

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 367**

51 Int. Cl.:

E02B 7/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2016 PCT/EP2016/051721**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16120339**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2016 E 16701780 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 3250760**

54 Título: **Dispositivo de retención de agua**

30 Prioridad:

27.01.2015 FR 1550609

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

03.04.2019

73 Titular/es:

**ELECTRICITÉ DE FRANCE (100.0%)
22-30 Avenue de Wagram
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

LOCHU, ALEXANDRE

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 707 367 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

Dispositivo de retención de agua.

5 Campo técnico general

La invención se sitúa en el campo de las retenciones hidráulicas.

10 Se refiere más precisamente a un dispositivo de retención de agua que comprende una presa, un refuerzo aguas abajo que se apoya contra la pared aguas abajo de esta presa por medio de un dispositivo de apoyo que permite regular los esfuerzos ejercidos por la pared aguas abajo de la presa sobre dicho refuerzo.

15 El comportamiento insatisfactorio de determinadas presas, así como la evolución de las exigencias normativas, en particular en cuanto a la protección contra las crecidas o los seísmos, pueden necesitar aumentar la resistencia de estas presas frente a las solicitaciones extremas, incluso aumentar ventajosamente su vida útil.

Una solución consiste en realizar unos refuerzos estructurales de estas presas, con el fin de volver a proporcionarles unos márgenes de seguridad suficientes para resistir a estas solicitaciones extremas.

20 Estos refuerzos se pueden realizar, por ejemplo, con la ayuda de una estructura aguas abajo, denominada de "refuerzo aguas abajo", sobre la que se apoya la presa existente. En este caso, resultan fundamentales el conocimiento y la regulación de los esfuerzos transmitidos entre la presa y el refuerzo. La tecnología utilizada para realizar la superficie de contacto entre las dos obras es por tanto un elemento clave, que presenta consecuencias en particular sobre la cota de retención de la presa (altura de agua) durante la construcción del refuerzo, sobre el comportamiento mecánico final del conjunto y sobre su vigilancia.

Estado de la técnica

30 Las soluciones realizadas hasta ahora consisten en bloquear los desplazamientos entre la presa y la estructura aguas abajo de refuerzo, con la ayuda de uniones rígidas o flexibles.

35 Cuando no es deseable unir la presa y su refuerzo de manera rígida (normalmente entre una presa de bóveda y un refuerzo de tipo peso), otra solución existente, realizada en la presa de Kölnbrein en Austria, consiste en poner las dos estructuras en contacto por medio de unos apoyos elásticos, por ejemplo de neopreno, dispuestos en unos puntos precisos para orientar los esfuerzos de la manera deseada. A modo meramente indicativo, estos apoyos pueden presentar unas dimensiones de 1 metro cuadrado aproximadamente.

No obstante, esta técnica plantea los siguientes problemas:

- 40 - la determinación del posicionamiento de los apoyos es compleja y delicada, necesita modelizaciones digitales avanzadas, cuya precisión puede resultar insuficiente;
- 45 - los esfuerzos transferidos por la presa al refuerzo dependen de sus desplazamientos horizontales. Al ser estos últimos débiles en la base, pueden transferirse pocos esfuerzos en la base, que es la zona sometida a la presión hidrostática más fuerte por parte de la retención;
- puede ser necesario volver a posicionar los apoyos a lo largo del tiempo en caso de evolución irreversible del comportamiento de la presa y/o de sus cimientos;
- 50 - el apoyo inicial de la presa sobre el refuerzo, al igual que cualquier modificación del apuntalamiento, necesita descargar previamente la presa mediante vaciado de la retención de agua;
- 55 - este tipo de apoyo necesita una vigilancia pesada y costosa y, finalmente, no se puede utilizar bajo el agua.

El documento DE-C-969 242, respectivamente el documento FR-A-1 063 324, divulga las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Presentación de la invención

60 Por tanto, la invención tiene como objetivo resolver los inconvenientes mencionados anteriormente del estado de la técnica y proponer una solución técnica que permita regular, o bien de manera autónoma o bien de manera controlada, los esfuerzos ejercidos por la pared aguas abajo de una presa de retención hidráulica sobre su refuerzo aguas abajo, y ello de manera sencilla de modelizar y vigilar.

65 La invención también tiene como objetivo ofrecer una solución que se pueda realizar bajo el agua y que por tanto

se pueda aplicar a las presas con un nivel de agua aguas abajo (tales como, por ejemplo, la presa de Vouglans, situada en el río Ain en Francia).

5 Un objetivo adicional de la invención es proponer unos medios de superficie de contacto que sean menos costosos que los dispositivos conocidos del estado de la técnica.

La invención se define en la reivindicación 1.

10 Para ello, la invención se refiere a un dispositivo de retención de agua que comprende una presa y un refuerzo, dispuesto aguas abajo de dicha presa, denominado "refuerzo aguas abajo".

15 Según la invención, este dispositivo comprende por lo menos un gato flexible intercalado entre el paramento aguas abajo de dicha presa y el paramento aguas arriba de dicho refuerzo, este gato flexible comprende una cámara en el interior de la cual se almacena agua, estando esta cámara delimitada por lo menos en parte por una membrana deformable, manteniéndose esta cámara a presión mediante unos medios de puesta a presión.

Gracias a estas características de la invención, es posible, regulando la presión en el interior de la cámara, regular los esfuerzos ejercidos por la pared aguas abajo de la presa sobre dicho refuerzo.

20 Según otras características ventajosas y no limitativas de la invención, consideradas solas o en combinación:

- 25 - dicha cámara está delimitada, por un lado, por una parte del paramento aguas abajo de dicha presa y por una parte del paramento aguas arriba de dicho refuerzo aguas abajo y, por otro lado, por dicha membrana elásticamente deformable que se extiende entre dichos paramentos aguas abajo y aguas arriba y que está fijada a la misma mediante unos medios de fijación que garantizan la estanqueidad al agua,
- 30 - dicho gato flexible comprende una membrana deformable que delimita la totalidad de dicha cámara, estando este gato flexible dispuesto de manera que una de las caras, denominada "aguas arriba", está en contacto con el paramento aguas abajo de dicha presa y que otra de sus caras, denominada "aguas abajo", está en contacto con el paramento aguas arriba de dicho refuerzo aguas abajo,
- 35 - por lo menos una de las dos caras opuestas de dicho gato flexible está en contacto con una parte saliente de dicho paramento aguas abajo de dicha presa y/o con una parte saliente de dicho paramento aguas arriba de dicho refuerzo aguas abajo, tal como una viga de apoyo,
- 40 - dicha membrana comprende, por un lado, una parte central que comprende sus caras aguas arriba y aguas abajo y las zonas de la membrana que las conectan y, por otro lado, unos extremos superior e inferior, estando dicha parte central realizada en un primer material y los extremos superior e inferior realizados un material distinto de dicho primer material,
- 45 - dicha membrana está realizada por lo menos en parte en un material elásticamente deformable, tal como un elastómero, un metal elásticamente deformable o un material compuesto constituido por un soporte textil recubierto de elastómero y/o recubierto de un material plástico,
- 50 - los medios de puesta a presión de la cámara de dicho gato flexible comprenden por lo menos un conducto que atraviesa dicha presa y que desemboca por su extremo, denominado "aguas arriba", en el paramento aguas arriba de la presa y que, por su otro extremo, denominado "aguas abajo", está en comunicación fluidica con el interior de la cámara de por lo menos un gato flexible, de manera que se garantiza la puesta a presión del mismo, de manera que la presión hidrostática en un punto situado a una altitud dada en el interior de dicho gato flexible es idéntica a la presión hidrostática ejercida sobre el paramento aguas arriba de dicha presa en un punto situado a la misma altitud;
- 55 - los medios de puesta a presión de la cámara de dicho gato flexible comprenden un depósito adicional de agua, en comunicación fluidica con dicho gato flexible;
- 60 - los medios de puesta a presión de la cámara de dicho gato flexible comprenden una bomba de puesta a presión del agua contenida en dicho gato flexible.

De manera ventajosa, los medios de puesta a presión de la cámara de dicho gato flexible comprenden por lo menos dos medios seleccionados de entre:

- 65 - un conducto que atraviesa dicha presa y que desemboca por su extremo, denominado "aguas arriba", en el paramento aguas arriba de la presa y que, por su otro extremo, denominado "aguas abajo", está en comunicación fluidica con el interior de la cámara de dicho gato flexible,
- un depósito adicional de agua, en comunicación fluidica con dicho gato flexible,

- una bomba de puesta a presión del agua contenida en dicho gato flexible,

5 y dicho dispositivo de retención comprende una válvula de varias vías cuyas diferentes entradas están conectadas a dichos medios de puesta a presión respectivos y cuya salida está conectada al interior de la cámara de dicho gato flexible de manera que dicho gato flexible se ponga a presión selectivamente con uno u otro de dichos medios de puesta a presión.

Según aún otras características no limitativas de la invención:

- 10
- el dispositivo de retención comprende un dispositivo de control dependiente de un sensor de medición de la presión aguas arriba de la presa, regulando este dispositivo de control el funcionamiento del o de los medios de puesta a presión de la cámara del gato flexible y de la válvula de varias vías;
- 15
- dicho gato flexible está provisto de un dispositivo de purga de aire;
 - dicho gato flexible está provisto de un dispositivo de vaciado del agua que contiene;
- 20
- dicho gato flexible es un cojín que comprende una membrana que delimita dicha cámara en el interior de la cual se almacena el agua;
 - el dispositivo de retención de agua comprende por lo menos un gato flexible, dispuesto en vertical, preferentemente por toda la altura del refuerzo aguas abajo;
- 25
- el dispositivo de retención de agua comprende por lo menos un gato flexible, dispuesto en horizontal, preferentemente por toda la anchura del refuerzo aguas abajo;
 - el dispositivo de retención de agua comprende varios gatos flexibles dispuestos separados unos de otros, según varias filas horizontales y/o varias filas verticales.
- 30

La invención se refiere asimismo a un dispositivo de retención de agua que comprende una presa y un refuerzo, dispuesto aguas abajo de dicha presa, denominado "refuerzo aguas abajo".

35 Según la invención, este dispositivo comprende por lo menos un gato flexible intercalado entre dicha presa y dicho refuerzo, este gato flexible comprende una membrana que delimita una cámara en el interior de la cual se almacena agua, estando esta cámara mantenida a presión por unos medios de puesta a presión y dicho gato flexible está dispuesto de manera que una de sus caras, denominada "aguas arriba", esté en contacto con el paramento aguas abajo de dicha presa y que otra de sus caras, denominada "aguas abajo", esté en contacto con el paramento aguas arriba de dicho refuerzo aguas abajo.

40 **Presentación de las figuras**

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que va a realizarse a continuación, en referencia a los dibujos adjuntos, que representan, a título indicativo, pero no limitativo, un modo de realización posible.

En estos dibujos:

- 50
- la figura 1 es una vista esquemática en sección vertical transversal de un modo de realización de un dispositivo de retención de agua según la invención,
 - la figura 2 es una vista en perspectiva de una porción de la retención de agua de la figura 1,
- 55
- la figura 3 es una vista en detalle y en perspectiva de la parte central de la figura 2,
 - la figura 4 es un esquema de principio que representa las diferentes presiones que se ejercen a ambos lados de la presa, y
- 60
- la figura 5 es un esquema que representa en sección vertical transversal una parte de la presa y su refuerzo aguas abajo, así como un gato flexible,
 - la figura 6 es un esquema que representa la presa, el refuerzo, el gato flexible y diferentes medios de puesta a presión de este último,
- 65
- las figuras 7 y 8 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de diferentes disposiciones posibles de los gatos flexibles contra la cara aguas abajo de la presa,

- la figura 9 es un esquema que representa en sección vertical transversal una parte de la presa y su refuerzo aguas abajo, así como otra variante de realización del gato flexible.

5 Descripción detallada

Se describirá ahora el dispositivo de retención de agua según la invención haciendo referencia a la figura 1. En la misma, se puede observar que el dispositivo de retención de agua 1 comprende una presa 2 y un refuerzo 3.

10 Preferentemente, la presa 2 es una presa de bóveda, realizada de hormigón, es decir una presa de forma arqueada, cuya concavidad está dirigida en sentido aguas abajo y que permite orientar una parte de los esfuerzos debidos al empuje del agua sobre las orillas, en vez de sobre la propia presa.

15 La presa 2 descansa sobre el suelo S y presenta un paramento aguas arriba 21, dirigido hacia el agua E retenida por la presa 2, y un paramento aguas abajo 22, situado en el lado opuesto.

20 El refuerzo 3 es una estructura de reforzamiento preferentemente de hormigón, dispuesta en el lado aguas abajo de la presa, generalmente, pero no obligatoriamente, de menor altura que la presa 2 y que tiene el objetivo de descargar a la presa de una parte de la presión hidrostática a la que está sometida por la retención de agua E.

El refuerzo 3 también descansa sobre el suelo S y presenta un paramento aguas arriba 31 y un paramento opuesto aguas abajo 32.

25 A continuación en la descripción y las reivindicaciones, el término “paramento aguas arriba” (respectivamente “paramento aguas abajo”) designa el conjunto de las caras orientadas en sentido aguas arriba (respectivamente en sentido aguas abajo) de la obra (presa o refuerzo), ya sea la cara principal de esta obra que puede estar eventualmente curvada o una cara de un elemento (viga, larguero) que sobresale desde esta cara principal.

30 Según la invención, por lo menos un gato flexible 4 está dispuesto entre el paramento aguas abajo 22 de la presa 2 y el paramento aguas arriba 31 del refuerzo 3 (véase la figura 3).

35 Preferentemente, el gato flexible, también denominado “cojín hinchable”, comprende un cuerpo deformable constituido por una membrana 40. La membrana 40 delimita una cámara 41 en el interior de la cual se puede introducir un líquido, por ejemplo, agua. La admisión de líquido en el interior de la cámara delimitada por el cuerpo del gato flexible 4 permite poner el mismo a presión.

40 El gato flexible 4 está dispuesto de manera que una de sus caras 401, denominada “aguas arriba”, esté en contacto con el paramento aguas abajo 22 de dicha presa (2) y que otra de sus caras 402, denominada “aguas abajo”, esté en contacto con el paramento aguas arriba 31 de dicho refuerzo aguas abajo 3.

La membrana deformable 40 puede estar realizada en diferentes materiales adecuados para deformarse elásticamente.

45 De manera ventajosa, estos materiales presentan un grosor inferior a sus otras dimensiones (longitud y anchura) y su rigidez a la flexión es inferior a su rigidez a la tracción.

50 A modo de ejemplo meramente ilustrativo, se puede mencionar un material elastómero, tal como caucho, un material compuesto constituido por un soporte textil recubierto de elastómero y/o de un material plástico o una chapa metálica, por ejemplo una chapa de acero adecuada para deformarse elásticamente. Preferentemente, una chapa de este tipo es adecuada para soportar una deformación elástica.

Según una primera variante de realización, la membrana deformable 40 está realizada totalmente en un único material, tal como uno de los mencionados anteriormente.

55 Según una segunda variante, también es posible disponer de una membrana deformable 40 compuesta por diferentes materiales. Así, por ejemplo, es posible disponer de la parte central de la membrana 40 deformable (que corresponde sustancialmente a la que abarca su cara aguas arriba 401 y su cara aguas abajo 402), realizada en un primer material, por ejemplo de la chapa metálica mencionada anteriormente, y disponer de los extremos superior e inferior de esta membrana 40 realizados en un material diferente, por ejemplo del elastómero o el material compuesto mencionados anteriormente.

En este caso, está prevista una junta entre las partes realizadas en materiales diferentes para conectarlas entre sí y garantizar la estanqueidad al agua.

65 Según una tercera variante de realización, también es posible disponer de la parte central de la membrana 40 realizada en un material rígido, por ejemplo metálico, y disponer únicamente de los extremos de la membrana 40

realizados en un material elásticamente deformable. Así, de manera global, el cuerpo del gato flexible conserva su carácter deformable que le permite adaptarse a las variaciones de presión.

5 Finalmente, se observará que la cara aguas arriba 401 y la cara aguas abajo 402 del gato flexible 4 también se pueden fijar de manera no separable respectivamente al paramento aguas abajo 22 de la presa 2 y al paramento aguas arriba 31 del refuerzo aguas abajo 3.

10 Según una cuarta variante de realización representada en la figura 9, es posible disponer de un gato flexible 4 cuya cámara 41 está delimitada, por un lado, por una parte del paramento aguas abajo 22 de la presa 2 y por una parte del paramento aguas arriba 31 del refuerzo 3 y, por otro lado, por una membrana deformable 40 realizada en uno de los materiales mencionados anteriormente. En este caso, esta membrana 40 presenta sustancialmente la forma de una cinta de material cuyos dos extremos están conectados de manera que se forme un anillo.

15 Además, el borde anular aguas abajo de este anillo está fijado por la totalidad de su circunferencia al paramento aguas arriba 31 mediante unos medios de fijación 44, mientras que su borde anular aguas arriba está fijado, también por la totalidad de su circunferencia, al paramento aguas abajo 22 mediante los medios de fijación 45.

20 Estos medios de fijación 44, 45 garantizan también la estanqueidad al agua.

Se describirá ahora con mayor detalle un primer modo de realización de la invención, en relación con la figura 5.

25 La membrana 40 está conectada a un conducto 5 (o perforación) que atraviesa el grosor de la presa 2. Este conducto 5 desemboca por su extremo aguas arriba 51 en el paramento aguas arriba 21 de la presa 2, mientras que su extremo opuesto 52, denominado "extremo aguas abajo", está en comunicación fluidica con el interior de la cámara 41 del gato flexible 4. Preferentemente, una válvula 53 está intercalada entre el extremo 52 del conducto y el gato flexible 4.

30 Esto permite llenar el gato flexible 4 con el agua E de la retención de agua que se encuentra aguas arriba de la presa 2 y poner este gato 4 a presión.

Se describirá ahora el principio de funcionamiento del gato flexible en relación con la figura 4, que representa únicamente la presa 2.

35 En la parte izquierda de la figura 4, se ha representado la presión hidrostática ejercida por el agua E sobre el paramento aguas arriba 21 de la presa (flechas i).

A una altitud dada z, la presión hidrostática p responde a la siguiente fórmula:

40
$$p = \rho \cdot g \cdot (z_0 - z) + p_0$$

en la que ρ representa la densidad del líquido, g representa la aceleración de la gravedad, z representa la altitud de un punto dado y p_0 la presión a la altitud z_0 .

45 Por tanto, el valor de la presión hidrostática está directamente relacionado con la altitud a la que se encuentra bajo el agua, lo cual explica que sea particularmente fuerte en la base de la presa, donde se encuentra la altura más grande de agua (véanse las flechas i más largas).

50 En la parte derecha de la figura 4, es decir aguas abajo de la presa 2, se ha representado la contrapresión ejercida sobre el paramento aguas abajo 22 por cada gato flexible 4 a la derecha del mismo. Esta contrapresión está representada por tanto por las flechas j.

55 Debido a la puesta en comunicación del gato flexible 4 con el agua contenida en la retención de agua, la contrapresión ejercida por cada gato flexible 4 es igual a la presión hidrostática ejercida sobre el paramento aguas arriba 21 de la presa.

60 No obstante, se observará que los gatos flexibles 4 no están dispuestos por la totalidad del paramento aguas abajo 22 de la presa sino únicamente por una porción de su superficie. En consecuencia, a una altitud dada la presión media (representada por las flechas k) ejercida sobre el paramento aguas abajo 22 de la presa sólo es un porcentaje de la presión en los gatos 4 (que es igual a la presión hidrostática generada por la retención de agua en este primer modo de realización) y esta presión media está determinada por la razón: (anchura total de los gatos flexibles 4 a una altitud dada) / (anchura del paramento aguas abajo 22 a esta misma altitud).

65 El número y la distribución de los gatos flexibles se adaptarán en función de los esfuerzos que se desee transmitir entre la presa 2 y su refuerzo 3.

Por otro lado, se observará que en el ejemplo representado en la figura 5, el extremo aguas abajo 52 del conducto desemboca en la parte superior de la cámara 41 delimitada por la membrana 40.

5 No obstante, esto no es obligatorio, el extremo 52 del conducto 5 puede desembocar en cualquier parte de la cámara 41 y esto no tiene ninguna incidencia sobre la presión hidrostática que reina en un punto dado en la cámara 41, ya que ésta está relacionada con la diferencia entre la altitud de la superficie del agua E que se encuentra en la retención y la altitud (profundidad) de este punto dado, tal como se ha explicado anteriormente.

10 No obstante, se observará que la altitud a la que desemboca el extremo aguas arriba 51 del conducto 5 determina el nivel de agua E por debajo del cual ya no existe el acoplamiento hidráulico entre la retención de agua E y el gato flexible 4. Si se desea conservar este acoplamiento, convendrá ajustar la altitud del extremo 51 teniendo en cuenta el nivel mínimo de agua E en la retención que se está explotando.

15 La puesta a presión del gato flexible 4 con la ayuda del conducto 5 permite disponer de un dispositivo autónomo que proporciona, en el lado aguas abajo de la presa 2, una contrapresión isobárica con respecto a la presión hidrostática que reina en el lado aguas arriba de la presa.

20 Los gatos flexibles ejercen una contrapresión sobre el paramento aguas abajo, que por tanto reduce la presión globalmente recibida por la presa. Debido a esto, la presa se encuentra aliviada de una fracción de su carga. En cambio, estos esfuerzos están orientados en su totalidad por los gatos flexibles sobre el refuerzo 3.

25 Se observará que cuando hay varios gatos flexibles 4, la cámara 41 de cada uno de ellos puede estar conectada a un conducto 5 que atraviesa la presa 2 (por tanto, hay tantos conductos 5 como gatos flexibles 4 (véase la figura 3)) o bien estas cámaras 41 pueden estar conectadas a un único conducto 5 que alimenta a todas ellas con líquido, o incluso varios conductos 5 pueden alimentar a cada uno de varios gatos.

30 Según otro modo de realización de la invención, los gatos flexibles 4 pueden ser puestos a presión por una perforación hidráulica 61 conectada a un depósito adicional 6 distinto de la retención de la presa (véase la figura 6).

35 Este depósito de agua adicional 6 permite mantener el gato flexible 4 a una presión hidrostática dada, que puede ser idéntica, superior o inferior, a la que reina a una altitud dada en la retención de agua E, en función de la altitud de este depósito y de su nivel de llenado. En la figura 6, la altitud de la superficie del agua en el depósito 6 es superior a la de la retención de agua E, lo cual permite obtener una presión hidrostática en el gato 4 superior a la que se podría obtener con la retención de agua mediante el conducto 5.

Según aún otro modo de realización de la invención, el gato flexible 4 se puede poner a presión con la ayuda de una bomba 7 de puesta a presión, mediante una canalización 71.

40 En todos los casos, la presión p en la cámara 41 varía de manera hidrostática sobre la altura del gato según la fórmula mencionada anteriormente $p = \rho \cdot g \cdot (z_0 - z) + p_0$.

45 El modo de puesta a presión determina simplemente la altitud del punto de presión nula de la recta de presión hidrostática que se ejerce sobre la altura del gato (punto de altitud z_0 en el que $p_0 = 0$). Con una conexión isobárica con la retención, la altitud z_0 del punto de presión nula corresponde al nivel de la superficie de la retención de agua E. Con un depósito anexo, el punto de presión nula corresponde al nivel de la superficie del agua en el depósito 6. Con una bomba 7, se impone una presión p_0 a la altitud de la bomba z_0 , y después varía linealmente según la misma fórmula sobre la altura del gato flexible 4.

50 En el ejemplo representado en la figura 6, el gato flexible 4 puede ser puesto a presión selectivamente o bien por el conducto 5, o bien por el depósito de agua adicional 6, o bien por la bomba 7, y ello con la ayuda de una válvula de varias vías 8, en este caso una válvula de cuatro vías, conectada al gato por una canalización 44.

55 El depósito 6 y la bomba 7 pueden servir por tanto de medios auxiliares si el conducto 5 se obtura, por ejemplo.

El funcionamiento del depósito 6 y/o de la bomba 7 y de la válvula 8 se puede realizar mediante un dispositivo de control 9 (unidad central) a su vez dependiente de un sensor 90 de medición de la presión aguas arriba de la presa 2 (véase la figura 6).

60 Según otra variante de realización simplificada, también es posible prever solamente un único o dos de los tres medios mencionados anteriormente de puesta a presión 5, 6, 7 del gato flexible 4. En el caso en el que sólo se utilicen los medios 6 o 7, esto permite eventualmente desvincular totalmente la presión que reina en el gato flexible 4 de la presión hidrostática aguas arriba de la presa.

65 Independientemente de cuáles sean los medios de puesta a presión 5, 6, 7 utilizados, resultará ventajoso prever unos medios distintos de llenado del o de los gatos flexibles 4 con agua, para hinchar los gatos y darles su forma

inicial.

De manera asimismo ventajosa, y tal como se esquematiza en la figura 5, se pueden prever unos medios 42 de evacuación del aire (purga) y unos medios 43 de vaciado respectivamente en la parte superior e inferior del gato flexible 4. Los medios de vaciado 43 permiten vaciar el gato 4 o bien totalmente en caso de mantenimiento, o bien parcialmente para regular la presión en el gato. También pueden ser accionados por el dispositivo de control 9.

Se pueden prever diferentes distribuciones de los gatos flexibles 4 entre la presa 2 y su refuerzo aguas abajo 3. A continuación se mencionan algunos ejemplos meramente ilustrativos, pero no limitativos.

Según una primera variante de realización representada en la figura 5 y en la mitad izquierda de la figura 7, los gatos flexibles 4 están constituidos por "camisas" dispuestas en vertical o sustancialmente en vertical, preferentemente, pero no obligatoriamente, por toda la altura del refuerzo 3 (pudiendo observarse este último únicamente en la figura 5). La separación entre dos gatos puede ser diferente una de otra, al igual que su anchura y su altura.

También se puede prever, tal como se representa en la mitad derecha de la figura 5, disponer varios gatos flexibles 4 sucesivos a lo largo de una misma línea vertical, por ejemplo para adaptarse a unas restricciones de fabricación de los gatos flexibles, tales como su altura máxima.

Los gatos flexibles 4 también se pueden disponer en horizontal (véase, por ejemplo, la mitad derecha de la figura 8). También se pueden disponer según varias filas horizontales o varias columnas verticales (véase, por ejemplo, la mitad izquierda de la figura 8). En esta misma parte izquierda de la figura 8 se puede observar que estos gatos flexibles 4 pueden estar dispuestos, por ejemplo, al tresbolillo en filas diferentes.

Finalmente, se observará que la separación entre varios gatos flexibles 4 sucesivos de una misma fila horizontal no es obligatoriamente constante.

En las figuras y en los modos de realización descritos anteriormente, los gatos flexibles 4 están posicionados de manera que una de sus caras esté en contacto directo con el paramento aguas abajo 22 de la presa 2 y que su otra cara opuesta esté en contacto con el paramento aguas arriba 31 del contrafuerte 3. No obstante, se observará que por lo menos una de las caras del gato flexible puede estar dispuesta contra una viga de apoyo, es decir una sección en hormigón solidaria a la presa 2 o al refuerzo 3, o como cualquier otro dispositivo de apoyo rígido. Este tipo de vigas 33 solidarias al refuerzo 3 y este tipo de vigas 23 solidarias a la presa 2 se pueden observar en la figura 3. En el caso en el que el paramento aguas abajo 22 de la presa sea curvo, dichas vigas de apoyo pueden permitir aplanar la superficie de apoyo de los gatos 4 y hacer que se vuelva vertical. Además, para una separación dada entre el paramento aguas abajo 22 de la presa y el paramento aguas arriba 31 del refuerzo 3, la utilización de vigas de apoyo permite por otro lado reducir el espacio a ocupar por los gatos flexibles 4, es decir su grosor una vez llenos. En el caso de una disposición vertical de los gatos, esto permite por ejemplo disponer un espacio suficiente entre los paramentos de la presa y del refuerzo para poder acceder a la base de la presa (pozos), limitando al mismo tiempo el grosor de los gatos flexibles 4. Esto presenta un interés particular de viabilidad en la medida en que las solicitaciones de tracción que reinan en la membrana de los gatos flexibles son directamente proporcionales al grosor de los gatos.

La invención presenta en particular las ventajas técnicas mencionadas a continuación.

La modelización del comportamiento de la presa acoplado al de su refuerzo se simplifica relativamente con respecto a los sistemas del estado de la técnica, y en particular a la utilización de apoyos de neopreno. En efecto, con apoyos de neopreno, el esfuerzo ejercido por cada apoyo (normalmente varias centenas) depende de su compresión (como un resorte, $F = kx$). Ahora bien, su compresión dependerá del movimiento de la bóveda en el punto de apoyo, así como del del refuerzo (lo que importa es el movimiento diferencial). Una diferencia de compresión de algunos mm puede hacer variar el esfuerzo transmitido al refuerzo varias decenas de porcentaje: de ahí la gran precisión requerida en la modelización previa al apuntalamiento de los apoyos, difícilmente obtenible. En cambio, con los gatos flexibles, su efecto sobre la presa no depende de estos desplazamientos, ya que los gatos se adaptan a los mismos de manera automática manteniendo el esfuerzo constante (rigurosamente la presión, pero la variación de anchura de apoyo de los gatos asociada a una variación de grosor es marginal a lo largo del intervalo de desplazamientos considerado, centimétrico).

La vigilancia de los gatos flexibles se facilita y se pueden emplear bajo el agua, lo cual hace que se puedan aplicar a presas que presentan un nivel de agua aguas abajo.

El empleo de los gatos flexibles permite disponer de un dispositivo autoadaptativo. El esfuerzo transmitido entre la presa 2 y el refuerzo 3 es constante y conocido, y ello independientemente de sus deformaciones y desplazamientos relativos, por ejemplo debidos a la dilatación térmica, a la fluencia o al hinchamiento. Las paredes del gato flexible se pueden alejar o acercar para seguir los movimientos de la presa 2 y del refuerzo 3,

sin incidencia sobre el esfuerzo transferido al refuerzo 3.

5 Finalmente, en el caso en el que los gatos flexibles están conectados directamente a la retención mediante un sistema de perforación 5, a través de la presa 2, el sistema es autónomo y pasivo ya que la presión en los gatos 4 sigue las variaciones de la carga hidrostática que se aplica aguas arriba de la presa sin que sea necesario regularla mediante la utilización de un autómatas, a diferencia del modo de realización mediante puesta a presión mediante bomba.

10 Finalmente, la solución de la invención también presenta las siguientes ventajas económicas y medioambientales:

Se reduce el coste total con respecto al coste de los apoyos de neopreno y de su sistema de apuntalamiento y de auscultación.

15 Debido a su carácter autoadaptativo, los gatos flexibles pueden ser colocados, independientemente del estado de tensión de la presa (inducido en particular por el nivel de llenado del depósito E, pero también por el estado térmico de la presa 2), en el momento de la puesta en servicio del refuerzo 3. Así, no es necesario vaciar la retención de agua de la presa 2 previamente a su apoyo contra el refuerzo 3, como es el caso en las soluciones existentes. La invención permite por tanto evitar pérdidas de explotación importantes y reduce el impacto
20 medioambiental asociado con el vaciado necesario con las soluciones del estado de la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de retención de agua (1) que comprende una presa (2) y un refuerzo (3), dispuesto aguas abajo de dicha presa, denominado "refuerzo aguas abajo", caracterizado por que comprende por lo menos un gato flexible (4) intercalado entre un paramento aguas abajo (22) de dicha presa (2) y un paramento aguas arriba (31) de dicho refuerzo (3), por que este gato flexible (4) comprende una cámara (41) en el interior de la cual se almacena agua, estando esta cámara (41) delimitada por lo menos en parte por una membrana deformable (40), estando esta cámara (41) mantenida a presión por unos medios de puesta a presión (5, 6, 7).
2. Dispositivo de retención de agua (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha cámara (41) está delimitada, por un lado, por una parte del paramento aguas abajo (22) de dicha presa (2) y por una parte del paramento aguas arriba (31) de dicho refuerzo aguas abajo (3) y, por otro lado, por dicha membrana (40) elásticamente deformable que se extiende entre dichos paramentos aguas abajo (22) y aguas arriba (31) y que está fijada a éstos por unos medios de fijación 44, 45 que garantizan la estanqueidad al agua.
3. Dispositivo de retención de agua (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho gato flexible (4) comprende una membrana deformable (40) que delimita la totalidad de dicha cámara (41), estando este gato flexible (4) dispuesto de manera que una de las caras (401), denominada "aguas arriba", esté en contacto con el paramento aguas abajo (22) de dicha presa (2) y que otra de sus caras (402), denominada "aguas abajo", esté en contacto con el paramento aguas arriba (31) de dicho refuerzo aguas abajo (3).
4. Dispositivo de retención de agua (1) según la reivindicación 3, caracterizado por que por lo menos una de las dos caras opuestas (401, 402) de dicho gato flexible (4) está en contacto con una parte (23) saliente de dicho paramento aguas abajo (22) de dicha presa (2) y/o con una parte (33) saliente de dicho paramento aguas arriba (31) de dicho refuerzo aguas abajo (3), tal como una viga de apoyo.
5. Dispositivo de retención de agua (1) según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que dicha membrana (40) comprende por un lado, una parte central que comprende sus caras aguas arriba (401) y aguas abajo (402) y las zonas de la membrana que las conectan y por otro lado, unos extremos superior (403) e inferior (404), y por que dicha parte central está realizada en un primer material y los extremos superior (403) e inferior (404) están realizados en un material distinto de dicho primer material.
6. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha membrana (40) está realizada por lo menos en parte en un material elásticamente deformable, tal como un elastómero, un metal elásticamente deformable o un compuesto constituido por un soporte textil recubierto de elastómero y/o recubierto de un material plástico.
7. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de puesta a presión de la cámara (41) de dicho gato flexible (4) comprenden por lo menos un conducto (5) que atraviesa dicha presa (2) y que desemboca por su extremo (51), denominado "aguas arriba", en el paramento aguas arriba (21) de la presa y que, por su otro extremo (52), denominado "aguas abajo", está en comunicación fluidica con el interior de la cámara (41) de por lo menos un gato flexible (4), de manera que se garantice la puesta a presión del mismo, de manera que la presión hidrostática en un punto situado a una altitud dada en el interior de dicho gato flexible (4) sea idéntica a la presión hidrostática ejercida sobre el paramento aguas arriba (21) de dicha presa (2) en un punto situado a la misma altitud.
8. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los medios de puesta a presión de la cámara (41) de dicho gato flexible (4) comprenden un depósito adicional (6) de agua, en comunicación fluidica con dicho gato flexible (4).
9. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los medios de puesta a presión de la cámara (41) de dicho gato flexible (4) comprenden una bomba (7) de puesta a presión del agua contenida en dicho gato flexible.
10. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los medios de puesta a presión de la cámara (41) de dicho gato flexible (4) comprenden por lo menos dos medios seleccionados de entre:
 - un conducto (5) que atraviesa dicha presa (2) y que desemboca por su extremo (51), denominado "aguas arriba", en el paramento aguas arriba (21) de la presa y que, por su otro extremo (52), denominado "aguas abajo", está en comunicación fluidica con el interior de la cámara (41) de dicho gato flexible (4),
 - un depósito adicional (6) de agua, en comunicación fluidica con dicho gato flexible (4),
 - una bomba de puesta a presión del agua contenida en dicho gato flexible,

- 5 y por que dicho dispositivo de retención comprende una válvula de varias vías (8) cuyas diferentes entradas están conectadas a dichos medios de puesta a presión respectivos y cuya salida está conectada al interior de la cámara (41) de dicho gato flexible (4) de manera que dicho gato flexible (4) se ponga a presión selectivamente con uno u otro de dichos medios de puesta a presión.
- 10 11. Dispositivo de retención de agua (1) según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende un dispositivo de control (9) dependiente de un sensor (90) de medición de la presión aguas arriba de la presa (2), regulando este dispositivo de control (9) el funcionamiento del o de los medios (5, 6, 7) de puesta a presión de la cámara (41) del gato flexible (4) y de la válvula de varias vías (8).
- 15 12. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho gato flexible (4) está provisto de un dispositivo de purga de aire (42).
- 15 13. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho gato flexible (4) está provisto de un dispositivo de vaciado (43) del agua que contiene.
- 20 14. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende por lo menos un gato flexible (4), dispuesto verticalmente, preferentemente por toda la altura del refuerzo aguas abajo (3) y/o por lo menos un gato flexible (4), dispuesto horizontalmente, preferentemente por toda la anchura del refuerzo aguas abajo (3).
- 25 15. Dispositivo de retención de agua (1) según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que comprende varios gatos flexibles (4) dispuestos separados unos de otros, según varias filas horizontales y/o varias filas verticales.

FIG. 1

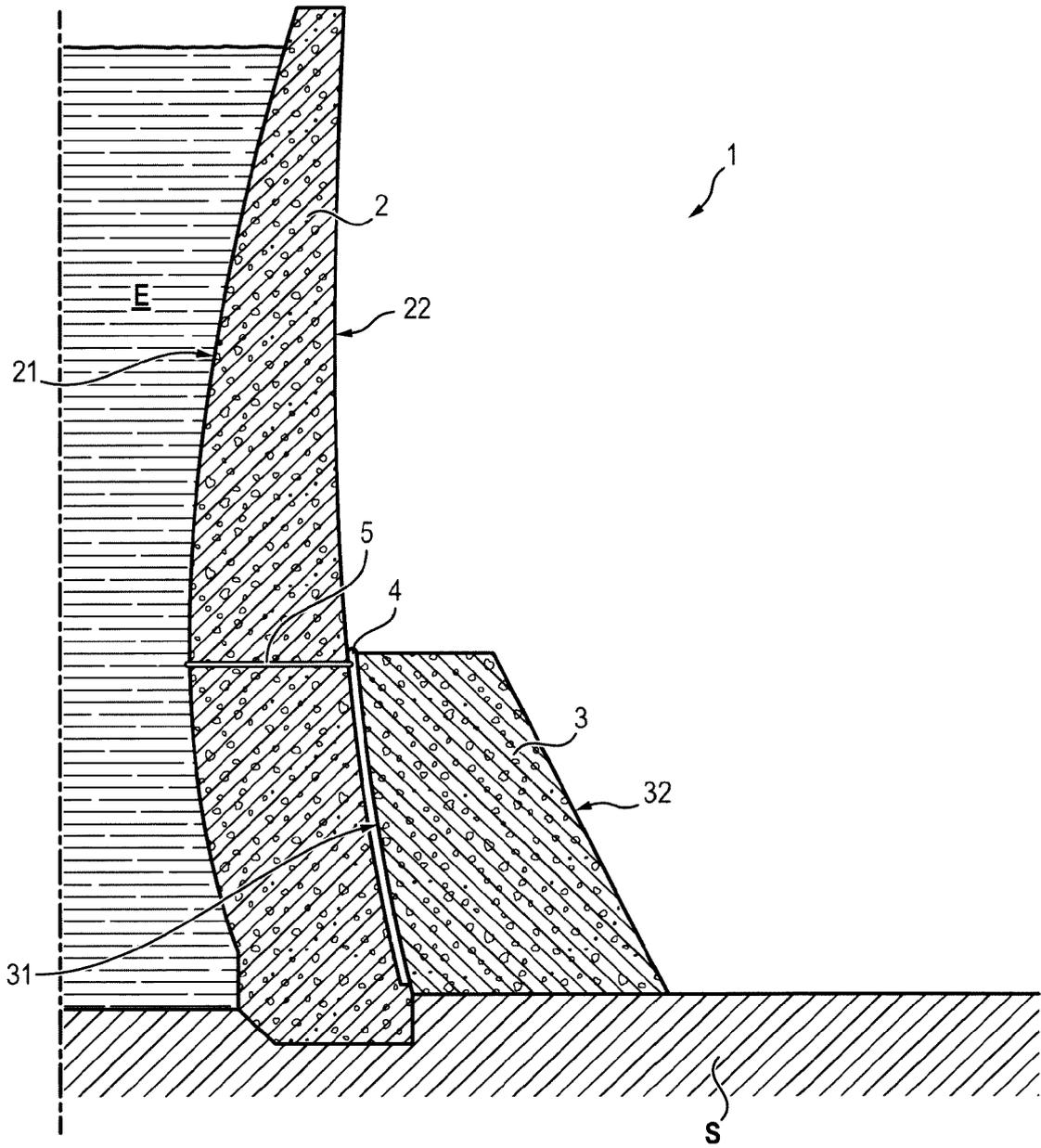
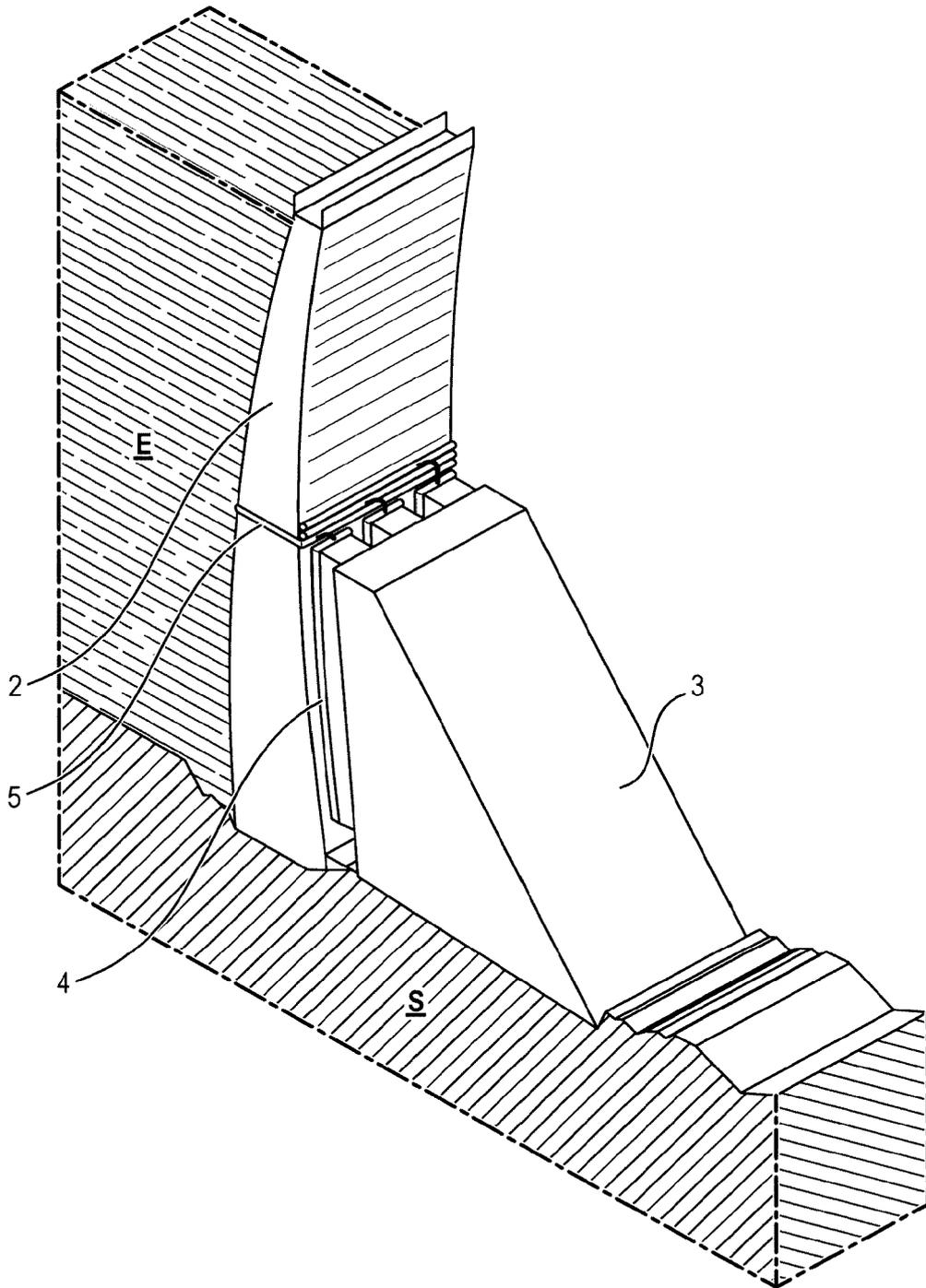


FIG. 2



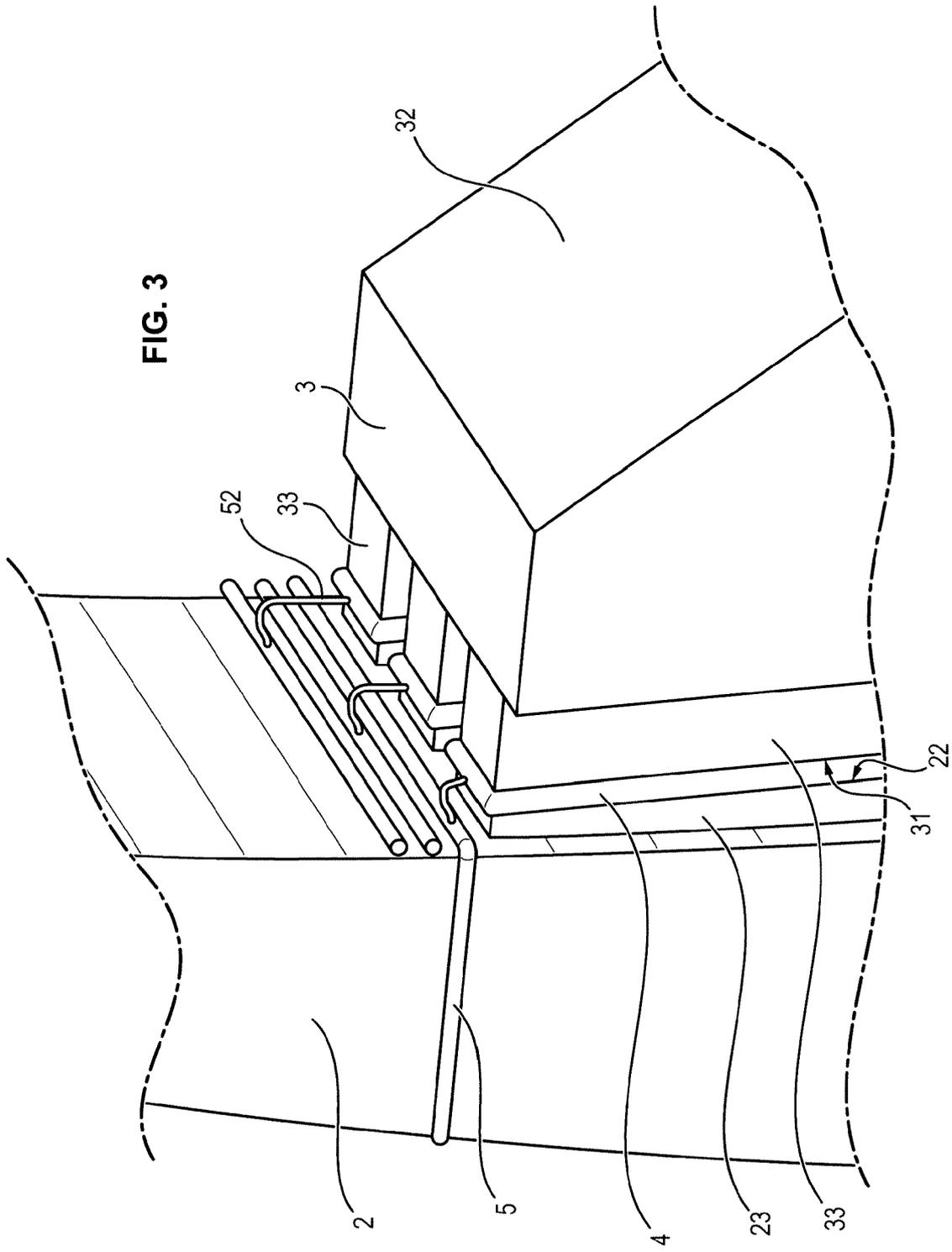


FIG. 4

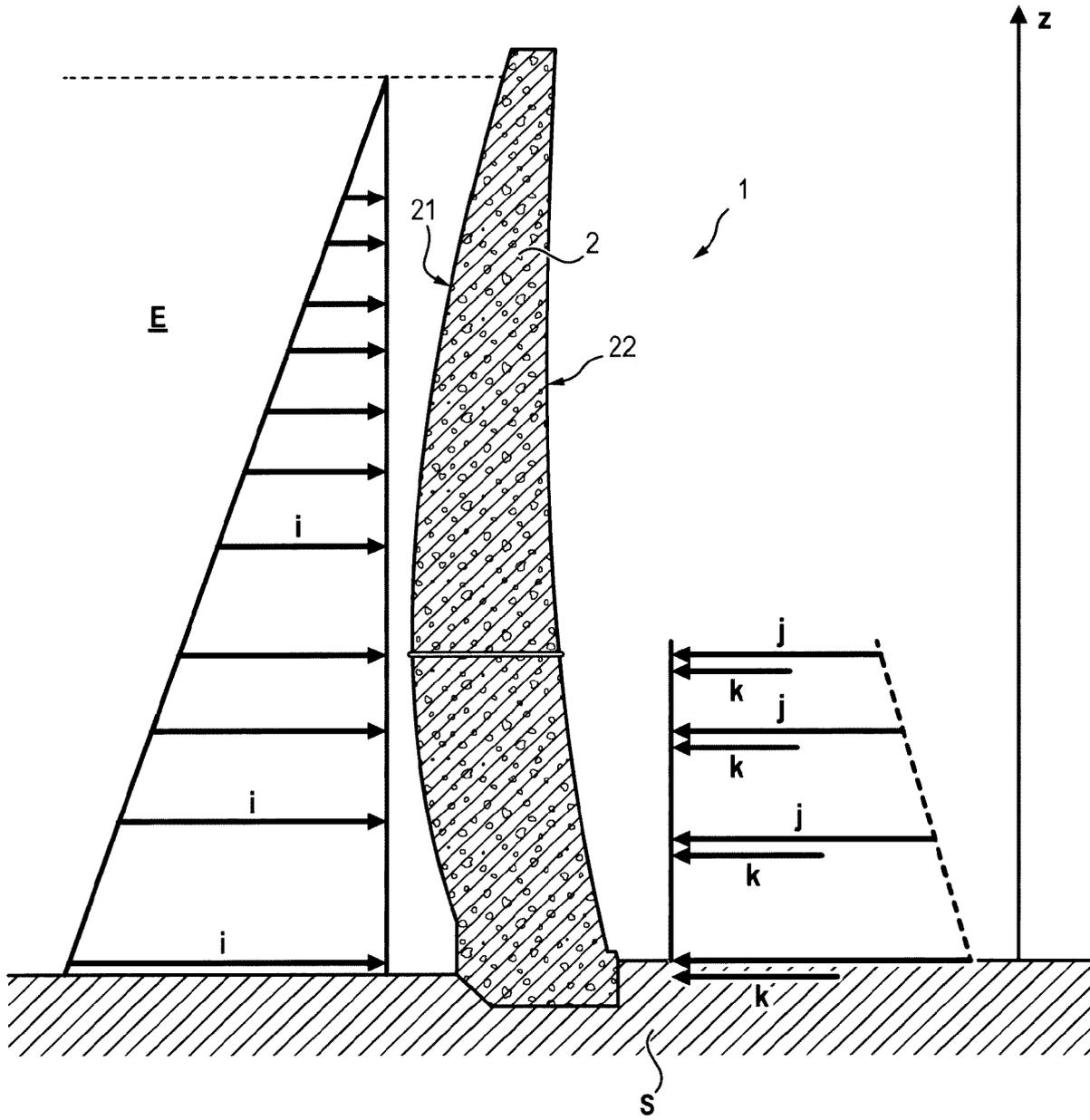


FIG. 5

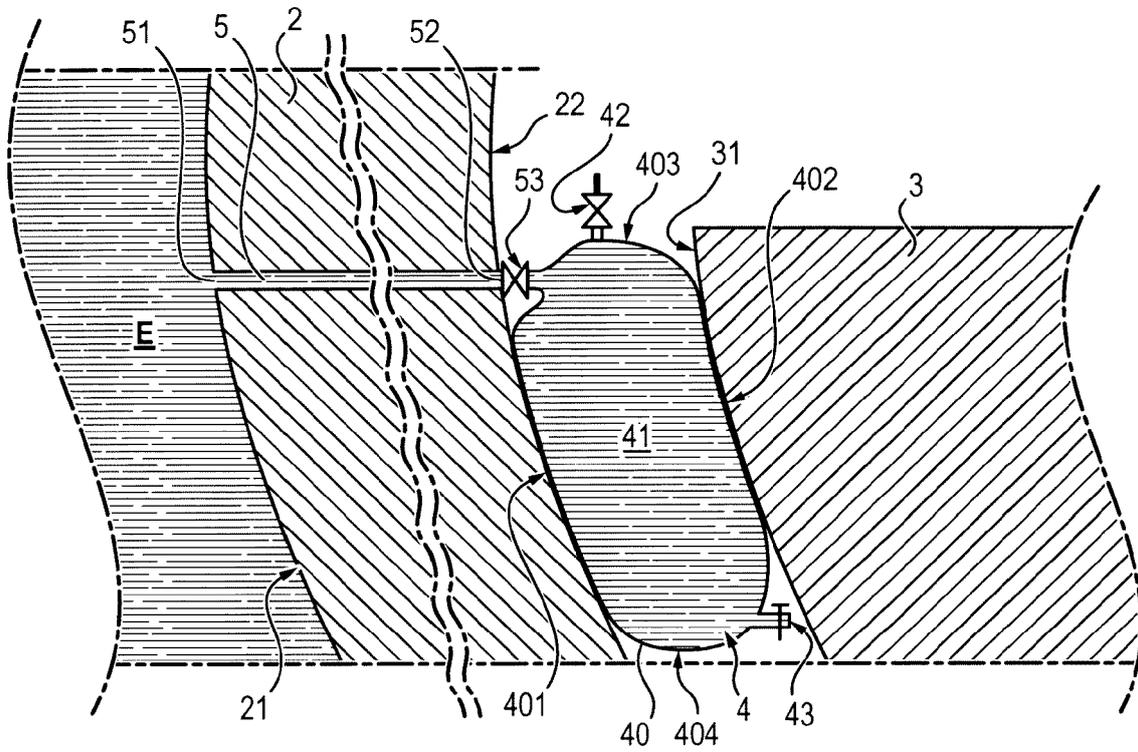


FIG. 6

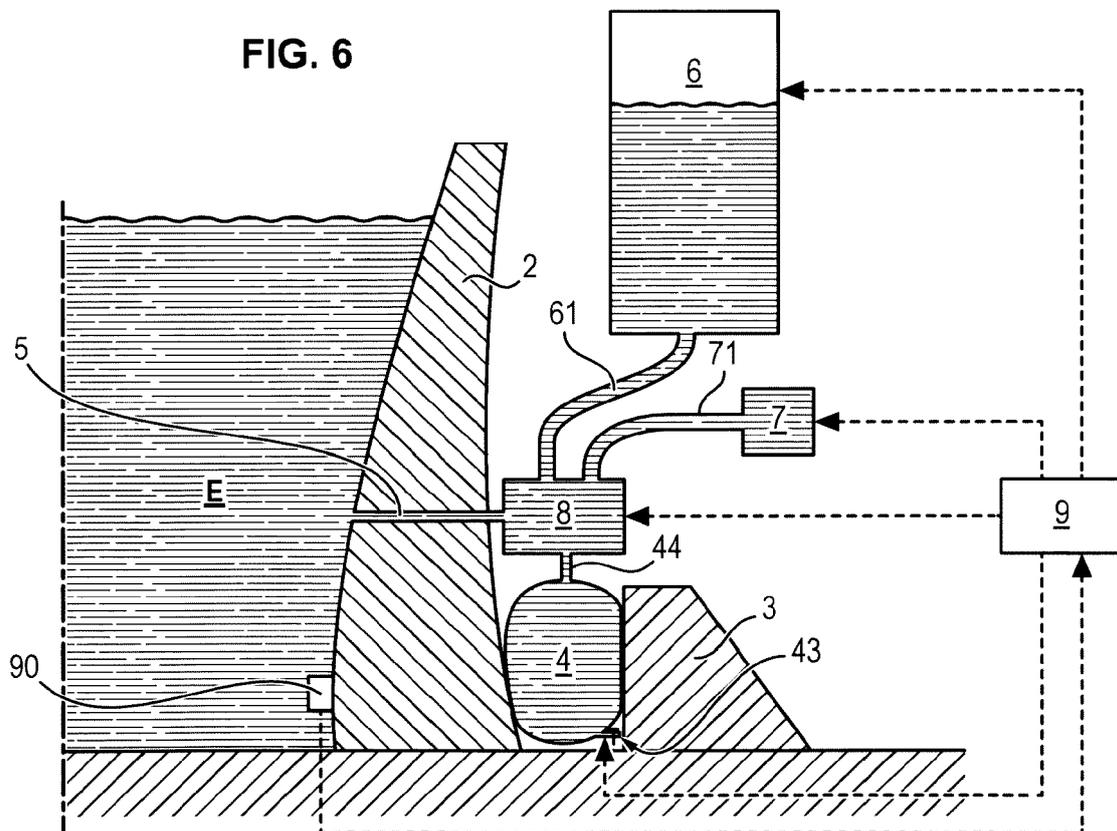


FIG. 7

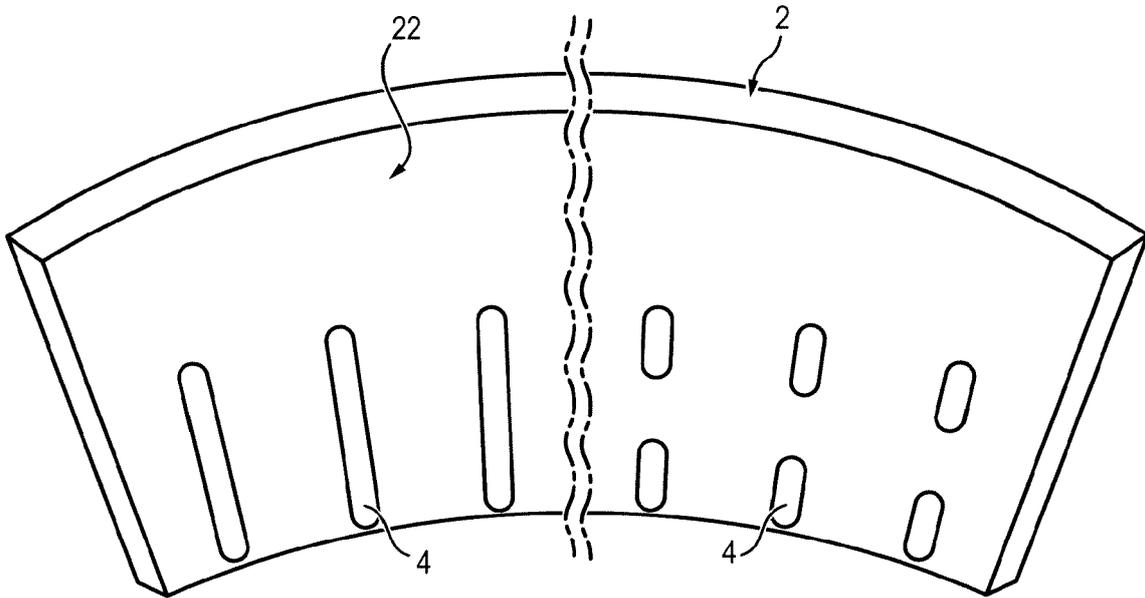


FIG. 8

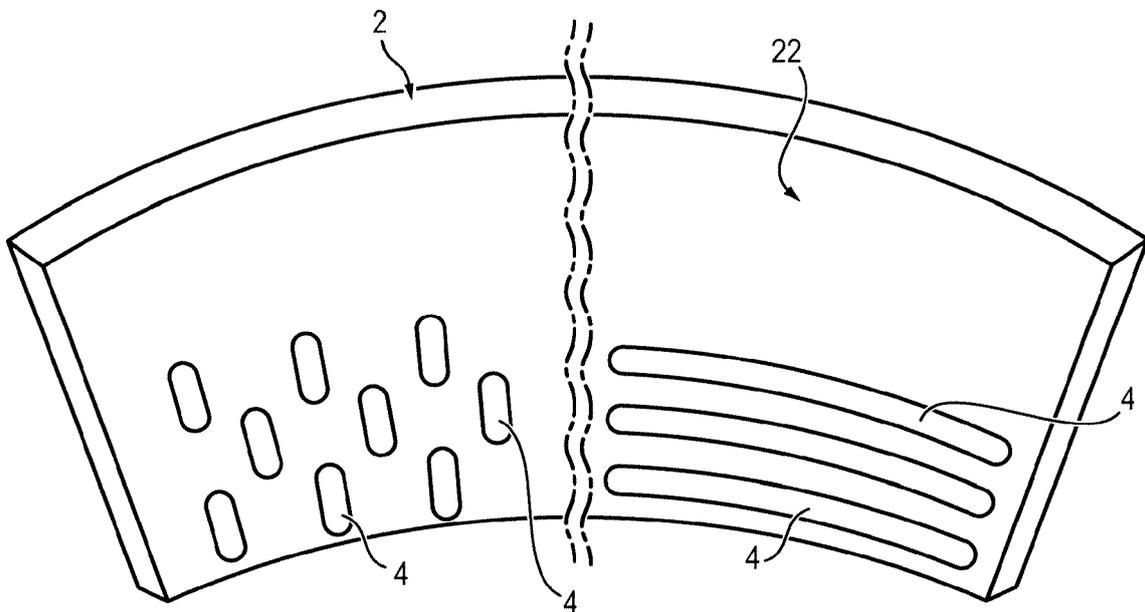


FIG. 9

