

324463



PATENTE DE INVENCIÓN

=====
Your ref: PA 286 Sp.
=====

324463

Memoria Descriptiva

sobre

"PERFECCIONAMIENTO EN LA CONSTRUCCION DE
TANQUES PARA EL ALMACENAMIENTO DE GASES
LICUADOS".

Solicitante: CONCH INTERNATIONAL METHANE LIMITED, entidad de
las Islas Bahamas, residente en : Sandringham
House, Shirley Street, Nassau, The Bahamas.

Esta invención se relaciona con tanques des-
tinados a contener flúidos tales como metano licuado
y similares a temperaturas muy bajas, y más particu-
larmente con los denominados tanques de membrana para
5. tales flúidos. En un importante aspecto específico,

324463

- 2 -



la invención está dirigida a estructuras de tanques de membrana construídas en embarcaciones marinas, es decir, buques tanque, para el transporte de metano licuado u otros flúidos muy fríos.

5. En el transporte de metano mediante embarcaciones marinas, tales como buques tanque trasatlánticos, el metano se transporta en grandes tanques en estado licuado a una temperatura aproximadamente igual a su punto de ebullición a una atmósfera -161°C . La baja temperatura se mantiene dejando que parte del gas hierva durante el transporte; de esta manera, se retira calor del líquido en forma de calor de vaporización y en consecuencia no es necesario proporcionar una elevada presión en los tanques para mantener el metano en estado licuado, aunque los tanques se mantienen ordinariamente a una presión ligeramente superior a la atmosférica para evitar la entrada de aire en los tanques.
10. Las condiciones de temperatura existentes en el transporte de metano líquido presenta especiales problemas en cuanto al diseño del tanque. El metano ha de estar bien aislado del casco del buque, no solo para reducir al mínimo la transferencia de calor al líquido, sino también para evitar un excesivo enfriamiento del casco; de lo contrario, el metano líquido (que tiene una elevada capacidad de enfriamiento debido al hecho de ser transportado a una temperatura de -161°C aproximadamente) tendería a enfriar el casco a una temperatura a la que los metales ordinariamente empleados en la construcción del mismo se tornan frágiles. Además, a fin de descargar la máxima carga, puede ser preferible
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- vaciar los tanques por completo en el puerto de destino y dejar que aquéllos se calienten en el viaje de retorno hasta una temperatura comprendida entre -161°C y la ambiente (por ejemplo 21°C) debido al paso de calor natural al interior de los tanques. Si se dispone de una carga de líquido a temperatura ambiente para su transporte en los tanques en el viaje de retorno, es evidente que aquéllos alcanzarán necesariamente la temperatura ambiente. Así, en este tipo de operación
5. de un buque tanque para metano licuado, los tanques son sometidos ordinariamente a un cambio de temperatura de -161°C a 21°C aproximadamente en cada viaje de ida y vuelta, y en consecuencia los tanques han de diseñarse no solo para que resistan las temperaturas muy bajas
10. del metano licuado, sino además tales cambios de temperatura de gran magnitud, que imponen tensiones térmicas sobre los tanques al experimentar los materiales de los mismos una dilatación y contracción en respuesta a las variaciones de temperatura.
15. El metano líquido ha sido transportado en buques tanque contenido en tanques autosustentables, de paredes gruesas y rígidos, fabricados de metales que no se tornan frágiles a las temperaturas del metano líquido y provistos de aislamiento interno o externo, estando separados tales tanques del casco del buque
20. para permitir la dilatación y contracción térmicas. Los tanques convencionales rígidos para metano han de conservar normalmente algún metano líquido a bordo después de la descarga, a fin de reducir al mínimo el calentamiento en el viaje de vuelta. Todos los tanques han de
- 25.
- 30.

324463 - 4 -



5. abrirse naturalmente de vez en cuando para su inspección y conservación; el subsiguiente enfriamiento (es decir a la temperatura del metano líquido) en un tanque rígido ha de controlarse cuidadosamente a fin de evitar excesivas tensiones térmicas.
10. Se ha propuesto también transportar metano líquido en los denominados tanques de membrana, en los que el metano está contenido dentro de una membrana metálica delgada, impermeable a los flúidos y no autosustentable, sostenida y aislada por una cápsula exterior circundante que a su vez va montada directamente en la estructura del casco del propio buque. Estos tanques de membrana presentan importantes ventajas sobre los tanques de metal rígido anteriormente descritos, en el sentido de que ofrecen, especialmente, unas sustanciales economías de costo y peso al requerirse mucho menos metal para su construcción que en el caso de los tanques rígidos, por ejemplo, de 20 a 50 veces menos metal para un volumen equivalente del tanque.
15. Sin embargo, en los tanques de membrana, tal como han sido propuestos hasta ahora, por ejemplo, provistos de membranas de acero inoxidable o aluminio, ha sido necesario permitir un movimiento, por lo menos localizado, de la membrana respecto a la cápsula de sustentación, a fin de absorber la dilatación y contracción térmicas de la membrana, puesto que los cambios de temperatura producidos en los tanques de metano líquido producirían tensiones térmicas en tales membranas superiores a su resistencia elástica, si las membranas estuviesen totalmente inmovilizadas. Así, en particular, para
- 20.
- 25.
- 30.



evitar la rotura de las membranas debido a tales cambios de temperatura, ha sido necesario establecer membranas provistas de un contorno ondulado o ahuecado y asegurado a la cápsula exterior solo en puntos separados y salientes de la superficie de la membrana, de manera que la dilatación y contracción térmicas sean absorbidas en las porciones no aseguradas de la superficie ahuecada^u ondulada.

Por diversas razones, sería muy deseable evitar la necesidad de establecer estos contornos superficiales últimamente citados en las membranas de tanques para metano licuado. Es por consiguiente un objeto de la presente invención proporcionar una nueva y perfeccionada estructura de tanque de membrana que es más fácil de fabricar e instalar y que ofrece una mayor seguridad contra roturas y fugas que la estructura de tanque de membrana ondulado y ahuecado anteriormente propuesta. De acuerdo con la presente invención, un tanque para el almacenamiento de gases licuados comprende una cápsula exterior rígida y térmicamente aislada, tal como anteriormente se especifica, dentro de la cual se disponen unas barreras primaria y secundaria herméticas a los flúidos para los gases licuados, una de cuyas barreras es una membrana delgada, plana y flexible de aleación de hierro y níquel de escasa dilatación, y la otra es una membrana que comprende o consiste en un material plástico sintético. El citado material plástico puede fabricarse de tereftalato de polietileno o de fibra de vidrio aglutinada con resina, pudiendo constituir la barrera primaria o la secundaria.

324463 - 6 -



De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención, en un buque tanque marino para el transporte de gases licuados y provisto de una estructura de casco doble, se disponen uno o más tanques, tal como queda expuesto, cuya cápsula exterior rígida y térmicamente aislada constituye una parte integrante del casco interno.

5. Seguidamente se describirá la invención más detalladamente y se ejemplificará con referencia a los adjuntos dibujos, en los cuales:

10. La figura 1 es una vista en sección transversal simplificada de un buque tanque para el transporte de metano licuado u otro fluido a baja temperatura, provisto de una estructura de tanque de membrana, de acuerdo con la presente invención.

15. La figura 2 es una vista en sección fragmentaria de la estructura de la pared de una forma de tanque que incorpora la invención.

20. La figura 3 es una vista en sección fragmentaria de una esquina del tanque de la figura 2.

La figura 4 es una vista fragmentaria en perspectiva, parcialmente interrumpida, del interior del tanque de la figura 2.

25. La figura 5 es una vista en sección fragmentaria que ilustra una disposición variante destinada a asegurar la membrana del tanque a la estructura de sustentación del tanque de la figura 2.

30. La figura 6 es una vista en sección fragmentaria que ilustra una forma modificada de unión entre láminas de la membrana del tanque de la figura 2.



La figura 7 es una vista en sección fragmentaria que muestra otra disposición de tales juntas.

La figura 8 es una vista en sección fragmentaria que ilustra una forma modificada de estructura de pared respecto a la mostrada en la figura 2.

5. Con referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra un buque tanque, por ejemplo de diseño convencional, provisto de un casco exterior 10 dentro del cual se sitúa un tanque 11, de acuerdo con la presente invención, destinado a contener metano líquido u otro fluido a baja temperatura. Este tanque, como se ilustra, es un recinto de paredes planas de configuración generalmente rectangular o paralelepípedica, con pantoques 12 en sus esquinas inferiores (en algunos casos provisto de esquinas superiores en forma de pantoque también) y comprende en general una cápsula exterior 14 espaciada por todos sus lados del casco 10, una cápsula interna 15 asegurada a la cápsula externa, que proporciona aislamiento y presenta una superficie interna plana sustancialmente no elástica, y una estructura de membrana designada por 16, que proporciona un revestimiento no autosustentable e impermeable a los fluidos, para la superficie últimamente mencionada, cuya estructura de membrana se describe ulteriormente con mayor detalle. Una extensión 17 del tanque se proyecta hacia arriba desde la parte superior del tanque a través de la cubierta del buque proporcionando un montaje para la tubería de llenado 19, la descarga 20 de la bomba y la ventilación 21 para el gas. La tubería de llenado y la de descarga de la bomba se extienden al
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

324463

- 8 -

21 MAR.



- interior de la porción inferior del tanque y están respectivamente adaptadas para su asociación a unos adecuados medios (no mostrados) destinados a suministrar y retirar del tanque el fluido a transportar;
5. normalmente, el dispositivo de bombeo empleado para descargar el fluido utiliza una bomba de pozo profundo o bomba sumergida, La ventilación 21, abierta a la prolongación 17, está adaptada para retirar del tanque gases, por ejemplo, producidos por vaporización
10. del líquido contenido en aquél. El buque tanque puede estar provisto de dos o más tanques de construcción y disposición sustancialmente idénticas, y dispuestos en relación espaciada a lo largo del eje longitudinal del buque. Las dimensiones de los tanques están determinadas por el tamaño del buque y por la disposición
15. de los mismos en éste; como ejemplo, un tanque grande puede ser de 150 pies de longitud (a lo largo del eje del buque), 110 pies de anchura y 70 pies de profundidad, aproximadamente.
20. Los lados, parte superior e inferior de la cápsula exterior 14 están formados por mamparas longitudinales 23, que se aseguran en relación espaciada fija al casco exterior 10 mediante placas longitudinales espaciadas 25 y armazones de tabiques transversales y espaciados 26, que presentan unas aberturas 27
25. para el paso de personal destinado a la inspección, así como de aberturas más pequeñas (no mostradas) destinadas al paso de fluido. Para acentuar la rigidez de las mamparas contra la fuerza del líquido contenido en
30. el tanque 12, dirigida hacia el exterior, las superfi-

324463

- 9 -

21 MAR 1966



- cies exteriores de las mamparas se apoyan contra unos reforzadores 29 asegurados y extendidos longitudinalmente entre los armazones de tabique 26, disponiéndose unos reforzadores similares 30 para el casco exterior 10. Los extremos de la cápsula exterior 14 están formados por mamparas transversales (no mostradas en la figura 1), también asegurados rígidamente al casco exterior 10.
- 5.
10. Como se comprenderá, la cápsula exterior 14 del tanque es por consiguiente parte integrante de la estructura del casco del buque, de manera que esta estructura (incluyendo la cápsula 14) constituye la estructura sustentadora de la carga del tanque. Las mamparas y miembros de sustentación asociados que comprenden a la cápsula 14 son individualmente elementos estructurales convencionales bien conocidos en la técnica de construcción de buques; estas mamparas, así como las placas de sustentación, armazones y reforzadores, y el casco exterior 10, pueden fabricarse convenientemente de metales, tales como acero, convencionalmente empleados en la construcción de buques. Los espacios comprendidos entre la cápsula exterior 14 y el casco 10 constituyen una serie de tanques laterales 32; independientemente de que los tanques principales estén cargados o descargados, estos tanques laterales pueden dejarse vacíos o llenarse de agua salada como lastre o de cargas líquidas convencionales, por ejemplo, petróleo.
- 15.
- 20.
- 25.

30. La cápsula interna 15 está construída dentro de la cápsula externa 14 (y firmemente fijada a la misma) en acoplamiento transmisor de cargas con la super-

324463

- 10 -



- ficie interna de la cápsula externa, constituyendo de hecho una capa de aislamiento térmico dentro de la cápsula 14, que proporciona unas superficies planas y sustancialmente no elásticas de apoyo de la
5. membrana interna, orientándose hacia el interior del tanque y rodeando por completo a dicho interior. Esta cápsula 15 puede ser simple o compuesta, como se ilustra por los ejemplos de construcción más adelante descritos, pudiéndose fabricar de material o materiales que tengan en general las siguientes características: baja conductividad térmica, es decir, buenas propiedades de aislamiento del calor; propiedades sustentadoras de cargas (capacidad de resistir compresiones) suficientes para que resulte sustancialmente no
10. elástica, es decir, no experimente ninguna deformación sustancial bajo las fuerzas de compresión ejercidas por una carga completa de metano licuado contenida en el tanque; y una resistencia final sustancialmente superior a la tensión térmica totalmente restringida bajo las condiciones de temperatura existentes en el tanque. En la descripción que sigue y en las reivindicaciones, un material que tenga una superficie sustancialmente no elástica se considerará que posee las características anteriormente expuestas. Para este fin,
15. son adecuados una serie de materiales no metálicos; ejemplos de materiales adecuados que proporcionan tales propiedades son la madera y las espumas orgánicas no elásticas. Una manera especialmente adecuada, que proporciona propiedades aislantes y de sustentación
20. de cargas, es la madera de balsa, que tiene una ten-
- 25.
- 30.

324463¹¹



sión térmica, cuando se encuentra totalmente inmovilizada (para la gama de temperaturas que interesan) de 228 kilos por centímetro cuadrado y una resistencia final de 175'8 kilos por centímetro cuadrado.

5. Otra madera adecuada es la de haya, que tiene una tensión térmica de 122'5 kilos por centímetro cuadrado (para la última gama de temperaturas) y una resistencia final de 1.048 kilos por centímetro cuadrado. Otro material adecuado es la espuma de poliuretano, presentando
10. un tipo de tal espuma una tensión térmica de 0'23 kilos por centímetro cuadrado y una resistencia final de 2'9 kilos por centímetro cuadrado, teniendo otro tipo de dicha espuma una tensión térmica de 2'01 kilos por centímetro cuadrado y una resistencia final de 7'73
15. kilos por centímetro cuadrado.

- La estructura de la membrana 16, de acuerdo con la presente invención, incluye como barrera primaria o secundaria una membrana formada por una aleación de hierro y níquel de baja dilatación. La expresión
20. "aleación de hierro y níquel de baja dilatación" se emplea aquí para hacer referencia a las aleaciones consistentes esencialmente en hierro y níquel que tienen un contenido en níquel del orden del 30 al 42% aproximadamente, definiendo igualmente a las aleaciones que
25. tienen un bajo coeficiente de dilatación, tal como se entiende en esta clase de aleaciones. Las aleaciones así definidas pretenden significar aleaciones similares en las que se emplea cobalto en lugar de parte del níquel, como es bien sabido y entendido en el arte,
30. siendo la cantidad de cobalto así sustituida ordinaria

324463 - 12 -

21 MAR 1960



o comúnmente del orden de hasta un 5% aproximadamente. Como se comprenderá también, estas aleaciones de hierro y níquel de baja dilatación pueden llevar también en pequeñas cantidades ingredientes modificadores, tales como por ejemplo, manganeso y selenio, sin afectar a sus propiedades a los efectos de esta invención.

Para la gama de temperaturas comprendidas entre la del metano líquido y la ambiente (aproximadamente de -161°C a 21°C aproximadamente), las aleaciones de hierro y níquel de baja dilatación, tal como anteriormente se definen, tienen coeficientes térmicos de dilatación muy bajos, concretamente del orden de 3.46×10^{-6} centímetro/centímetro $^{\circ}\text{C}$ a 16.2×10^{-6} centímetro/centímetro $^{\circ}\text{C}$ aproximadamente (dependiendo de la composición proporcionada de la aleación) y tienen módulos de elasticidad del orden comprendido entre 1.47×10^6 y 1.54×10^6 kilos por centímetro cuadrado, aproximadamente. En particular, dentro de la gama de temperaturas de interés, la tensión térmica totalmente restringida de estas aleaciones es muy inferior a su resistencia elástica o resistencia última.

Es particularmente preferible emplear aleaciones de hierro y níquel de bajo coeficiente de dilatación, tal como anteriormente se definen, que posean un contenido en níquel comprendido entre el 34 y el 36% aproximadamente, por ejemplo, las aleaciones Invar y Nilvar. Las aleaciones que poseen un contenido en níquel del orden últimamente mencionado poseen unos coeficientes térmicos de dilatación especialmente bajos y por consiguiente exhiben unas tensiones térmicas to-

324463

- 13 -

21



- talmente restringidas particularmente bajas, en relación con la resistencia elástica y la resistencia final. Como ejemplo de material especialmente adecuado, una aleación que contenga aproximadamente un 35% de
5. níquel y un 65% de hierro tiene un módulo de elasticidad de 1.47×10^6 kilos por centímetro cuadrado y un coeficiente térmico de dilatación de 3.46×10^{-6} centímetro/centímetro $^{\circ}\text{C}$ (en contraste con el acero inoxidable, por ejemplo, que tiene un coeficiente de dilatación de 34.6×10^{-6} centímetro/centímetro $^{\circ}\text{C}$);
10. para la gama de temperaturas de interés (-161°C a 21°C), la tensión térmica totalmente restringida de la última aleación (35% de níquel) es de 365.6 kilos por centímetro cuadrado, en tanto que la resistencia elástica es de 2.812 kilos por centímetro cuadrado y la resistencia final es de 4.992 kilos por centímetro cuadrado. Otro ejemplo de material adecuado, que también tiene un coeficiente de dilatación térmica particularmente bajo, es una aleación que contenga aproximadamente un 31% de
15. níquel, un 4% de cobalto y un 65% de hierro.

- La membrana de aleación puede estar formada por láminas flexibles, planas y delgadas de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, unidas entre sí mediante juntas de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, a fin de proporcionar un revestimiento impermeable a los flúidos para la cápsula interna 15,
25. que rodee por completo el interior del tanque, incluyendo la prolongación 17. Estas láminas pueden suministrarse en tamaño bastante grande y acoplarse en todo su
30. tamaño o cortarse en la forma adecuada para acomodarlas



- a las dimensiones y configuración del tanque. Actualmente se prefiere emplear para este fin láminas de aleación que tengan un grosor comprendido entre 0'05 y 3'18 milímetros aproximadamente, siendo un nivel
5. más conveniente de grosores el comprendido entre 0'5 y 1'59 milímetros aproximadamente. Cuando sirva de barrera secundaria, la membrana de aleación 16 puede extenderse plana contra las superficies no elásticas internas de la cápsula 15, es decir, en acoplamiento
10. substancialmente continuo con esas superficies, asegurándose firmemente a las últimas superficies de manera que quede totalmente inmovilizada por ellas. Así, al variar la temperatura del tanque entre la temperatura del metano líquido (aproximadamente -161°C) y la temperatura ambiente (por ejemplo 21°C), la membrana de
15. aleación no experimenta prácticamente ningún movimiento localizado por dilatación o contracción.
- A este respecto puede explicarse que como las aleaciones de hierro y níquel de bajo coeficiente
20. de dilatación tienen una tensión térmica totalmente restringida muy inferior a la resistencia elástica, bajo las condiciones de temperatura existentes en un tanque de metano licuado, una membrana de tal aleación puede ser totalmente restringida o inmovilizada (es
25. decir, asegurada a la superficie de apoyo en condición plana y totalmente extendida, sin presentar concavidades ni ondulaciones para acomodar la dilatación y contracción), sin que sea susceptible de ruptura. Es decir, en virtud del uso de una aleación de hierro y níquel de baja dilatación, se evita la necesidad de on-
- 30.



- dular o ahuecar la membrana (para absorber la contracción y dilatación térmicas). Empleando así una membrana plana totalmente inmovilizada por la cápsula interna del tanque, se disminuyen los costos de material para la membrana; el diseño e instalación de esta última se facilitan grandemente y su duración se acentúa muy notablemente, con un consiguiente incremento en la seguridad contra fugas, porque se eliminan los puntos de elevada tensión en la membrana (tales como los pliegues de las ondulaciones).
- 5.
- 10.

- De acuerdo con la invención, se establece combinadamente con la membrana de aleación de hierro y níquel de baja dilatación una segunda barrera impermeable a los flúidos para el tanque, como requieren las actuales legislaciones que regulan el transporte de metano licuado y materiales análogos en vehículos marinos, siendo la segunda barrera una membrana hermética a los flúidos que comprende o consiste en material plástico sintético, siendo particularmente preferible la fibra de vidrio aglutinada con resina.
- 15.
- 20.

- Con referencia ahora a las figuras 2 a 4, se muestra una forma específica de construcción de pared de tanque que incorpora la presente invención. En esta versión, la cápsula interna 15 es de construcción compuesta e incluye unas vigas paralelas y espaciadas de madera 35, atornilladas a la superficie interna de cada una de las mamparas longitudinales 23 y mamparas transversales 36 (figura 4), que comprenden la cápsula exterior 14 del tanque, a fin de proporcionar una estructura de armazón de sustentación dentro de la cápsu-
- 25.
- 30.

324463 - 16 -



- la externa. Las superficies internas no elásticas de apoyo de la membrana de la cápsula 15 están formadas por planchas de madera 37 aseguradas a las vigas 35 y constituyendo unas paredes internas que rodean por completo el interior del tanque. Para el aislamiento térmico, los espacios comprendidos entre las vigas 35 están llenos de un adecuado material termoaislante, tal como los ladrillos 39, por ejemplo, de vidrio fibroso o espuma de poliuretano.
- 5.
10. Como ejemplo particular de la construcción de la cápsula 15 mostrada en las figuras 2 a 4, las vigas 35 pueden ser de madera, espaciadas entre sí y aseguradas a la cápsula exterior 14 mediante pernos 42 soldados a las mamparas que forman la cápsula exterior y sobresaliendo hacia el interior de los mismos. Los pernos se extienden en parte hasta el interior de las vigas a través de unos orificios 43 practicados en aquellas, que comunican con unos entrantes mayores 44 que se abren en el otro lado de las vigas; unas
- 15.
20. tuercas 45 van roscadas sobre los pernos en los entrantes 44 para mantener a las vigas en su posición, rellenándose luego los entrantes 44 con tapones 47 de vidrio fibroso para aislar tales pernos del interior del tanque y reducir así la conducción de calor al interior
- 25.
- de aquél a través de los pernos. Como se muestra en la figura 4, las vigas presentan unas esquinas achaflanadas 48 en las partes superior e inferior del tanque.
- Entre las vigas 35 se colocan unos ladrillos 39 de vidrio fibroso. Las planchas de madera se aseguran a las vigas para formar la superficie interna de
- 30.

324463

- 17 -

21 MAR. 1968



- sustentación de la carga de la cápsula 15. Para las vigas y las planchas puede emplearse cualquier madera estructural adecuada, tal como abeto Douglas. Tales maderas proporcionan la requerida tensión térmica y
5. de sustentación de la carga frente a las características de resistencia final de la cápsula 15, siendo también de una conductividad térmica relativamente baja; las propiedades termoaislantes de la cápsula son acentuadas en este ejemplo mediante el espaciamiento de
10. las planchas 37 respecto a la cápsula exterior 14 y el llenado de este espacio con ladrillos termoaislantes 39.

- En la forma de la invención ilustrada en las figuras 2 a 4, la estructura de la membrana 16 está
15. formada por grandes láminas delgadas (por ejemplo, 1'59 milímetros), planas y flexibles 49, de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, extendidas contra la superficie interna de las planchas 37 y unidas mediante juntas de aleación de hierro y níquel de baja
20. dilatación y herméticas a los flúidos. Las juntas existentes entre las láminas sobre una pared plana del tanque están formadas por barras planas 50 de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, insertas en entran-
25. tes del revestimiento de planchas de madera, de modo que queden substancialmente al ras del revestimiento 37 mediante tornillos de madera avellanados 52, situados junto a los bordes laterales de las barras. Las láminas 49 se superponen a las barras 50, cubriendo las cabezas de los tornillos 52 y se sueldan a las
30. mismas con aleación de hierro y níquel de baja dilata-

324463

- 18 -

21 MAR. 1966



5. ción, como se indica en 53; aunque se muestran líneas de soldadura separadas para las dos láminas que se superponen a la barra de aleación 50, las láminas pueden ponerse en relación contigua y efectuarse una simple soldadura, es decir, una soldadura por puntos, entre las dos láminas y la barra.

10. Como se verá seguidamente, en tal disposición las barras y las líneas de soldadura forman una junta de aleación de hierro y níquel hermética a los flúidos y de baja dilatación, entre las láminas 49, sirviendo las barras de tiras de apoyo para la membrana; como las láminas cubren a los tornillos 52, no se produce ninguna fuga alrededor de las cabezas de aquéllos. La fijación de las barras 50 al revestimiento de madera 37 asegura rígidamente las láminas de la membrana al revestimiento e inmoviliza totalmente a la membrana; si se desea, las láminas pueden encolarse también al revestimiento entre las barras 50.

20. Como se muestra más particularmente en la figura 3, en las esquinas del tanque las láminas 49 de la membrana están aseguradas a miembros angulares 56 de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, también ajustados en unos entrantes del revestimiento 37 y asegurados a los mismos mediante tornillos de madera avellanados 58. Las láminas 49 se superponen al miembro angular 56 a fin de cubrir las cabezas de los tornillos y se sueldan a dicho miembro 56 con soldaduras de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, indicadas en 59. Los miembros angulares, como se comprenderá, cooperan con las barras planas 50 asegurando a la

25.

30.



membrana en condición totalmente restringida o inmovilizada contra el revestimiento 37.

5. Si se desea, la membrana puede presentar en áreas localizadas del tanque unas láminas de aleación ligeramente más gruesas (por ejemplo de 6'35 milímetros) para facilitar la sujeción de tuberías, bombas u otras estructuras internas, tales como escaleras.

10. Como se ilustra en las figuras 2 y 3, al formar los entrantes del revestimiento para recibir las barras planas y miembros angulares antes mencionados, la madera se abre con cierto exceso (es decir, con una anchura superior a la de las barras de aleación y miembros recibidos) para formar unos espacios continuos 62 extendidos a lo largo del lado exterior de las membranas adyacentes a las juntas existentes entre las láminas. Estos espacios se disponen para comunicar con lugares exteriores al tanque y proporcionan pasos para gas, por ejemplo, para facilitar el ensayo de "caja de vacío" del tanque en cuanto a hermeticidad a los fluidos, y también para ventilar gas desde las paredes del tanque en caso de fuga en las juntas. Además, el gas contenido en estos espacios puede supervisarse continuamente durante el transporte de metano licuado para determinar la presencia de metano, indicadora de fuga en las juntas.
- 15.
- 20.
- 25.

30. En el montaje de la estructura de tanque de las figuras 2 a 4, la estructura del casco que incluye a las mamparas que forman la cápsula exterior 14, se construye primeramente, soldándose los pernos 42 a la superficie interna de la cápsula ultimamente citada.

324463

- 20 -

21 MAR 1964



- Luego se instalan las vigas 35, con ladrillos aislantes 39 colocados entre ellas. Seguidamente, se asegura el revestimiento de madera 37 a las vigas para formar una pared interna completa para el tanque; luego se
5. abren porciones de la superficie interna del revestimiento para recibir a las barras planas 50 y a los miembros angulares 56. Finalmente, después de atornillarse las últimas barras y miembros angulares en su posición, se colocan las láminas de aleación 49 y se sueldan para
10. formar la membrana 16.
- Aunque el uso de tiras y miembros angulares de apoyo de las barras planas para las juntas de la membrana, tal como se muestra en las figuras 2 a 4, representa una conveniente disposición de fácil construcción para unir las láminas de la membrana y asegurarlas
15. al revestimiento 37, puede prescindirse de unas u otros o de ambos. Por ejemplo, las láminas de la membrana pueden encolarse simplemente al revestimiento 37 o asegurarse al mismo mediante pernos 67 (como se muestra
20. en la figura 5) extendidos a través de la propia membrana hasta la madera, con una soldadura 68 de aleación de hierro y níquel de baja dilatación alrededor de la cabeza del perno para asegurar la hermeticidad a los flúidos. En tal caso, las láminas pueden unirse directamente entre sí mediante simples soldaduras por puntos 70 de la aleación de hierro y níquel de baja dilatación (como se muestra en la figura 6) o mediante soldaduras de solapa 71 de tal aleación (como se muestra en la figura 7).
- 25.
30. La membrana así formada por cualquiera de



- las anteriores disposiciones constituye un revestimiento interno continuo, plano e impermeable a los flúidos, para el tanque, que rodea por completo el interior de este último y puede constituir la barrera primaria hermética a los flúidos para el tanque, o la barrera secundaria.
- 5.

- En las estructuras de tanques de las figuras 2 a 4, en las que la cápsula interna 15 (construida de vigas 35, revestimiento 37 y aislamiento 39) no es impermeable a los flúidos, se monta una segunda membrana impermeable a los flúidos (que encierra también por completo el interior del tanque) dentro de la membrana de aleación de baja dilatación, que ha pasado a ser la barrera secundaria del tanque. La segunda membrana, ilustrada por 71 en la figura 2, puede ser una bolsa hermética a los flúidos fabricada de láminas de película de Mylar, una película de tereftalato de polietileno. La película de Mylar es un material recio y fuerte que tiene una baja tensión térmica (244 kilos por centímetro cuadrado, dentro de la gama de temperaturas existente en el presente tanque) respecto a su resistencia elástica (1.547 kilos por centímetro cuadrado). La bolsa de película de Mylar puede ser suspendida, por ejemplo, de la parte superior del tanque (manteniéndose en su posición en todo momento mediante una ligera presión positiva ejercida sobre el interior de la bolsa), y separada de la membrana 16 mediante una capa 73 de material aislante poroso, por ejemplo, vidrio fibroso; cuando se llena el tanque de metano líquido, las fuerzas de compresión del contenido del tanque son transmitidas hacia
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

324463

- 22 - 21 MAR 1966



- el exterior a través de la bolsa de película de Mylar, que se mantiene así eficazmente en condición totalmente inmovilizada o restringida contra la capa de vidrio fibroso 73. La finalidad de la capa de vidrio fibroso
5. es proporcionar un espacio o paso para gas, entre la película de Mylar y las barreras de la membrana de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, que pueden comunicar con un lugar externo al tanque, de manera que el gas de aquél pueda supervisarse para detectar la presencia de fugas. Como la membrana de aleación presenta una superficie plana y lisa sin bordes pronunciados o concavidades, a diferencia de la membrana metálica ondulada o ahuecada, no tenderá a rasgar la bolsa de película de Mylar aun cuando se prescindiera de la capa de vidrio fibroso 73.
- 10.
- 15.

En lugar de material laminado en forma de película de Mylar, puede emplearse como barrera primaria una membrana hermética a los flúidos de fibra de vidrio aglutinada con resina.

20. Con referencia a la figura 8, que muestra una forma variante de estructura de pared, la cápsula interna 15 consta de una sola capa gruesa de espuma de poliuretano 90 que proporciona tanto aislamiento térmico como un soporte plano y no elástico para la membrana secundaria. La capa de espuma 90 no es hermética a los flúidos, disponiéndose una barrera secundaria hermética a los flúidos formada por una capa 94 hermética a los líquidos, de lienzo de vidrio impregnado de resina, contra el cual se extiende la membrana de aleación.
- 25.

30. En la práctica, el tanque mostrado en la fi-

324463

- 23 - 21 MAR. 1966



- gura 1 se llena de metano licuado u otro flúido a baja temperatura, bombeado a través de la tubería de llenado 19, preferiblemente a un elevado nivel, formando un pequeño espacio para gas por encima del líquido para la recogida de gas evaporado del líquido. La carga líquida no es sustentada por la membrana, sino que es transmitida a través de ella (y por consiguiente a través de la cápsula interna 15) a la estructura del casco (que, como queda dicho, constituye la estructura sustentadora de la carga del tanque) y por consiguiente la membrana no necesita ser de ningún espesor particular para resistir las fuerzas de compresión del líquido. En consecuencia, el límite inferior de grosor para la membrana es el grosor mínimo que pueda ser satisfactoriamente soldado y manipulado. Como la membrana se encuentra sobre la superficie interna de la cápsula 15, las fuerzas de compresión del líquido (y también la presión preferiblemente algo superior a la atmosférica, existente por encima del líquido contenido en el tanque) tienden a forzar a la membrana contra las superficies internas no elásticas de la cápsula 15, manteniendo la deseada relación de acoplamiento entre la membrana y la última superficie (es decir, contribuyendo a la completa inmovilización de la membrana) y evitando toda posibilidad de ruptura de la membrana por presión ejercida contra la misma.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- Durante el transporte, se evapora gas del metano licuado contenido en el tanque, absorbiendo calor y manteniendo así las deseadas condiciones de temperatura en aquél; este gas se retira a través de la tubería
- 30.

324463 - 24 -



- de ventilación 21. En el puerto de destino, el metano es bombeado al exterior del tanque mediante una bomba de pozo profundo u otro medio a través de la descarga 20 de bombeo, dejándose luego calentar el tanque a la
5. temperatura ambiente en el viaje de vuelta. Como las tensiones térmicas son muy bajas en el presente tanque, no hay necesidad de mantener una parte de la carga de metano líquido a bordo para el viaje de vuelta, ni de cuidadosos procedimientos de enfriamiento después de
10. que el tanque se ha calentado a la temperatura ambiente.
- Aunque las estructuras de tanques de la invención han sido anteriormente descritas con particular referencia al transporte de metano líquido en buques tanque marinos, los tanques construídos, de acuerdo con
15. la invención, pueden emplearse para que contengan otros líquidos a bajas temperaturas, tales como por ejemplo, helio licuado, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, etano, propano y amoníaco, todos ellos licuados, a una presión de una atmósfera, aproximadamente, por ejemplo. Es decir,
20. tales tanques pueden emplearse con las ventajas descritas cuando la gama de temperaturas existentes, sea la comprendida entre la temperatura ambiente y las temperaturas de líquidos y gases incluso muy inferiores a la temperatura del metano líquido, por ejemplo, en
25. el caso del helio líquido, que tiene un punto de ebullición (a una presión de una atmósfera) de -269°C . aproximadamente. Asimismo, aunque la invención ha sido mostrada y descrita como incorporada en tanques de buques marinos provistos de paredes planas, en sus aspectos
30. más amplios la invención abarca también tanques de



- almacenamiento terrestres estacionarios, incluyendo tanques provistos de paredes cilíndricas, pretendiendo significar las referencias aquí hechas a una membrana plana 16 que presente una superficie cilíndrica y plana, es decir lisa y continua, así como una membrana que tenga una superficie recta y plana.
- 5.

- N O T A -

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente, presentada en Norteamérica, con fecha 25 de Marzo de 1965, bajo el número 442.657, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España: "PERFECCIONAMIENTO EN LA CONSTRUCCION DE TANQUES PARA EL ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS"; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
- 20.

- 1ª.- Perfeccionamiento en la construcción de tanques para el almacenamiento de gases licuados, que comprenden el disponer dentro de una cápsula exterior rígida y térmicamente aislada unas barreras primaria y secundaria para los gases licuados, siendo una de ellas una membrana delgada, flexible y hermética a los flúidos, de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, y la otra una membrana hermética a los flúidos.
- 25.
- 30.

324463

- 26 -



- dos, fabricada de material plástico sintético.
5. 2ª.- Perfeccionamiento, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la barrera primaria es una membrana hermética a los flúidos fabricada de tereftalato de polietileno y la barrera secundaria es una membrana delgada, plana, flexible y hermética a los flúidos, de aleación de baja dilatación, que posee un contenido en níquel del 30 al 42% aproximadamente.
10. 3ª.- Perfeccionamiento, según las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado porque la barrera primaria es una membrana delgada, plana, flexible y hermética a los flúidos, de aleación de baja dilatación, que posee un contenido en níquel del 30 al 42% aproximadamente, y la barrera secundaria es una membrana
15. fabricada de fibra de vidrio aglutinada con resina.
20. 4ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la barrera secundaria está formada por láminas de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, soldadas a miembros en forma de barras planas de aleación de hierro y níquel de baja dilatación, insertos y fijados en el aislamiento térmico sustentador de la carga sostenido por la cápsula exterior.
25. 5ª.- "Perfeccionamiento en la construcción de tanques para el almacenamiento de gases licuados"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

324463 - 27 -



Esta Memoria consta de veintisiete hojas,
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 21 MAR. 1966

CONCH INTERNATIONAL METHANE LIMITED,

J. GOMEZ DE BO Y MODESTO
D. E. F. ...
...ndor Ritz

324463

21 MAR. 1966



Fig. 1.

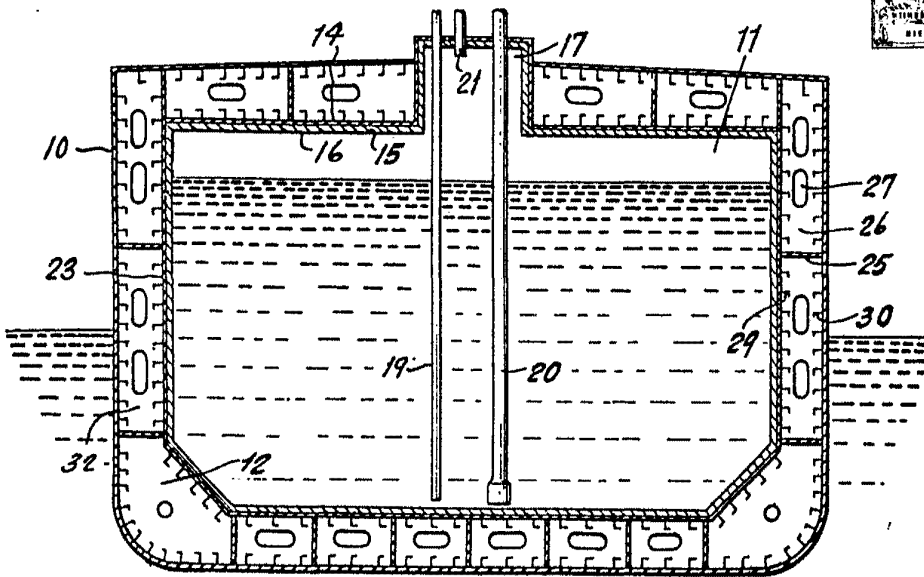
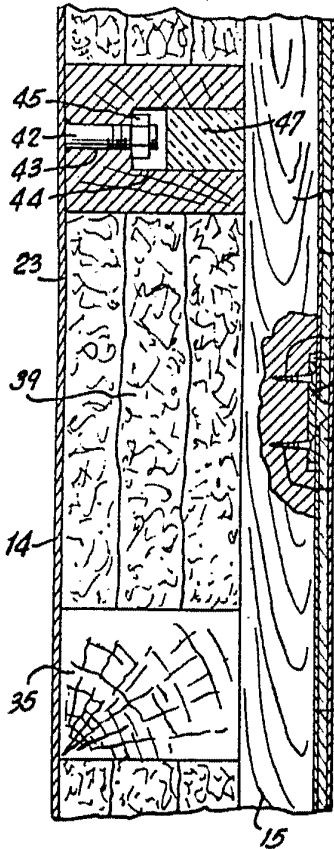
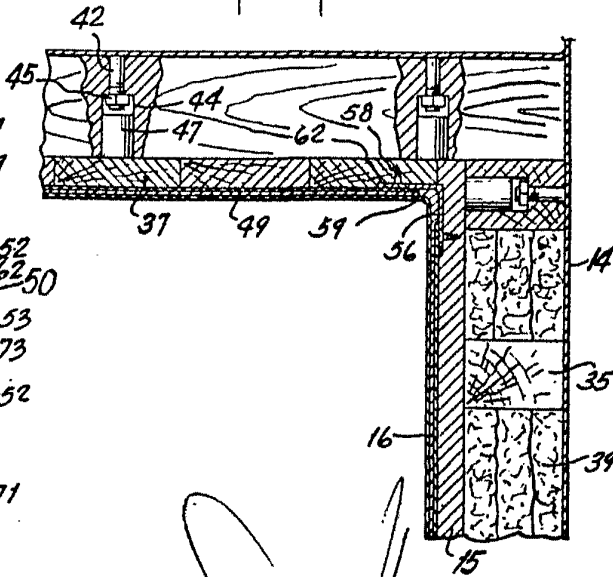


Fig. 2.



ESCALA
Fig. 3. VARIABLE



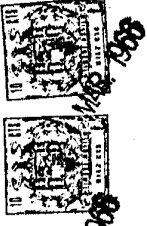
Madrid 21 MAR. 1966

J. GOMEZ ARBO Y MODET
p. p. Firmado. T. Registrado. Rula

324403

324403

324403



21 MAR 1966

ESCALA
1:1

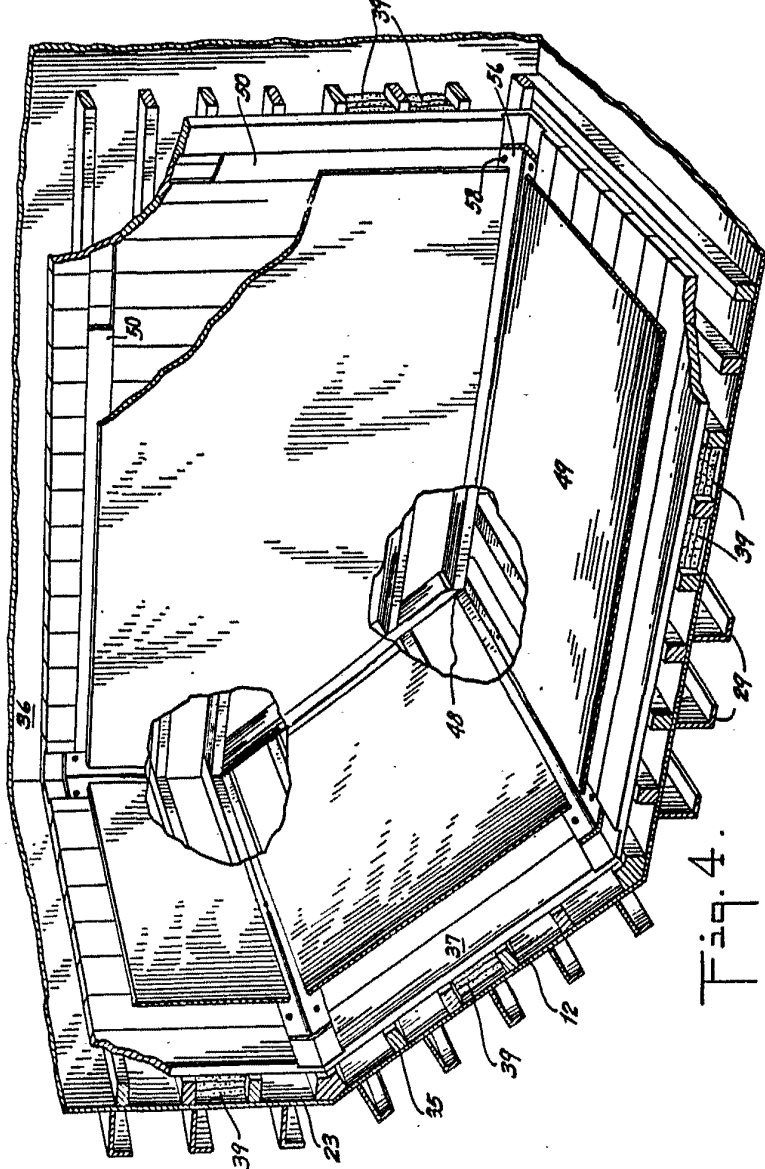


Fig. 4.

Madrid
21 MAR 1966
J. SOLÍS FIGUEROA Y MODER
CALLE DE ALBAZAN, 11 - MADRID - SPAIN

324403

324463

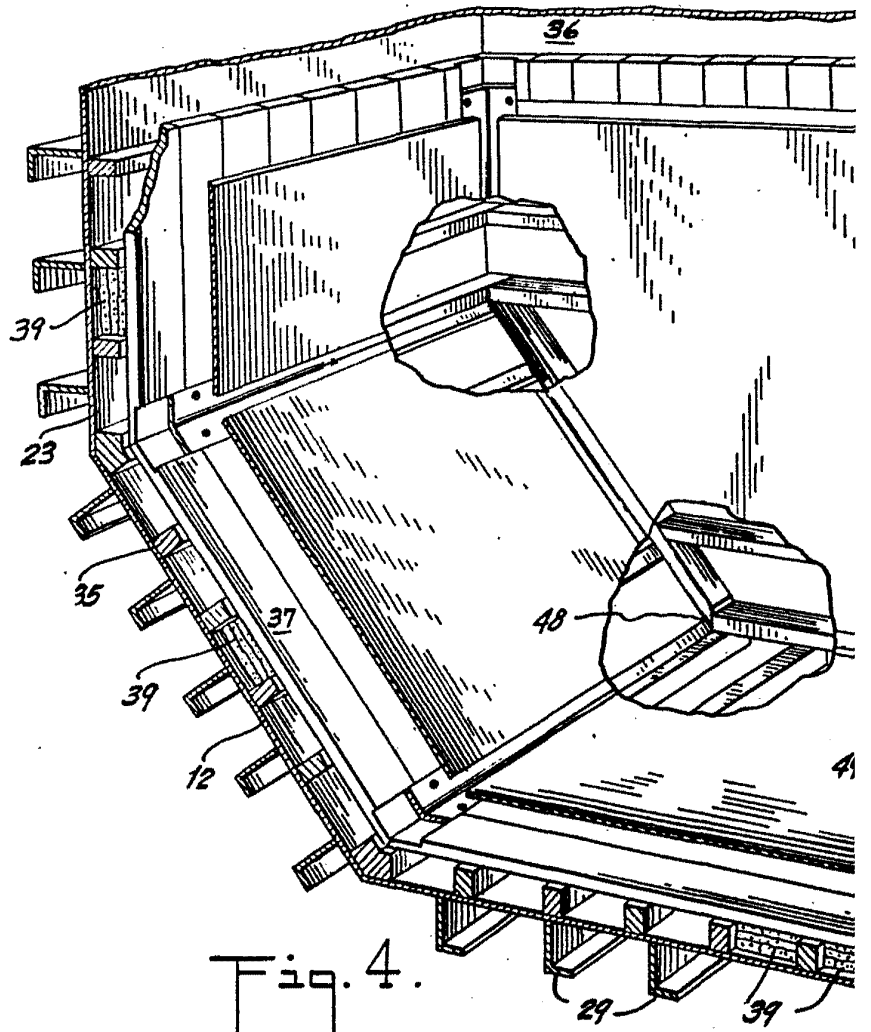


Fig. 4.

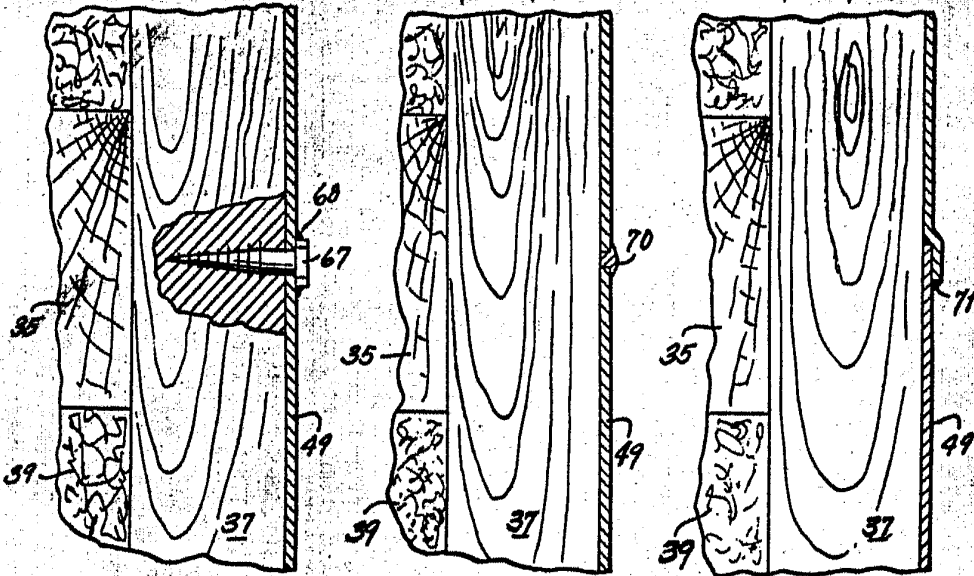
324463



Fig. 5.

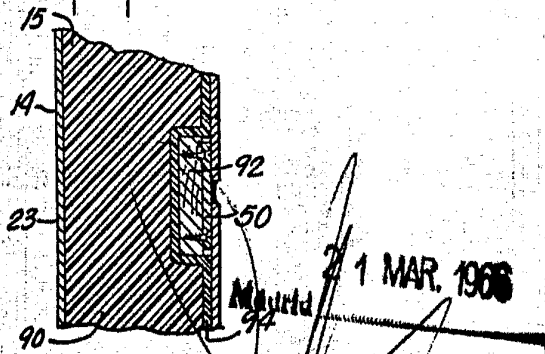
Fig. 6.

Fig. 7.



ESCALA VARIABLE

Fig. 8.



J. GOMEZ AC-BO Y MODER
Ingenieros de Filiales Fr. Hernández Balle

POOR
QUALITY