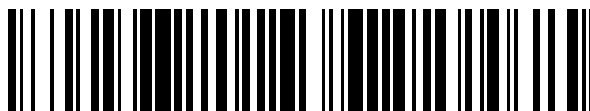


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 785**

51 Int. Cl.:

E02B 3/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2005** **E 05025533 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016** **EP 1790776**

54 Título: **Método para la impermeabilización y drenaje de agua infiltrada en estructuras hidráulicas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.11.2016

73 Titular/es:

CARPI TECH B.V. (100.0%)
Spoorhaven 88
2651 AV Berkel en Rodenrijs, NL

72 Inventor/es:

VRIENS, WILHELMUS JOSEPHUS MARIA

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 589 785 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 para la impermeabilización y drenaje de agua infiltrada en estructuras hidráulicas.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 [0001] Esta invención se refiere a un método de formación de revestimientos protectores e impermeables sobre superficies de estructuras hidráulicas, por medio de los cuales es posible drenar el agua filtrada que se acumula entre la superficie de la estructura hidráulica y el revestimiento protector, por medio de un sistema adecuado de válvula provista en el propio revestimiento impermeable.

15 [0002] La invención se refiere en particular a la formación de revestimientos impermeables provistos de drenaje automático del agua filtrada, para cualquier tipo de estructura hidráulica, como presas de tierra o de hormigón, tales como presas de RCC (hormigón compactado con rodillo), túneles hidráulicos, depósitos y canales, o para cualquier otro tipo de estructura hidráulica para el que se requiera un revestimiento y un dispositivo de drenaje de agua.

20 [0003] Son conocidos y ampliamente utilizados dispositivos de impermeabilización para la protección de las superficies de estructuras hidráulicas destinadas a entrar en contacto con agua, a fin de evitar excesiva, y en ciertos casos peligrosa, fuga de agua a través del cuerpo principal de la propia estructura hidráulica.

25 [0004] Un dispositivo de impermeabilización conocido consiste esencialmente en aplicar un revestimiento impermeable sobre la superficie de la estructura hidráulica a proteger, que comprende por ejemplo una geomembrana de material elastomérico y/o termoplástico, tal como PVC u otro material sintético elásticamente deformable, y proporcionar un sistema de anclaje mecánico adecuado para la fijación de la geomembrana a un área superficial de la estructura hidráulica a proteger; una geored, un geotextil, un espaciador de drenaje o "geoespaciador", o se puede disponer una capa de material suelto altamente permeable, por ejemplo grava o arena, con un coeficiente de permeabilidad de $K < 10^{-7}$ m/s, entre la geomembrana impermeable y el área superficial de la estructura hidráulica para proteger la última o para formar un espacio hueco para recogida del agua filtrada que debe ser descargada continuamente hacia el exterior, por medio de un sistema adecuado de canales o conductos de drenaje.

30 [0005] Dispositivos para la protección de estructuras hidráulicas por geomembranas impermeables se pueden encontrar en varios documentos anteriores, por ejemplo en US-A-4 913 513 y US-A-5 720 576, en lo que se refiere a la impermeabilización de presas; en US 4 371 288 y US 4 915 542, en lo que se refiere a la impermeabilización de túneles y túneles hidráulicos; en US-5 806 252 y US-A-3 854 292, para canales y similares; así como en DE-A-2 734 514 y EP-A-1 157 168, para la impermeabilización de juntas o grietas.

35 [0006] En todas estas aplicaciones existe una necesidad común de proporcionar un dispositivo de drenaje adecuado para drenar o descargar el agua filtrada a través del cuerpo de la estructura hidráulica, que se acumula entre el propio cuerpo y el revestimiento impermeable.

40 [0007] La ausencia de cualquier dispositivo para drenar el agua filtrada, en estructuras hidráulicas provistas de un revestimiento impermeable de material sintético elásticamente deformable, daría lugar a serios problemas, debido al hecho de que el agua que se acumula detrás del revestimiento, haría que el propio revestimiento se hinchase y formase peligrosas bolsas de agua, con el grave riesgo de dañar y/o desgarrar el revestimiento de protección en correspondencia con los puntos de anclaje o las zonas sometidas a altas tensiones.

45 [0008] Con el fin de obviar parcialmente este problema, se han propuesto algunas soluciones; por ejemplo, US-A-4 913 583 sugiere embeber en el cuerpo de la presa, durante su construcción, una membrana impermeabilizante y un sistema de tuberías microperforadas para descargar el agua drenada en el lado posterior del revestimiento.

50 [0009] A la inversa, US-A-5 720 576 hace uso de las mismas secciones estructurales utilizadas para anclar la membrana de impermeabilización a la superficie aguas arriba de la presa, para que fluya el agua filtrada a la parte inferior de la estructura, proporcionando un colector longitudinal que descarga posteriormente el agua aguas abajo o al exterior en determinados puntos de la estructura hidráulica.

55 [0010] Aunque estas soluciones han dado resultados satisfactorios, la construcción de un dispositivo de drenaje no siempre es posible en una estructura previamente existente, o demuestra ser extremadamente difícil y costoso.

60 [0011] En consecuencia, siempre que el nivel hidrostático del agua en el lado aguas arriba, o dentro de la estructura hidráulica, tiende a disminuir, en ausencia de cualquier dispositivo de descarga, la presión del agua, detrás o en el lado posterior del revestimiento membrana impermeable, bajo ciertas condiciones podría provocar que se rompa o se desgarre en las zonas sometidas a mayor tensión.

65 [0012] Con el fin de mantener la eficacia del dispositivo de drenaje es por tanto necesario efectuar periódicamente operaciones de mantenimiento complicadas y costosas; por otra parte, en ciertos casos, por ejemplo en presas de tierra

y túneles hidráulicos existentes, o en ciertos canales, la construcción y/o mantenimiento de un sistema de drenaje se hace, de hecho, imposible.

[0013] En un intento de remediar en parte los problemas que surgen de los dispositivos de drenaje anteriores, JP-A-2003-55935 describe una membrana impermeable con una válvula de mariposa de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1; por lo tanto, también existe el problema de mantener el dispositivo de drenaje en condiciones de trabajo eficientes, debido al hecho de que con el tiempo tiende a obstruirse, impidiendo que el agua fluya libremente.

OBJETOS DE LA INVENCION

[0014] El objeto principal de esta invención es proporcionar un método para la impermeabilización y drenaje del agua filtrada en estructuras hidráulicas, tales como presas, túneles, canales y similares, por medio del cual es posible lograr un drenaje automático eficaz del agua filtrada, tanto en estructuras hidráulicas existentes, como durante su construcción.

[0015] Un objeto adicional es proporcionar un método como se ha mencionado anteriormente, por medio del cual es posible lograr un drenaje tanto durante como después de que se ha instalado el revestimiento impermeable, en cualquier punto de la estructura hidráulica, siempre que sea necesario.

[0016] Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método para impermeabiliza estructuras, mediante el cual es posible aprovechar la presión diferencial del agua en ambos lados delantero y trasero del revestimiento impermeable, para causar una descarga automática del agua filtrada, evitando al mismo tiempo que el agua normalmente contenida o fluyente en la estructura hidráulica, se filtre hacia el exterior o en la tierra circundante.

[0017] Otro objeto adicional es proporcionar un método usando un dispositivo de drenaje que es estructuralmente simple, altamente eficiente, no requiere costosas operaciones de mantenimiento, y al mismo tiempo es sencillo y barato.

[0018] Ventajosamente, la construcción de un revestimiento impermeable para membrana provisto de un dispositivo de drenaje de acuerdo con esta invención se puede llevar a cabo tanto en presencia como en ausencia de agua aguas arriba o dentro de la estructura hidráulica.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

[0019] Lo anterior se puede lograr por medio de un método para la impermeabilización y el drenaje de agua filtrada en las estructuras hidráulicas, según la reivindicación 1.

[0020] De acuerdo con varias aplicaciones el dispositivo de válvula de descarga puede extenderse sobre parte de o toda la anchura de bordes opuestos de materiales laminares de la geomembrana impermeable.

[0021] El dispositivo de válvula de drenaje se proporciona y lleva a cabo durante la construcción y la instalación de la geomembrana impermeable, mediante la superposición de una determinada longitud de los bordes transversales de dos láminas consecutivas del revestimiento, sin sellarlas; el borde delantero de la lámina de válvula se deja en consecuencia libre para flexionar y elevarse y descender bajo el efecto de la presión diferencial de agua que actúa en las caras anteriores y posteriores de la propia lámina de válvula, para permitir que que salga el agua filtrada, impidiendo la entrada de agua.

[0022] Otras características del método de acuerdo con la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0023] Estas y otras características del método de acuerdo con esta invención y varias de sus posibles realizaciones se ilustran a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Fig. 1 muestra esquemáticamente una vista frontal del lado de aguas arriba de una presa provisto de un revestimiento impermeable que comprende un dispositivo de drenaje según la invención;

Fig. 2 muestra una vista en sección transversal a lo largo de la línea 2-2 de la fig. 1;

Fig. 3 muestra un detalle ampliado de la fig. 1, que ilustra el detalle de un dispositivo de válvula de drenaje de un solo sentido;

Fig. 4 muestra una sección transversal a lo largo de la línea 4-4 de la fig. 3, con el dispositivo de válvula en una situación cerrada;

Fig. 5 muestra una vista similar a la de la fig. 4, con el dispositivo de válvula en una situación abierta;

Fig. 6 muestra una aplicación del dispositivo de válvula de drenaje;

Fig. 7 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea 7-7 de la fig. 6 mostrando el dispositivo de válvula en dos condiciones operativas;

Fig. 8 muestra una vista en sección transversal de un túnel hidráulico, provisto de un dispositivo de impermeabilización y drenaje según la invención;

Fig. 9 muestra un detalle ampliado de la fig. 8, con el dispositivo de válvula orientado hacia abajo;

Fig. 10 muestra un detalle similar al de la figura anterior, con el dispositivo de válvula orientado hacia arriba;

Fig. 11 muestra una vista en sección transversal de un canal provisto de un revestimiento impermeable y un dispositivo de drenaje;

Fig. 12 muestra una vista en sección longitudinal a lo largo de la línea 12-12 de la fig. 11, con el dispositivo de válvula de drenaje tanto en un estado cerrado, como en un estado abierto;

Fig. 13 muestra una vista en sección similar a la de la figura anterior, diseñada para mostrar el uso de una banda adicional de sellado;

Fig. 14 muestra un revestimiento impermeable de una junta existente entre dos paredes laterales de una estructura hidráulica, que comprende un dispositivo de válvula de drenaje de acuerdo con la invención.

[0024] En relación con la técnica anterior citada, el dispositivo de impermeabilización y drenaje de acuerdo con las figuras 6, 7, 10, 11, 12 y 13 no están cubiertos por la reivindicación 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0025] Con referencia a las figuras 1 a 5 se da a continuación una descripción de las características generales del método de acuerdo con la invención y de un dispositivo de impermeabilización y drenaje.

[0026] Fig. 1 muestra una presa genérica que comprende un cuerpo principal 10, por ejemplo hecho hormigón compactado con rodillo o de material de relleno, u otros tipos de material, que se extiende entre las laderas de dos montañas. El cuerpo principal 10 de la presa, en el lado aguas arriba en contacto con el agua contenida en el embalse, está provisto de un revestimiento impermeable que comprende, por ejemplo, una pluralidad de láminas 11 de material sintético o bituminoso elásticamente deformable; las láminas 11 se aplican a la superficie de la presa 10 manteniendo los bordes laterales 12 parcialmente superpuestos, y luego conectados herméticamente juntos, por ejemplo, sellados térmicamente, por método ultrasónico, químicamente, o de cualquier otro modo adecuado, y mecánicamente fijadas al cuerpo principal 10 de la presa.

[0027] Las láminas 11 se pueden fijar mediante cualquier medio conocido, por ejemplo, proporcionando secciones de acero estructural adecuadas que les permitan ser tensadas o estiradas, tal como se describe por ejemplo en US 5 720 576; o por medio de una pluralidad de pasadores 14 (fig. 3) como se muestra y se describe en US 4 915 542, o en cualquier otra forma apropiada. La referencia 13 en las figuras 1 y 2 se ha utilizado para indicar un dispositivo de válvula unidireccional para drenar el agua que se ha filtrado desde el cuerpo principal 10 de la presa entre la superficie frontal del cuerpo de la presa y el lado posterior del revestimiento impermeable proporcionada por el conjunto de láminas 11.

[0028] Dependiendo de los requisitos o del tipo de estructura hidráulica, las láminas 11 de material sintético se pueden colocar en contacto directo con la superficie a impermeabilizar. A la inversa, se puede disponer una capa 15 de material de drenaje entre las láminas 11 y la superficie frontal de la estructura hidráulica, por ejemplo una georred, un geoespaciador o similares, como se muestra en las figuras 4 y 5.

[0029] Las láminas 11 de material impermeable pueden a su vez estar en forma de un geocompuesto, comprendiendo una capa de material impermeable, acoplada a un geotextil, de una manera conocida per se, siempre que sean adecuados para el uso previsto.

[0030] Un dispositivo de válvula unidireccional de drenaje 13 como una aplicación en el procedimiento según la invención, y su funcionamiento se explican con mayor detalle a continuación, con referencia a las figuras 3, 4 y 5.

[0031] De acuerdo con el método reivindicado, el dispositivo de válvula unidireccional de drenaje 13 se obtiene directamente durante la formación del revestimiento impermeable. En esta configuración, durante la instalación del material de lámina de impermeabilización 11, como se indica en la fig. 3, se presta atención para asegurar que el borde transversal delantero 11a de una lámina 11,1 solapa parcialmente el borde transversal trasero 11b de la lámina 11,2 adyacente, en un espacio "d" de una longitud preestablecida, que por ejemplo va de 5 a 300 cm, preferiblemente de 20 a 150 cm.

[0032] Durante la instalación de las láminas de 11.1 y 11.2, los bordes laterales solapados 12 de las láminas yuxtapuestas se sellarán entre sí, y posteriormente se fijarán por medio de pasadores 14, o de cualquier otra manera.

[0033] Durante el sellado y fijación de las láminas 11, se debe tener cuidado en asegurar que el borde transversal solapado 11a de la lámina superpuesta 11,1 debe estar libre, es decir, el borde de la lámina superior 11.1 es libre para flexionar, y/o moverse hacia arriba y hacia abajo con respecto a la lámina subyacente 11.2, y para extenderse más allá del borde transversal 11b de esta última en la dirección del flujo natural descendente del agua, por gravedad; de esta manera se obtiene un dispositivo de válvula unidireccional directamente por el revestimiento impermeable, que es capaz de ser operado por la presión diferencial del agua que actúa sobre un elemento de válvula flexible plano M,

proporcionado por una parte de la lámina de 11,1 que solapa la lámina 11.2; la abertura de salida así proporcionada se orientará en la dirección de flujo descendente natural del agua que se filtra, desde el cuerpo principal 10 de la estructura hidráulica, entre ésta y el revestimiento impermeable, permitiendo una descarga natural del agua simplemente por gravedad.

5 **[0034]** Más precisamente, los bordes transversales solapados 11a y 11b de las dos láminas 11.1 y 11.2 que definen un dispositivo de válvula de drenaje unidireccional del tipo de geomembrana se puede extender a lo largo de parte o a lo largo de toda la anchura de las láminas, como se muestra.

10 **[0035]** En términos generales, la longitud "d" de los bordes solapados entre dos láminas adyacentes, y la anchura del dispositivo de válvula 13 de geomembrana debe ser tal que permita el funcionamiento eficaz de la válvula así formada. En particular, la superficie libremente en contacto de las dos láminas superpuestas que constituyen el dispositivo de válvula 13, debe ser de tal tipo que proporcione una estanqueidad exclusivamente por medio de la presión P1 del agua existente aguas arriba o dentro de la estructura hidráulica, como se muestra en la fig. 4, y que impida la formación de pliegues a lo largo del borde 11a de la válvula, por ejemplo, fijando las láminas 11 con una tensión apropiada. De esta manera se obtiene una amplia abertura de salida para el flujo descendente del agua, en la situación abierta del dispositivo de válvula mostrado en la fig. 5; esto también se facilita por la posible deformación elástica del elemento plano de válvula M del dispositivo de válvula 13, debido a la presión P2, ejercida por el agua a drenar, en el lado posterior del revestimiento impermeable, cuando la presión P2 antes mencionada excede la presión P1 en el lado frontal. Las figuras 4 y 5 de los dibujos muestran los estados cerrado y abierto del dispositivo de válvula 13 bajo el efecto de la presión diferencial del agua, ejercido sobre las dos caras del revestimiento.

20 **[0036]** En particular, como se puede ver en la fig. 4, siempre que el nivel L1 del agua esté por encima del dispositivo de válvula 13, es decir, en tanto que la presión P1 del agua en el lado frontal del elemento plano de válvula M del dispositivo de válvula 13 directamente en contacto con el agua exceda la presión P2 en el lado trasero, enfrenteado a la superficie de la estructura hidráulica 10, se ejercerá una presión diferencial positiva P1-P2 sobre el elemento M, que mantendrá el elemento M constantemente presionado contra el borde de la lámina subyacente 11.2; esta situación de válvula cerrada se muestra en la fig. 4.

25 **[0037]** A la inversa, cuando el nivel del agua cae por debajo del dispositivo de válvula 13, por ejemplo como se indica mediante la referencia L2 en la fig. 5, se ejercerá una presión diferencial negativa P1-P2 y, en consecuencia, la presión P2 del agua detrás del revestimiento impermeable 11 tenderá a abrir el elemento plano de válvula M de la válvula 13, alejando el elemento de válvula M de la lámina superior 11.1 desde el borde 11b de la lámina subyacente 11.2; en estas condiciones el agua filtrada puede fluir a través del dispositivo de válvula de drenaje abierto 13; cuando el nivel L1 del agua se restaura, el dispositivo de válvula 13 se cerrará de nuevo por la presión del agua en el lado frontal.

30 **[0038]** El dispositivo de válvula 13 funcionará de la misma manera, cada vez que la presión diferencial P1-P2 sea negativa, es decir, cada vez que la presión P2 sea mayor que la presión hidrostática P1 existente en el nivel L3 de la válvula 13, como se indica esquemáticamente en la fig. 5 de los dibujos adjuntos.

35 **[0039]** De esta manera es posible obtener un revestimiento impermeable provisto con dispositivo de drenaje de agua que utiliza dispositivos de válvula flexibles, de accionamiento automático, tanto para abrir como para cerrar, por la presión diferencial del agua existente en los dos lados del mismo revestimiento impermeable.

40 **[0040]** Un dispositivo de drenaje que utiliza una válvula de descarga de agua de simple efecto de tipo geomembrana de acuerdo con la invención, además de ser simple y de bajo costo, es operativamente muy fiable en el tiempo, sin requerir ningún mantenimiento sustancial. Aunque, en principio, la invención es aplicable a cualquier tipo de revestimiento impermeable de material sintético o bituminoso elásticamente deformable, los mejores resultados se obtienen mediante el uso de materiales plásticos altamente flexibles en láminas.

45 **[0041]** El material utilizado para la geomembrana que constituye el revestimiento impermeable y/o el dispositivo de válvula de drenaje puede ser de cualquier tipo, siempre que sea adecuado para el fin previsto; en particular, puede ser elegido entre materiales sintéticos y bituminosos en la tabla siguiente, tomados de forma individual o en combinación.

TIPO	MATERIAL BÁSICO	ABREVIATURA
MATERIALES TERMOPLÁSTICOS	-Polietileno alta densidad -Polietileno lineal baja densidad -Polietileno clorado -Copolímero etileno-acetato de vinilo -Polietileno -Polipropileno -Cloruro de polivinilo	HDPE LLDPE CPE EVA/C PE PP PVC
CAUCHOS TERMOPLÁSTICOS	-Polietileno clorosulfonado -Copolímero etileno-propileno	CSPE E/P
MATERIALES TERMOENDURECIBLES	-Poliisobutileno	PIB

	-Caucho de cloropreno -Monómero dieno etileno-propileno -Caucho butilo -Caucho nitrilo	CR EPDM IR NBR
MATERIALES BITUMINOSOS	-Betún oxidado -Betún polimérico	GM prefabricado -----

[0042] Las geomembranas pueden ser de un espesor comprendido entre 0,2 y 60 mm, con un módulo de elasticidad que vaya desde 10 a 5.000 MPa.

5 [0043] Las figuras 6 y 7 muestran un dispositivo de válvula unidireccional 13 del tipo de membrana, que se puede lograr ya sea en el momento de la instalación del revestimiento impermeable, como en el caso anterior, o posteriormente con el revestimiento impermeable ya aplicado, en el que se hace un corte transversal o abertura alargada 20 en una lámina 11 del revestimiento impermeable, en una dirección transversal a la dirección de flujo descendente del agua filtrada, indicada por la flecha W.

10 [0044] Una lámina M de material sintético o bituminoso elásticamente deformable que define un elemento de válvula plana se superpone al corte 20; la lámina M está conectada de forma estanca, es decir, sellada térmicamente a la lámina impermeable 11, a lo largo de tres bordes 21, dejando el borde anterior 22 de la lámina M paralelo al corte 20, que se extiende aguas abajo respecto a la dirección de flujo descendente W, a flexionar y elevarse libremente bajo el empuje del agua que tiende a fluir hacia abajo por gravedad, como se muestra por la línea discontinua indicada por la referencia M' en la fig. 7. De esta manera se obtiene un dispositivo de válvula unidireccional 13 de tipo geomembrana, que se puede aplicar al revestimiento impermeable de cualquier estructura hidráulica, presa, canal, túnel hidráulico, depósito o similar, para drenar el agua que se ha filtrado detrás y en el que la presión del agua en el lado aguas arriba o que fluye en el túnel hidráulico o en el canal, mantiene el dispositivo de válvula 13 constantemente cerrado presionando el elemento plano de válvula M contra la lámina subyacente 11, lo que permite que se abra exclusivamente cuando la presión en el lado posterior del elemento de válvula plana M supera a la del agua en el lado frontal.

15 [0045] Por otra parte, cuando la presa, túnel hidráulico o estructura hidráulica se vacía, o cuando la presión del agua que se ha filtrado detrás del revestimiento impermeable tiende a aumentar, excediendo la presión del agua en el lado frontal del dispositivo de válvula 13, la presión diferencial abrirá la válvula 13 permitiendo el flujo descendente natural del agua filtrada. Esto evita que la acumulación de agua filtrada por detrás del revestimiento impermeable dañe o haga explotar este último, debido a una deformación excesiva. Como se mencionó anteriormente, el revestimiento impermeable proporcionado por las láminas 11 de material sintético flexible, puede ser instalado directamente en contacto con la superficie de la estructura hidráulica a impermeabilizar; a la inversa, se puede colocar una capa de drenaje entre las superficies enfrentadas de la estructura hidráulica y las láminas 11 del revestimiento impermeable, que consta por ejemplo de una georred, o en cualquier caso por un elemento de drenaje como el indicado por la referencia 23 en la fig. 7. En este caso, puede ser ventajoso disponer un elemento rígido de soporte 24, hecho por ejemplo por una placa de PVC rígido, HDPE, metal u hormigón, en correspondencia con el dispositivo de válvula 13, haciendo un corte o una abertura 25 en el elemento 24 en correspondencia con el corte o la abertura 20 en la lámina impermeable 11. El elemento de soporte 24 debe ser capaz de cumplir con, suavizar o incluso eliminar la rugosidad de la superficie a proteger, proporcionando una superficie lisa sobre la que puede descansar el revestimiento impermeable o geomembrana.

25 [0046] Las figuras 8, 9 y 10 muestran, también a modo de ejemplo, la formación de dispositivos de válvula 13 en el revestimiento impermeable 30 del cuerpo de un túnel hidráulico 31.

30 [0047] También en este caso, el revestimiento impermeable 30 comprende una pluralidad de láminas 11 de material sintético elásticamente deformable, dispuesta en una dirección transversal o longitudinal al túnel, siempre teniendo cuidado de solapar los bordes como se muestra en la fig. 1, que se sellan y se fijan por medio de una pluralidad de pasadores de anclaje, no mostrados, o de cualquier otra forma adecuada.

35 [0048] En la parte inferior, en los dos lados opuestos del túnel 31, o en posiciones preestablecidas del revestimiento impermeable 30, se proporcionan dispositivos de válvula unidireccional de drenaje 13, en la forma descrita anteriormente, como se muestra esquemáticamente en el detalle ampliado de la Fig. 9, donde se han usado las mismas referencias numéricas que en los ejemplos anteriores para indicar partes similares o equivalentes.

40 [0049] El ejemplo de las figuras 11 y 12 muestra el uso de un dispositivo de válvula de drenaje 13 en el revestimiento impermeable 40 en el cuerpo sobre la parte inferior 41 de un canal.

45 [0050] También en este caso, el dispositivo de válvula de drenaje 13 se puede hacer de las dos maneras antes descritas, o de cualquier otra forma similar, es decir simplemente solapando los bordes transversales 11a y 11b de dos láminas impermeables consecutivas 11.1 y 11.2, como se muestra en el caso de la fig. 3, o por un corte transversal en una lámina 11 de acuerdo con el ejemplo de la fig precedente 6. En la fig. 12 se muestra el dispositivo de válvula de drenaje 13, con la línea continua en la situación cerrada debido a la presión del agua que fluye en el canal, en la

dirección indicada por la flecha W, mientras que con la línea de trazos se muestra en la situación abierta, por ejemplo debido a la ausencia de agua en el canal, o cada vez que la presión P2 del agua que se ha filtrado entre la parte inferior del canal y las láminas 11 de revestimiento impermeable, excede de la presión P1 del agua que fluye en el mismo canal.

5 **[0051]** La Fig. 13 muestra una solución similar a la de la fig. 12 en la que se ha hecho uso de al menos una junta 42 fijada a la lámina 11.2, en una posición trasera desde su borde, que consiste por ejemplo de una banda de un material sintético espumado del tipo de célula cerrada para mejorar la estanqueidad de y el cierre de la válvula unidireccional.

10 **[0052]** Por último, la realización de la fig. 14 muestra la aplicación de un dispositivo de válvula de drenaje 13, en un revestimiento impermeable 50 en correspondencia con una junta 51, o una grieta entre los cuerpos de dos partes de pared 52a y 52b de una estructura hidráulica.

15 **[0053]** Del modo similar, se han utilizado en la fig. 14 referencias 11.1 y 11.2 para indicar dos láminas de material impermeable, fijadas a lo largo de los bordes longitudinales 53, 54 a cada lado de la junta 51, por ejemplo como se describe en EP 1 157 168, o de cualquier otra manera.

20 **[0054]** También en este caso, los bordes transversales opuestos 11a y 11b de las dos láminas 11.1 y 11.2 se solapan en un espacio de una longitud preestablecida, dejando el borde 11a de la lámina superior 11.1 libre de flexionar, para abrir y cerrar el elemento plano de válvula M del dispositivo de válvula 13 bajo la presión diferencial del agua, en la forma antes descrita; obviamente, son posibles otras modificaciones y/o aplicaciones del sistema de impermeabilización y drenaje por medio de dispositivos de válvula unidireccional, en comparación con los que se muestran.

25 **[0055]** Por ejemplo, como se muestra en las figuras 3 y 14, el dispositivo de válvula de drenaje 13 podría inicialmente estar cerrado también en el lado delantero, con el fin de evitar la infiltración de agua durante el llenado de la estructura hidráulica, o siempre que el nivel del agua tienda a subir. En este caso, el cierre en el lado libre del dispositivo de válvula 13 se puede obtener por medio de un sella débil S, o cinta adhesiva, una banda adicional de geomembrana o de cualquier otra forma adecuada para crear una línea de rotura debilitada cuando la presión del agua en el lado posterior tienda a exceder un cierto valor.

30 **[0056]** De acuerdo con una realización adicional, el solapamiento "d" de los casos anteriores se puede evitar creando un simple corte a lo largo de una línea transversal a la dirección de movimiento o flujo de salida del agua, como en la fig. 6 y, posteriormente, cubriendo ese corte con una geomembrana más débil, de un espesor más limitado que el de la geomembrana subyacente, sellándolo en los cuatro lados. De esta manera la lámina de geomembrana suprayacente más débil se convierte en una especie de "fusible", cuya rotura se produciría en el caso de que la estructura hidráulica se vaciara, o en el caso de una disminución en el nivel de agua, con la consiguiente exposición del corte, creando de ese modo un dispositivo de válvula de drenaje 13. En este caso, sería fácil restablecer las condiciones anteriores reinstalando una nueva lámina de geomembrana débil, posicionándola sobre el corte.

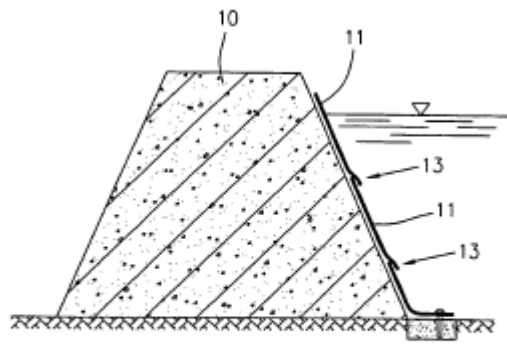
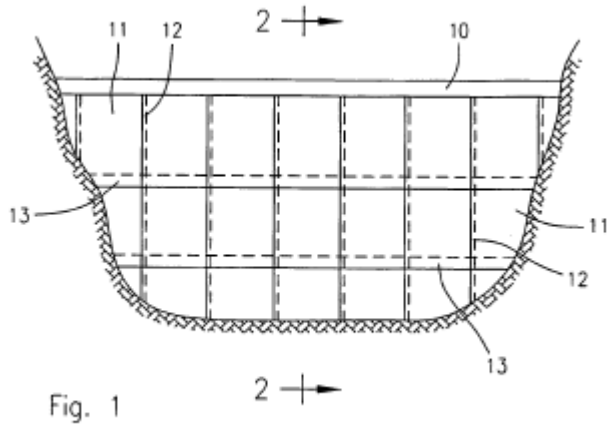
40 **[0057]** De lo que se ha descrito y mostrado en los dibujos adjuntos, estará claro que lo que se proporciona un método para drenar el agua filtrada en estructuras hidráulicas, que hace uso de un dispositivo especial de válvula de drenaje, del tipo de geomembrana, orientado en la dirección de flujo descendente natural del agua. La presencia de un dispositivo de drenaje de este tipo reduce sustancialmente las cargas soportadas por los puntos de anclaje, lo que aumenta el factor de seguridad para todo el revestimiento impermeable.

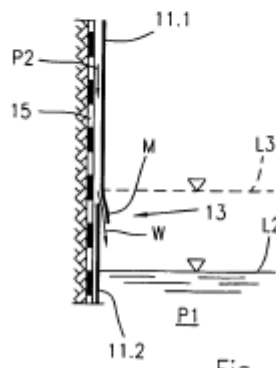
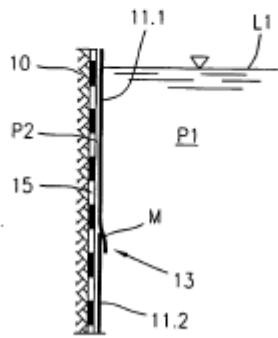
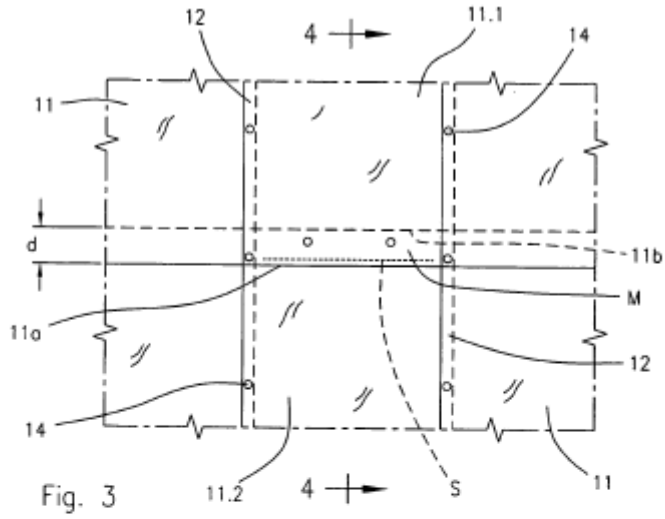
45 **[0058]** Se entiende sin embargo que lo que se ha descrito y mostrado no debe interpretarse en un sentido limitativo con respecto a cualquier posible aplicación y forma de realización del dispositivo de válvula unidireccional, por el uso de láminas de geomembrana; por lo tanto, pueden hacerse otras modificaciones o variaciones tanto al dispositivo de drenaje, como al método sin apartarse por ello de las reivindicaciones.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para impermeabilizar y drenar agua filtrada de estructuras hidráulicas (10, 31, 52a, 52b), según el cual un revestimiento impermeable, que consiste en láminas de geomembrana elásticamente deformables (11) selladas a lo largo de bordes laterales de las láminas (11), se aplica y se fija a una superficie lateral de la estructura hidráulica (10, 31, 41, 52), proporcionando dicho revestimiento con dispositivo de válvula de drenaje de agua unidireccional (13) para drenar y descargar hacia abajo, por gravedad, el agua filtrada recogida detrás del revestimiento impermeable, que comprende las etapas de:
- 10 definir puntos de drenaje para drenar el agua en posiciones preestablecidas del revestimiento impermeable; proporcionar, en cada uno de los puntos de drenaje preestablecidos, el dispositivo de válvula de drenaje unidireccional (13) que forma una abertura de descarga de agua en dicho revestimiento impermeable; orientar dicha abertura de descarga de agua del dispositivo de válvula de drenaje unidireccional (13) en una dirección de flujo descendente del agua para drenar y descargar hacia abajo, por gravedad, el agua filtrada, y
- 15 proporcionar dicho dispositivo de válvula (13) con un elemento plano de válvula plano flexible (M) solapando la abertura de descarga; someter el elemento de válvula plano (M) a una presión diferencial del agua que actúa sobre caras opuestas del revestimiento impermeable; y
- 20 provocar la apertura y cierre automático del dispositivo de válvula de drenaje unidireccional (13), por la diferencia de presión del agua que surge en las caras opuestas del elemento plano de válvula (M) del dispositivo de válvula unidireccional de drenaje (13), **caracterizado por** realizar el dispositivo de válvula de drenaje unidireccional (13) durante la instalación del revestimiento impermeable, superponiendo bordes transversales de dos láminas consecutivas de impermeabilización (11.1, 11.2), dejando el borde transversal de la lámina superior (11,1) para que forme el elemento de válvula flexible plano (M), y para que flexione libremente bajo la presión diferencial del agua.
- 25
2. El método para impermeabilizar y drenar agua filtrada según la reivindicación 1, **caracterizado por** la superposición de los bordes transversales de las dos láminas (11.1, 11.2), en una longitud (d) que varía de 5 a 300 cm, preferiblemente de 20 a 150 cm.
- 30
3. El método para impermeabilizar y drenar agua filtrada según la reivindicación 1, **caracterizado por** realizar el dispositivo de válvula de drenaje (13) comprendiendo una lámina de geomembrana elegida de los siguientes materiales: materiales termoplásticos, cauchos termoplásticos, materiales termoendurecibles, materiales bituminosos.
- 35
4. El método para impermeabilizar y drenar agua filtrada según la reivindicación 1, **caracterizado por** conectar inicialmente de forma estanca los bordes transversales solapados de las láminas de impermeabilización (11) a lo largo de una línea de rotura debilitada (S).
- 40
5. El método para impermeabilizar y drenar agua filtrada, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por** colocar una capa de material de drenaje entre superficies enfrentadas de la estructura hidráulica (10, 31, 41, 52) y el revestimiento impermeable (11).
- 45
6. El método para impermeabilizar y drenar agua filtrada, de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la capa de material de drenaje se selecciona de una georred, un geoespaciador, o combinación de los mismos.





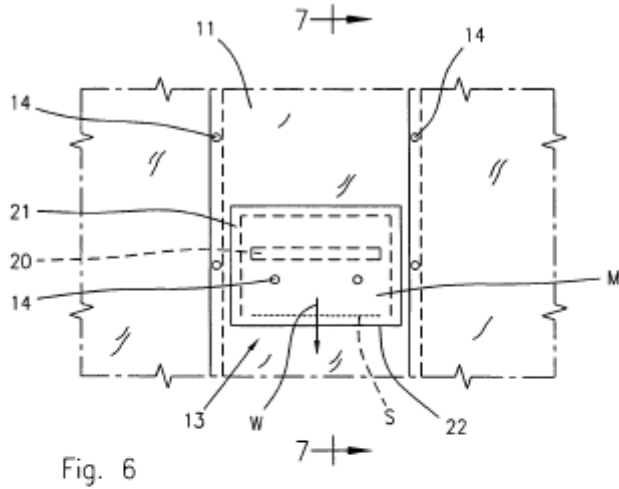


Fig. 6

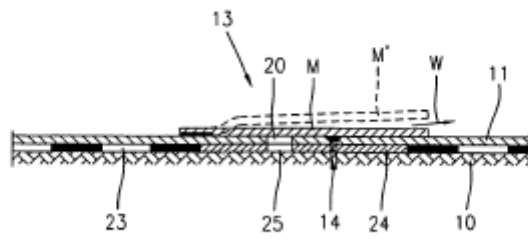


Fig. 7

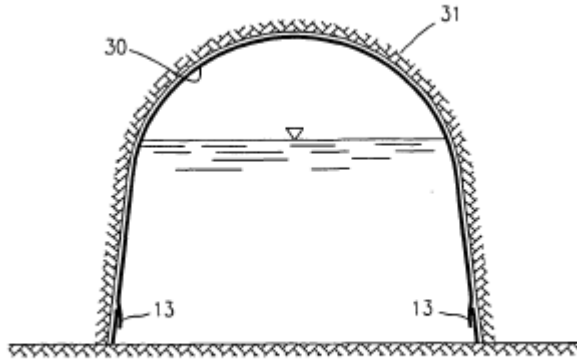


Fig. 8

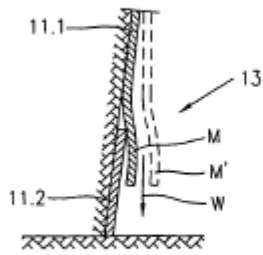


Fig. 9

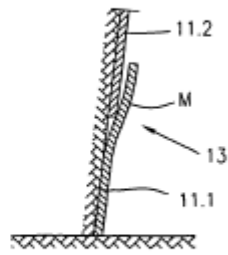
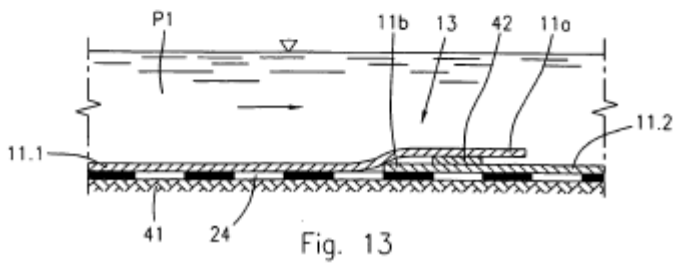
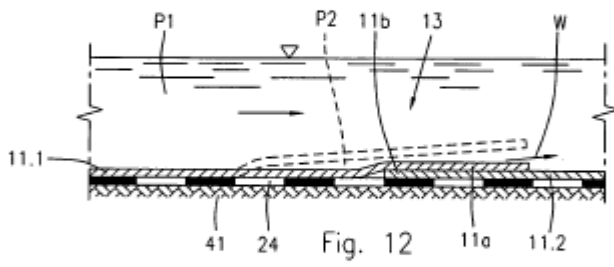
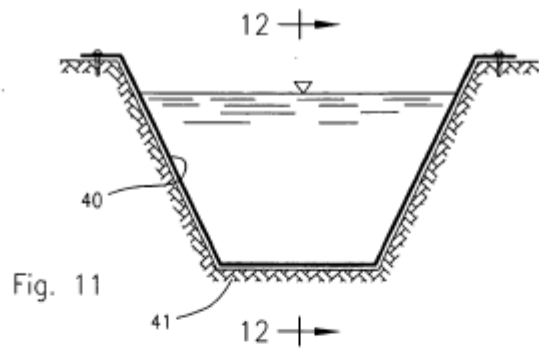


Fig. 10



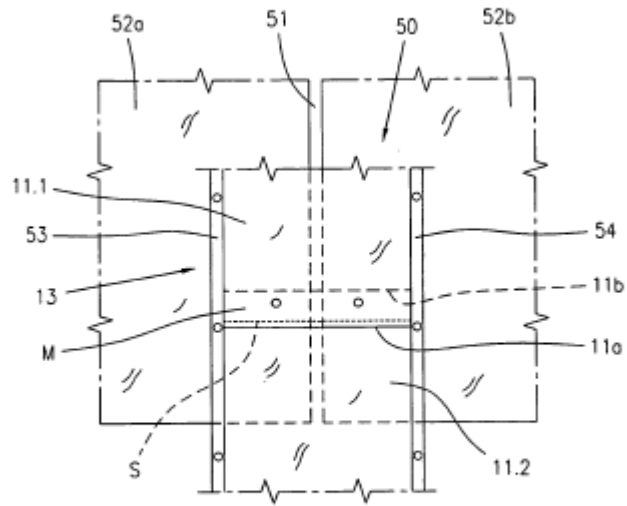


Fig. 14