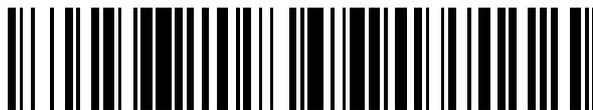


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 831**

21 Número de solicitud: 201400729

51 Int. Cl.:

**F28D 20/00** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**15.09.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**15.04.2016**

Fecha de la concesión:

**27.01.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**03.02.2017**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2015/070667**

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES S.A.  
(100.0%)**

**Energía solar, Nº 1, Campus Palmas Altas  
41014 Sevilla (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**PRIETO RÍOS, Cristina;  
PÉREZ OSORIO, David;  
GONZÁLEZ ROUBAUD, Edouard;  
RUIZ CABAÑAS, Francisco Javier y  
RUBIO ABUJAS, Carlos**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados**

57 Resumen:

Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados que tiene una capa interior (2) de hormigón aislante que tiene una conductividad térmica menor de 1,05W/mK. El tanque también tiene una capa exterior (1) de hormigón que tiene una resistencia a compresión estándar comprendida entre 20 y 50MPa. El tanque no precisa de refuerzos como pretensado o postensado.

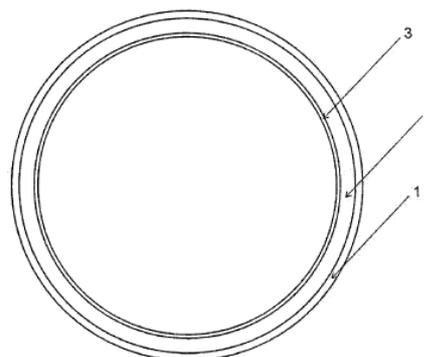


Fig. 1

**ES 2 566 831 B1**

Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados

**DESCRIPCIÓN**

**Sector técnico de la invención**

5 La presente invención se encuadra dentro de los sistemas de almacenamiento térmico de un fluido a altas temperaturas, en concreto de fluidos caloportadores no presurizados. Más concretamente se trata de una estructura en forma de tanque de multicapa de hormigón.

10 **Antecedentes de la invención**

Existe la necesidad en varias tecnologías de diferentes industrias de grandes estructuras para almacenamiento de sales u otros fluidos similares. Las principales industrias que acuden a este tipo de tecnologías son: la de tratamiento de aguas para las operaciones de desalinización y almacenamiento de salmuera, la tecnología termosolar para almacenamiento de sales fundidas, aceites u otros fluidos caloportadores y la industria de gas para almacenamiento de GNL, hidrógeno y otros líquidos.

Dentro del estado de la técnica en tanques de almacenamiento es de interés conocer los antecedentes en la tecnología de tanques de hormigón, la cual está directamente relacionada con la industria de agua en la amplia gama de instalaciones de desalinización, potabilización, depuración y, principalmente, almacenamiento de agua, es decir, los depósitos de agua potable habituales en las poblaciones más importantes. En todas estas áreas relacionadas con las aguas existen toda clase de tipologías de tanques de hormigón para el almacenaje del líquido; no obstante, la temperatura no es un parámetro limitante en ninguno de estos casos, al contrario de lo que ocurre con la presente invención. La presente invención aúna las características de las anteriores áreas (grandes estructuras de almacenamiento, fluidos almacenados, uso de hormigón como material constructivo), a las que suma peculiaridades técnicas que suponen retos en el estado de la técnica y que representan una innovación: fluido a muy alta temperatura, concepto multicapa con materiales de diferente naturaleza, mejora de la tecnología actual en cuanto a estabilidad estructural (eliminación de asientos diferenciales y eliminación de problemas de corrosión en elementos estructurales) y abaratamiento de costes respecto a las soluciones actuales en la industria termosolar.

35 Existen documentos que hacen referencia a diferentes sistemas de almacenamiento

de fluidos aplicados a las tecnologías anteriormente nombradas:

CN202784409 es uno de los más claros ejemplos de la tecnología actual de tanque de sales fundidas para la industria termosolar, consistiendo en estructuras aislantes para los tanques de acero, de manera que este concepto resuelve los problemas de corrosión habituales. Este tanque tiene una capa externa metálica lo que implica una menor estabilidad estructural y mayores costes.

Ni el ejemplo mencionado anteriormente ni otros que pueden encontrarse en el estado de la técnica aportan soluciones de hormigón ni resuelven los problemas de los tanques de acero actuales de la tecnología termosolar.

Sin embargo, existen una serie de documentos relacionados con todo tipo de estructuras de almacenamiento de fluidos o gases que usan parcial o completamente el hormigón en algunos de sus elementos, no siendo ninguno de ellos usado en los escenarios que incumbe a la presente invención a las mismas condiciones de contorno:

WO2002048602(A1) hace referencia a un tanque bicapa de hormigón para el almacenamiento de gas natural licuado cuyos muros, de ambas capas, son preferiblemente postensados y cuya losa descansa sobre múltiples compartimentos o cámaras de balasto. En WO2002048602(A1) se especifican requerimientos mecánicos del hormigón a utilizar y protege, además, las siguientes variaciones de diseño: acero, aluminio y hormigón como material, formas cilíndricas, prismáticas y cilíndricas y esféricas, así como cubiertas de acero u hormigón. El recubrimiento interno no es de naturaleza metálica sino polimérica. WO2002048602(A1) está muy enfocado al proceso constructivo, ya que el principal problema que resuelve con su diseño es la rapidez de ejecución. WO2002048602(A1) requiere una serie de compartimentos que no son necesarios en la presente invención, puesto que la presente invención consigue una estabilidad estructural y térmica mediante una bicapa de hormigón.

Por último, WO2014/023862A1 presenta un tanque bicapa de hormigón para el almacenamiento de vapor a altas presiones y altas temperaturas que incorpora un recubrimiento interno metálico para mantener la calidad del fluido.

Pese a que la configuración multicapa es similar a la de la presente invención, existen diferencias significativas y, sobre todo, necesarias en el diseño por los requerimientos de partida de ambos conceptos. El principal argumento, y sobre el que se basan todas estas diferencias, es las condiciones de presión del fluido almacenado. La presente invención se refiere a un tanque para fluidos no

presurizados, por el contrario WO2014/023862A1 hace referencia a tanques de fluido presurizado. La geometría óptima, y en concreto la relación altura/diámetro, que presenta el tanque presurizado es justo la contraria de la óptima para el tanque de la presente invención. Otra diferencia fundamental radica en la capacidad de la capa exterior: debido a las fuertes sollicitaciones del tanque presurizado, existe la necesidad de usar un hormigón de alta resistencia en el muro de WO2014/023862A1; sin embargo para el tanque de fluido no presurizado de la invención, la capa exterior rebaja sus requerimientos optimizando el diseño hacia un hormigón convencional. Todo ello junto con la naturaleza del fluido (en uno vapor/agua presurizados, en otros fluidos caloportadores no presurizados), que determina el tipo de material a disponer en el recubrimiento interno, hace imposible el uso de la configuración del tanque presurizado como tanque de fluido no presurizado según las condiciones de esta invención, y viceversa.

Fuera de este campo de almacenamiento de fluidos existen algunos sectores que acuden a estructuras especiales de hormigón como método de confinamiento. Un ejemplo de todo ello se da en la industria nuclear, en la que los reactores nucleares PWR (Pressurized Water Reactor) se componen de una estructura de contención de hormigón cilíndrica, sin embargo ésta estructura de hormigón forma la estructura del edificio que acoge toda la instalación, incluyendo generadores de vapor, vasijas nucleares, etc. Por tanto, no se ha encontrado en el estado del arte de tanques de almacenamiento similares a la presente invención.

Por tanto, para la finalidad de esta invención, que es la de contener de forma continua un fluido no presurizado y a muy altas temperaturas se encuentra que el estado de la técnica no resuelve los problemas que se originan en las actuales plantas solares termoeléctricas, no eliminando asientos diferenciales por las cimentaciones actualmente ejecutadas ni evitando los problemas de corrosión en los elementos estructurales del tanque.

Por todo ello, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un tanque o depósito para almacenar un fluido caloportador que soporte muy altas temperaturas sin estar en condiciones de presurización, y que además proporcione una estabilidad estructural y operacional para su correcto funcionamiento durante su vida útil. Para ello se emplea un tanque multicapa con un muro exterior de hormigón convencional estructural, un muro intermedio de hormigón refractario o aislante y un recubrimiento (coating o liner, en inglés) metálico o de otra naturaleza para el contacto interior con el fluido almacenado.

**Descripción de la invención**

La invención se refiere a un tanque de almacenamiento para fluidos caloportadores no presurizados que comprende una doble capa de hormigón: la capa interior de características aislantes o refractarias, entendiendo esto como un hormigón refractario que pueda soportar, sin degradación de sus propiedades termomecánicas, hasta más de 1000°C con una conductividad térmica menor de 1,05W/mK, y capa exterior de hormigón armado convencional, entendiendo esto como un hormigón comercial con resistencias a compresión estándar de entre 20 y 50MPa. Por el hecho de contener un fluido no presurizado, no es necesario ejecutar esta capa estructural con sistema de pretensado o postensado, así como tampoco es necesario emplear hormigones de alta resistencia (superiores a 50MPa).

Este fluido contenido está en contacto con un recubrimiento metálico a modo de recubrimiento interno que protege al hormigón de la corrosión y penetración del fluido. Con esta configuración se podrán alcanzar temperaturas de trabajo mayores de 600°C, sin penalizar el coste; es más, se consigue reducir el coste constructivo de los sistemas de almacenamiento de energía para plantas solares, gracias al ahorro significativo en materiales de construcción por el uso de hormigones como elemento estructural y aislante. Esta configuración de materiales permite resolver varios de los problemas de las actuales configuraciones de tanques de acero para almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados. Por un lado se evitan los asientos que sufren los actuales tanques sobre el lecho de arcilla expandida que les sirve como cimentación; el uso de un material rígido y resistente como es el hormigón elimina cualquier riesgo de movimientos diferenciales en los elementos de los tanques.

Los actuales diseños de tanques de almacenamiento usan bombas verticales que demandan un nivel mínimo de sumergencia, lo que obliga a tener un volumen muerto de fluido que garantice la altura neta positiva de aspiración (ANPA, NPSH en sus siglas en inglés Net Positive Suction Head) requerida por la bomba, lo cual encarece el coste del sistema. La invención permite la construcción de un poceto de aspiración de dimensiones mínimas en la base del tanque, garantizando la sumergencia de la bomba sin que esta irregularidad en la base esté sometida a tensiones termomecánicas que puedan afectar a la estabilidad constructiva del tanque.

Además, como valor añadido de la presente invención, esta permite resolver la gravedad de los actuales problemas de corrosión, al incorporar un solo elemento

metálico en la estructura: el recubrimiento metálico interior, el cual no realiza funciones estructurales, tan sólo de protección e impermeabilización de la primera capa de hormigón refractario respecto al fluido alojado en el tanque. Cualquier problema de corrosión no afecta en ningún caso al comportamiento estructural del conjunto de almacenamiento, erradicando las graves consecuencias que produce una corrosión en las paredes de los tanques de acero lo cual penaliza enormemente el espesor de esas láminas y, por tanto, el coste.

El fluido que contendrán estos tanques serán fluidos caloportadores no presurizados, siendo principal y preferentemente sales fundidas, actuando éstas como fluidos caloportadores de plantas termosolares. Otros fluidos que el tanque de la presente invención permite almacenar son: aceites, sales solares, agua no presurizada, sólidos particulados, arenas y cualquier material que no requiera ser almacenado en condiciones de presión.

Una de las principales ventajas de este nuevo sistema multicapa de hormigón es que permite alcanzar temperaturas de trabajo superiores a las de la actual técnica, pudiendo alojar fluidos caloportadores no presurizados en la zona caliente de hasta 800°C.

Los condicionantes estructurales y geométricos vendrán determinados por dos acciones: temperatura de trabajo y altura del fluido alojado en el interior del tanque. Para el primer parámetro se dimensiona una capa de hormigón refractario cuyo espesor permita absorber el flujo térmico de manera que la pared de hormigón armado estructural pueda trabajar correctamente a bajas temperaturas sin afectar al comportamiento mecánico del tanque. Esta capa refractaria tiene un espesor de al menos 0,7m y más preferiblemente de al menos 0,5m y su función, por tanto, es aislar el muro estructural de modo que sus propiedades mecánicas no se vean alteradas, así como tampoco se vean afectadas las armaduras de acero. Esta capa de hormigón refractario se caracteriza por estar compuesta de un hormigón refractario constituido por un porcentaje de cemento aluminoso entre el 20% y el 50% respecto de la masa total de la dosificación formulada, cuya composición es principalmente aluminato de calcio. El cemento aluminoso confiere la resistencia térmica y resistencia al impacto mecánico requeridos en esta capa de hormigón refractario.

Para soportar los esfuerzos debidos a las acciones físicas del fluido en el interior del tanque contra las paredes que lo contienen, se dimensiona una capa de hormigón estructural, hormigón armado convencional, la cual se ubicará en la parte más

exterior; esta capa, por tanto, tiene un espesor de al menos 0,30m.

En cuanto a la geometría general del tanque, al tratarse de un fluido no presurizado es la componente estructural la que determina la geometría óptima, ya que no es necesario minimizar la superficie presurizada, como en el caso de fluidos  
5 presurizados. Una relación altura/diámetro máxima de 0,7 se considera como límite superior del rango óptimo, estableciéndose el límite inferior en 0,2. Todo ello para las diferentes posibles geometrías que pretende describir la presente invención.

En lo relativo a la calidad de los hormigones, para ambos es suficiente poseer una resistencia convencional de hormigones comerciales (al menos 20MPa) siendo  
10 indispensable, eso sí, que el hormigón refractario presente una baja conductividad térmica (menos de 1,05W/mK) de tal manera que la distribución y evolución de la temperatura en el espesor de este muro sea correcta de tal forma que impida variación de temperatura en la interfaz de ambas capas de hormigones, manteniéndose este plano de separación a una temperatura adecuada (menor de  
15 200°C, más preferiblemente menor de 150°C) para el comportamiento estructural del muro armado exterior.

Las capas de hormigón están en contacto pero no existen elementos de unión o conexión entre ellas, esto se consigue hormigonando ambas capas en fases diferentes. Al no existir conexión física entre ambas capas, bien mediante anclajes,  
20 pernos o elementos de unión similares, las diferencias de dilataciones en una capa afectan en menor medida a la otra y de esta forma se minimizan las tensiones en el hormigón.

Derivado de estos requerimientos surge uno de los mayores valores añadidos de la presente invención y, por tanto, una de las principales innovaciones de este tanque:  
25 al requerir un hormigón refractario de resistencias convencionales (al menos 20MPa), automáticamente este hormigón se convierte en un hormigón estructural que la normativa EHE-08 autoriza a ser utilizado como hormigón armado. La consecuencia inmediata de esto es que este tanque multicapa se puede fabricar con la misma formulación tanto para la capa refractaria como para la capa estructural,  
30 obteniéndose un tanque con dos capas de hormigón refractario, siendo la capa externa compuesta por hormigón refractario armado.

Finalmente será necesario aislar el hormigón del fluido caloportador alojado debido a su incompatibilidad, para lo cual se recurre a un recubrimiento metálico interior. Las diferentes tipologías de material metálico para este recubrimiento son necesarias  
35 debido a los muy diferentes escenarios a los que deba enfrentarse el recubrimiento

metálico interno. Para temperaturas menores de 400°C se plantea la opción de un recubrimiento metálico de acero al carbono. Para temperaturas hasta 650°C, es necesario acudir a aceros inoxidable; y para mayores temperaturas se utiliza un recubrimiento de acero aleado de base Ni-Cr.

- 5 Al no ser este elemento metálico un componente estructural del sistema tanque – esta función la realiza la capa de hormigón armado- su dimensionamiento se simplifica hasta el punto de permitir espesores milimétricos tan sólo derivados de una protección frente a corrosión; por tanto este recubrimiento metálico interno tiene un espesor de al menos 2mm.
- 10 El diseño estructural previsto para esta tipología de tanque de almacenamiento tendrá forma circular o rectangular, en planta, siendo preferiblemente un tanque cilíndrico con el objetivo de optimizar el dimensionamiento de los espesores de pared mediante un homogéneo reparto de tensiones y reducir, por tanto, el coste económico final.
- 15 Para todas las configuraciones y formas anteriores, así como en todas sus posibles combinaciones, las paredes podrán disponerse de forma completamente vertical, a modo de tanque convencional, o de manera inclinada, a modo de balsa. La principal ventaja de esta última configuración, la inclinada, es poder usar el terreno como parte resistente de las sollicitaciones de las paredes del tanque; además, con esa forma
- 20 trapezoidal de base más pequeña se minimiza el volumen de fluido muerto manteniendo el volumen global necesario. Sin embargo, la sencillez constructiva que aportan las paredes verticales repercute directamente en los costes abaratando la solución de manera importante; es por ello, que es la opción más viable.
- Otra de las principales ventajas de la presente invención tiene una doble vertiente, técnica y económica, ya que esta configuración multicapa de hormigón permite
- 25 ejecutar el tanque con tres disposiciones diferentes: enterrado, semi-enterrado y exento. Serán, principalmente, la geometría del tanque y las características del terreno, los parámetros que determinen la disposición óptima. La ventaja económica y técnica derivada de este diseño y estas tres opciones de disposición es el hecho de
- 30 poder evitar la necesidad de aislar térmicamente el tanque en su contorno exterior, como se hace actualmente mediante lana de roca o silicatos, ya que la acción del hormigón refractario interior se centra en rebajar la temperatura de la interfase refractario-estructural, de lo cual es consecuencia inmediata que la temperatura exterior del tanque será muy baja respecto a la interior, derivándose todo ello en una
- 35 optimización importante de las pérdidas térmicas del almacenamiento energético con

esta solución.

Existe, incluso, una ventaja adicional en dos de las tres disposiciones anteriores: con un tanque enterrado o semi-enterrado el efecto aislante del terreno en el exterior permitirá optimizar aún más las pérdidas térmicas del sistema, reduciéndose a cada  
5 paso el coste constructivo final, debido a la consecuente optimización de espesores en las diferentes capas. Ambas disposiciones, enterrado o semi-enterrado, se ven beneficiadas en cuanto a coste (por la consiguiente reducción de espesores en los muros, nuevamente) si le añadimos la componente anteriormente mencionada de paredes inclinadas.

10 Otro aspecto técnico derivado de las disposiciones enterrado y semi-enterrado es, en función de las características del terreno donde se ubique el tanque, la necesidad o no de sistemas de refrigeración externos al contacto con el suelo, por ejemplo y de forma preferible, con una malla de tuberías o "cooling pipes" ubicada en los trasdoses de los muros laterales y bajo la losa inferior del tanque.

15 Una última ventaja adicional de este sistema de tanque multicapa de hormigón es que va a permitir adoptar la tipología de la cubierta en función de las necesidades del diseño global, ya que se podrá optar por una cubierta multicapa de hormigón a modo de continuación del resto de elementos del tanque y soportada mediante pilares interiores, siendo éstos ejecutados constructivamente con el mismo concepto  
20 multicapa de las paredes o con un hormigón especial, aislante o acumulador, que permita la estabilidad estructural del conjunto. La ventaja de este sistema es el ahorro de costes que supone al utilizar materiales constructivos estándar y de coste bajo.

La segunda opción es ejecutar una cubierta de acero a modo de continuación del  
25 recubrimiento metálico interno, en caso de disponerse, sobre la cual sí deberá instalarse un sistema de aislamiento adecuado al sistema de almacenamiento de energía diseñado, preferiblemente con lana de roca o silicato. Esta tipología permite eliminar los pilares interiores de la solución de diseño evitando así problemas de estabilidad de la cubierta, ya que al ser metálica se pueden salvar mayores luces, en  
30 este caso, diámetros de tanque. Además esta opción beneficiaría al proceso constructivo al poder ejecutarse prefabricada, completa o por módulos, y posteriormente colocarse sobre el perímetro estructural del tanque o bien como continuación del recubrimiento metálico interior.

Toda esta gran variedad de configuraciones estructurales hacen a este tanque de  
35 almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados diferenciarse del actual

estado de la técnica, permitiendo: almacenar energía mediante un fluido no presurizado a muy altas temperaturas (200-800°C) mayores de las actuales temperaturas de trabajo, uso de hormigones convencionales para almacenar dicha energía mejorando el comportamiento estructural actual a la par que se disminuyen de manera considerable los costes asociados a la construcción del sistema de tanques diseñado y, por último, solucionando de manera efectiva y barata los principales problemas de diseño y comportamiento de las actuales configuraciones, tales como asientos indeseables por las cimentaciones y ubicación y diseño del poceto del grupo de bombeo.

10

### **Breve descripción de los dibujos**

Para una mejor comprensión de cuanto se describe en la presente memoria se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representan diferentes características de la invención.

15 Figura 1: Vista en planta de un tanque de sección transversal circular.

Figura 2: Vista en planta de un tanque de sección transversal rectangular.

Figura 3: Vista en alzado de un tanque con poceto.

Figura 4: Vista en alzado de un tanque enterrado.

Figura 5: Vista en alzado de un tanque semienterrado.

20 Figura 6: Vista en alzado de un tanque exento.

Figura 7: Vista en alzado de un tanque con paredes inclinadas.

Figura 8: Vista en alzado de un tanque con cubierta metálica.

Figura 9: Vista en alzado un tanque con cubierta multicapa de hormigón.

Figura 10: Vista en alzado un tanque con sistema de refrigeración.

25 Los elementos esenciales de la invención son:

1. Capa exterior

2. Capa interior

3. Recubrimiento interno

4. Poceto

30 4F. Fondo

5. Cubierta

5S. Porción superior

6. Pilares interiores

61. Primer extremo

35 62. Segundo extremo

7. Pared

8. Sistema de refrigeración

81 .Malla de tuberías refrigerantes

5 **Descripción de una realización preferente**

Un primer aspecto de la invención se refiere a un tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados que comprende:

1a) una capa interior (2) de hormigón:

1a1) aislante;

10 1a2) configurado para soportar sin degradación de propiedades termomecánicas hasta 1100°C;

1a3) que tiene una conductividad térmica menor de 1,05W/mK;

1b) una capa exterior (1) de hormigón:

15 1b1) que tiene una resistencia a compresión estándar comprendida entre 20 y 50MPa

1b2) excluyendo medios de refuerzo seleccionados entre pretensado y postensado.

Así, la invención presenta una serie de diferencias frente al estado de la técnica.

20 Frente a WO2002048602(A1), la invención presenta las siguientes características nuevas. La invención se refiere a un tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados mientras que WO2002048602(A1) se refiere a un tanque para fluidos presurizados. Puesto que el fluido de la invención no está presurizado, las sollicitaciones mecánicas que tiene que soportar el tanque generadas por el fluido contenido no son tan elevadas como las que debe soportar el tanque de WO2002048602(A1). Consecuentemente, tanto el material empleado como la propia estructura constructiva del tanque de la invención no han de cumplir unos requisitos mecánicos tan exigentes como los del tanque de WO2002048602(A1). Estas diferencias tanto en el material como en la estructura del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2002048602(A1), puesto que hay un ahorro tanto en coste de material como en ejecución del tanque.

25 1a3) La capa interior (2) de la invención tiene una conductividad térmica menor de 1,05W/mK, mientras que WO2002048602(A1) emplea un material aislante para aislar el gas licuado de hidrocarburo del exterior del tanque.

35 La invención no precisa mantener unas temperaturas criogénicas, sino

todo lo contrario, mantener unas temperaturas elevadas. Mientras que WO2002048602(A1) emplea un elemento adicional para conseguir el aislamiento térmico requerido, la invención ya integra la función de aislamiento térmico en uno de los componentes constructivos, en la propia  
 5 capa interna. Esta diferencia en los elementos constructivos del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2002048602(A1), puesto que hay un ahorro tanto en coste de materiales como en ejecución del tanque.

1b) La capa exterior (1) de hormigón de la invención tiene una resistencia a  
 10 compresión estándar comprendida entre 20 y 50MPa, mientras que tanto la capa interior como la capa exterior de WO2002048602(A1) tienen una resistencia característica de 50MPa. La invención no precisa alcanzar unos valores de resistencia a compresión estándar tan elevados, por lo que no es necesario recurrir a una formulación de hormigón que permite alcanzar una resistencia a  
 15 compresión estándar de 50MPa tanto para la capa externa como para la capa interna, con lo que pueden emplearse hormigones sin especificaciones tan restrictivas. Esta diferencia en el material del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2002048602(A1), puesto que hay un ahorro en coste de material. El tanque de WO2002048602(A1) precisa  
 20 materiales de resistencia a compresión estándar de 50MPa tanto para la capa externa como para la capa interna porque el fluido que contiene está presurizado.

1b2) La invención excluye medios de refuerzo seleccionados entre pretensado y  
 25 postensado mientras que WO2002048602(A1) tiene la capa externa y la capa interna postensadas. Puesto que el fluido de la invención no está presurizado, ni es un tanque sumergido que además debe soportar la presión hidrostática de la profundidad a la que está sometido el tanque, las solicitaciones mecánicas que tiene que soportar el tanque generadas por el fluido contenido no son tan elevadas como las que debe soportar el tanque  
 30 de WO2002048602(A1). Consecuentemente, tanto el material empleado como la propia estructura constructiva del tanque de la invención no han de cumplir unos requisitos mecánicos tan exigentes como los del tanque de WO2002048602(A1). Estas diferencias tanto en el material como en la estructura del tanque permite que el tanque de la invención sea más  
 35 económico que el de WO2002048602(A1), puesto que hay un ahorro tanto

en coste de material como en ejecución del tanque.

Frente a WO2014/023862A1, la invención presenta las siguientes características nuevas. La invención se refiere a un tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados, mientras que WO2014/023862A1 se refiere a un tanque para fluidos presurizados. Puesto que el fluido de la invención no está presurizado, las sollicitaciones mecánicas que tiene que soportar el tanque generadas por el fluido contenido no son tan elevadas como las que debe soportar el tanque de WO2014/023862A1. Consecuentemente, tanto el material empleado como la propia estructura constructiva del tanque de la invención no han de cumplir unos requisitos mecánicos tan exigentes como los del tanque de WO2014/023862A1. Estas diferencias tanto en el material como en la estructura del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2014/023862A1, puesto que hay un ahorro tanto en coste de material como en ejecución del tanque.

1a3) La capa interior (2) de la invención tiene una conductividad térmica menor de 1,05W/mK, mientras que la de WO2014/023862A1 tiene una conductividad térmica inferior a 0,5W/mK. La invención no precisa alcanzar unos valores de conductividad térmica tan limitados, por lo que no es necesario recurrir a una formulación de hormigón que permite alcanzar una conductividad térmica inferior a 0,5W/mK, con lo que pueden emplearse hormigones sin especificaciones tan restrictivas. Esta diferencia en el material del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2014/023862A1, puesto que hay un ahorro en coste de material.

1b) La capa exterior (1) de hormigón de la invención tiene una resistencia a compresión estándar comprendida entre 20 y 50MPa, mientras que la de WO2014/023862A1 tiene una resistencia característica superior a 50MPa. La invención no precisa alcanzar unos valores de resistencia a compresión estándar tan elevados, por lo que no es necesario recurrir a una formulación de hormigón que permite alcanzar una resistencia a compresión estándar superior a 50MPa, con lo que pueden emplearse hormigones sin especificaciones tan restrictivas. Esta diferencia en el material del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2014/023862A1, puesto que hay un ahorro en coste de material.

1b2) La invención excluye medios de refuerzo seleccionados entre pretensado y postensado mientras que WO2014/023862A1 tiene la capa externa y la

capa interna postensadas. Puesto que el fluido de la invención no está presurizado, las sollicitaciones mecánicas que tiene que soportar el tanque generadas por el fluido contenido no son tan elevadas como las que debe soportar el tanque de WO2014/023862A1. Consecuentemente, tanto el material empleado como la propia estructura constructiva del tanque de la invención no han de cumplir unos requisitos mecánicos tan exigentes como los del tanque de WO2014/023862A1. Estas diferencias tanto en el material como en la estructura del tanque permite que el tanque de la invención sea más económico que el de WO2014/023862A1, puesto que hay un ahorro tanto en coste de material como en ejecución del tanque.

Conforme a otras características de la invención:

- 2a) La capa interior (2) comprende cemento aluminoso.
- 3a) La capa interior (2) comprende un porcentaje de cemento aluminoso entre el 20% y el 50% respecto de la masa total de la dosificación formulada.
- 4a) El cemento aluminoso comprende aluminato de calcio. La invención comprende un nuevo hormigón refractario para soportar temperaturas altas intentando alcanzar la resistencia de un hormigón convencional a un coste económico bajo, ya que los refractarios comerciales son caros y además, o son muy aislantes, o muy resistentes, pero ambas combinadas no existen a coste viable.
- 5a) La capa exterior (1) comprende un armado convencional.
- 6a) El tanque comprende un recubrimiento (3) interno en una pared interior de la capa interior (2).
- 7a) La capa exterior (1) y la capa interior (2) están en contacto.
- 8a) El contacto entre la capa exterior (1) y la capa interior (2) excluye una interconexión entre la capa exterior (1) y la capa interior (2).
- 9a) El tanque comprende un poceto (4) en un fondo (4F) del tanque.
- 10a) El tanque comprende una cubierta (5) en una porción superior (5S) del tanque.
- 11a) El tanque comprende un pilar interior (6) para soportar la cubierta (5).
- 12a) El pilar interior (6) tiene un primer extremo (61) en un fondo (4F) del tanque y un segundo extremo (62) en la cubierta (5).
- 13a) El recubrimiento (3) es metálico.
- 14a) El recubrimiento (3) tiene un espesor de al menos 2mm.
- 15a) El recubrimiento (3) es de un material seleccionado entre acero al carbono, acero inoxidable y acero aleado de base Ni-Cr.

## ES 2 566 831 B1

- 16a) El tanque tiene una sección transversal seleccionada entre circular y rectangular.
- 17a) La capa interior (2) tiene un espesor de al menos 0,5m.
- 18a) La capa exterior (1) tiene un espesor de al menos 0,3m.
- 5 19a) La capa interior (2) tiene una resistencia a compresión de al menos 20MPa.
- 20a) El tanque comprende paredes (7) inclinadas, aumentando una sección transversal del tanque desde un fondo (4F) hacia una porción superior (5S).
- 21a) El tanque tiene una sección transversal circular y una relación altura/diámetro comprendida entre 0,2 y 0,7.
- 10 22) El tanque comprende un sistema de refrigeración (8) externo configurado para refrigerar un fondo (4F) y una porción de paredes (7) del tanque.
- 23) El sistema de refrigeración (8) comprende una malla de tuberías refrigerantes (81) ubicada en trasdoses de las paredes (7) y el bajo fondo (4F).

REIVINDICACIONES

1. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados **caracterizado por que** comprende:
- 5 1a) una capa interior (2) de hormigón:
- 1a1) aislante;
- 1a2) configurado para soportar sin degradación de propiedades termomecánicas hasta 1100°C;
- 1a3) que tiene una conductividad térmica menor de 1,05W/mK;
- 10 1b) una capa exterior (1) de hormigón:
- 1b1) que tiene una resistencia a compresión estándar comprendida entre 20 y 50MPa
- 1b2) excluyendo medios de refuerzo seleccionados entre pretensado y postensado.
- 15 2. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**
- 2a) la capa interior (2) comprende cemento aluminoso.
- 20 3. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**
- 3a) la capa interior (2) comprende un porcentaje de cemento aluminoso entre el 20% y el 50% respecto de la masa total de la dosificación formulada.
- 25 4. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 3 **caracterizado por que:**
- 4a) el cemento aluminoso comprende aluminato de calcio.
5. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**
- 30 5a) la capa exterior (1) comprende un armado convencional.
6. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que** comprende:
- 35 6a) un recubrimiento (3) interno en una pared interior de la capa interior (2).

7. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**  
7a) la capa exterior (1) y la capa interior (2) están en contacto.
- 5 8. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 7 **caracterizado por que:**  
8a) el contacto entre la capa exterior (1) y la capa interior (2) excluye una interconexión entre la capa exterior (1) y la capa interior (2).
- 10 9. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que** comprende:  
9a) un poceto (4) en un fondo (4F) del tanque.
- 15 10. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que** comprende:  
10a) una cubierta (5) en una porción superior (5S) del tanque.
- 20 11. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 10 **caracterizado por que** comprende:  
11a) un pilar interior (6) para soportar la cubierta (5).
- 25 12. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 11 **caracterizado por que:**  
12a) el pilar interior (6) tiene un primer extremo (61) en un fondo (4F) del tanque y un segundo extremo (62) en la cubierta (5).
- 30 13. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 6 **caracterizado por que:**  
13a) el recubrimiento (3) es metálico.
14. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 13 **caracterizado por que:**  
14a) el recubrimiento (3) tiene un espesor de al menos 2mm.
- 35 15. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la

reivindicación 13 **caracterizado por que:**

15a) el recubrimiento (3) es de un material seleccionado entre acero al carbono, acero inoxidable y acero aleado de base Ni-Cr.

5 16. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

16a) el tanque tiene una sección transversal seleccionada entre circular y rectangular.

10 17. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

17a) la capa interior (2) tiene un espesor de al menos 0,5m.

15 18. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

18a) la capa exterior (1) tiene un espesor de al menos 0,3m.

19. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

20 19a) la capa interior (2) tiene una resistencia a compresión de al menos 20MPa.

20. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que** comprende:

25 20a) paredes (7) inclinadas, aumentando una sección transversal del tanque desde un fondo (4F) hacia una porción superior (5S).

21. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

30 21a) el tanque tiene una sección transversal circular y una relación altura/diámetro comprendida entre 0,2 y 0,7.

22. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 1 **caracterizado por que** comprende un sistema de refrigeración (8)

35 externo configurado para refrigerar un fondo (4F) y una porción de paredes (7) del tanque.

23. Tanque de almacenamiento de fluidos caloportadores no presurizados según la reivindicación 22 **caracterizado por que** el sistema de refrigeración (8) comprende una malla de tuberías refrigerantes (81) ubicada en trasdoses de las paredes (7) y el
- 5 bajo fondo (4F).

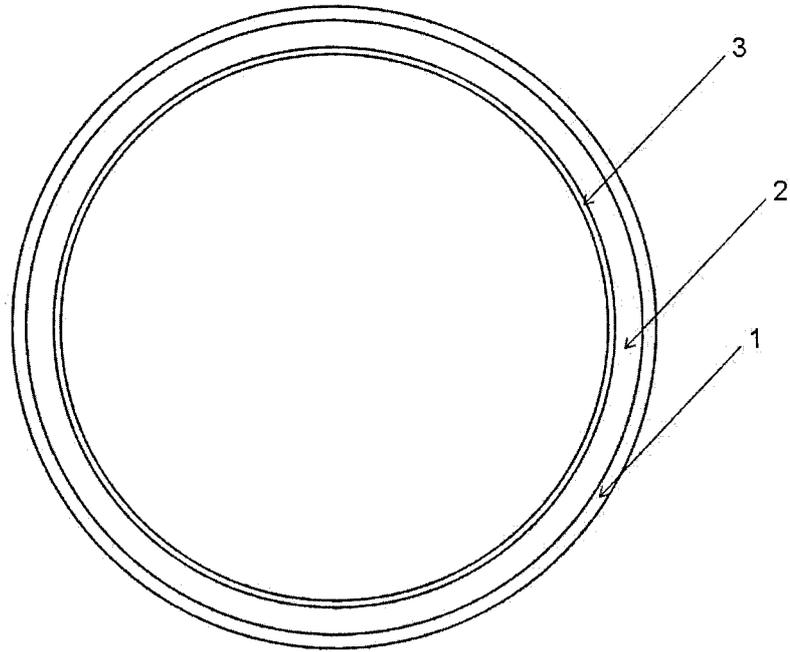


Fig. 1

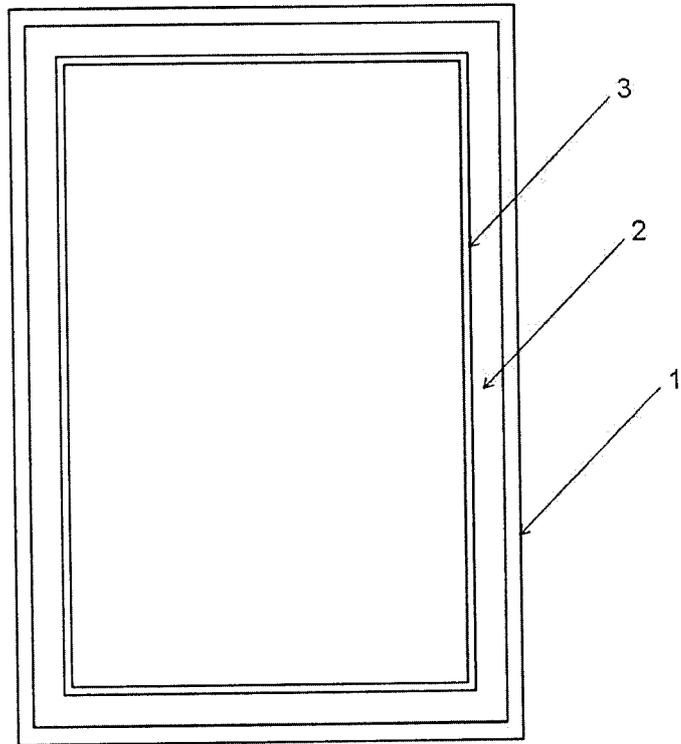
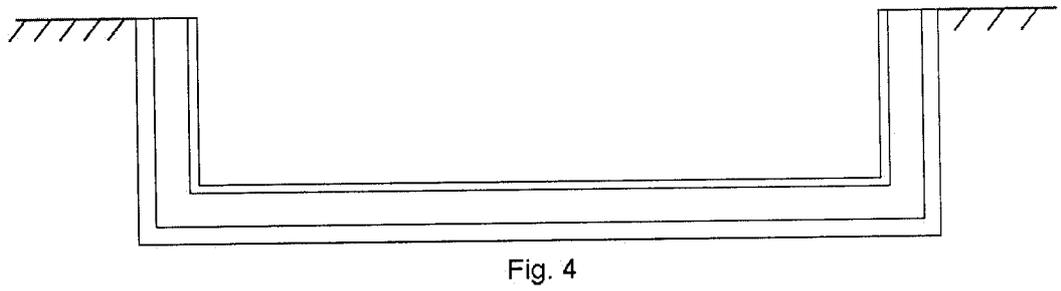
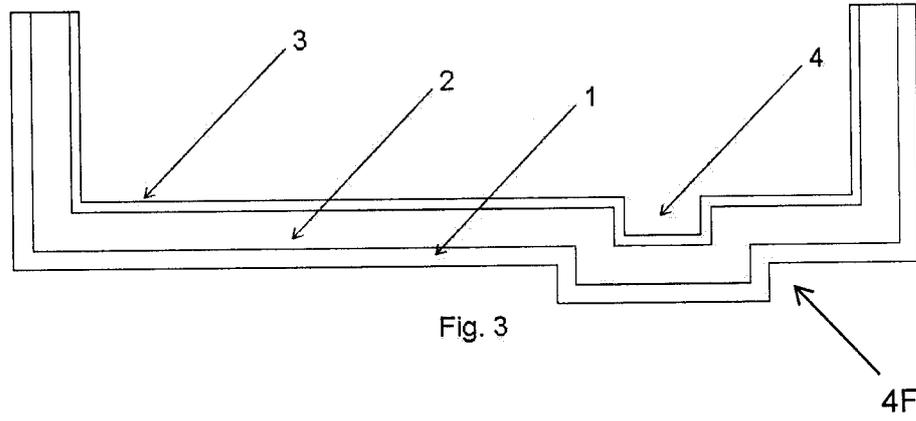


Fig. 2



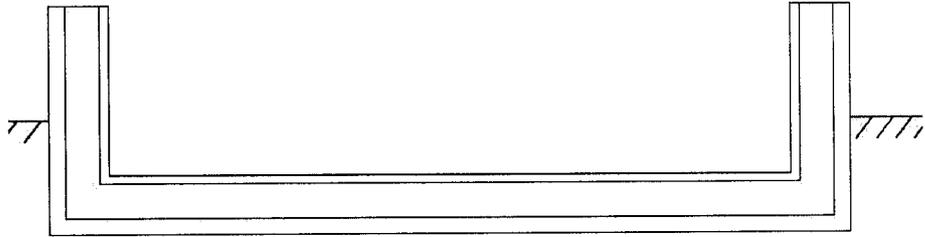


Fig. 5

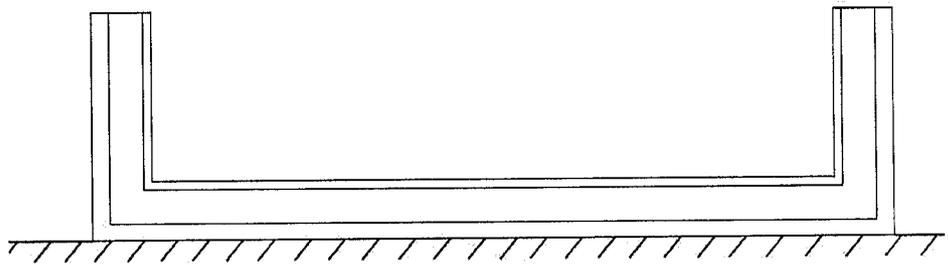


Fig. 6

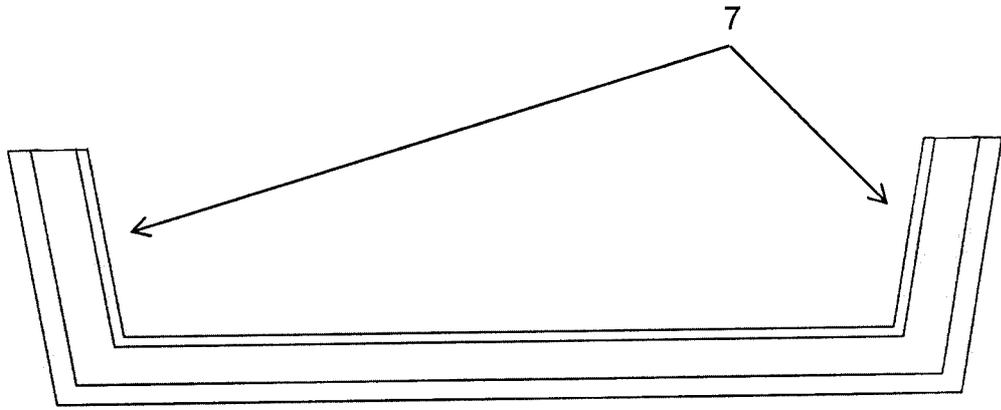


Fig. 7

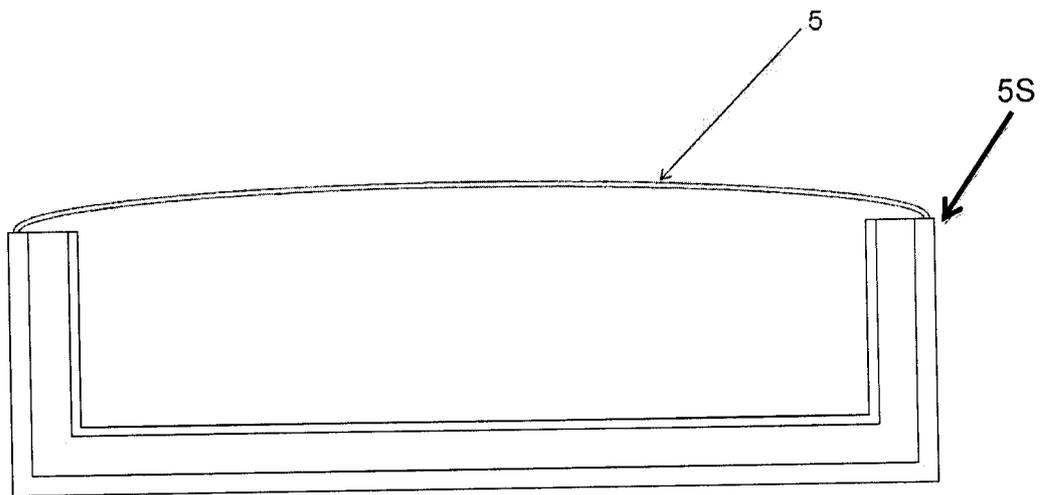


Fig. 8

