

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 868**

51 Int. Cl.:

E02B 5/02 (2006.01)

E02B 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2015 PCT/EP2015/067505**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016367**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2015 E 15750959 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3175045**

54 Título: **Método, revestimiento impermeable al agua y paneles impermeables al agua para instalación en depósitos y canales**

30 Prioridad:

31.07.2014 IT MI20141393

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

11.04.2019

73 Titular/es:

**CARPI TECH B.V. (100.0%)
Bredaseweg 185
4872 LA Etten-Leur, NL**

72 Inventor/es:

SCUERO, ALBERTO MARIA

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 708 868 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

Método, revestimiento impermeable al agua y paneles impermeables al agua para instalación en depósitos y canales.

5

Antecedentes de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un método, a un revestimiento impermeable y a paneles impermeables que son adecuados para la instalación en depósitos y canales, tanto con agua corriente como con agua estacionaria o agua sujeta a olas, sin excluir una instalación seca, dependiendo de diferentes necesidades de diseño.

10

[0002] En particular, la invención se refiere a un método para la instalación tanto seca como subacuática de un revestimiento impermeable adecuado para evitar tanto la erosión del suelo como fugas de agua causadas por filtración a través de las paredes inferiores y/o laterales, en canales hidráulicos, canales de riego o en depósitos para recogida de agua.

15

Técnica anterior

[0003] Como se sabe, el fondo y las paredes laterales de los canales para transporte de agua, o de los depósitos colectores, a menudo tienen que estar protegidos por un revestimiento impermeable adecuado, para evitar tanto la erosión del suelo como la pérdida de agua por filtración a través del fondo y las paredes laterales.

20

[0004] En el pasado, el fondo y los lados de un canal se revestían colocando una pluralidad de losas de hormigón adosadas y, posteriormente, sellando las uniones entre losas con cemento o elementos de unión, por ejemplo, juntas de estanqueidad.

25

[0005] Sin embargo, las losas de hormigón tenían que depositarse en seco, en ausencia de agua en el canal; en el caso, por ejemplo, de canales hidráulicos destinados a servir varias instalaciones o destinados a irrigación, la necesidad de operar en seco implicaba interrumpir el flujo de agua y los servicios a los que estaban destinados los canales.

30

[0006] Además, las losas de hormigón están sujetas a agrietamiento y disgregación, y a veces tienen un alto grado de permeabilidad con pérdidas de agua consiguientes por filtración a través del hormigón y las juntas disgregadas o defectuosas del mismo. El uso de losas de hormigón también conlleva onerosas operaciones de transporte e instalación, dependiendo de la conformación del terreno, con altos costos y tiempos de colocación excesivamente largos; la experiencia ha demostrado así que el uso de losas de hormigón supone numerosos problemas.

35

[0007] En un intento por mejorar el grado de impermeabilidad, además de simplificar las operaciones de colocación del forro impermeable, se ha propuesto el uso de paneles de fibra de vidrio o de paneles de otro material que se cubren con una resina y se fijan mediante anclaje, como se describe, por ejemplo, en los documentos US 3854292, US 5806252 y US 2002/2094238. Sin embargo, también estas soluciones conllevan la necesidad de depositar el forro impermeable sólo en seco y para realizar operaciones de mantenimiento; con una consiguiente interrupción del flujo de agua.

40

45

[0008] En el pasado, también se propuso el uso de paneles impermeables que comprenden una capa de arcilla, por ejemplo, una mezcla de bentonita en polvo o gránulos, en la que la capa de arcilla está confinada entre dos capas que contienen tejidos, por ejemplo un geotextil, que son necesarios para permitir que la bentonita se humedezca, y en donde las capas de tejido se unen mediante tirantes o elementos intermedios de conexión configurados para mantener las dos capas de tejido a una distancia adecuada durante el hinchamiento de la

50

- bentonita causado por la humectación. De hecho, durante el proceso de humectación, las partículas de arcilla tienden a expandirse, reduciendo gradualmente el paso y la filtración de agua hacia el suelo subyacente. Sin embargo, el uso de paneles impermeables que tienen una capa de bentonita, confinada entre dos capas de tejido, no permite controlar la calidad y el grosor de todo el panel; también tiene un coeficiente de permeabilidad relativamente alto, a menos que se recurra a formulaciones complejas y costosas, y también implica la liberación de sustancias contaminantes contenidas en la mezcla de bentonita, a través de las capas del tejido de contención, que no son impermeables.
- 5
- 10 [0009] También se sabe que el comportamiento de la bentonita depende de los componentes minerales y de las propiedades químicas y físicas de la misma; por ello, el grado de permeabilidad de la bentonita es difícil de controlar porque está sujeto a variaciones con la temperatura y de la mezcla de bentonita.
- 15 [0010] El uso de paneles impermeables en bentonita dificulta, por lo tanto, mantener el grado de permeabilidad en un valor bajo, sustancialmente constante y controlado; también requiere siempre que el forro impermeable se coloque y forme en ausencia de agua en el canal o estanque.
- 20 [0011] Paneles de bentonita impermeables se describen, por ejemplo, en EP 0491454, EP 1141490, DE 4221329 y DE 4405523.
- [0012] En particular, EP 0491454 se refiere a un panel impermeable que comprende una capa intermedia granular de bentonita, confinada entre dos capas de tejido que están interconectadas estructuralmente por medio de filamentos perforando la capa de bentonita para interconectar las fibras de las dos capas de tejido en toda la superficie del panel.
- 25
- [0013] El documento EP1141490 a su vez se refiere a una manta impermeable, que nuevamente comprende una capa inferior de soporte y una capa superior de cubierta de tela o película de plástico, con elementos de conexión que atraviesan una capa de bentonita intermedia, en la que la capa inferior de soporte está provista de un adhesivo, que es insoluble en agua, cubierto con granos de arena adecuados para proporcionar gran fricción estática con el suelo.
- 30
- 35 [0014] El documento DE 4221329 también se refiere a una manta impermeable que comprende una capa de bentonita confinada entre dos capas de contención unidas por costuras paralelas adecuadas para formar células tubulares, en la que la capa superior está provista de ranuras que son adecuadas para permitir que la bentonita salga parcialmente.
- 40 [0015] Finalmente, el documento DE 4405523 también se refiere a una manta impermeable que consiste en una tela doble rellena de arena, bentonita u hormigón, en la que los bordes laterales de la manta están configurados para permitir la superposición simple de los bordes de dos mantas contiguas.
- 45 [0016] Usar paneles o mantas de bentonita no es aconsejable, no sólo porque la bentonita no permite un control adecuado del grado de permeabilidad del panel o manta, además de la necesidad de trabajar en ausencia de agua en el canal o estanque, sino porque la naturaleza porosa de las dos capas que contienen la bentonita, o la presencia de ranuras, supone una posible contaminación del agua que fluye por el canal o la contenida en el estanque colector; además, en adición a la necesidad de instalar el forro en la parte inferior y/o las paredes del canal o estanque sólo en seco, sin agua, el uso de bentonita o mezclas de cemento previstas para realizar la doble función de impermeabilizar y lastrar el revestimiento impermeable no permite una impermeabilización adecuada y homogénea, siendo también crítico en caso de
- 50

disgregación de la capa de bentonita u hormigón, en particular, entre juntas de paneles contiguos.

5 [0017] También se ha propuesto construir un revestimiento, tanto en presencia de agua corriente como de olas, con el único propósito de reducir el fenómeno de la erosión del suelo. Ejemplos de revestimientos instalados directamente bajo agua se encuentran en GB 1111453, US3538711, WO 8101719 y US 5720576.

10 [0018] En particular, GB 1111453 ilustra un método para construir un forro protector bajo agua, que consiste esencialmente en paneles individuales que comprenden dos capas superpuestas de material flexible, entre las que se inyecta un cemento, asfalto u otro material adecuado para formar un balasto; el panel está configurado además con una pluralidad de áreas de interconexión entre capas que contienen el material de lastre, en las que se forman aberturas en los puntos de unión, para evitar que el panel se separe o rompa debido a la acción de
15 succión del flujo de agua o de la presión hidrostática del agua en el suelo. Nuevamente, se propone un panel protector con el único propósito de prevenir o limitar la erosión del suelo subyacente, que es completamente inadecuado para proporcionar impermeabilidad.

20 [0019] El documento US 3538711, a su vez, propone el uso de paneles lastrados para controlar y evitar la erosión costera que consisten sustancialmente en un elemento tubular flexible largo, formado por láminas de plástico soldadas a lo largo de los bordes, o de tela que está rellena con arena o piedras pequeñas; los elementos tubulares se colocan simplemente adosados, o superpuestos, para proteger un área preestablecida.

25 [0020] El documento WO 8101719 describe a su vez el uso de elementos tubulares largos hechos de plástico que se llenan de hormigón durante la colocación bajo agua, los elementos colocándose en el fondo con la ayuda de un buzo. Además, esta solución, al igual que las anteriores, no permite la impermeabilidad total de áreas de grandes dimensiones, siendo nuevamente crítica en caso de grietas o disgregación del elemento tubular en puntos de unión;
30 además hace imposible reemplazar y/o reparar los elementos tubulares bajo el agua.

[0021] En US 5720576, por último, se ha propuesto usar membranas impermeables hechas de polímero o material geosintético, más comúnmente conocidas como "geomembranas" para represas impermeables o estructuras hidráulicas en las que las membranas están conectadas
35 herméticamente, superponiendo y fijando bordes mediante secciones metálicas ancladas a la estructura hidráulica; una solución de este tipo, además de ser extremadamente compleja y costosa, requiere un tiempo de colocación relativamente largo, siendo completamente inadecuada para la colocación de revestimientos impermeables bajo el agua en canales o en presencia de agua corriente.

40 [0022] W02012040269 describe un método y un dispositivo para drenar agua filtrada en un suelo subyacente a una estructura hidráulica, tal como un canal, estanque, presas y similares. Un revestimiento, que consiste en una geomembrana constituida por una pluralidad de láminas impermeables, se coloca en la pared inferior y las paredes laterales de la estructura hidráulica, proporcionando al revestimiento válvulas de drenaje por gravedad unidireccionales que se
45 extienden longitudinalmente respecto a las paredes laterales ola pared inferior de la estructura hidráulica. Los bordes de los paneles adyacentes están superpuestos y pueden soldarse entre sí para formar dichas válvulas; por tanto, no es seguro que, en presencia de presiones negativas, no pueda filtrarse agua contenida en la estructura hidráulica bajo el forro impermeable, en las regiones donde se superponen los bordes de paneles adyacentes. El
50 revestimiento impermeable se anda al fondo y a las paredes del canal colocando losas de hormigón sobre el revestimiento.

[0023] En general, la técnica anterior por tanto ha provisto para proteger canales o vías de agua de la corrosión del suelo y/o de las paredes laterales, es decir, para formar un revestimiento impermeable por capas de material de bentonita confinadas entre capas que son permeables al agua para permitir que la bentonita se expanda de manera controlable sólo parcialmente. También se ha propuesto proteger el fondo y las orillas de canales mediante paneles colocados bajo el agua, formados en el momento de su colocación, por medio de aparatos complejos.

[0024] Los métodos y sistemas antes propuestos para colocar revestimientos, además de requerir procedimientos comparativamente largos y costosos, en particular en el caso de paneles de bentonita, no permiten un control constante del grado de permeabilidad. Por ello, ninguno de los casos anteriores permite un sellado adecuado completo de todo el forro impermeable, en particular en las zonas que unen paneles contiguos, o la posibilidad de intervenir después para realizar trabajos de reparación y mantenimiento bajo agua, o reparar y/o reemplazar paneles individuales dañados actuando siempre en presencia de agua para restaurar todo el sello del forro impermeable; además, no es posible conectarse a estructuras existentes para garantizar su impermeabilidad. WO-A-2005/087488 describe un método, un forro impermeable y un panel impermeable según el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

[0025] Por consiguiente, existe la necesidad de encontrar una nueva solución para la instalación y colocación bajo el agua, en canales y depósitos, de un revestimiento impermeable que comprenda una pluralidad de paneles que estén adosados entre sí, para permitir que los distintos paneles se conecten de manera estanca directamente durante la colocación bajo el agua, a fin de reducir significativamente el tiempo y el costo de colocar todo el revestimiento, permitiendo también un control estricto de la calidad del trabajo y un alto grado de impermeabilidad.

Objetos de la invención

[0026] El objeto principal de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un método para instalar y depositar bajo agua un revestimiento impermeable en canales y depósitos también en presencia de agua corriente o de agua estacionaria, por medio de lo posible lograr, de manera controlada, un alto grado de impermeabilidad, minimizando así la pérdida de agua cual por filtración en el terreno subyacente.

[0027] Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método para instalar y colocar bajo agua un forro impermeable que no requiera operaciones prolongadas en el sitio, permitiendo una fácil instalación del forro en poco tiempo y con un costo comparativamente bajo. Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método para instalar y colocar bajo agua un revestimiento impermeable, como antes se mencionó, mediante el cual se hace posible un control constante del grado de permeabilidad del revestimiento, tanto durante la colocación como posteriormente, permitiendo reparar y/o reemplazar los paneles individuales bajo el agua y restaurar las condiciones impermeables de todo el revestimiento. Un objeto adicional es proporcionar un revestimiento impermeable para canales y depósitos de agua por medio del método antes mencionado, que tenga un grado muy bajo de permeabilidad, alta resistencia a los esfuerzos y a la presión hidráulica, que sea fácil y rápido de instalar, reparabilidad en el caso de rotura o daño, y que no requiera un mantenimiento particular después de la instalación, eliminando cualquier causa de contaminación durante la colocación y después. Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método y un revestimiento impermeable, como se ha mencionado, por medio del cual sea posible restaurar el fondo y/o las orillas de canales o de obras hidráulicas existentes, mediante una pluralidad de paneles impermeables en donde, a diferencia de los sistemas convencionales, se permita la impermeabilidad mediante el uso de geomembranas impermeables de forma adecuada en las

que el material cementoso utilizado realiza solo la función de lastre o anclaje y no es impermeable ni anti-erosión. Por lo tanto, no requiere el uso de mezclas cementosas particulares y de alto costo; además, la colocación del revestimiento bajo agua se logra mediante una conexión mecánica estanca entre paneles contiguos, y el anclaje total y la independencia de los paneles en la parte inferior y/o en las orillas de cualquier obra hidráulica a revestir. Aunque la tecnología de geomembranas ha estado disponible durante mucho tiempo, hasta ahora no ha sido posible encontrar una solución ideal para el uso adecuado de las geomembranas para los propósitos antes mencionados.

10 Breve descripción de la invención

[0028] Los objetos anteriores pueden así lograrse por un método según la reivindicación 1, respectivamente, por medio de un forro impermeable según la reivindicación 18, y por medio de un panel impermeable según la reivindicación 27.

[0029] Según un primer aspecto de la invención, se provee así un método para instalar y colocar un forro impermeable, en el fondo y/o en las orillas laterales de un canal o depósito de agua, con las características de la reivindicación 1.

[0030] Preferiblemente, los paneles se depositan desenrollando los paneles bajo el agua, el anclaje y el sellado entre paneles haciéndose durante la colocación.

[0031] Según otro aspecto de la invención, se ha provisto un panel impermeable que es adecuado para instalar y colocar bajo agua por medio del método antes mencionado, que comprende las características de la reivindicación 18.

[0032] Según aún otro aspecto de la invención, se ha provisto un panel impermeable que es adecuado para instalar bajo agua un forro impermeable para canales o depósitos de agua como antes se mencionó, que comprende las características de la reivindicación 27.

Breve descripción de los dibujos

[0033] Estas y otras características del método, del forro impermeable y algunas realizaciones preferidas de paneles impermeables según la invención se ilustrarán a continuación con referencia a los dibujos, en los que:

- Fig. 1 es una vista superior de una porción de un canal de agua, provisto de un forro impermeable según la invención;

- Fig. 2 es una sección transversal, según la línea 2-2 de Fig. 1;

- Fig. 3 es una sección transversal ampliada de una primera realización de un panel impermeable según la invención;

- Fig. 4 es una sección transversal ampliada de una primera solución de una junta impermeable entre paneles de la Fig. 3, de acuerdo con la línea 4-4 de la Fig. 1;

- Fig. 5 es una sección transversal similar a la sección transversal de la Fig. 4 de una segunda solución;

- Fig. 6 es un detalle ampliado, visto desde arriba, de la junta de la Fig. 4 comprendiendo un cierre de cremallera estanco;

- Fig. 7 muestra esquemáticamente la inmersión y colocación bajo agua de un panel impermeable en el canal de Fig. 1;
- 5 - Fig. 8 es un detalle ampliado de la Fig. 7 que muestra la etapa de suministrar la mezcla cementosa de balasto permanente a un panel impermeable de acuerdo con la Fig. 3;
- Fig. 9 muestra un detalle ampliado de la Fig. 8;
- 10 - Fig. 10 muestra una versión para suministrar una mezcla cementosa de lastre al panel de la Fig. 3;
- Fig. 11 muestra, esquemáticamente, una segunda realización de un panel impermeable;
- 15 - Fig. 12 muestra, esquemáticamente, una tercera realización de un panel impermeable;
- Fig. 13 muestra dos versiones posibles de las varillas de conexión entre la membrana impermeable inferior y la membrana impermeable superior del panel de la Fig. 3;
- 20 - Figs. 14 y 15 muestran otras dos versiones posibles de las varillas de unión para el panel de la Fig. 3;
- Fig. 16 muestra un sistema para anclar un panel a una estructura de hormigón;
- 25 - Fig. 17 muestra un detalle ampliado de una realización adicional del panel impermeable y de la junta estanca según la invención;
- Las figuras 18 a 20 muestran una realización adicional más de un panel impermeable según la invención;
- 30 Fig. 21 es un diagrama de flujo de un método para colocar los paneles, en la instalación de un revestimiento impermeable según la invención.

Descripción detallada de la invención

35 [0034] Con referencia a las figuras 1 a 5, se describirá una primera realización de un panel impermeable adecuado para instalar y depositar en seco o bajo agua un revestimiento impermeable en un canal; obviamente, lo que se dirá a continuación con referencia a las figuras 1 a 5 y las figuras subsiguientes no debe entenderse restrictivamente respecto a la conformación y colocación de los paneles impermeables: de hecho, los paneles impermeables, 40 en la conformación mostrada o en cualquier otra conformación equivalente, se pueden usar para formar revestimientos impermeables en cualquier tipo de canal hidráulico, para riego, o para cualquier aplicación hidráulica diferente a la mostrada.

45 [0035] Finalmente, se señala que en algunas figuras se usarán los mismos números de referencia, con la posible adición de un índice, para indicar partes similares o equivalentes.

[0036] En las figuras 1 y 2 se muestra una vista superior de, respectivamente, una sección transversal, de una parte de un canal hidráulico o canal de riego; el canal, que se indica en general con 10, comprende un fondo 11 y dos paredes laterales 12 para conducir un flujo de agua en la dirección de la flecha 13, que, según el régimen de flujo, puede tener un nivel mayor o menor que el nivel mostrado, tanto en el tiempo como a lo largo del canal. 50

[0037] Con el número de referencia 14, se han indicado paneles impermeables individuales que en general constituyen el revestimiento impermeable según la invención.

5 [0038] Como durante la instalación y colocación subacuática de los paneles impermeables 14, en el caso del canal 10, el flujo de agua puede tener una velocidad variable con el tiempo, que puede ser, localmente, por ejemplo, una velocidad que es igual o superior a 0,5 m/s, y como el canal 10 puede tener una longitud considerable, del orden de decenas o cientos de kilómetros, los paneles impermeables individuales 14 deben configurarse y debe definirse un método de colocación que son tales como para permitir que los paneles impermeables se fabriquen de antemano en la fábrica, tales paneles teniendo características impermeables y estructurales constantes que se pueden controlar en detalle; también es necesario que los paneles individuales 14 estén configurados de manera que permitan la colocación con métodos simples para reducir significativamente tanto el costo como el tiempo de instalación y/o anclaje del revestimiento impermeable a lo largo de una parte afectada del canal o en cualquier depósito de agua o estructura hidráulica. Finalmente, con el número de referencia 15, se han indicado postes para fijar los dos extremos 14' de cada panel impermeable 14 a las dos paredes 12 del canal 10.

15 [0039] Con referencia ahora a las figuras 3 a 5, se describirá una primera realización preferente de un panel impermeable 14 según la presente invención. Como se ve en la figura 3, el panel 14 comprende una membrana impermeable inferior 16, que consiste en una geomembrana y una membrana impermeable superior 17, unidas de manera estanca a lo largo de los bordes periféricos, definiendo una cámara tubular 18 de cualquier longitud o anchura deseada. En el caso mostrado, el panel 14 tiene forma rectangular que se extiende longitudinalmente en todo el ancho del canal 10; sin embargo, el panel 14 podría tener cualquier otra forma y/o dimensión diferente de las mostradas.

20 [0040] La membrana inferior 16 y/o la membrana superior 17 pueden estar hechas de cualquier material geosintético que sea adecuado para formar una barrera eficaz contra el agua.

25 [0041] El material de la membrana inferior 16 o el material de la membrana superior 17 puede consistir en una membrana impermeable en PVC u otra resina sintética, por ejemplo una geomembrana SIBELON CNT (TM) con un espesor comprendido entre 1 y 5 mm, y un bajo coeficiente de permeabilidad K según la ley de Darcy, por ejemplo un coeficiente K igual o inferior a 10⁻¹⁰ cm/s. La membrana 16 está acoplada preferiblemente con una capa de geotextil 19 adecuada para contacto con el suelo, configurada para proveer protección contra perforación y un coeficiente de fricción adecuado contra el suelo.

30 [0042] El uso de una geomembrana de resina sintética con un bajo coeficiente de permeabilidad K, en la prefabricación de paneles impermeables según la presente invención, respecto a paneles impermeables en bentonita o de otro tipo, muestra ser extremadamente ventajoso ya que permite obtener un grado muy alto de impermeabilidad y un control constante y preciso de las características estructurales impermeables de la misma, que de esta manera se mantienen esencialmente constantes en todo el revestimiento a realizar, independientemente del tipo y las características del lastre que se usará utiliza para anclar los paneles individuales al fondo y/o las orillas de un canal o depósito de agua.

35 [0043] Por otra parte, el material superior laminar 17, que tiene principalmente la función de confinar y cubrir el lastre que se inyectará en la cámara 18, puede estar hecho de cualquier material estanca, a bajo costo, por ejemplo, de geomembrana de menor espesor que el de la geomembrana inferior 16, o puede consistir en cualquier material textil recubierto o provisto de una capa impermeable de PVC u otra resina sintética adecuada que sea compatible con la resina sintética de la membrana inferior 16, para permitir soldar herméticamente las dos capas juntas. Como se mencionó antes, una o ambas membranas impermeables 16 y 17 pueden consistir en un material geosintético de espesor adecuado; sin embargo, es posible que una de las dos membranas impermeables 16 y 17 consista en un material geosintético. En ciertos casos, puede ser preferible que la membrana impermeable superior, destinada a entrar en

5 contacto con el flujo de agua en movimiento, esté hecha de material geosintético adecuado para proveer tanto la impermeabilidad necesaria del panel 14 como una rugosidad relativamente baja. De este modo, no solo son posibles los trabajos de reparación de una geomembrana dañada, sin quitar el panel impermeable, sino que también se permite una mayor velocidad de flujo y caudal de un canal.

10 [0044] En el caso mostrado, la lámina superior de cubierta 17 está soldada herméticamente a la membrana inferior 17 a lo largo de los bordes longitudinales 21, dejando abiertos los dos extremos 14' del panel, que a su vez pueden soldarse herméticamente como se explica más adelante, proporcionando válvulas de ventilación de aire o aberturas adecuadas en los extremos 14' del panel.

15 [0045] En posiciones que son intermedias a las dos membranas 16 ó 17, hay una serie de tirantes o espaciadores 22, que consisten, por ejemplo, en un hilo técnico, que tiene la función de mantener las dos membranas 16, 17 separadas correctamente entre sí cuando la cámara tubular 18 se llena con una cantidad adecuada de material de lastre.

20 [0046] En el caso mostrado en la figura 3, los tirantes 22 se han indicado esquemáticamente como hilos textiles fijados adecuadamente a las dos membranas 16 y 17 a lo largo de líneas de conexión paralelas entre sí, que se extienden longitudinal y/o transversalmente al panel; los tirantes 22 pueden tener cualquier longitud, por ejemplo comprendida entre 10 cm y 20 cm, y cualquier paso o distancia entre filas, comprendida por ejemplo entre 10 cm y 30 cm; sin embargo, los tirantes 22 podrían configurarse y/o disponerse de otro modo, como se muestra en los ejemplos de las figuras que siguen.

25 [0047] Un panel 14 que se forma de este modo toma la forma de un saco grande plano que tiene una longitud, por ejemplo, de unas pocas décimas de metro, que se puede prefabricar y enrollar fácilmente para su almacenamiento y transporte, y luego desenrollarse para la colocación y lastrarse como se explica a continuación. La forma plana del lado inferior constituida por la membrana 16, y la flexibilidad de la membrana promueven la adherencia del panel al fondo y a las paredes laterales del canal o depósito de agua a impermeabilizar, adaptándose correctamente a la conformación del terreno subyacente; por otra parte, la forma plana del lado superior del panel 14 constituido por la lámina 17, si el panel se usa para revestir el fondo y las paredes de un canal, como antes se mencionó, tiende a promover el movimiento del flujo de agua, reduciendo la pérdida por fricción, lo que ayuda a aumentar el caudal del canal.

30 [0048] Las figuras 3 y 4 muestran una característica innovadora del panel impermeable 14 según la invención, que es adecuada para permitir una conexión mecánica estanca entre bordes longitudinales de paneles contiguos, manteniendo los paneles estructural y funcionalmente independientes entre sí, es decir, capaces de desmontarse fácilmente si se dañan y sustituirse por un nuevo panel, restaurando la continuidad y estanqueidad del forro impermeable. De hecho, como puede verse en las figuras antes mencionadas, la membrana inferior 16 tiene una parte central, comprendida entre las dos líneas de soldadura 21 de la membrana superior 17; el panel 14 en al menos un lado comprende además una banda lateral flexible 23, también conocida como banda de anclaje, que se extiende longitudinalmente en toda la longitud o anchura del panel 14.

35 [0049] La banda o bandas de anclaje lateral 23, como se explica abajo, se usan para anclaje preliminar de los paneles, por ejemplo mediante postes 15, durante la colocación bajo agua. Las bandas de anclaje 23 pueden conformarse de cualquier modo; por ejemplo, en el caso mostrado, consisten en una extensión de los bordes laterales de la membrana inferior 16, más allá de la línea de soldadura 21 de la lámina superior 17, para una predeterminada anchura.

Las bandas de anclaje 23 pueden configurarse además con una serie de orificios 25 para insertar los postes de anclaje 15.

5 [0050] El panel 14, además de la banda o bandas de anclaje 23, tiene en cada lado longitudinal una aleta flexible o solapa de sellado 26 soldada en 27 a la banda de anclaje inferior 23 cerca de la soldadura 21 entre la membrana impermeable 16 y la membrana superior impermeable 17.

10 [0051] En la realización mostrada en la figura 3, cada aleta de sellado 26 tiene un dispositivo de unión hermético 28 de forma variable; además, las dos aletas de sellado 26 tienen un ancho mayor que el de las bandas de anclaje 23, sobresaliendo lateralmente de las últimas para formar una zona intermedia de holgura cuando las aletas de sellado enfrentadas 26 de dos paneles contiguos 14 están conectadas entre sí de forma estanca como muestra la figura 4. La conformación y el ancho de las aletas de sellado 26, que forman una zona de holgura intermedia, permiten compensar posibles desalineaciones entre paneles contiguos 14 durante la colocación, permitiendo así una conexión estanca de la junta 28 incluso si los bordes de las aletas 26 de dos paneles contiguos 14 no están perfectamente paralelos entre sí.

20 [0052] La junta estanca 28 puede formarse de cualquier modo; se muestra una solución preferente en la realización de las figuras 4 y 6, en la que se hace uso de un cierre de cremallera estanco para la junta 28; como se muestra, el cierre de cremallera 28 comprende una primera tira dentada 28.1 soldada a lo largo de un borde de una de las solapas de sellado 26.1 de un primer panel 14.1, y una segunda tira dentada 28.2 soldada a la solapa de sellado 26.2 de un panel adyacente 14.2 opuesto al anterior, provisto de un cursor adecuado, no mostrado, para acoplar y desacoplar las dos tiras dentadas 28.1 y 28.2 del cierre de cremallera, de una manera conocida per se; arandelas adecuadas 29 permiten el cierre estanco de la cremallera.

30 [0053] Los cierres de cremallera estancos son generalmente conocidos, por ejemplo de US 4513482 y de US 4488338 para diversos usos civiles; sin embargo, el uso de un cierre de cremallera estanco para esta aplicación específica, además de ser muy práctico y ventajoso, también es muy innovador porque permite que las aletas 26 de dos paneles contiguos 14 se unan herméticamente directamente durante la colocación bajo agua, manteniendo la independencia estructural y funcional de los paneles; de este modo, las operaciones de colocación de los paneles 14 y de la instalación tanto seca como subacuática del revestimiento impermeable se simplifican enormemente y se realizan en un tiempo extremadamente corto. Además, el uso de cierres de cremallera o de dispositivos de sellado desmontables equivalentes permite que desmontar y reemplazar fácilmente un panel dañado 14, con otro panel impermeable nuevo 14, siempre operando extremadamente rápido, sin interrumpir el flujo de agua hacia el canal o vaciando el depósito de agua.

45 [0054] La figura 5 muestra una versión de la figura 4, en la que los bordes opuestos de las dos bandas de anclaje 23 se han superpuesto parcialmente, fijándose por medio de postes 15; para lo demás, la solución de la figura 5 equivale a la de la figura 4, por lo que se han utilizado los mismos números de referencia para indicar partes similares o equivalentes.

50 [0055] Las ventajas intrínsecas al sistema de la invención para instalar y colocar un revestimiento impermeable constituido por una pluralidad de paneles independientes 14, que lindan entre sí y se conectan sellados, que se extienden transversalmente a un canal o un depósito de agua, contra el fondo y/o en las paredes opuestas, son:

- a) la posibilidad de prefabricar los paneles 14 de una manera constantemente controlada, es decir, con idénticas características estructurales e impermeables de los paneles individuales;

- 5 b) la posibilidad de formar revestimientos estancos en canales y/o depósitos de agua de gran extensión, manteniendo características estancas para todo el revestimiento sustancialmente constantes y controladas durante la colocación, que son completamente independientes de las condiciones morfológicas del suelo y las condiciones climáticas del lugar de instalación;
- 10 c) además, como los paneles impermeables individuales 14 se pueden fabricar de manera controlada con material de lámina flexible, una vez finalizada la fabricación en la fábrica de los paneles, estos últimos pueden enrollarse en un rollo, almacenarse y enviarse al lugar de colocación y, posteriormente, instalarse desenrollando directamente bajo agua, uniéndose automáticamente los paneles de forma sellada mediante equipo adecuado, que luego se lastrará adecuadamente y se anclará por fricción en el fondo y en las orillas de un canal o depósito de agua.
- 15 [0056] Lo anterior se ha mostrado de manera esquemática en la realización de las figuras 7 y 8 para el panel de la figura 3. Como se mencionó anteriormente, después de revisar y posiblemente retrazar el área completa del canal o depósito de agua a impermeabilizar, y después de preparar los paneles impermeables 14 en la fábrica, enrollar los paneles 14 en los rollos ya provistos de las aletas de sellado 26 provistas con cierres de cremallera 18, y con
- 20 bandas de anclaje 23, en los que los paneles 14 tienen un ancho adecuado para cubrir toda la sección transversal del canal o depósito de agua, los paneles 14 se transportan al sitio de colocación.
- 25 [0057] Luego, los paneles en rollos se cargan en una lancha, donde se colocan individualmente en equipos especiales para colocarlos en seco y para colocarlos bajo agua en la parte inferior y/o en las orillas de un canal o depósito de agua.
- 30 [0058] Los paneles 14 se colocan entonces en secuencia, siendo desenrollados progresivamente desde una orilla del canal o depósito de agua 10, como se indica en la figura 7, donde uno de sus extremos 14' (fig. 1), se fija al suelo, por encima del nivel del agua, mediante anclajes 15.
- 35 [0059] Cada panel 14 se sumerge luego en agua y se desenrolla continuamente desde una orilla 12, en el fondo 11 del canal o depósito de agua, hasta la pared opuesta 12, como se indica esquemáticamente en la figura 7, donde el otro extremo del panel 14 se fija nuevamente mediante postes o anclajes 15.
- 40 [0060] Durante el desenrollado y colocación de cada panel 14, una o ambas bandas de anclaje 23 se fijan antes a las orillas 12 y al fondo 11 mediante postes o anclajes 15, en particular, a la banda superior, como se muestra en la figura 4, para evitar que el flujo de agua o los posibles movimientos de olas puedan mover el panel, desalineando el borde lateral del mismo y la aleta de sellado 26 con respecto al borde y la aleta de sellado 26 de un panel adyacente 14 ya extendido.
- 45 [0061] Después de extender y anclar un panel 14 por los postes 15 entre las dos orillas 12, de la misma manera, otro panel 14 que colinda con el panel anterior se desenrolla y extiende; mientras cada panel 14 se desenrolla bajo agua, el cierre impermeable de cremallera 28 se cierra de forma simultánea y progresiva, acoplando las dos tiras dentadas opuestas 28.1 y 28.2 de los dos paneles adyacentes 14. Posibles desalineaciones de los paneles 14 se compensan
- 50 con la holgura de las dos pestañas de sellado 26, permitiendo de todos modos cerrar el cierre de cremallera 28 y, por ello, hacer un cierre impermeable: Se puede seguir el mismo procedimiento si es necesario para la colocación en seco.

5 [0062] Después de extender cada panel 14 fijando provisionalmente cada panel 14 con los elementos de anclaje 15, el panel 14 se anda permanentemente a las paredes 12 y al fondo 11 mediante un lastre que es adecuado para presionar la membrana inferior 16 contra las paredes 12 y la parte inferior 11 del canal o cuenca de agua, donde está firmemente retenida por fricción contra el suelo por la posible capa textil trasera 19.

10 [0063] En particular, en el caso del panel 14 de la figura 3, como se indica esquemáticamente en la figura 8, después de colocar el panel, la cámara 18 se llena con un lastre fluido que puede solidificarse durante un tiempo que es comparativamente más largo que el de la colocación y la conexión de los paneles individuales.

15 [0064] El lastre puede consistir en una mezcla fluida de material cementoso, de una masa de partículas de arena, grava de granulometría adecuada u otro material, con posibles aditivos y aglutinantes, bombeando el lastre desde un mezclador de hormigón o tanque de almacenamiento configurado para ser movido a lo largo de una o ambas orillas 12.

20 [0065] El lastre que es adecuado para ser inyectado en los paneles 14 se puede hacer de cualquier manera; durante algunos ensayos se obtuvieron buenos resultados utilizando un balasto fluido con la siguiente composición porcentual:

- 25 - agua 12-18%.
- cemento 12-18%.
- arena fina 50-70% con una granulometría igual o inferior a 3 mm
- carga inerte 6-20%.
- 30 - aditivo fluidificante 1-6 lt/m³.
- aditivo retardante 0.5-2 lt/m³
- aditivo modificador de viscosidad 0.5-3 lt/m³.

35 [0066] La mezcla cementosa obtenida, dependiendo de los porcentajes de los diversos componentes, tenía después de endurecer un peso comprendido entre 1,8 y 2,2 t/m³.

40 [0067] Obviamente, el balasto a inyectar en los paneles individuales 14 se puede hacer de cualquier manera, utilizando arena u otro material inerte localizable en el lugar.

45 [0068] El panel 14 se puede llenar con lastre de cualquier manera, por ejemplo, bombeando el lastre fluido 30 dentro del panel 12 a una presión que sea adecuada para superar la presión del agua circundante, de tal manera que el panel 14 se hincha gradualmente para adquirir una forma plana permitida por los tirantes internos 22 que conectan la membrana inferior 16 a la membrana superior 17.

50 [0069] Según las características de los paneles impermeables 14, los paneles impermeables 14 pueden rellenarse con balasto en estado fluido desde uno o ambos extremos del panel, suministrando el balasto fluido 30, por ejemplo, por un tubo flexible 31, como se indica esquemáticamente en la figura 8. El relleno del panel 14 con lastre 30 puede hacerse desde el centro del panel, moviendo progresivamente el tubo flexible 31 hasta la parte superior de la orilla correspondiente 12. Alternativamente, el tubo 31 se puede dejar permanentemente en el panel 14, incluyéndose en la masa fluida que después se solidifica por el lastre 30. También se puede proceder como se muestra esquemáticamente en la figura 9, proveyendo dos o más

tubos 31.1, 31.2 de diferente longitud, para suministrar cantidades dosificadas de lastre fluido 30 a diferentes zonas del panel 14, para obtener un llenado completo y homogéneo.

5 [0070] Si bien es aconsejable una distribución homogénea del balasto 30, esta distribución y la calidad del balasto o de la mezcla de componentes utilizada no son esenciales para los fines de impermeabilidad. De hecho, a diferencia de los paneles impermeables con bentonita propuestos anteriormente, en los cuales la impermeabilidad se debía solo o principalmente al espesor de la capa de bentonita o a la mezcla especial de bentonita utilizada, en el caso de la presente invención, el balasto 30 tiene solo la función de anclar firmemente por fricción el panel 10 14 a las paredes 12 y al fondo 11 del canal o depósito de agua, ya que sólo el material sintético de las membranas 16 y/o 17 proporciona la impermeabilidad, en combinación con los cierres de cremallera 28 entre los paneles contiguos 14.

15 [0071] Por último, se señala que un posible lastre 32, consistente en una viga de hormigón, se puede superponer en las juntas impermeables 28 entre los paneles 14, como se indica esquemáticamente en la figura 4.

20 [0072] En la realización anterior, el panel impermeable 14 se llena con lastre fluido 30, el lastre suministrándose desde uno o ambos extremos del panel 14, por ejemplo, por uno o más tubos flexibles 31 insertados por los extremos abiertos del panel 14, o por aberturas adecuadas si los extremos del panel prefabricado están cerrados herméticamente, proporcionando en este caso aberturas o válvulas de ventilación adecuadas para el aire dentro del panel 14.

25 [0073] Como alternativa a la solución antes descrita, el balasto 30 en estado fluido puede suministrarse al panel 14 en uno o más puntos por un respectivo tubo flexible 33, como se indica esquemáticamente en la figura 10, en una abertura 34 respectiva en la lámina estanca superior 17; en el caso de paneles 14 de gran dimensión, deberán usarse varios tubos de alimentación 33 colocados y conectados adecuadamente a la membrana superior 17 durante la prefabricación del panel; una vez que se ha completado el llenado del panel 14 con lastre 30, se puede cortar el tubo flexible 33. 30

[0074] Con respecto a la realización del panel 14 de la figura 3, se ha dicho que la membrana impermeable inferior 16 y la membrana impermeable superior 17 definen una única cámara tubular 18 que está totalmente llena con lastre 30; alternativamente a la cámara tubular única 35 18 de la realización de la figura 3, es posible dividir el espacio interior del panel, en una pluralidad de cámaras tubulares o celdas separadas, o en una pluralidad de celdas configuradas de manera diferente que se comunican entre sí.

40 [0075] Por ejemplo, como se muestra en el detalle de la figura 11, el espacio interior del panel 14 confinado entre la membrana impermeable inferior 16 y la membrana impermeable superior 17, se ha dividido en una pluralidad de celdas tubulares 18.1 que se extienden en la dirección longitudinal del panel, separadas entre sí por deflectores internos adyacentes 34; en este caso, las diversas celdas tubulares 18.1 tienen que llenarse individualmente con lastre fluido 30, por ejemplo, por respectivos tubos de alimentación 31, o de otra manera. 45

[0076] Alternativamente a las soluciones de las figuras 3 y 11, es posible adoptar la solución de la figura 12; en este caso, se usan celdas tubulares 18.2 interconectadas a través de aberturas anchas 35 en los deflectores internos 34 que dividen longitudinal o transversalmente cada panel 14. En ambas figuras 11 y 12 los deflectores internos 34 que unen lateralmente cada 50 célula tubular individual también realizan la función de los tirantes internos 22 antes descritos.

[0077] Los deflectores internos 34, o tirantes equivalentes, podrían ser de otro modo, como se ve en las dos realizaciones de la figura 13; en particular, en el lado izquierdo se ve un deflector

interno o tirante 34.1 que se obtiene de una tira de plástico hecha de resina sintética que es compatible con la de la membrana inferior 16 y la superior 17.

5 [0078] En el caso del deflector o separador izquierdo 34.1, el deflector se ha hecho doblando en Z los dos bordes longitudinales que se sueldan a las membranas impermeables 16 y 17 durante el paso de prefabricar el panel; de otro modo, en el caso del deflector derecho 34.2, este último se obtiene doblando los bordes longitudinales en forma de C.

10 [0079] La figura 14 muestra otra solución; en este caso, los tirantes consisten en cordones 36 hechos de fibras sintéticas, que se enroscan alternativamente en ranuras 37 fijadas a una banda textil 38 soldadas al lado interior de la membrana impermeable inferior 16 y de la membrana impermeable superior 17; durante algunas pruebas, esta solución mostró ser extremadamente ventajosa porque permitió llenar un panel de ensayo con balasto extremadamente rápido.

15 [0080] La figura 15 muestra otra solución en la que los tirantes consisten en dos bandas textiles 39 y 40 plegadas en U, soldadas a las dos membranas impermeables 16, 17, que se extienden a lo largo del panel impermeable; las dos bandas 39, 40 están conectadas juntas, por ejemplo, por una pluralidad de ganchos 41 colocados a distancias fijadas.

20 [0081] El uso de los paneles impermeables según la invención, además de formar un forro impermeable que tiene las características descritas, también permite el anclaje estanco mecánico de los paneles individuales 14 en las orillas y/o estructuras de hormigón; esto se muestra, por ejemplo, en la figura 16, donde se ha mostrado parte de un panel 14 que es similar al de la figura 4, en el que uno de los bordes 23 del panel está conectado mecánicamente de manera estanca a un elemento estructural de hormigón 43, por medio de un banda 42 y una junta estanca 26, 28 del tipo descrito.

25 [0082] La figura 17 muestra una solución más para el panel impermeable 14, que también es adecuada para la instalación y colocación bajo agua en canales o depósitos de agua de acuerdo con la presente invención; en particular, la figura 17 muestra parte de dos paneles contiguos y una configuración diferente de la junta estanca intermedia.

30 [0083] En el caso de la figura 17, cada panel impermeable 14 consiste esencialmente en sólo la membrana impermeable 16, consistiendo de nuevo en una geomembrana con bajo coeficiente de permeabilidad K, como antes se definió, comprendiendo una capa protectora trasera 19 que consiste, por ejemplo, en un material técnico textil o geotextil adecuado para proteger la membrana impermeable 16 de posibles perforaciones causadas por el suelo subyacente y adecuado para proveer la fricción necesaria para inmovilizar el panel 14 después de que haya sido lastrado.

35 [0084] La solución de la figura 17 difiere de la anterior en que cada membrana estanca 16 se extiende en un lado del panel con una primera banda o solapa 23/26 apta para realizar una función previa de anclaje del panel durante el tendido, por postes 15 como antes, y una función de sellado adicional con una solapa opuesta 26 de un panel contiguo; de hecho, en el lado opuesto al anterior, como se ve para el panel izquierdo 14, la membrana estanca 16 se extiende con una segunda aleta de sellado 26. Así, durante la colocación de los paneles, la segunda aleta de sellado 26 de cada panel 14 se superpone en la primera banda o solapa de sellado y anclaje 23/26 del panel derecho, interponiéndose entre las dos solapas superpuestas 26 un dispositivo de sellado de compresión, como se muestra esquemáticamente.

40 [0085] En particular, en la realización de la figura 17, el dispositivo de sellado por compresión comprende dos bandas esponjosas 44.1, 44.2 adecuadas para impregnarse con agua durante la colocación de los paneles, y una banda intermedia 45 que consiste en un material textil que

5 contiene bentonita en polvo; superponiendo sobre la junta así formada un lastre 46, por ejemplo una viga de hormigón, el agua contenida en las dos bandas laterales esponjosas 44 moja la bentonita de la banda central estanca 45, que tiende así a expandirse; como el lastre 46 evita la expansión de la bentonita, la banda central 45 se adhiere herméticamente a las
 10 aletas 26 de los dos paneles 14, proporcionando el sellado necesario. Preferiblemente, los dos elementos esponjosos 44.1 y 44.2 están separados de la banda central 45, formando dos cámaras longitudinales 46.1 y 46.2, en las que se puede insertar un elemento tubular 47 y 48, uno de las cuales, por ejemplo, el elemento tubular 47, se utiliza para controlar posibles fugas de la junta por el agua que puede salir del elemento tubular, mientras que el otro elemento
 15 tubular 48, en el caso de pérdida de estanqueidad de la junta, se puede usar para inyectar bentonita u otro material de sellado para restaurar la estanqueidad de la junta.

[0086] En este caso, los paneles 14, a diferencia del panel de la figura 3, pueden ser lastrados con una pluralidad de bloques o vigas de hormigón 49, o de cualquier otra manera.

[0087] Las figuras 18 a 20 muestran una solución adicional para el panel de impermeabilización, indicado en conjunto con el número de referencia 14A, que también es adecuado para la instalar y colocar bajo el agua en canales o depósitos de agua un revestimiento de impermeabilización según la presente invención.

[0088] En particular, la Figura 18 muestra una sección transversal del panel 14A, mientras que las Figuras 19 y 20 muestran porciones de dos paneles adyacentes 14A en dos etapas posteriores de instalación.

[0089] El panel 14A comprende una primera membrana impermeable 16 hecha de un material geosintético, a colocar en el fondo 11, o en las orillas laterales 12, de un canal o depósito de agua 10, provista de anda flexible y solapas de sellado 26, cada una de las cuales está configurada con una tira dentada 28 que forma parte de un cierre de cremallera impermeable. El panel 14A comprende además una segunda membrana impermeable 50, doblada en forma
 30 tubular, con sus bordes laterales unidos de manera impermeable en un primer extremo 51 a lo largo de una línea de soldadura 21, de tal manera que define dentro del panel 14A una cámara tubular 18 de cualquier longitud y anchura deseada.

[0090] La segunda membrana impermeable 50 se coloca y se suelda a la primera membrana impermeable 16 y se extiende longitudinalmente entre las aletas flexibles 26. Las aletas flexibles 26 se utilizan tanto para un anclaje preliminar de los paneles 14A, por ejemplo por medio de postes 15, durante la colocación bajo agua y para conectar dos paneles adyacentes 14A de forma estanca. Las aletas flexibles 26 se extienden a lo largo de los bordes laterales del panel 14A y se pueden conformar de cualquier manera; por ejemplo, en el caso mostrado, consisten en una extensión de los bordes laterales de la primera membrana 16 más allá del extremo de la segunda membrana 50, para una longitud prefijada. Las aletas flexibles 26 pueden estar provistas de unos orificios para la inserción de los postes de anclaje.

[0091] Dentro de la cámara tubular 18, se pueden proporcionar las varillas de unión internas flexibles 22, 34, 36, 39, 40 antes descritas, para mantener paredes internas opuestas 53, 54 de la cámara tubular 18 a una distancia preestablecida durante la inyección del lastre 30.

[0092] Las figuras 19 y 20 muestran la instalación de paneles 14A adyacentes.

[0093] En primer lugar, las aletas flexibles 26 en los extremos de dos paneles 14A están ancladas, por ejemplo, al fondo 11 del canal por medio de postes respectivos 15. Mientras que las aletas flexibles 26 están ancladas, un segundo extremo 52 de la segunda membrana tubular 50, opuesto al primer extremo 51, se mantiene doblada hacia atrás, como se muestra en la Figura 19, de manera que no interfiere con la operación de anclaje de los paneles 14A.

[0094] Cuando se han anclado las aletas flexibles, el segundo extremo 52 de cada panel 14A se coloca sobre el panel adyacente 14A, como se muestra en la Figura 20. Las cámaras tubulares 18 de cada panel 14A se llenan con un material de lastre, como se indicó anteriormente descrito.

5 [0095] Con referencia ahora al diagrama de flujo de la figura 21, los pasos esenciales S1-S10 del método de instalación y colocación de los paneles impermeables 14 se describirán brevemente, para formar un revestimiento impermeable en canales y depósitos de agua, caracterizados por la continuidad y homogeneidad de la impermeabilidad en toda el área a
10 cubrir, y la independencia estructural y funcional de los paneles individuales 14.

[0096] Como se mencionó anteriormente, los paneles 14 son prefabricados adecuadamente, en todas las partes, incluyendo los cierres de cremallera o partes impermeables equivalentes, paso S1.

15 [0097] Una vez completados, los paneles 14 se enrollan en rollos y se transportan al sitio de colocación, paso S2; aquí, cada panel se puede desenrollar y sumergir en secuencia bajo agua, paso S3, o en seco usando el método de colocación ya mencionado. Al colocar, cada
20 panel 14 se anda a lo largo de una o ambas bandas 23, preferiblemente la banda superior si el agua es fluyente, por medio de postes 15, paso S4, teniendo cuidado de mantener las bandas de anclaje opuestas 23 de dos paneles contiguos 14 paralelas o alineadas o superpuestas. Durante el tendido de los paneles individuales 14, los paneles 14 se unen herméticamente, paso S5, operando según el tipo de unión usada, con una cremallera 28 estanca, paso S6, o
25 por compresión de las bandas laterales 23, paso S7; si la junta impermeable consiste en una cremallera 28, por ejemplo del tipo ilustrado en las figuras 5 y 6, el cierre hermético gradual de la cremallera 28 entre dos paneles contiguos 14 se realiza automáticamente al desenrollar y colocar cada panel.

[0098] Después de que los paneles contiguos se hayan unido herméticamente, cada panel se
30 lastra, paso S8, por la inyección de un lastre fluido hecho de material de cemento, paso S9, bombeando el lastre fluido en las cámaras o en las celdas del panel como antes se describió, paso S9, o superponiendo en el panel 14 vigas de hormigón, paso S10.

[0099] Las operaciones de colocación, unión estanca y lastre de los paneles siguen así hasta
35 instalar y colocar bajo agua, con los métodos descritos, un revestimiento estanco para toda el área del canal o depósito de agua a cubrir.

[0100] De lo que se ha dicho y mostrado en las realizaciones de los dibujos adjuntos, quedará
40 claro que se ha proporcionado un método para instalar bajo agua un forro impermeable en las orillas y en el fondo de los canales hidráulicos, canales para irrigación y en depósitos para recoger agua, en los que se hace uso de los paneles impermeables prefabricados, y de un dispositivo de unión hermético entre paneles contiguos que se forma con anclajes y aletas impermeables adecuados para permitir las operaciones de unión estanca bajo agua durante el
45 paso de sumergir y extender los paneles individuales; también se ha proporcionado un panel impermeable que es adecuado para colocar juntas impermeables bajo agua y con otros paneles en la instalación de revestimientos impermeables en presencia de agua, en los que el revestimiento impermeable y los paneles tienen las características descritas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable en la parte inferior (11) y/o orillas laterales (12) de un canal o depósito de agua (10), en donde el revestimiento impermeable consiste en una pluralidad de paneles anclados al fondo u orillas laterales del canal o depósito de agua (10), cada panel comprendiendo al menos una membrana impermeable (16; 17; 50), caracterizado porque el método comprende los siguientes pasos:
- 5 - fabricar una pluralidad de paneles impermeables (14; 14A) en los que cada panel (14; 10 14A) comprende al menos una cámara tubular de lastre (18) y unas aletas de sellado flexibles (26) que se extienden a lo largo de bordes laterales opuestos del panel (14; 14A).);
 - 15 - posicionar secuencialmente una serie de paneles impermeables (14; 14A) en el fondo (11) y/o en las orillas laterales (12) del canal o depósito de agua (10);
 - fijar anticipadamente cada panel impermeable (14; 14A) al fondo (11) y/o a las orillas laterales (12) del canal o depósito del agua (10) durante la colocación;
 - 20 - conectar de manera desmontable en modo estanco aletas opuestas (26) de paneles impermeables adyacentes (14; 14A) mediante un dispositivo de conexión estanco intermedio (28; 44, 45), durante la colocación de los paneles (14; 14A); y
- 25 lastrar y anclar por fricción cada panel impermeable individual (14; 14A) al fondo (11) y/o a las orillas laterales (12) del canal o depósito de agua (10) inyectando una mezcla de hormigón (30) en la cámara de lastre (18) después de que cada panel (14; 14A) haya sido colocado.
2. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 1, caracterizado por realizar el paso de fijación de cada panel (14; 14A), y la conexión hermética del dispositivo de conexión intermedio (28; 44, 45) durante la colocación bajo agua de cada panel impermeable (14; 14A) en el canal o depósito de agua (10).
- 30 3. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por conectar aletas laterales opuestas flexibles impermeables (26) de dos paneles impermeables contiguos (14; 14A) mediante un cierre de cremallera impermeable (28).
- 35 4. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 3, caracterizado por el cierre de la cremallera (28) que conecta los paneles contiguos (14; 14A) simultáneamente con la fijación al fondo (11) y/o orillas laterales (12) de las bandas de anclaje laterales (23), o de las aletas de sellado flexibles (26), durante la colocación bajo el agua de los paneles impermeables (14).
- 40 5. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 1, caracterizado por configurar el dispositivo de conexión hermético intermedio (28; 44, 45) entre paneles (14), con aletas de sellado (26) opuestas solapadas de paneles contiguos (14), y colocar un elemento de sellado expandible (45) entre las aletas solapadas (26) presionando el elemento de sellado (45) por un elemento de lastre (46).
- 45 6. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por configurar cada panel impermeable (14; 14A) con una pluralidad de cámaras tubulares (18) o celdas separadas, o una pluralidad de celdas que se comunican entre sí, en la que se inyecta un lastre (30) que consiste en una mezcla de hormigón en un estado fluido.
- 50

7. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 6, caracterizado por inyectar el material de lastre (30) desde al menos un extremo o desde al menos una zona interna del panel (14; 14A).
- 5 8. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 7, caracterizado por inyectar el material de lastre (30) por uno o más elementos tubulares (31) que se extienden dentro de la cámara (18) o celdas hacia diferentes zonas internas del panel (14).
- 10 9. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por configurar el panel (14) con una membrana impermeable inferior (16) y una membrana impermeable superior (17) conectadas herméticamente a lo largo de bordes periféricos, en el que al menos una de las membranas impermeables (16, 17) está hecha de un material geosintético.
- 15 10. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por configurar el panel (14A) con una primera membrana impermeable (16) hecha de un material geosintético y una segunda membrana impermeable (50), plegada en forma tubular, teniendo sus bordes laterales unidos herméticamente a lo largo de una línea de sellado, en un primer extremo (51), estando superpuesta dicha segunda membrana impermeable (50) y soldada a la primera membrana impermeable (16), la cámara tubular (18) definiéndose dentro de la segunda membrana impermeable (50).
- 20 11. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según una de las reivindicaciones 6, 9 ó 10, caracterizado por inyectar el material de lastre (30) en la cámara o celdas tubulares (18) del panel (14; 14A), mediante conductos de alimentación flexibles (33) conectados a aberturas (34) de la membrana impermeable superior (17), o de la segunda membrana impermeable (50).
- 25 30 12. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 1, caracterizado por proporcionar un dispositivo de conexión estanco (44; 45) entre aletas flexibles (26) de paneles impermeables contiguos (14), en donde cada panel impermeable (14) consiste en una única membrana impermeable en material geosintético.
- 35 13. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 1, ó 10, caracterizado por proporcionar un dispositivo de conexión estanco (28) entre aletas flexibles (26) de paneles impermeables contiguos (14A), en donde cada panel impermeable (14A) consiste en una primera membrana impermeable (16) en material geosintético y una segunda membrana impermeable (50) doblada en forma tubular.
- 40 14. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según las reivindicaciones 1 o 6, en el que el panel impermeable (14) comprende una membrana inferior impermeable (16) y una membrana superior impermeable (17) que proporcionan una o más cámaras o celdas tubulares (18) para un material de lastre permanente (30), que comprende la etapa de proporcionar una pluralidad de elementos de enlace interiores flexibles (22, 34, 36, 39, 40) configurados para mantener en un espacio prefijado la membrana impermeable inferior (16) y la membrana impermeable superior (17) durante la inyección del material de lastre (30).
- 45 50 15. El método de instalación y colocación de un forro impermeable según las reivindicaciones 1 o 10, caracterizado por el paso de proporcionar dentro de la cámara tubular (18) una pluralidad de elementos de enlace internos flexibles (22, 34, 36, 39, 40) configurados para mantener paredes internas opuestas (53, 54) de la cámara tubular (18) a una distancia prefijada durante la inyección del material de lastre (30).

- 5 16. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 9, caracterizado por configurar la membrana impermeable inferior (16) y/o la membrana impermeable superior (17) con material sintético que tiene un coeficiente de permeabilidad (K) igual o inferior a 10^{-10} cm/s.
- 10 17. El método de instalación y colocación de un revestimiento impermeable según la reivindicación 10, caracterizado por configurar la primera membrana impermeable (16) y/o la segunda membrana impermeable (17) con material sintético que tiene un coeficiente de permeabilidad (K) igual o inferior a 10^{-10} cm/s.
- 15 18. Un revestimiento impermeable para un canal o depósito de agua (10) adecuado para ser instalado y colocado según el método de la reivindicación 1, caracterizado porque el revestimiento comprende:
- 20 - una pluralidad de paneles impermeables independientes adyacentes (14; 14A) que se extienden sobre un fondo (11) y/o orillas laterales (12) del canal o depósito de agua (10), en donde cada panel (14; 14A) comprende al menos una membrana impermeable (16; 17; 50) y está configurado con al menos una cámara de lastre (18) y en donde cada panel (14; 14A) está provisto de aletas flexibles (26) que se extienden longitudinalmente a lo largo de bordes laterales opuestos del panel;
- 25 - un dispositivo de conexión estanco intermedio (28; 44, 45) entre aletas flexibles opuestas (26) de los paneles impermeables (14; 14a) enfrentados entre sí, dicho dispositivo de conexión estanco (28; 44; 45) conectando de manera desmontable de modo estanco dichas solapas opuestas (26);
- 30 cada panel (14; 14A) comprendiendo al menos una abertura para inyectar mezcla cementosa (30) para lastrar y anclar por fricción cada panel (14; 14A) al fondo o las orillas laterales de un canal o depósito de agua.
- 35 19. El revestimiento impermeable según la reivindicación 18, caracterizado porque cada panel impermeable (14) está provisto de una banda de anclaje flexible (23), en donde al menos una banda de anclaje flexible (23) de cada panel (14) se fija al fondo (11) o las orillas laterales (12) del canal o depósito de agua (10).
- 40 20. El revestimiento impermeable según la reivindicación 18, caracterizado porque al menos una aleta flexible (26) de cada panel (14; 14A) está fijada al fondo (11) o a las orillas laterales (12) del canal o depósito de agua (10).
- 45 21. El revestimiento impermeable según una de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizado porque el dispositivo de conexión estanco intermedio entre las aletas estancas flexibles (26) comprende un cierre de cremallera estanco (18).
- 50 22. El revestimiento impermeable según las reivindicaciones 19 o 21, caracterizado porque las aletas flexibles estancas (26) de paneles contiguos (14) están conectadas entre sí de manera suelta.
23. El revestimiento impermeable según la reivindicación 18, caracterizado porque el dispositivo de conexión estanco intermedio entre las aletas estancas flexibles (26) comprende un elemento estanco expandible (45) colocado entre aletas estancas flexibles superpuestas, y un lastre permanente (46) colocado para presionar dicho elemento estanco expandible (45) entre las aletas estancas superpuestas (26).

24. El revestimiento impermeable según la reivindicación 23, caracterizado porque el dispositivo estanco expandible (45) comprende un material que se expande en contacto con agua.
- 5 25. El revestimiento impermeable según la reivindicación 24, caracterizado porque el dispositivo estanco expandible está colocado entre dos elementos esponjosos laterales (44.1, 44.2).
- 10 26. El revestimiento impermeable según la reivindicación 25, caracterizado porque comprende una primera cámara de detección de fugas de agua (46.1), respectivamente una segunda cámara (46.2) para inyectar un material de sellado, dichas primera y segunda cámaras estando dispuestas entre el elemento estanco expandible (45) y los elementos esponjosos laterales (44.1, 44.2).
- 15 27. Un panel impermeable (14,14A) adecuado para la instalación y colocación de un revestimiento impermeable para canales y depósitos de agua (10) según una o más de las reivindicaciones 18 a 26, caracterizado porque el panel (14; 14A) está configurado como un panel provisto de una cámara tubular (18) comprendiendo:
- 20 - al menos una membrana impermeable (16) hecha de material geosintético, con bordes laterales que se extienden en una dirección longitudinal del panel (14);
- una aleta flexible impermeable (26) a lo largo de bordes laterales opuestos del panel (14);
- 25 en donde cada aleta hermética (26) de un panel (14; 14A) está configurada para ser conectada de manera desmontable a una aleta hermética (26) de otro panel (14; 14a) por medio de un dispositivo de conexión estanco intermedio (28; 44, 45).
- 30 28. El panel impermeable (14) según la reivindicación 27, caracterizado porque comprende una membrana inferior impermeable (16) y una membrana superior impermeable (17) soldadas herméticamente a lo largo de bordes periféricos, y una pluralidad de elementos de enlace internos flexibles (22, 24, 36, 39, 40) entre la membrana inferior (16) y la membrana superior (17).
- 35 29. El panel impermeable (14A) según la reivindicación 27, caracterizado porque comprende una primera membrana impermeable (16) y una segunda membrana impermeable (50), plegadas en forma tubular, con bordes laterales superpuestos unidos herméticamente a lo largo de una línea de sellado (51) dicha segunda membrana impermeable (50) estando superpuesta y soldada a la primera membrana impermeable (16), al menos una cámara tubular (18), que tiene superficies internas opuestas, estando definida dentro de la segunda membrana impermeable (50), una pluralidad de elementos de enlace internos flexibles (22, 24, 36, 39, 40) estando provistos entre superficies internas opuestas (53, 54) de la cámara tubular (18).
- 40 30. El panel impermeable (14; 14A) según la reivindicación 28 o 29, caracterizado porque al menos una de las membranas impermeables (16, 17) está hecha de un material geosintético.
- 45 31. El panel impermeable (14) según la reivindicación 28, caracterizado porque los elementos de enlace internos (22, 24, 36, 39, 40) comprenden una pluralidad de ojales (37) en un lado interior de cada membrana impermeable inferior y superior (16, 17) y una pluralidad de elementos de cordón (36) enhebrados alternativamente en los ojales (37) de la membrana impermeable superior (17) y la membrana impermeable inferior (16) del panel (14).
- 50

5 32. El panel impermeable (14A) según la reivindicación 29, caracterizado porque los elementos internos de enlace (22, 24, 36, 39, 40) comprenden una pluralidad de ojales (37) en cada pared interior (53, 54) de la cámara tubular (18) y una pluralidad de elementos de cordón (36) enhebrados alternativamente en los ojales (37) de paredes interiores (53, 54) de la cámara tubular (18).

10 33. El panel impermeable (14; 14A) según una de las reivindicaciones 27 a 32, caracterizado porque cada aleta hermética (26) está provista de una tira dentada (28) que forma parte del cierre de cremallera estanco.

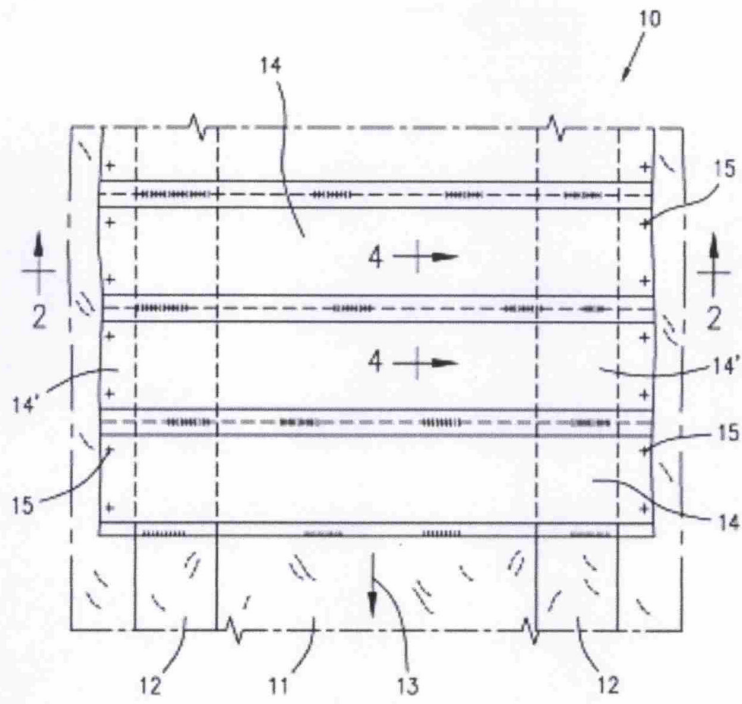


Fig. 1

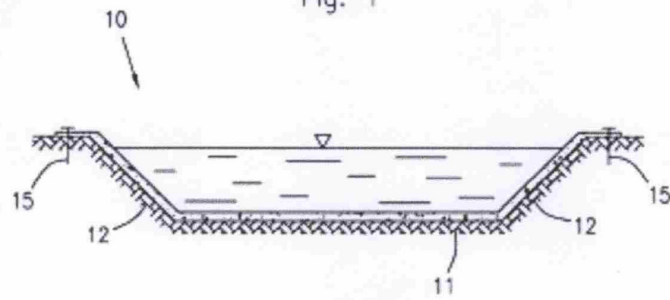


Fig. 2

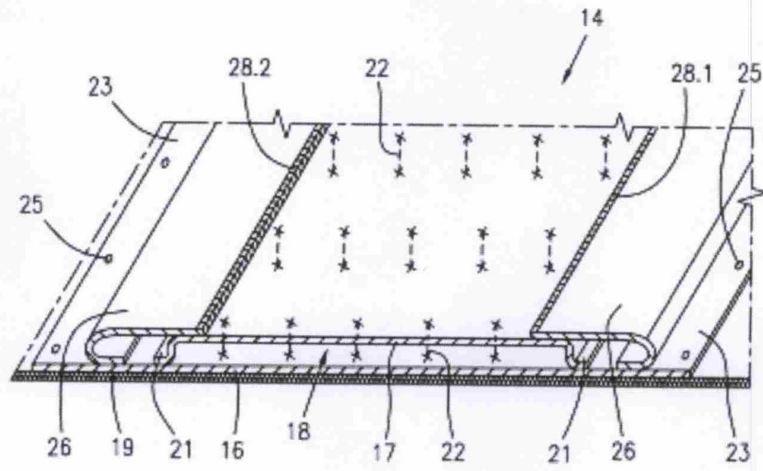


Fig. 3

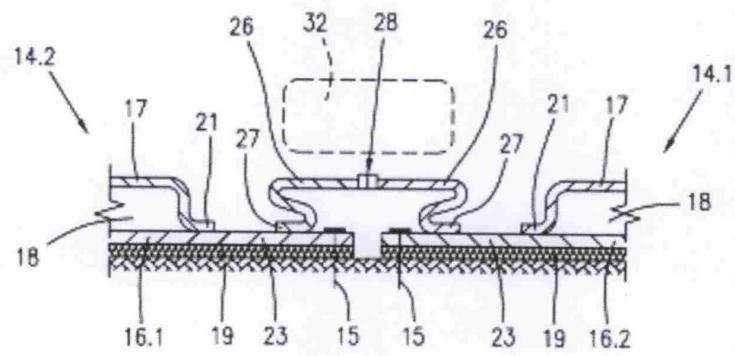


Fig. 4

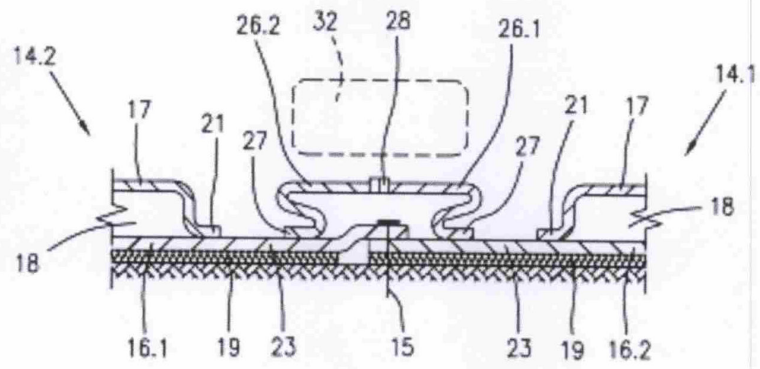


Fig. 5

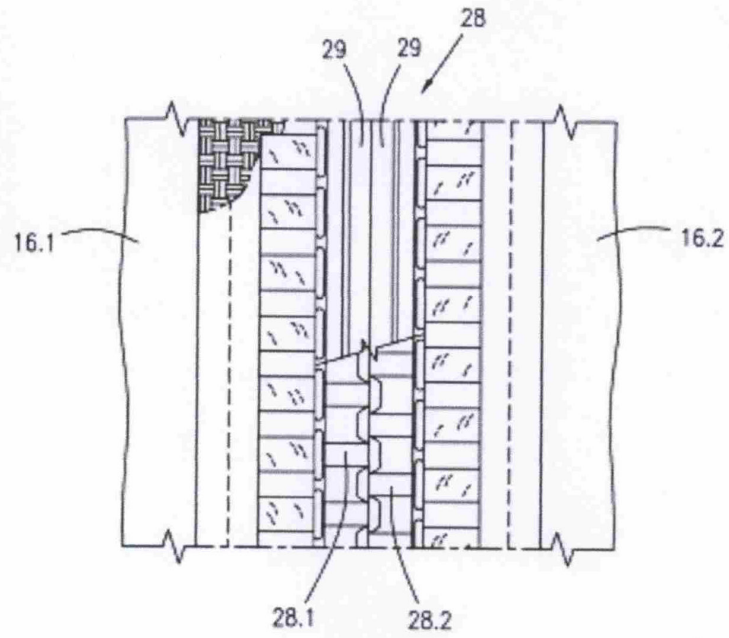


Fig. 6

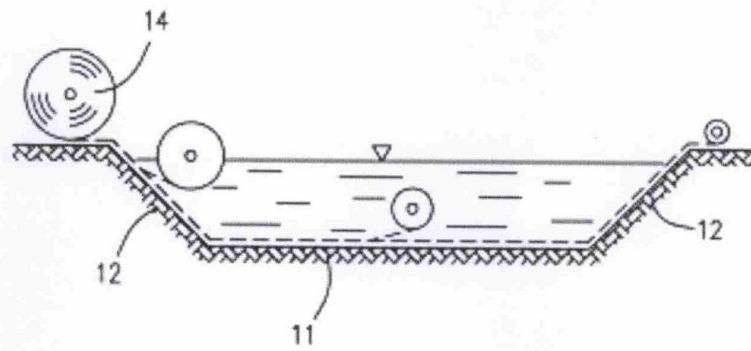


Fig. 7

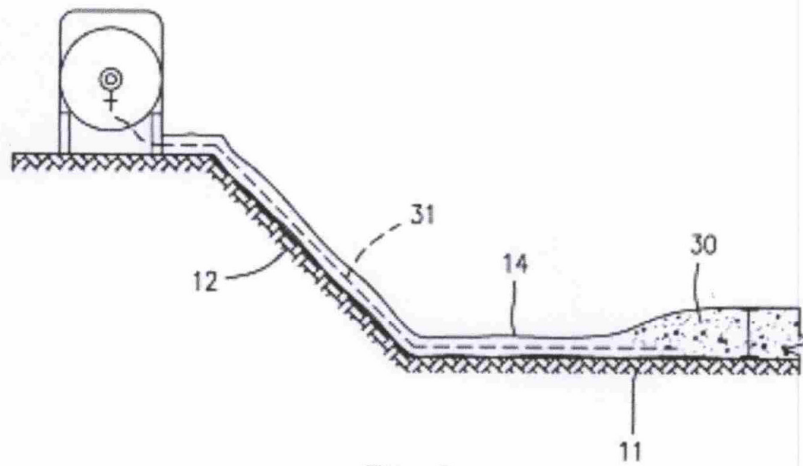


Fig. 8

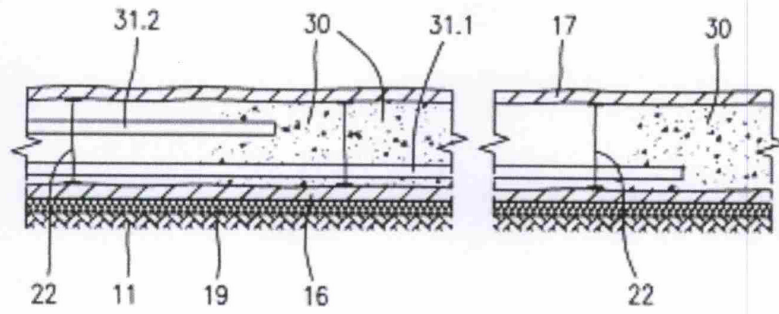


Fig. 9

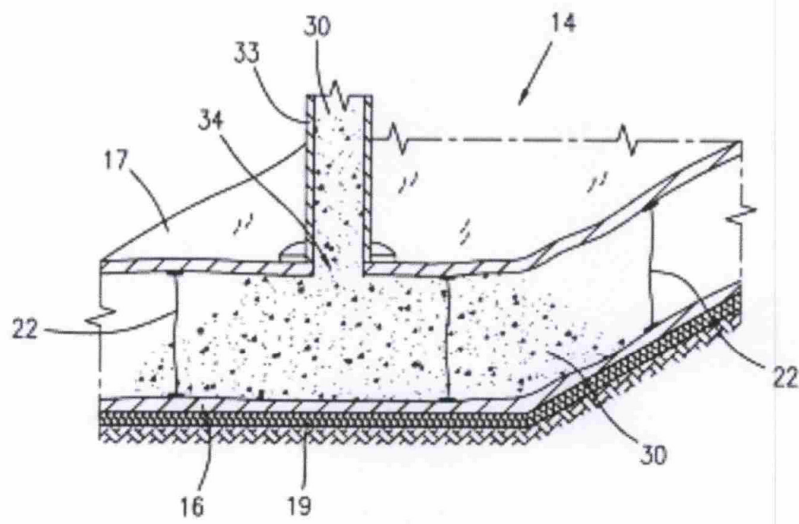


Fig. 10

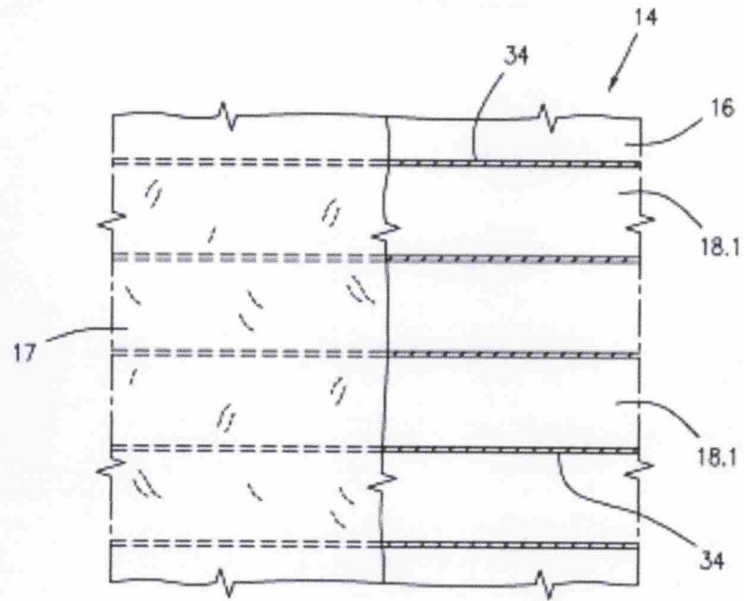


Fig. 11

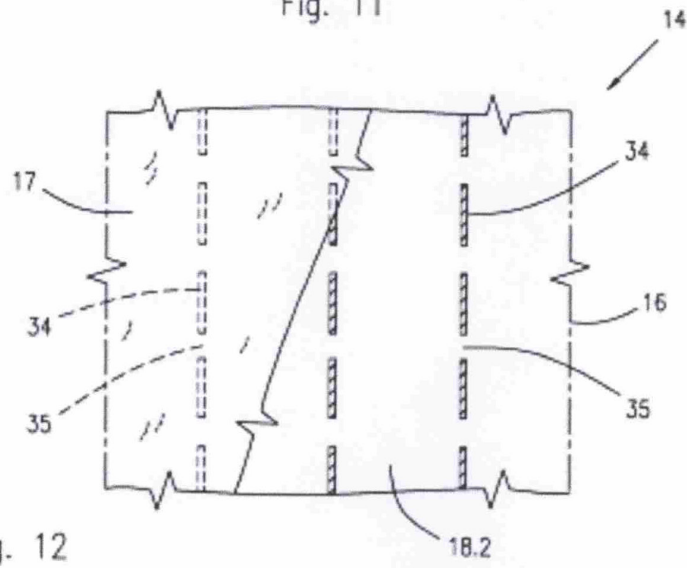


Fig. 12

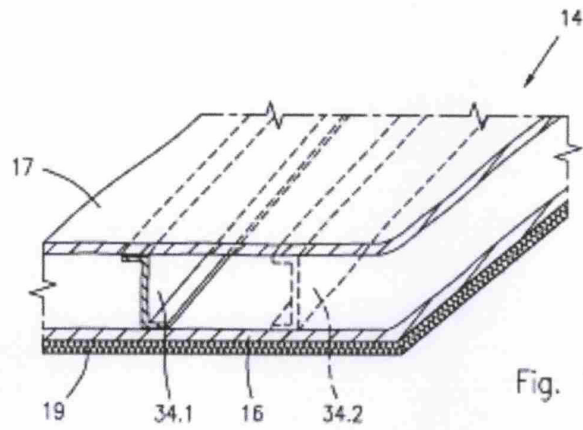


Fig. 13

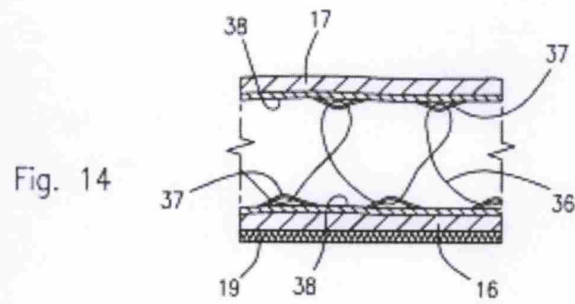


Fig. 14

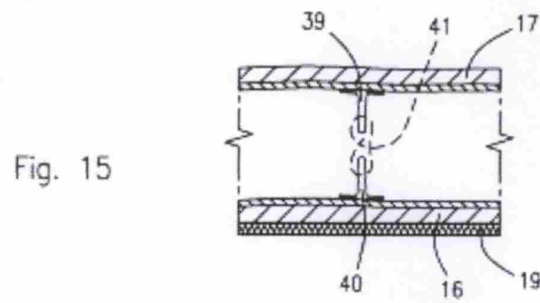


Fig. 15

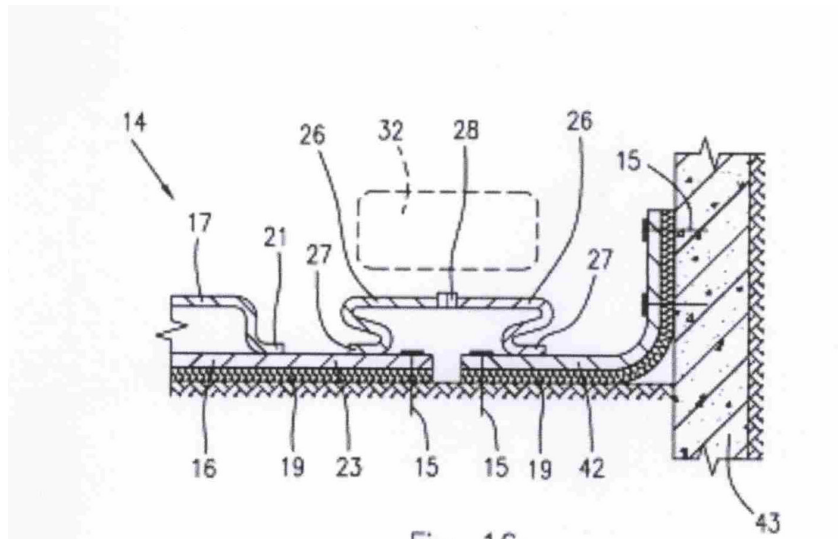


Fig. 16

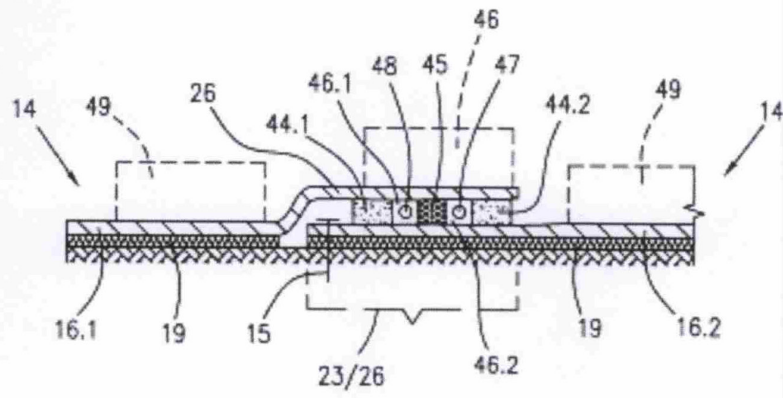
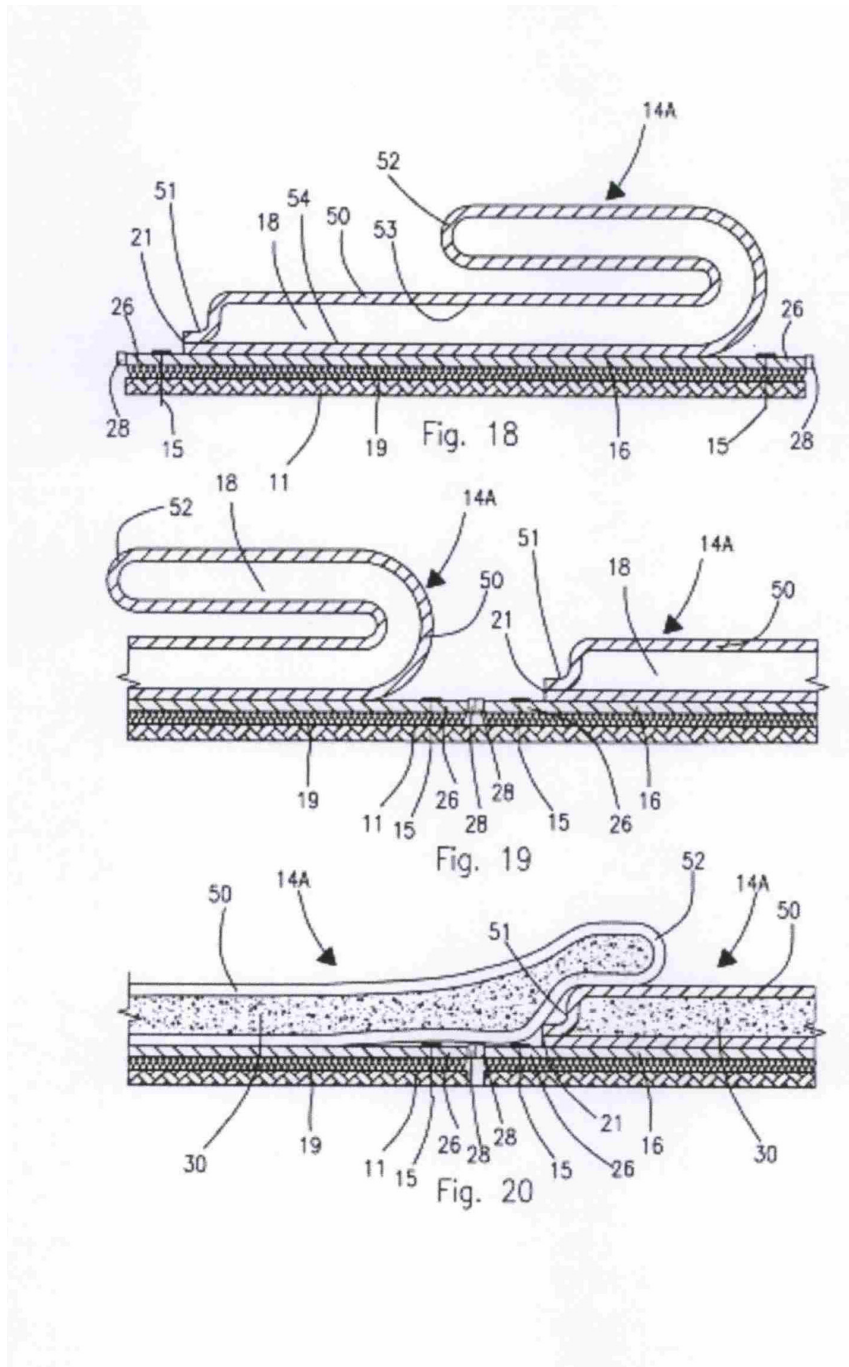


Fig. 17



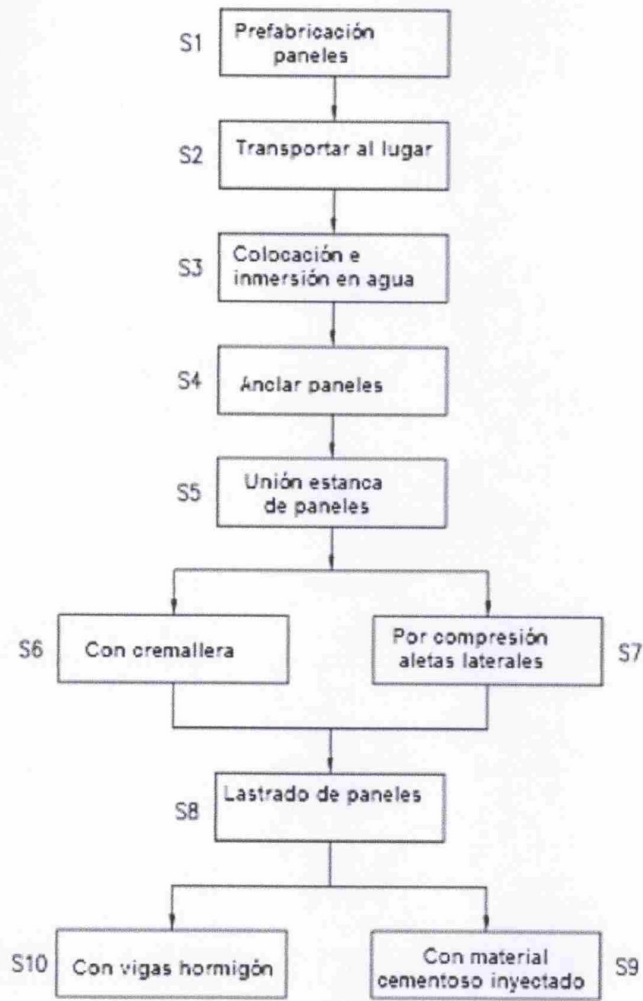


Fig. 21