante una cantonera metálica en ángulo 107 en la vertical del borde 101. De este modo, cada panel aislante en ángulo 104 prolonga los paneles aislantes 102 de una pared de cisterna respectiva y las láminas metálicas en ángulo 105 portadas por dichos paneles aislantes en ángulo 104 se sitúan, en esencia, en el mismo plano que las láminas metálicas 103 de las membranas de estanqueidad secundarias de dichas paredes de cisterna respectivas.
- 45
- 50

- Las ondulaciones 108 de una de las series de ondulaciones de la membrana de estanqueidad secundaria de las dos paredes de la cisterna se extienden de forma paralela al borde 101, es decir, de forma paralela a la ondulación 106. Debido a la utilización de láminas metálicas 103 normalizadas, las ondulaciones 108 de la serie de ondulaciones de la membrana de estanqueidad secundaria paralelas al borde 101 se separan un paso de separación regular 109.
- 5 Además, la separación entre la ondulación 106 y el borde formado por la superficie superior de los paneles aislantes en ángulo 104 está preferiblemente normalizada con el fin de facilitar la construcción de los paneles aislantes en ángulo 104. Por ejemplo, esta separación es, en esencia, igual a dicho paso de separación regular 109.
- Sin embargo, debido a las tolerancias de construcción de la cisterna, un intersticio 110 que separa el último panel aislante 102 del panel aislante en ángulo 104 varía de una cisterna a otra y no se puede conocer antes de la
- 10 construcción de la cisterna.
- Con el fin de mantener la estanqueidad y la flexibilidad de la membrana de estanqueidad secundaria en este intersticio 110, compensando al mismo tiempo las diferencias de separación relacionadas con las tolerancias de construcción de la cisterna, se suelda de forma estanca una banda de conexión metálica 111, por una parte, a una lámina metálica 103 portada por el panel aislante 102 y, por otra parte, a la lámina metálica en ángulo 105. Esta banda de conexión metálica 111 incluye una ondulación 112 paralela a las ondulaciones 108 y separada de una ondulación 108 adyacente el paso de separación regular 109.
- 15 La banda de conexión 111 y la lámina en ángulo 105 permiten adaptarse a las dimensiones de la cisterna y recoger las posibles separaciones debidas a las tolerancias de construcción de la cisterna. Sin embargo, debido a la posible variación del intersticio 110, no se puede conocer de antemano la distancia 113 que separa la ondulación 112 de la banda de conexión metálica 111 y la ondulación 106 de la lámina metálica en ángulo 105, ni se puede mantener igual al paso de separación regular 109.
- 20 Esta banda de conexión 111 también incluye una serie de ondulaciones (no mostradas) perpendiculares al borde 101. Estas ondulaciones prolongan las ondulaciones de la serie de ondulaciones de la pared de la cisterna que se extienden perpendicularmente al borde 101. Las láminas metálicas en ángulo 105 y la cantonera en ángulo 107 también incluyen ondulaciones perpendiculares al borde 101 con el fin de conectar de manera estanca y continua las ondulaciones perpendiculares al borde 101 de las membranas de estanqueidad secundarias de las dos paredes de la cisterna que forman el ángulo de 135°.
- 25 La banda de conexión 111 metálica y la lámina en ángulo 105 metálica permiten conservar de este modo una estanqueidad y una buena flexibilidad en el ángulo de la cisterna, permitiendo al mismo tiempo la utilización de láminas metálicas 103 normalizadas, facilitando de este modo la construcción de la membrana de estanqueidad secundaria en dichas paredes de la cisterna.
- 30 Sin embargo, estas paredes de la cisterna que forman un ángulo de 135° también se unen mediante una pared transversal de la cisterna que se extiende perpendicularmente al borde 101. Con el fin de facilitar la fabricación de la membrana de estanqueidad secundaria en esta pared transversal de la cisterna, es deseable utilizar también láminas metálicas 103 normalizadas para la construcción de la membrana de estanqueidad secundaria de dicha pared transversal de la cisterna. Además, es necesario mantener la mejor flexibilidad posible de la membrana de estanqueidad secundaria en una esquina de la cisterna formada por la unión entre la pared transversal de la cisterna y una pared longitudinal de la cisterna.
- 35 El documento WO 2014/167228 describe una cisterna estanca y térmicamente aislante integrada en una estructura portante de acuerdo con la técnica anterior.
- 40
- Resumen**
- Una de las ideas sobre la base de la invención es permitir la construcción de una cisterna estanca y térmicamente aislante de manera sencilla y rápida. En particular, una idea sobre la base de la invención es permitir la utilización de elementos normalizados para la fabricación de las paredes de la cisterna, ofreciendo al mismo tiempo una buena estanqueidad y una buena flexibilidad de la membrana de estanqueidad secundaria en los ángulos de la cisterna, incluyendo a nivel de un ángulo de la cisterna formado por la unión entre una pared transversal de la cisterna y una pared longitudinal de la cisterna.
- 45 De acuerdo con una forma de realización, la invención proporciona una cisterna estanca y térmicamente aislante integrada en una estructura portante, incluyendo la estructura portante una primera pared portante plana y una segunda pared portante plana que forman conjuntamente un borde de la estructura portante,
- 50 la cisterna comprende una primera pared de la cisterna anclada a la primera pared portante y una segunda pared de la cisterna anclada a la segunda pared portante, teniendo cada pared de la cisterna una estructura multicapa que incluye sucesivamente, en la dirección del espesor desde el exterior hacia el interior de la cisterna, una barrera

térmicamente aislante retenida contra la pared portante correspondiente y una membrana de estanqueidad que porta la barrera térmicamente aislante,

- 5 incluyendo la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna una primera serie de ondulaciones paralelas que se extienden perpendicularmente al borde y que se separan un paso de separación regular a lo largo del borde, incluyendo la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna una segunda serie de ondulaciones paralelas que se extienden perpendicularmente al borde y que se separan dicho paso de separación regular a lo largo del borde, estando situada cada ondulación de la primera serie de ondulaciones en la prolongación de una ondulación correspondiente de la segunda serie de ondulaciones,
- 10 incluyendo la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna además una única ondulación que se extiende de forma paralela a las ondulaciones de la primera serie de ondulaciones, siendo esta única ondulación adyacente a la primera serie de ondulaciones y estando separada de una última ondulación de la primera serie de ondulaciones por una única separación diferente del paso de separación regular,
- 15 incluyendo la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna además una única ondulación paralela a la segunda serie de ondulaciones y situada en la prolongación de la única ondulación de la primera pared de la cisterna, estando la única ondulación de la segunda pared de la cisterna conectada de forma continua a la única ondulación de la primera pared de la cisterna en el borde, incluyendo dicha única ondulación de la segunda pared de la cisterna que se extiende en una parte de la segunda pared de la cisterna un primer tapón de cierre ondulado para cerrar de manera estanca la única ondulación de la segunda pared de la cisterna lejos del borde,
- 20 incluyendo la segunda serie de ondulaciones una ondulación correspondiente a la última ondulación de la primera serie de ondulaciones y una ondulación posterior perteneciente a la segunda serie de ondulaciones y desplazada de la única ondulación de la segunda pared de la cisterna en la dirección del borde debido a la única separación, incluyendo dicha ondulación adicional de la segunda serie de ondulaciones un segundo tapón de cierre que cierra de manera estanca dicha ondulación posterior de la segunda serie de ondulaciones.
- 25 Una cisterna estanca y térmicamente aislante de este tipo permite realizar una unión entre las ondulaciones de la primera pared de la cisterna y las ondulaciones de la segunda pared de la cisterna de forma sencilla y rápida. En particular, en una cisterna de este tipo, la conexión entre las ondulaciones de la primera pared de la cisterna y las ondulaciones de la segunda pared de la cisterna perpendiculars al borde y que no tienen una separación uniformemente idéntica a lo largo del borde en ambas paredes de la cisterna se podría normalizar en parte. De hecho, una cisterna de este tipo podría utilizar tapones de cierre normalizados para interrumpir las ondulaciones que tienen un desplazamiento, pudiendo utilizarse dichos tapones de cierre independientemente del desplazamiento entre las ondulaciones a lo largo del borde.
- 30 Además, la interrupción de la única ondulación de la segunda pared de la cisterna lejos del borde permite conservar la flexibilidad de la membrana de estanqueidad en el borde a pesar de la presencia de un desplazamiento a lo largo de una dirección paralela al borde entre la única ondulación y la ondulación posterior. En particular, esta interrupción de la única ondulación lejos del borde permite evitar las solicitudes asociadas a las tensiones presentes en la primera pared y en el borde, es decir, conservar un paso de separación regular en las zonas más solicitadas mecánicamente con el fin de mantener una buena flexibilidad de la membrana en dichas zonas solicitadas.
- 35 De acuerdo con las formas de realización, una cisterna de este tipo puede incluir una o más de las siguientes características.
- 40 De acuerdo con una forma de realización, el borde se extiende a lo largo de una dirección de anchura de la estructura portante, teniendo la segunda pared portante una dimensión mayor que la primera pared portante a lo largo de dicha dirección de anchura, de modo que la segunda pared de la cisterna tiene una dimensión mayor que la primera pared de la cisterna a lo largo de dicha dirección de anchura.
- 45 De acuerdo con una forma de realización, cada ondulación de la primera serie de ondulaciones se sitúa en un plano perpendicular al borde común con la correspondiente ondulación de la segunda serie de ondulaciones.
- 50 De acuerdo con una forma de realización, el primer tapón de cierre ondulado y el segundo tapón de cierre ondulado se separan uno del otro una distancia menor que el paso de separación regular.
- 55 De acuerdo con una forma de realización, el primer tapón de cierre ondulado y el segundo tapón de cierre ondulado se disponen a una distancia del borde tomada a lo largo de una dirección perpendicular al borde, en esencia, igual.
- 60 Gracias a estas características, la membrana de estanqueidad conserva una buena flexibilidad en los tapones de cierre ondulado.

- De acuerdo con una forma de realización, la estructura portante incluye una tercera pared portante plana que forma con la primera pared portante plana un segundo borde de la estructura portante paralelo a dichas ondulaciones de la primera serie de ondulaciones, siendo la única ondulación de la primera pared de la cisterna paralela a dicho segundo borde, formando la barrera térmicamente aislante un borde superior paralelo en la vertical del segundo borde de la estructura portante, estando la única ondulación de la primera pared de la cisterna dispuesta a una distancia predeterminada del borde superior.
- De acuerdo con una forma de realización, la distancia predefinida que separa el borde superior de la única ondulación y la primera pared de la cisterna es igual al paso de separación regular.
- De acuerdo con una forma de realización, las ondulaciones de la primera serie de ondulaciones se extienden por toda la primera pared de la cisterna en la dirección perpendicular al borde y las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones que prolongan una ondulación de la primera serie de ondulaciones se extienden por toda la segunda pared de la cisterna en la dirección perpendicular al borde.
- De acuerdo con una forma de realización, la única separación es menor que el paso de separación regular.
- De acuerdo con una forma de realización, la única separación es mayor que el paso de separación regular.
- Gracias a estas características, la membrana estanca tiene una buena flexibilidad a pesar de las interrupciones de las ondulaciones.
- De acuerdo con una forma de realización, cada pared de la cisterna incluye además una barrera térmicamente aislante primaria que se apoya en la membrana de estanqueidad y una membrana de estanqueidad primaria que porta la barrera térmicamente aislante primaria y que tiene por objetivo estar en contacto con un fluido contenido en la cisterna.
- De acuerdo con una forma de realización, la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna y la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna incluyen además ondulaciones paralelas al borde de la estructura portante.
- Una cisterna de este tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento en tierra, por ejemplo, para almacenar GNL, o se puede instalar en una estructura flotante, en la costa o en aguas profundas, en particular un buque metanero, una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento a distancia (FPSO) y otros.
- De acuerdo con una forma de realización, la invención también proporciona un buque para el transporte de un producto líquido frío que incluye un doble casco y una cisterna mencionada anteriormente dispuesta en el doble casco.
- De acuerdo con una forma de realización, la invención también proporciona un método de carga o descarga de un buque de este tipo, en el que un producto líquido frío se transporta a través de canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde la cisterna del buque.
- De acuerdo con una forma de realización, la invención también proporciona un sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema el buque mencionado anteriormente, canalizaciones aisladas dispuestas para conectar la cisterna instalada en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra y una bomba para impulsar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas hacia o desde la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde la cisterna del buque.
- Breve descripción de las figuras**
- La invención se comprenderá mejor, y otros objetivos, detalles, características y ventajas de la misma quedarán más claros en el curso de la siguiente descripción de varias formas de realización particulares de la invención, dadas únicamente a título ilustrativo y no restrictivo, con referencia a los dibujos adjuntos.
- La figura 1 es una vista en sección parcial de una cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con la técnica anterior.
- La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una esquina de una cisterna estanca y térmicamente aislante entre dos paredes longitudinales y una pared transversal de la cisterna en la que sólo se ilustra la membrana de estanqueidad secundaria.
- La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un tapón de cierre ondulado.

- La figura 4 es una representación esquemática en corte al cuarto de una cisterna de buque metanero y una terminal de carga/descarga de esta cisterna.

#### **Descripción detallada de las formas de realización**

La figura 2 ilustra una esquina de una cisterna estanca y térmicamente aislante entre una primera pared 1 de la cisterna, una segunda pared 2 de la cisterna y una tercera pared 3 de la cisterna. Una cisterna de este tipo es 5 autoportante y puede tener, en particular, una forma paralelepípedica, prismática, esférica, cilíndrica o multilobular.

La primera pared 1 y la tercera pared 3 son paredes longitudinales de la cisterna y juntas forman un ángulo de 135°. Además, la segunda pared 2 forma un ángulo de 90° con la primera pared. Del mismo modo, la segunda pared 2 forma un ángulo de 90° con la tercera pared.

Estas paredes de la cisterna 1, 2 y 3 pueden tener una estructura multicapa que incluye una barrera térmicamente aislante anclada en una pared portante plana de una estructura portante, y una membrana de estanqueidad portada por la barrera térmicamente aislante, y posiblemente una barrera térmicamente aislante primaria portada por la membrana de estanqueidad y una membrana de estanqueidad primaria portada por la barrera térmicamente aislante primaria y que tiene por objetivo estar en contacto con un líquido criogénico contenido en la cisterna, tal como el gas natural licuado (GNL) u otro. Estas paredes de la cisterna 1, 2 y 3 se fabrican, por ejemplo, con la ayuda de elementos 10 normalizados tales como los descritos anteriormente con respecto a la figura 1. De este modo, por ejemplo, las barreras térmicamente aislantes secundaria y primaria de cada pared de la cisterna se pueden fabricar a partir de bloques aislantes tales como los descritos en el documento WO2017/006044 yuxtapuestos a partir de una parte central 15 de la pared de la cisterna correspondiente. Del mismo modo, las membranas de estanqueidad secundaria y primaria se pueden fabricar con la ayuda de láminas metálicas normalizadas y que tienen series de ondulaciones perpendiculares que permiten absorber las tensiones de la membrana de estanqueidad. A título de ejemplo, los paneles aislantes y las láminas metálicas se pueden fabricar de forma análoga a los elementos correspondientes 20 descritos en los documentos WO14057221 o FR2691520.

En la figura 2, sólo se ilustra esquemáticamente la membrana de estanqueidad secundaria. De este modo, la figura 2 ilustra un borde 4 formado por la membrana de estanqueidad secundaria en la unión entre la primera pared de la 25 cisterna 1 y la tercera pared de la cisterna 3, un borde 5 formado por la membrana de estanqueidad secundaria en la unión entre la primera pared de la cisterna 1 y la segunda pared de la cisterna 2, y un borde 6 formado por la membrana de estanqueidad secundaria en la unión entre la segunda pared de la cisterna 2 y la tercera pared de la cisterna 3. Además, sólo se ilustran en forma de líneas continuas las ondulaciones que se extienden longitudinalmente en la 30 cisterna, entendiéndose que estas ondulaciones pueden adoptar diferentes formas como, por ejemplo, girarse hacia el exterior o hacia el interior, tener diferentes alturas o similares. Además, las soldaduras entre los distintos elementos de la membrana de estanqueidad secundaria se ilustran en la figura 2 en forma de líneas discontinuas. De este modo, en esta figura 2, se delimitan con líneas discontinuas dos láminas metálicas 22 en la segunda pared de la cisterna 2, bandas metálicas de conexión 23 en la primera pared de la cisterna 1 y en la segunda pared de la cisterna y láminas metálicas en ángulo 24 en la primera pared de la cisterna 1 y en la segunda pared de la cisterna 2.

35 La primera pared de la cisterna 1 y la tercera pared de la cisterna 3 se pueden formar de forma similar a las paredes de cisternas descritas con respecto a la figura 1. De este modo, la membrana de estanqueidad secundaria de la primera pared de la cisterna 1 tiene una primera serie de ondulaciones 7 que se extienden de forma paralela al borde 4 y, por tanto, perpendiculares al borde 5. Estas ondulaciones 7 se separan por un paso de separación regular 8. Este paso de separación regular 8 es, por ejemplo, del orden de 340 mm. Además, la membrana de estanqueidad 40 secundaria de la primera pared de la cisterna 1 incluye una única ondulación 9 separada del borde 4 por un paso de separación 80, pudiendo este paso de separación 80 ser, por ejemplo, igual o diferente a dicho paso de separación regular 8. Esta única ondulación 9 se separa de una última ondulación 10 de la primera serie de ondulaciones 7 por un paso de única separación 11 distinto del paso de separación regular 9. Este paso de única separación 11 es, por ejemplo, de 340 mm más o menos una distancia x determinada por las tolerancias de fabricación de la cisterna, siendo 45 esta distancia x variable de una cisterna a otra. Esta distancia x es, por ejemplo, del orden de 40 mm, pero puede ser menor, siendo así el paso de única separación 11, por ejemplo, de 340 mm más o menos 40 mm.

Del mismo modo, la segunda pared de la cisterna 2 se puede formar de forma similar a la primera y tercera paredes 50 de la cisterna 1, 3. De este modo, la membrana de estanqueidad secundaria de la segunda pared de la cisterna 2 incluye una segunda serie de ondulaciones 12 separadas del paso de separación regular 8 y perpendiculares al borde 5. La membrana de estanqueidad secundaria de la segunda pared de la cisterna 2 también incluye una tercera serie 55 de ondulaciones 13 perpendiculares a las ondulaciones 12 de la segunda serie de ondulaciones, es decir, paralelas al borde 5.

Con el fin de tener una buena flexibilidad en el borde 5, las ondulaciones 7, 9 de la primera pared de la cisterna 1 se prolongan hasta el borde 5. Las ondulaciones 7, 9 de la primera pared de la cisterna 1 se extienden preferiblemente en toda la longitud, tomada a lo largo de una dirección perpendicular al borde 5, de la cisterna. Estas ondulaciones 7,

9 se prolongan, por ejemplo, mediante partes de ondulaciones presentes en una lámina metálica en ángulo 24 portada por los paneles aislantes en ángulo (no mostrados) de la primera pared de la cisterna 1 en el ángulo de 90°, según se describió anteriormente con respecto a la figura 1.

Además, para facilitar el montaje de la cisterna, la parte central de la primera pared de la cisterna 1 utilizada como referencia para la colocación de los paneles aislantes de la cisterna 1 se utiliza también como referencia para la colocación de los paneles aislantes de la barrera térmicamente aislante secundaria de la segunda pared de la cisterna 2. De este modo, las ondulaciones 7 de la primera serie de ondulaciones 7 de la membrana de estanqueidad secundaria se disponen de forma coplanaria con las correspondientes ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones 12 de la segunda pared de la cisterna 2.

- 5      Con el fin de garantizar una buena flexibilidad de la membrana de estanqueidad secundaria en el borde 5, las ondulaciones 7 de la primera serie de ondulaciones 7 se conectan de manera continua y estanca a las correspondientes ondulaciones 12 de la segunda serie de ondulaciones 12. Normalmente, las ondulaciones 12 de la segunda serie de ondulaciones 12 que son coplanarias con las ondulaciones 7 de la primera serie de ondulaciones 7 se prolongan hasta el borde 5 por una parte de ondulación portada por una lámina metálica en ángulo 24 de la segunda pared de la cisterna 2. Las partes onduladas de las láminas en ángulo de la primera pared de la cisterna y de la segunda pared de la cisterna se unen juntas mediante una ondulación presente en la cantonera en ángulo que conecta dichas láminas en ángulo, de forma análoga a la descrita anteriormente con respecto a la figura 1. De este modo, la última ondulación 10 de la primera serie de ondulaciones 7 se prolonga en la segunda pared de la cisterna 2 mediante una ondulación correspondiente 14 de la segunda serie de ondulaciones 12.
- 10     Sin embargo, según se ilustra en la figura 2, la segunda pared de la cisterna 2 se extiende a lo largo de una dirección transversal a la cisterna, es decir, paralela al borde 5, una distancia mayor que la primera pared de la cisterna 1. De hecho, la primera pared de la cisterna 1 es interrumpida a lo largo de esta dirección por la tercera pared de la cisterna 3, pero la segunda pared de la cisterna 2 continúa a lo largo de esta dirección, formando el ángulo de 90° entre la segunda pared de la cisterna 2 y la tercera pared de la cisterna 3. De este modo, una ondulación posterior 15 de la segunda serie de ondulaciones 12 se separa de la ondulación 14 que prolonga la última ondulación 10 de la primera serie de ondulaciones 7 del paso de separación regular 8. Sin embargo, la última ondulación 10 de la primera serie de ondulaciones 7 se separa de la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 del paso de la única separación 11 distinto del paso de separación regular 8. Por lo tanto, la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 y la ondulación posterior 15 de la segunda serie de ondulaciones 12 no son coplanarias. Por lo tanto, no es posible prolongar la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 de forma continua y estanca mediante la ondulación posterior 15 de la segunda serie de ondulaciones 12 de la misma forma que la prolongación de las ondulaciones 7 de la primera serie de ondulaciones 7 por las correspondientes ondulaciones 12 de la segunda serie de ondulaciones 12.

Con el fin de tener una buena flexibilidad en el borde 5, la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 se prolonga con una única ondulación 16 de la segunda pared de la cisterna 2. Para ello, la cantonera en ángulo tiene una ondulación perpendicular al ángulo de 90°, que prolonga la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1. Además, la lámina metálica en ángulo 24 de la segunda pared de la cisterna 2 tiene una única parte ondulada 17 que se extiende perpendicularmente al borde 5 y es coplanaria a la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1. Esta única parte ondulada 17 prolonga la ondulación de la cantonera en ángulo y, por lo tanto, prolonga de forma continua y estanca la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 en la segunda pared de la cisterna 2.

La única ondulación 16 de la segunda pared de la cisterna 2 incluye además un primer tapón de cierre 18. Este primer tapón de cierre 18 se prolonga y termina la única parte ondulada 17 de la lámina metálica en ángulo 24 de la segunda pared de la cisterna 2.

Un tapón de cierre 18 de este tipo se puede fabricar de diferentes maneras. De este modo, en el ámbito de una única ondulación 16 que sobresale hacia el interior de la cisterna, el tapón de cierre de acuerdo con una forma de realización puede adoptar la forma ilustrada en la figura 3. Sin embargo, si la única ondulación 16 tiene otra geometría, la geometría del tapón de cierre 18 se puede adaptar en consecuencia para cerrar la única ondulación 16, por ejemplo, adoptando una sección y/o una orientación en la cisterna idénticas a la sección y/o la orientación de dicha única ondulación en la cisterna.

- 45     Este primer tapón de cierre 18, tal como se ilustra en la figura 3, incluye una parte superior en forma de media cúpula 19 que cierra la única parte ondulada 17 con la que se fija de forma estanca, por ejemplo, mediante soldadura por solapamiento. Una placa de fijación 20 rodea la base de la parte superior 19 y se suelda de forma estanca en una lámina metálica 22 adyacente a la lámina metálica en ángulo 24, normalmente a la banda de conexión metálica 23 que conecta las láminas metálicas de la membrana de estanqueidad secundaria de la segunda pared de la cisterna y la lámina metálica en ángulo 24. De forma ventajosa, la placa de fijación 20 incluye un desenganche en la dirección de la lámina metálica en ángulo 24 con el fin de soldar por solapamiento dicha placa de fijación 20 en dicha lámina metálica en ángulo 24.

La prolongación de la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 mediante la única ondulación 16 de la segunda pared de la cisterna 2 y la interrupción de dicha única ondulación 16 lejos del borde 5 permite conservar una buena flexibilidad de la membrana de estanqueidad secundaria en el borde 5. Esta flexibilidad es particularmente ventajosa porque las tensiones relacionadas con las solicitudes térmicas y las cargas hidrodinámicas y estáticas presentes durante el uso de la cisterna en el borde 5 son significativas. Además, la interrupción de la única onda 16 mediante el primer tapón de cierre 18 soldado a la banda de conexión metálica 23 permite posponer la pérdida de flexibilidad asociada a la interrupción de dicha única onda 16 más allá de la lámina metálica en ángulo 24, que también está muy solicitada durante su uso en la cisterna. Además, la prolongación de la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 en la segunda pared de la cisterna 2 permite que la única ondulación 9 de la primera pared de la cisterna 1 no se interrumpa. Dado que las paredes longitudinales de la cisterna, es decir, las paredes de la cisterna que forman un ángulo de 135° entre sí, están sometidas a grandes tensiones durante el uso, es particularmente ventajoso que la membrana de estanqueidad secundaria tenga una única ondulación 9 en toda la longitud de la primera pared de la cisterna 1.

La ondulación posterior 15 de la segunda serie de ondulaciones 12 se interrumpe por un segundo tapón de cierre 21. Este segundo tapón de cierre 21 es similar al primer tapón de cierre 18 y la ondulación posterior 15 se interrumpe lejos del borde 5. El segundo tapón de cierre 21 interrumpe la ondulación posterior 15, por ejemplo, soldándose a la banda de conexión metálica 23.

Cuando el paso de separación regular 8 está cerca del paso de única separación 11, el primer tapón de cierre 18 y el segundo tapón de cierre 21 se pueden soldar por solapamiento de su respectiva placa de fijación, de modo que la ondulación posterior 15 y la única ondulación 16 de la segunda pared de la cisterna 2 sean lo más largas posible a lo largo de una dirección perpendicular al borde 5, proporcionando de este modo una buena flexibilidad a la membrana de estanqueidad secundaria de la segunda pared de la cisterna.

El primer tapón de cierre 18 y el segundo tapón de cierre 21 son piezas sencillas de fabricar. Además, estas piezas se pueden fabricar de forma normalizada y se pueden utilizar en todas las cisternas, independientemente de las tolerancias de fabricación y del único paso de separación 11. De este modo, una cisterna estanca y térmicamente aislante de este tipo es sencilla de fabricar a pesar de la imprevisibilidad de las tolerancias de fabricación de la cisterna.

Las técnicas descritas anteriormente se pueden utilizar para fabricar una cisterna que tenga una sola barrera térmicamente aislante y una sola membrana estanca, o para constituir una cisterna de doble membrana para gas natural licuado (GNL) en una instalación terrestre o en una estructura flotante como un buque metanero o similar. En este contexto, se puede considerar que la membrana estanca ilustrada en las figuras anteriores y una membrana estanca secundaria, y que una barrera estanca primaria, así como una membrana estanca primaria, no mostradas, todavía se pueden añadir en esta membrana estanca secundaria. De esta manera, estas técnicas también se pueden aplicar a cisternas que tengan varias barreras térmicamente aislantes y membranas estancas superpuestas.

En este último caso, la barrera térmicamente aislante primaria que se apoya sobre la membrana de estanqueidad secundaria, así como la membrana de estanqueidad primaria que se apoya en la barrera térmicamente aislante primaria, se pueden fabricar de muchas maneras. De este modo, la barrera térmicamente aislante primaria se puede fabricar de forma similar a la barrera térmicamente aislante secundaria por medio de paneles aislantes yuxtapuestos en la membrana de estanqueidad secundaria. Del mismo modo, la membrana de estanqueidad primaria se puede fabricar con láminas metálicas normalizadas.

Con referencia a la figura 4, una vista en corte al cuarto de un buque metanero 70 muestra una cisterna 71 generalmente de forma prismática, aislada y estanca, montada en el doble casco 72 del buque. La pared de la cisterna 71 incluye una barrera estanca primaria que tiene por objetivo estar en contacto con el GNL contenido en la cisterna, una barrera estanca secundaria dispuesta entre la barrera estanca primaria y el doble casco 72 del buque, y dos barreras aislantes dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

De una manera conocida por sí misma, las canalizaciones de carga/descarga 73 dispuestas en la cubierta superior del buque se pueden conectar, por medio de conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transferir un cargamento de GNL desde o hacia la cisterna 71.

La figura 4 muestra un ejemplo de terminal marítima que incluye una estación de carga y descarga 75, un conducto submarino 76 y una instalación en tierra 77. La estación de carga y descarga 75 es una instalación fija en alta mar que incluye un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 porta un haz de mangueras aisladas 79 que se pueden conectar a las canalizaciones de carga/descarga 73. El brazo móvil 74 se puede girar para adaptarse a todos los tamaños de metaneros. Un conducto de conexión no mostrado se extiende en el interior de la torre 78. La estación de carga y descarga 75 permite la carga y descarga del metanero 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Esta última incluye cisternas de almacenamiento de gas licuado 80 y conductos de conexión 81 conectados mediante el conducto submarino 76 a la estación de carga o descarga 75. El conducto submarino 76 permite la transferencia del gas licuado entre la estación de carga o 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 una gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se utilizan bombas a bordo del buque 70 y/o bombas que equipan la instalación en tierra 77 y/o bombas que equipan la estación de carga y descarga 75.

5 Aunque la invención se ha descrito en conexión con varias formas de realización particulares, es evidente que no se limita en modo alguno a ellas y que incluye todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones, si estas entran en el ámbito de la invención.

10 En una forma de realización no ilustrada, la cisterna estanca y térmicamente aislante incluye sólo una barrera térmicamente aislante y una membrana de estanqueidad, por ejemplo, fabricadas de forma análoga a la barrera térmicamente aislante secundaria y la membrana de estanqueidad secundaria descritas anteriormente con respecto a la figura 2.

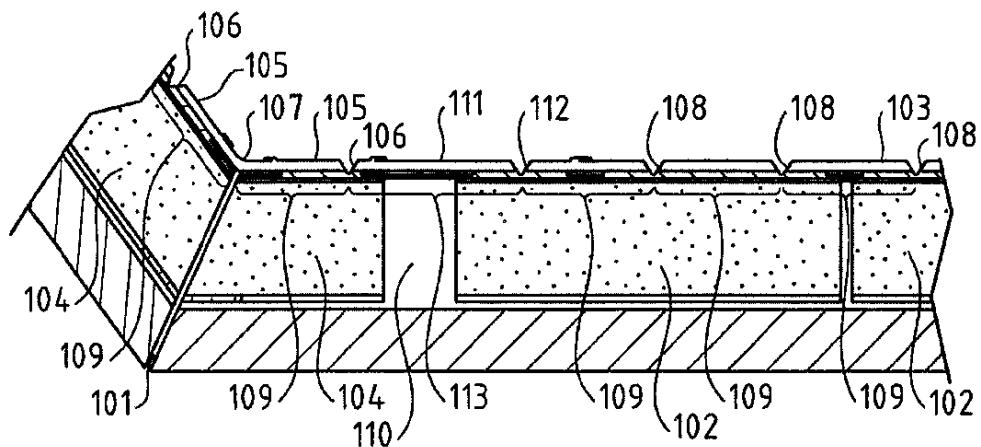
El uso del verbo "comprender", "incluir" o "contener" y sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos u etapas distintas de declaradas establecidas en una reivindicación.

15 En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no se deberá interpretar como una limitación de la reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Cisterna estanca y térmicamente aislante integrada en una estructura portante, incluyendo la estructura portante una primera pared portante plana y una segunda pared portante plana que forman conjuntamente un borde de la estructura portante,
- 5     incluyendo la cisterna una primera pared de la cisterna (1) anclada en la primera pared portante y una segunda pared de la cisterna (2) anclada en la segunda pared portante, teniendo cada pared de la cisterna (1, 2) una estructura multicapa que incluye sucesivamente, en la dirección del espesor desde el exterior hacia el interior de la cisterna, una barrera térmicamente aislante retenida contra la correspondiente pared portante y una membrana de estanqueidad portada por la barrera térmicamente aislante,
- 10    incluyendo la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna (1) una primera serie de ondulaciones (7, 10) paralelas que se extienden perpendicularmente al borde y separadas de acuerdo con un paso de separación regular (8) a lo largo del borde, incluyendo la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna (2) una segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15) paralelas que se extienden perpendicularmente al borde y separadas de acuerdo con un paso de separación regular (8) a lo largo del borde, estando situada cada ondulación (7, 10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10) en la prolongación de una ondulación (12, 14) correspondiente de la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15),
- 15    incluyendo la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna (1) además una única ondulación (9) que se extiende de forma paralela a las ondulaciones (7, 10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10), siendo adyacente esta única ondulación (9) a la primera serie de ondulaciones (7, 10) y separada de una última ondulación (10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10) por una única separación (11) diferente del paso de separación regular (8),
- 20    incluyendo la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna (2) además una única ondulación (16) paralela a la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15) y situada en la prolongación de la única ondulación (9) de la primera pared de la cisterna (1), estando conectada la única ondulación (16) de la segunda pared de la cisterna (2) de forma continua con la única ondulación (9) de la primera pared de la cisterna (1) en el borde, extendiéndose dicha única ondulación (16) de la segunda pared de la cisterna (2) en una parte de la segunda pared de la cisterna (2) y que comprende un primer tapón de cierre ondulado (18) para cerrar de manera estanca la única ondulación (16) de la segunda pared de la cisterna (2) lejos del borde,
- 25    incluyendo la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15) una ondulación (14) correspondiente de la última ondulación (10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10), y que se caracteriza por que la segunda serie de ondulaciones en la cisterna incluye además la ondulación posterior (15) perteneciente a la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15) y desplazada de la única ondulación (16) de la segunda pared de la cisterna (2) en la dirección del borde debido a la única separación (11), incluyendo dicha ondulación posterior (15) de la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15) un segundo tapón de cierre (21) que cierra de manera estanca la ondulación posterior (15) de la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15).
- 30    2. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el borde se extiende a lo largo de una dirección de anchura de la estructura portante, teniendo la segunda pared portante una dimensión mayor que la primera pared portante a lo largo de dicha dirección de anchura, de modo que la segunda pared de la cisterna (2) tiene una dimensión mayor que la primera pared de la cisterna (1) en dicha dirección de anchura.
- 35    3. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el primer tapón de cierre ondulado (18) y el segundo tapón de cierre ondulado (21) se separan uno del otro una distancia menor que el paso de separación regular (8).
- 40    4. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el primer tapón de cierre ondulado (18) y el segundo tapón de cierre ondulado (21) se disponen a una distancia del borde tomada a lo largo de una dirección perpendicular al borde, en esencia, igual.
- 45    5. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la estructura portante incluye una tercera pared portante plana que forma con la primera pared portante plana un segundo borde de la estructura portante paralelo a dichas ondulaciones de la primera serie de ondulaciones (7, 10), siendo paralela la única ondulación (9) de la primera pared de la cisterna (1) a dicho segundo borde, formando la barrera térmicamente aislante, en la vertical del segundo borde de la estructura portante, un borde superior (4) paralelo a dicho segundo borde de la estructura portante, estando dispuesta la única ondulación (9) de la primera pared de la cisterna (1) a una distancia predeterminada del borde superior (4).

6. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la distancia predeterminada entre el borde superior (4) y la única ondulación (9) de la primera pared de la cisterna es igual al paso de separación regular (8).
- 5    7. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde las ondulaciones (7, 10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10) se extienden por toda la primera pared de la cisterna en la dirección perpendicular al borde y las ondulaciones (12, 14) de la segunda serie de ondulaciones (12, 14, 15), que prolongan una ondulación (7, 10) de la primera serie de ondulaciones (7, 10), se extienden por toda la segunda pared de la cisterna (2) en la dirección perpendicular al borde.
- 10    8. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la única separación (11) es menor que el paso de separación regular (8).
9. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la única separación (11) es mayor que el paso de separación regular (8).
- 15    10. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde cada pared de la cisterna (1, 2, 3) incluye además una barrera térmicamente aislante primaria que se apoya contra la membrana de estanqueidad y una membrana de estanqueidad primaria portada por la barrera térmicamente aislante primaria y que tiene por objetivo estar en contacto con un fluido contenido en la cisterna.
11. Cisterna estanca y térmicamente aislante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la membrana de estanqueidad de la primera pared de la cisterna (1) y la membrana de estanqueidad de la segunda pared de la cisterna (2) incluyen además ondulaciones paralelas al borde de la estructura portante.
- 20    12. Buque (70) para el transporte de un producto líquido frío, incluyendo el buque un doble casco (72) que forma dicha estructura portante y una cisterna (71) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 dispuesta en el doble casco.
13. Método de carga o descarga de un buque (70) de acuerdo con la reivindicación 12, en donde un producto líquido frío se transporta a través de canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) hacia o desde la cisterna del buque (71).
- 25    14. Sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema un buque (70) de acuerdo con la reivindicación 12, canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas para conectar la cisterna (71) instalada en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77), y una bomba para impulsar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas hacia o desde la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el buque.



**FIG. 1**

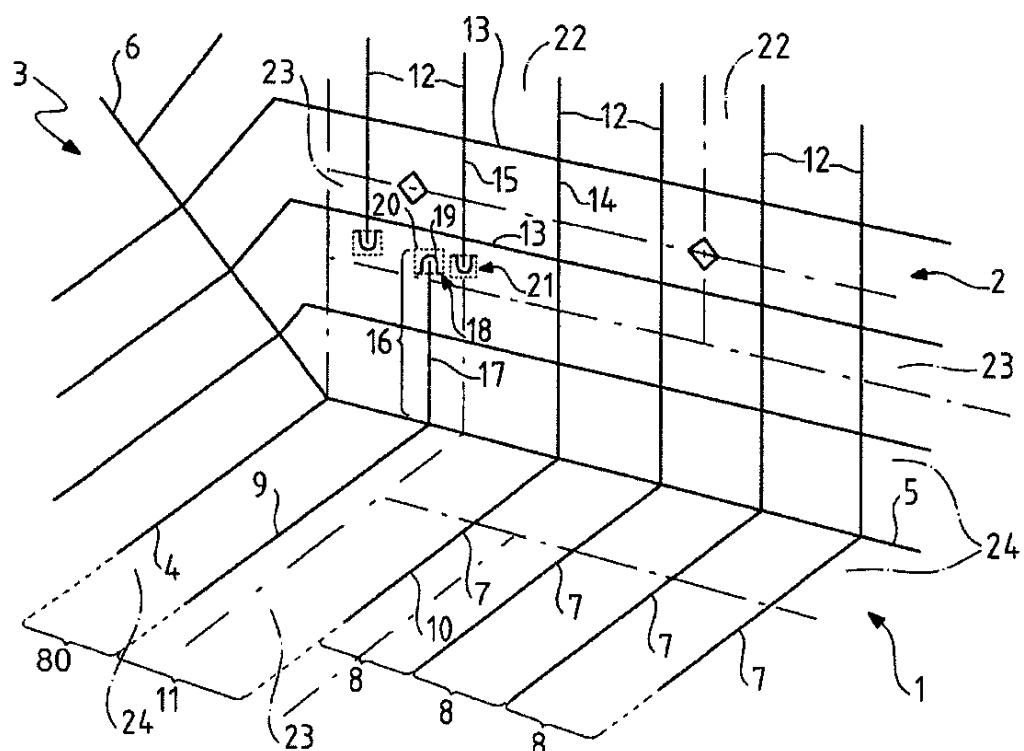


FIG.2

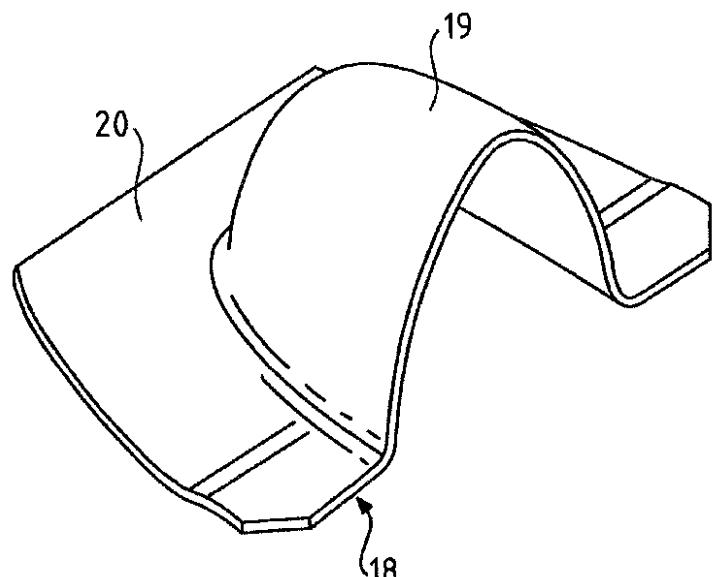


FIG. 3

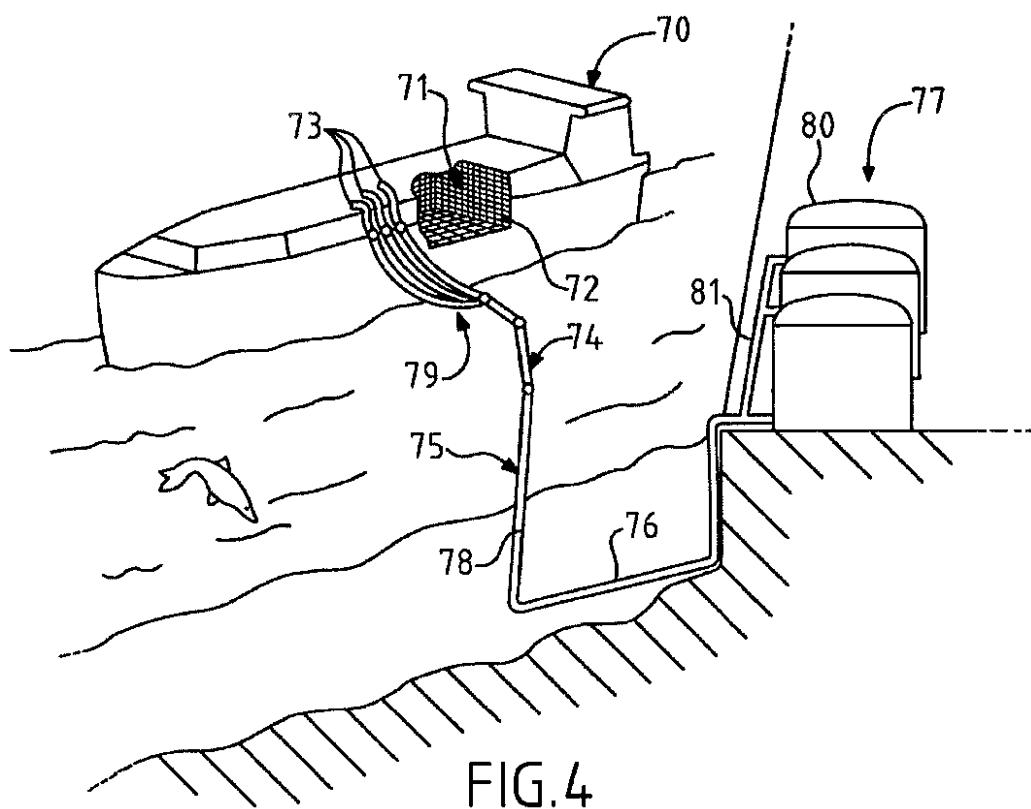


FIG. 4