

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 443**

51 Int. Cl.:

E04B 1/64 (2006.01)

E04G 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2003 E 03797232 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1540099**

54 Título: **Procedimiento para reparar, impermeabilizar, aislar, reforzar, restaurar sistemas de muros**

30 Prioridad:

19.09.2002 IT MI20021995

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

07.11.2013

73 Titular/es:

**URETEK S.R.L. (100.0%)
VIA DOSSO DEL DUCA 16
37021 BOSCO CHIESANUOVA (VERONA), IT**

72 Inventor/es:

CANTERI, CARLO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 428 443 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

Procedimiento para reparar, impermeabilizar, aislar, reforzar, restaurar sistemas de muro.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento para reparar y/o impermeabilizar y/o aislar y/o reforzar y/o restaurar la integridad estructural de unos sistemas de muro. En particular, el procedimiento según la invención es capaz de aumentar la resistencia mecánica de un sistema de muro y/o disminuir su permeabilidad a los flujos de agua y/o reducir su conductividad térmica y/u otras propiedades, y se puede llevar a cabo incluso si se encuentra agua presente.

Antecedentes de la técnica

15 Los muros o los sistemas de muro que conforman los edificios se construyen, generalmente, mediante la superposición o la organización lateral de bloques de piedra o ladrillos o de otros materiales, con la interposición de un ligante a base de cal o cemento, o con materiales de unión de otro tipo, sin huecos ni cavidades.

20 Por lo general, el diseño del tamaño de tales edificios se lleva a cabo, de hecho, teniendo en cuenta la sección transversal completa del sistema de muro como reactivo; es decir, se presupone que toda la sección transversal de la mampostería está implicada en el apoyo de las cargas superpuestas; en otras palabras, se excluye la presencia de huecos o cavidades en el interior del sistema de muro. En términos de resistencia, el diseño tiene en cuenta una tensión admisible para la mampostería que está determinada, en parte, por la resistencia que proporciona el bloque de ladrillo o de piedra o de otro material y, en parte, por la resistencia que proporciona el ligante utilizado, también por medio de ensayos de laboratorio.

25 Una vez que el edificio se ha completado, con el paso del tiempo, la capa de ligante que se interpone entre los bloques o parte de los propios bloques puede desagregarse por la acción del entorno —producida por el agua, el aire u otros agentes— o bien puede ser transportada a cualquier otra parte por corrientes filtrantes o bien puede ser alterada por la acción química inducida por diversos fenómenos, como los atmosféricos.

30 Esta disminución de material en la sección transversal del muro genera la presencia de huecos de diferentes tamaños, con la consecuente disminución neta de la sección transversal resistente efectiva, una disminución de la tensión admisible o un aumento de la permeabilidad, así como otros efectos.

35 En algunos casos, esta disminución de la resistencia puede causar el derrumbamiento del edificio.

40 En otros casos, sistemas de muro completamente intactos que, sin embargo, contienen huecos ya no pueden realizar su función correctamente porque son sometidos a condiciones límite que no estaban previstas en la fase de diseño, como por ejemplo: la generación de tensiones, que afectan al sistema de muro, de una intensidad o dirección diferentes a las del diseño; o la presencia de líquido adyacente a los muros de los sistemas de muro, con los consiguientes movimientos de filtrado entre los bloques; o la necesidad de un mayor aislamiento térmico en la parte del sistema de muro; o la necesidad de mejorar la cohesión de la estructura mural; u otras condiciones.

45 Se conocen varios sistemas para garantizar en cualquier caso la sujeción de la mampostería y su regeneración. Por lo general, estos sistemas tienden a reconstruir el cuerpo del muro por medio de las denominadas operaciones de «coser y descoser»; es decir, delicadas operaciones que consisten en la retirada parcial de unos cuerpos deteriorados, en combinación con el soporte temporal de la mampostería complementaria con estructuras auxiliares —como puntales, tablas, traviesas u otros elementos—, y en la sustitución completa de las piezas retiradas. Este procedimiento, además de ser altamente invasivo, requiere tiempos de ejecución muy largos y costes muy elevados.

50 Se conocen otros sistemas de consolidación de muros, que consisten en el "enarenado" o "zunchado" u operaciones similares de la mampostería deteriorada. Estos sistemas proporcionan la ayuda de elementos auxiliares para garantizar la recuperación de la resistencia del cuerpo del muro, como por ejemplo, puntales, nervaduras, barras u otros elementos. Estos procedimientos, además de ser altamente invasivos, modifican la estructura y la geometría originales del cuerpo del muro, al introducir nuevos elementos metálicos o de otro tipo que permanecen visibles para el observador. Los costes de la aplicación de estos procedimientos son generalmente muy elevados.

55 Además, se conocen otros sistemas para inyectar —horizontalmente o en cualquier caso en los ángulos rectos a las dos caras opuestas mayores— en el sistema de muro, cemento o mezclas químicas, posiblemente con aditivos, con el fin de llenar los vacíos que se han formado. Las inyecciones realizadas horizontalmente y en ángulo recto a la superficie del muro, con el fin de garantizar que se alcancen todos los huecos, deben ser muy numerosas, también por los motivos que se pondrán más claramente de manifiesto a continuación, y por lo tanto el procedimiento se convierte en largo y oneroso. Además, las mezclas utilizadas, que por lo general no se expanden o tienen grados de expansión muy bajos, se inyectan a baja presión mediante bombas eléctricas u otros dispositivos o por gravedad, sobre todo, para evitar el riesgo de dañar los muros de manera irreversible. En los procedimientos descritos

anteriormente, por lo tanto, se utiliza un material que no expansible o de baja expansión por lo que, de nuevo para evitar que se dañe el sistema de muro de forma irreversible, tiene una fuerza de expansión insignificante (que puede incluso no ser conocida) que sobre todo no está controlada y es imposible de disipar.

5 Por todas estas razones, con estos procedimientos es muy difícil garantizar tanto el relleno de todos los vacíos — incluyendo los que se encuentran más alejados del punto de inyección— como el relleno completo de las cavidades que se extienden verticalmente. Por último, debido a las características mencionadas, estos procedimientos no pueden inducir en la mampostería un estado de tensión mediante el cual las características mecánicas del sistema de muro mejoren considerablemente con respecto a la situación previa a la intervención.

10 Unos procedimientos para el sellado de muros, como los descritos anteriormente, se dan a conocer en los documentos DE 196 53 282 y US 6 309 493.

15 **Descripción de la invención**

El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento que permite reparar y/o impermeabilizar y/o aislar y reforzar y/o restaurar la integridad estructural de los sistemas de muro de forma eficaz y duradera y con unos costes de ejecución claramente inferiores a los de los sistemas actualmente en uso.

20 Dentro de este objetivo, un objeto de la invención es un procedimiento que puede adoptarse sin problemas, incluso si el sistema de muro o parte de este está sumergido en agua.

25 Otro objeto de la invención es un procedimiento que no requiere la sustitución completa de los elementos que constituyen el sistema de muro deteriorado y que no proporciona el uso de estructuras auxiliares, incluidas las visibles, adecuadas para aumentar la resistencia admisible del sistema o la sección transversal resistente de dicha mampostería o disminuir su permeabilidad.

30 Otro objeto de la invención es un procedimiento que es simple y rápido de realizar, garantiza la seguridad del edificio durante y después de la ejecución del procedimiento, permite reconstituir la integridad estructural del sistema de muro y asegura una clara disminución en la permeabilidad del sistema de muro y/o asegura una disminución de su conductividad térmica.

35 Este objetivo y estos y otros objetos, que se pondrán más claramente de manifiesto a continuación, se consiguen mediante un procedimiento para la reparación y/o impermeabilización y/o aislamiento y/o refuerzo y/o restauración de la integridad estructural de unos sistemas de muro, según la invención, que cuenta con las etapas definidos en la reivindicación 1.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción de una forma de realización preferida pero no limitativa del procedimiento según la invención, ilustrada solo a título de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

45 La figura 1 es una vista esquemática que muestra la inyección de la sustancia de expansión a través de un orificio de inyección formado en un sistema de muro.

50 La figura 2 es una vista esquemática que ilustra el resultado de la expansión y la consolidación de la sustancia de expansión si se inyecta mientras el tubo de inyección se retrae gradualmente hacia arriba a lo largo del orificio de inyección correspondiente.

La figura 3 es una vista esquemática que ilustra el resultado de la expansión y la consolidación de la sustancia de expansión si se inyecta sin retraer el tubo.

55 La figura 4 es una vista que ilustra el resultado de la expansión de la sustancia inyectada en el caso de inyecciones en varios orificios de inyección formados a lo largo de la extensión de un sistema de muro fracturado.

Las figuras 5, 6 y 7 son vistas que ilustran los procedimientos de tratamiento antes de la inyección si el sistema de muro presenta grandes cavidades que alcanzan la parte exterior del sistema de muro.

60 La figura 8 es una vista que ilustra el control de la inyección logrado mediante la introducción en el sistema de muro de tubos piezométricos llenos de agua.

Modos de poner en práctica la invención

5 Haciendo referencia a las figuras citadas, el procedimiento según la invención consiste sustancialmente en producir, en un sistema de muro 1 que contiene huecos o cavidades 2, unos orificios de inyección 3 separados y cuyo número varía de acuerdo con los requisitos y las condiciones de deterioro del sistema de muro 1.

Los orificios de inyección 3 se disponen preferentemente a lo largo de direcciones que son sustancialmente perpendiculares a la superficie de máxima extensión de las cavidades 2 en el interior del sistema de muro 1.

10 Si, como ocurre con más frecuencia, el sistema de muro 1 se extiende de forma vertical, los orificios de inyección 3 se producen preferentemente en una dirección que es vertical o ligeramente inclinada con respecto a la vertical, ya que, como se ha evaluado, las cavidades más grandes 2 dentro del sistema de muro 1 están, por lo general, dispuestas de forma horizontal (por ejemplo un muro de ladrillos), con el fin de poder atravesar el mayor número posible de estas con cada uno de los orificios de inyección 3. Dichos orificios de inyección 3 se pueden proporcionar directamente en el sistema de muro 1, de forma selectiva, con diferentes longitudes de acuerdo con los requisitos específicos establecidos sobre la base de un estudio previo de la estructura y, preferentemente, a una distancia entre dos orificios de inyección contiguos que puede variar entre 0,20 m y 2,00 m.

20 Los orificios de inyección 3 pueden tener dimensiones variables de acuerdo con los requisitos específicos, pero en cualquier caso deben tener un diámetro preferentemente comprendido entre 4 mm y 40 mm. En algunos casos, puede ser necesario proporcionar los orificios de inyección 3 en una dirección distinta de la vertical, pero en cualquier caso entre los planos de disposición de las dos caras opuestas más grandes del sistema de muro 1.

25 La profundidad de los orificios de inyección 3 también puede variar de acuerdo con los requisitos específicos, como se pondrá más claramente de manifiesto en adelante.

30 A continuación, se insertan o dirigen unos tubos de inyección 4 en los orificios de inyección 3; dichos tubos están realizados en cobre, PVC, acero u otro material, y están adecuadamente constituidos por y/o tratados con un material lubricante con el fin de facilitar su deslizamiento por el orificio de inyección 3 correspondiente.

A continuación, una sustancia determinada 5, denominada en adelante «sustancia» que se expande tras la inyección por reacción química, se inyecta a través de los tubos de inyección 4 en el sistema de muro 1.

35 Preferentemente, durante la inyección, los tubos de inyección 4 se retraen gradualmente a lo largo del orificio de inyección correspondiente 3 en la dirección opuesta con respecto a la dirección de inserción, de modo que la sustancia 5 se distribuye en la pluralidad de cavidades 2 que atraviesa el orificio de inyección 3 o a las que está conectado, con el fin de implicar, con una sola operación, un gran volumen del sistema de muro 1 y de llenar con la sustancia 5 una pluralidad de huecos, intersticios y cavidades.

40 En el caso más frecuente de un sistema de muro 1, que se extiende verticalmente y por lo tanto tiene los orificios de inyección 3 dispuestos verticalmente o ligeramente inclinados con respecto a la vertical, los tubos de inyección 3 se retraen gradualmente hacia arriba, durante la inyección de la sustancia 5, a una velocidad que es preferentemente variable, como se pondrá más claramente de manifiesto en adelante.

45 La sustancia seleccionada 5, una vez inyectada, como consecuencia de una reacción química entre sus componentes, se expande con un aumento potencial de volumen comprendido entre 2 y 5 veces el volumen de la sustancia antes de la expansión y genera una presión de expansión máxima en condiciones de total confinamiento que normalmente está comprendida entre 20 kPa y 200 kPa, y que es en cualquier caso seleccionada para ser siempre inferior a la presión límite de rotura del sistema de muro 1 que está siendo tratado.

50 La presión de expansión máxima de dicha sustancia 5, como se ha establecido por medio de unos estudios llevados a cabo durante la concepción del presente procedimiento, disminuye en gran medida por un aumento mínimo del volumen de dicha sustancia como consecuencia de la reacción química y, por lo tanto, para garantizar —si está completamente confinada dentro de una cavidad saturada del muro— una reducción considerable de la presión de expansión tras una expansión mínima y, por lo tanto, tras cualesquiera deformaciones mínimas y tolerables de los elementos murales circundantes. En particular, se ha establecido que dicha sustancia presenta una fuerte disminución en la presión de expansión máxima tras una expansión de esta de incluso menos de 5% de su volumen inicial. Con el término «disipable» que se utiliza en la presente memoria, a este respecto, se pretende expresar el concepto mencionado.

60 La sustancia 5 seleccionada utilizada presenta, antes de la expansión, un coeficiente de permeabilidad preferentemente igual a 10⁻⁹ m/s.

65 La sustancia 5 presenta, antes del comienzo de la reacción de expansión química, una viscosidad media de entre 200 mPa·s y 300 mPa·s a 20 °C y, en cualquier caso, adecuada para asegurar la fácil penetración en las cavidades que puede alcanzar según sale del tubo de inyección 4 en el sistema de muro 1.

5 La sustancia 5 presenta un tiempo de reacción —es decir, el intervalo entre su penetración en el tubo de inyección 4 y el comienzo del proceso de expansión— normalmente comprendido entre 3 segundos y 60 segundos a fin de evitar, en función del grosor y de las características del sistema de muro 1 que se va a someter a la intervención, tanto un escape excesivo de la sustancia 5 de la mampostería tratada como una penetración parcial en los huecos presentes en el interior del sistema de muro 1.

10 Directamente después del comienzo del proceso de expansión, la viscosidad de la sustancia 5 aumenta rápidamente hasta que se convierte en sólido; es decir, una viscosidad que tiende a infinito, una vez que la reacción ha terminado. Este período es preferentemente de entre 20 segundos y 150 segundos.

15 Esta característica es muy importante, también, ya que permite inyectar la sustancia 5 incluso en los sistemas de muro en contacto directo con el agua en movimiento sin el riesgo de que sea arrastrada por el agua y, por lo tanto, sea retirada del sistema de muro. Por otra parte, dicha sustancia 5 es capaz de realizar la expansión normal independientemente de la presencia de agua circundante.

Una vez que se ha expandido y consolidado, la sustancia 5 no puede ser alterada con agua, aunque dicha agua contenga ácidos y/o sea rica en sulfatos y/o carbonatos y/o sales en general.

20 Una vez que se ha producido la consolidación, la sustancia 5 presenta unas buenas características mecánicas, al menos iguales a las del material desagregado que la sustancia 5 ha reemplazado. Estas características mecánicas pueden ser definidas de antemano, dentro de un cierto margen, ya que dependen de la densidad de dicha sustancia 5 después de la expansión, que es directamente una función de la densidad de la sustancia 5 expandida al aire libre y de la cantidad de sustancia introducida durante la etapa de inyección.

25 En particular, dicha sustancia 5, una vez que se ha consolidado, preferentemente, se selecciona de manera que tenga una resistencia a la tracción sustancialmente entre una media de 180 N/cm² a una densidad de 200 kg/m³ y 800 N/cm² a una densidad de 500 kg/m³, y una resistencia a la compresión sustancialmente entre una media de 200 N/cm² a una densidad de 200 kg/m³ y 1300 N/cm² a una densidad de 500 kg/m³, una propiedad por la que se mejoran las características mecánicas del sistema de muro 1 tratado, incluso con respecto a sus condiciones originales, especialmente si se tiene en cuenta que por lo general la densidad de la sustancia inyectada y consolidada 5 es superior a 500 kg/m³ y, por lo tanto, su resistencia a la tracción y resistencia a la compresión son incluso superiores a las que se han indicado anteriormente, mientras que la resistencia a la tracción de los ligantes convencionales es prácticamente cero.

35 La sustancia 5, una vez que se ha expandido y consolidado, tiene una densidad relativa inferior a la del agua.

40 La sustancia seleccionada 5 está convenientemente constituida por una mezcla de espuma de poliuretano expansible; preferentemente, una espuma de poliuretano de celda cerrada. Dicha sustancia 5 puede estar constituida, por ejemplo, por una espuma de dos partes (componentes) que se mezcla dentro de una unidad de mezclado de un tipo conocido, no mostrada en aras de la simplicidad, que está conectada a los tubos de inyección 4 y se sirve mediante una bomba que garantiza la presión necesaria para inyectar la sustancia a través de los tubos de inyección 4. El primer componente puede ser una mezcla de poliéoles que comprende un poliéter-poliol, un catalizador y agua, como el disponible con el nombre Uretek Hydro CP 200 A, fabricado por la empresa holandesa Resina Chemie. El segundo componente puede ser un isocianato MDI, como el disponible con el nombre Uretek Hydro CP 200 B, fabricado por la misma empresa. La mezcla de estos dos componentes produce una espuma de poliuretano expansible cuya densidad, al final de la expansión al aire libre (es decir, sin confinamiento), es al menos igual a 200 kg/m³ y varía de acuerdo con el volumen de las cavidades 2 que están presentes en el sistema de muro 1 y con la resistencia opuesta por los muros que delimitan dichas cavidades 2.

50 Obviamente, se pueden utilizar también otras sustancias expansibles que presentan propiedades similares sin por ello apartarse del alcance de la protección de la presente invención.

55 De acuerdo con los requisitos, la sustancia 5 se puede inyectar, a través de los tubos de inyección 4 insertados en los orificios de inyección 3, formados de antemano en el sistema de muro 1, en una sola etapa de inyección o, selectivamente, con interrupciones parciales, como se muestra en las figuras 1, 2 y 4, desde abajo, mientras que el tubo de inyección 4 se retrae gradualmente hacia arriba a una velocidad que se ajusta preferentemente de acuerdo con la presión y/o caudal de inyección de la sustancia 5.

60 Si es necesario, la sustancia 5 también se puede introducir selectivamente mediante la realización de inyecciones localizadas en puntos específicos del sistema de muro 1, seleccionados por criterios de ingeniería adecuados; por ejemplo, donde existe una mayor presencia de huecos o donde existen infiltraciones de agua o donde existe una discontinuidad estructural o en otras condiciones. En este último caso, los tubos de inyección 4 no se retraen necesariamente, sino que se pueden dejar en el interior del sistema de muro 1, como se muestra en la figura 3. En este caso también, puede ser útil medir la presión y/o caudal de inyección de la sustancia 5 con el fin de verificar si las cavidades 2 están completamente llenas y, en consecuencia, decidir interrumpir la inyección.

5 La presión y el caudal de inyección se pueden medir constantemente por medio de un sistema de control que comprende un manómetro y/o un dispositivo de medición de caudal de un tipo conocido, que no se muestran en aras de la simplicidad y están dispuestos aguas arriba de la entrada del tubo de inyección 4 entre dicha entrada y el mezclador, por ejemplo, en un inyector, de un tipo conocido, de un dispositivo de inyección, que conecta el mezclador al correspondiente tubo de inyección 4, a fin de lograr el llenado completo de las cavidades 2 antes de comenzar la retracción del tubo de inyección 4 o interrumpir la inyección de la sustancia 5.

10 En particular, se proporciona un ejemplo de la importancia del uso del control de la inyección por medio de los instrumentos antes citados dispuestos en el inyector. Este ejemplo se proporciona únicamente a modo de indicación no limitativa: suponiendo que las características del sistema de muro intacto ya se han medido y se conocen, de modo que la presión máxima que puede soportar la mampostería —es decir, la presión de rotura límite (20 bar) dividida por el coeficiente de seguridad (10)— es de 2 bar, el proceso de inyección se lleva a cabo de forma selectiva mediante la limitación de las presiones de inyección en el estado estacionario entre 0 bar y 2 bar.

15 Como las presiones de inyección medidas por el manómetro varían, la velocidad de retracción del tubo de inyección 4 varía proporcionalmente.

20 Cuando la presión medida por el manómetro ubicado en el inyector es de 0 bar, el tubo de inyección 4 se retrae a la velocidad de 0 metros por minuto, cuando la presión medida por el manómetro ubicado en el inyector tiende, pero es en cualquier caso inferior a 2 bar, el tubo de inyección 4 se retrae a una velocidad de 3 metros por minuto, y cuando las presiones medidas por el manómetro ubicado en el inyector son de entre 0 bar y 2 bar, la velocidad de retracción del tubo de inyección 4 varía proporcionalmente entre 0 metros y 3 metros por minuto. Los parámetros descritos anteriormente, a título de ejemplo, se pueden variar incluso considerablemente en función de las características del sistema de muro 1 que varían.

25 Si se produce de forma repentina e instantánea una inducción prolongada de sobrepresión y el manómetro ubicado en el inyector mide hasta 10 bar (un valor que en todo caso es inferior a la presión de rotura límite de mampostería) y/o si se produce una disminución sustancial o una interrupción en el suministro del dispositivo de medición del caudal, una válvula de seguridad o un elemento similar detiene el flujo de inyección a través del tubo de alimentación que sale del inyector, desactivando el sistema y, por lo tanto, la inyección de la sustancia 5. La inducción de la sobrepresión debe ser prolongada y debe durar generalmente entre 2 segundos y 10 segundos, dependiendo del tipo de mampostería. Para picos de sobrepresión muy rápidos (generalmente, inferiores a entre 2 segundos y 10 segundos), se ha observado que la mampostería es en cualquier caso capaz de tolerar ciertas presiones, que son, en cualquier caso inferiores a la presión de rotura límite, sin someterse necesariamente a la deformación. En algunos casos, por otra parte, la aparición de picos de sobrepresión ayuda a lograr una penetración más completa de los huecos por parte de la sustancia 5 en el sistema de muro. Se ha determinado que para sustancias con una viscosidad superior a la viscosidad preferida mencionada anteriormente, la inducción de sobrepresión produce muy pocas ventajas en lo que respecta a una mayor penetración y, en cambio, conlleva un alto riesgo de ruptura del sistema de muro.

30 En la forma descrita, se garantiza la máxima seguridad y se evitan los riesgos de derrumbamiento del sistema de muro, y se garantiza la completa penetración de esta.

35 El dispositivo de medición de caudal y el manómetro, además, permiten administrar la inyección, evitando flujos de salida excesivos de la sustancia 5 del sistema de muro 1; si el caudal dispensado es excesivamente alto, la inyección puede, de hecho, ser interrumpida, comprobando el sistema de muro visualmente o con pruebas destructivas o no destructivas con el fin de determinar si existen dispersiones excesivas de la sustancia 5 fuera del sistema de muro 1.

40 Este sistema seleccionable para ser utilizado para controlar continuamente la inyección y la velocidad de retracción de los tubos de inyección 4 puede ser del tipo programable, de modo que se puede aplicar a sistemas de muro con características diferentes.

45 Los tubos de inyección 4 presentan, en uno de sus extremos axiales, una entrada que está diseñada para ser conectada al inyector y, en su extremo axial opuesto o próxima a este, una o preferentemente una pluralidad de salidas de la sustancia 5. En el caso de múltiples salidas, la suma de las secciones de paso individuales de dichas salidas es preferentemente más grande que la sección de paso de la entrada a la que se aplica el inyector. Esta característica produce, entre otros efectos, una mayor uniformidad de la distribución de la sustancia 5 en el sistema de muro 1, un menor riesgo de aumentos repentinos de presión causados por la obstrucción del conducto de inyección, constituido por el tubo de inyección 4 y/o por el orificio de inyección 3, o por el llenado de cavidades selladas presentes en dicho sistema de muro y una disminución del caudal de salida de la sustancia 5 desde el conducto de inyección, con la consiguiente disminución del riesgo de escape del sistema de muro 1.

50 Una vez inyectada, únicamente con la presión inducida por la bomba, la sustancia 5, debido a su baja viscosidad (cuyos valores preferidos son los mencionados anteriormente) tiende a introducirse, antes de la expansión, en todas

las cavidades 2 más fácilmente accesibles del sistema de muro y comienza la expansión. Este comportamiento lleva a cabo un llenado controlado de las cavidades ocupadas 2 y transporta la sustancia 5 hacia las cavidades menos accesibles y, en consecuencia, las llena. La presión de expansión controlada y disipable de la sustancia 5 evita roturas y deformaciones importantes y peligrosas en el sistema de muro 1. Todos los elementos sólidos que constituyen el sistema de muro 1 que rodea el orificio de inyección están rodeados por una película de sustancia expandida cuyas dimensiones son sustancialmente iguales a las de los intersticios vacíos precedentes, colocados con seguridad bajo tensión de nuevo. Cualquier fluido que esté presente en las cavidades del sistema de muro es expulsado por la presión de expansión de la sustancia 5, y todos los bloques de piedra o ladrillo que constituyen el esqueleto sólido del sistema de muro se vuelven a agregar sin estar sometidos a tensiones excesivas. Si el sistema de muro está sumergido en agua o en el terreno por debajo de la capa freática, se usa una sustancia de expansión que reacciona de forma independiente a la presencia de agua y no se altera con esta durante el proceso de expansión ni una vez que se ha producido la consolidación. Por ejemplo, el mencionado Uretex Hydro CP 200 A se expande únicamente por el agua contenida en este, ya que es un halógeno totalmente desprovisto de compuestos propulsores, como CFC, HFC, HCFC y CF. En otras palabras, la reacción química de expansión se produce sin la absorción de agua del ambiente circundante y, por lo tanto, sin ser dañado por dicha agua y lo que es más importante sin ser impulsado incontroladamente en su fuerza de expansión. Por otra parte, dicho elemento se obtiene de material renovable y no contaminante.

Debe tenerse en cuenta, de acuerdo con la presente invención, que la sustancia 5 inyectada en el sistema de muro de acuerdo con una cuadrícula geométrica diseñada apropiadamente busca automáticamente las cavidades 2 más fáciles de alcanzar durante la expansión. De esta manera, la sustancia ocupa las cavidades hasta que se saturan, provocando en consecuencia una sobrepresión y una disminución del caudal, que puede verificarse en cualquier momento mediante el sistema de control ubicado en el inyector como se ha descrito anteriormente.

Otra operación de control que se puede realizar durante el uso es el control de cualquier movimiento —a lo largo de las direcciones que son sustancialmente perpendiculares a los planos de disposición de las dos caras mayores opuestas del sistema de muro y, por lo tanto, horizontalmente si el sistema de muro es vertical— que experimente el sistema de muro o toda la superficie exterior del sistema de muro durante la inyección de la sustancia 5. Este control se realiza opcionalmente mediante el uso de niveles de láser o instrumentos similares disponibles comercialmente y que son adecuados para detectar en tiempo real y de forma continua cualquier movimiento mínimo de las superficies de dicho sistema de muro.

En el caso de cavidades grandes o en cualquier caso de tamaño apreciable del sistema de muro que se abran hasta la superficie, es posible llevar a cabo intervenciones antes de la inyección de la sustancia 5 en el sistema de muro. Estas intervenciones son diferentes en función de si la superficie del sistema de muro está en contacto con el terreno o está expuesto al exterior, es decir, si su superficie es libre o está sumergida en agua. En el primer caso, es posible actuar de antemano, de acuerdo con un tipo conocido de técnica, con inyecciones de sustancias expansibles 10 que tienen un alto grado de expansión y una gran presión de expansión a lo largo de la superficie del sistema de muro directamente en contacto con el terreno o en el terreno a una distancia que puede variar de 0,20 m a 1,00 m de la superficie, como se muestra en las figuras 5 y 6, con el fin de empujar el terreno o el sistema de expansión inyectado hacia las cavidades del sistema de muro con el fin de cerrar y bloquear las aberturas que están presentes en éste y se abren hasta la superficie. En el segundo caso, es posible actuar a lo largo de la superficie del sistema de muro afectado por la aparición de cavidades en la superficie, por ejemplo, mediante la aplicación de una lámina de material geotextil 11 o de otro material y "pulverizándolo" para cubrirlo mediante el uso de sustancias expansibles con un alto grado de expansión y un endurecimiento rápido, como se muestra en la figura 7. Todo esto se puede extraer rápida e inmediatamente después de la operación de la inyección en el sistema de muro. Para lograr el objetivo de confinamiento del sistema de muro, es posible utilizar opcionalmente otros procedimientos, siempre y cuando sean capaces de confinar cualquier fuga de la sustancia 5 de las cavidades que alcanzan la superficie del sistema de muro.

Con el fin de definir con precisión la distancia central para llevar a cabo las inyecciones en la mampostería, es posible utilizar el sistema que se muestra en la figura 8, es decir, el procedimiento de control de la inyección realizado mediante la introducción de tubos piezométricos 13 flexibles y deformables de extremos cerrados en orificios de medición realizados en el sistema de muro 1 en las proximidades del tubo de inyección 4. Dichos tubos piezométricos 13 se llenan de agua, y el nivel del agua es visible en la parte de los tubos piezométricos 13 que sobresale hacia arriba desde el sistema de muro 1. La sustancia 5, durante el llenado de las cavidades 2 que contienen los tubos piezométricos 13, por medio de su presión de expansión, presiona las paredes de los tubos piezométricos 13, provocando que suba el nivel del agua contenida en estos. Este control no destructivo permite identificar el espacio cubierto por la sustancia de expansión en el interior del sistema de muro y diseñar en consecuencia la distancia central de intervención necesaria para consolidar dicho sistema de muro.

Este sistema de control no destructivo se puede utilizar sistemáticamente durante las operaciones de inyección en las que es importante comprobar que la sustancia 5 ha penetrado en el sistema de muro en cada cavidad.

Al final del tratamiento, es posible aplicar al sistema de muro los procedimientos de prueba de integridad convencionales, ya sea los destructivos como extracción de muestras u otros, o los no destructivos, como pruebas de ultrasonido u otros.

5 En la práctica, se ha constatado que el procedimiento de acuerdo con la invención alcanza plenamente el objetivo previsto, ya que permite, de una manera sencilla, rápida, eficaz, permanente, no destructiva y de bajo coste restaurar la integridad estructural de los sistemas de muro deteriorados, incluso en presencia de agua, con el fin de aumentar sus características mecánicas, reducir su permeabilidad a los flujos de agua, reducir su conductividad térmica, así como otros efectos.

10 El procedimiento así concebido es susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, todas ellas comprendidas en el alcance de las reivindicaciones adjuntas; todos los detalles pueden además ser reemplazados por otros elementos técnicamente equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reparar y/o impermeabilizar y/o aislar y/o reforzar y/o restaurar la integridad estructural de sistemas de muro que consiste en:

- 5
- proporcionar unos orificios de inyección (3) separados dentro de un sistema de muro (1);
 - insertar unos tubos de inyección (4) en dichos orificios de inyección (3);

caracterizado porque

10
dicha etapa que consiste en proporcionar unos orificios de inyección (3) separados comprende proporcionar dichos orificios de inyección (3) en puntos específicos del sistema de muro (1) a lo largo de direcciones sustancialmente verticales o a lo largo de direcciones que están inclinadas con respecto a la vertical, de una manera adecuada para pasar a través de las cavidades y huecos (2) que existen en el sistema de muro (1) de

15 y porque comprende además

- 20
- inyectar en dichos orificios de inyección (3) a través de dichos tubos de inyección (4), mientras se retraen gradualmente hacia arriba, una sustancia (5) que se expande después de la inyección como consecuencia de una reacción química, siendo inyectada dicha sustancia (5) a través de dichos tubos de inyección (4);

siendo seleccionada dicha sustancia (5) de manera que presente una presión de expansión máxima inferior a la presión límite de rotura del sistema de muro (1) en el que se inyecta.

25

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque durante la inyección dichos tubos de inyección (4) se retraen gradualmente, en el sentido opuesto a la inserción, a lo largo de los orificios de inyección correspondientes (3) con el fin de permitir que dicha sustancia (5) penetre en las cavidades (2) atravesadas por, o próximas a, dichos orificios de inyección (3).

30

3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos orificios de inyección (3) se forman sustancialmente en ángulos rectos a la superficie más grande de las cavidades (2) en el interior del sistema de muro (1).

35

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicha sustancia (5) está constituida por una espuma de poliuretano de celda cerrada.

40

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 4, caracterizado porque dicha sustancia (5) está constituida por un isocianato MDI y una mezcla de poliols.

6. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4 o 5, caracterizado porque dicha sustancia (5) presenta una presión de expansión máxima comprendida sustancialmente entre 20 kPa y 200 kPa.

45

7. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4, 5 o 6, caracterizado porque dicha sustancia (5) presenta, durante la expansión, una disminución en la presión de expansión máxima; es decir, una disipación después de un grado de expansión de la misma que puede ser inferior a 5% de su volumen inicial.

50

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos huecos o cavidades (2) que se encuentran en el interior de dicho sistema de muro (1) y que son alcanzados por dichos orificios de inyección (3) son huecos o cavidades (3) formados por la desagregación de bloques o ligantes interpuestos entre los bloques que forman el sistema de muro (1) debido a la acción producida por el agua, el aire u otros agentes y fenómenos alterantes.

55

9. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4, 5, 6 o 7, caracterizado porque los tiempos de reacción de dicha sustancia (5) están comprendidos entre 3 y 60 segundos.

10. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4 o 5, caracterizado porque el proceso de reacción química para la expansión y dicha sustancia durante la expansión permanecen sin alterar por la presencia de agua.

60

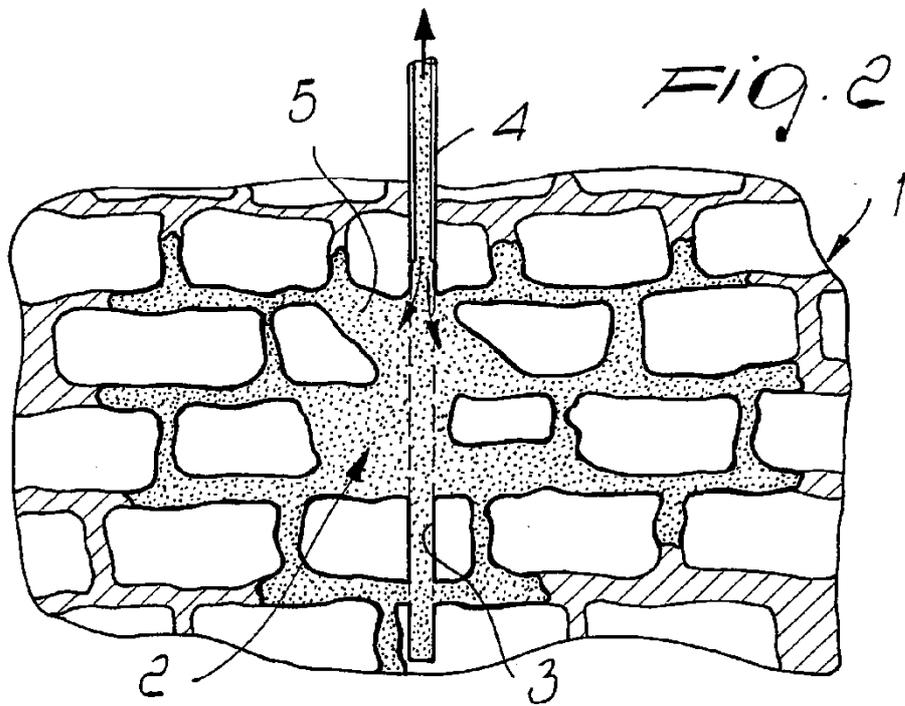
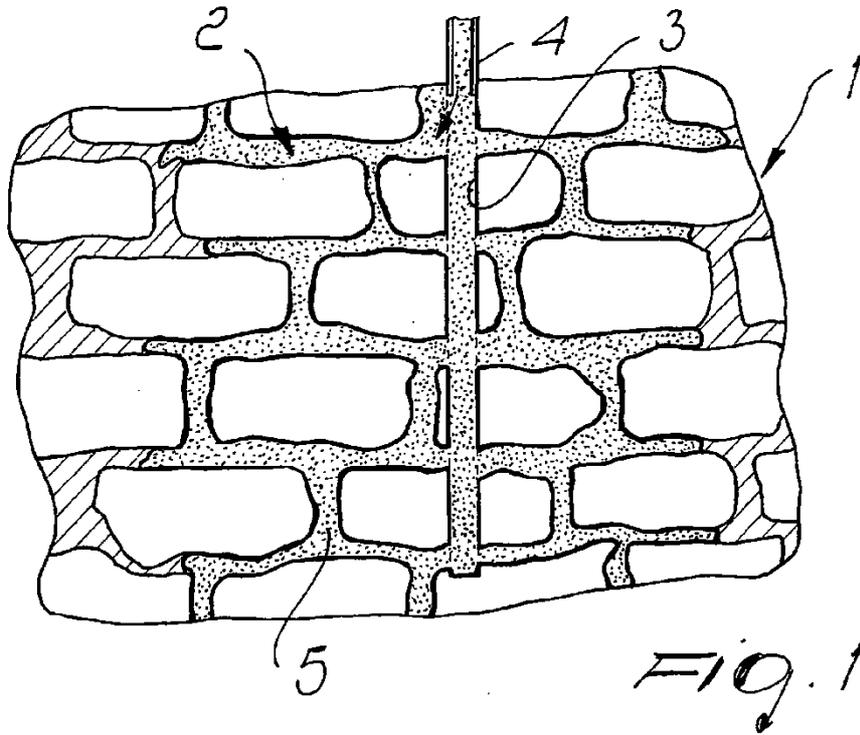
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha sustancia (5), una vez expandida y consolidada, mantiene un estado no alterado en presencia de agua, o agua que contiene ácido y/o agua rica en sulfatos y/o carbonatos o sales en general.

65

12. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4, 5, 6, 7, 9 o 10, caracterizado porque dicha sustancia (5), una vez inyectada y endurecida, presenta una resistencia a la tracción comprendida sustancialmente entre una media de 180 N/cm² a una densidad de 200 kg/m³ y 800 N/cm² a una densidad de 500 kg/m³.

- 5 13. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 12, caracterizado porque dicha sustancia (5), una vez inyectada y endurecida, presenta una resistencia a la compresión comprendida sustancialmente entre una media de 200 N/cm² a una densidad de 200 kg/m³ y 1.300 N/cm² a una densidad de 500 kg/m³.
14. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 12 o 13, caracterizado porque dicha sustancia (5), antes del inicio de la reacción química de expansión, presenta una viscosidad comprendida sustancialmente entre 200 mPa·s y 300 mPa·s a 20 °C.
- 10 15. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 12, 13 o 14, caracterizado porque la viscosidad de dicha sustancia (5) pasa de un valor de 200-300 mPa·s a un valor que tiende al infinito en un intervalo de tiempo comprendido entre 20 y 150 segundos desde el inicio de la reacción química de expansión de dicha sustancia.
- 15 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha sustancia (5), una vez inyectada y endurecida, presenta una densidad relativa inferior a la del agua.
- 20 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la dirección de la extensión longitudinal de dichos orificios de inyección (3) se encuentra contenida entre los planos de disposición de las dos caras opuestas mayores del sistema de muro (1).
18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la distancia entre dos orificios de inyección (3) contiguos está comprendida sustancialmente entre 0,20 m y 2,00 m.
- 25 19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el diámetro de dichos orificios de inyección (3) está comprendido sustancialmente entre 4 mm y 40 mm.
- 30 20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos tubos de inyección (4) presentan una entrada que está conectada a un dispositivo de inyección y múltiples salidas para el paso de dicha sustancia (5).
21. Procedimiento según la reivindicación 20, caracterizado porque la sección de paso total de dichas salidas de dichos tubos de inyección (4) es mayor que la sección de paso de dicha entrada.
- 35 22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos tubos de inyección (4) están constituidos por, o tratados con, material lubricante con el fin de facilitar su retracción durante la inyección de dicha sustancia (5).
- 40 23. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque durante la inyección de dicha sustancia (5) la velocidad de retracción de los tubos de inyección (4) se ajusta de acuerdo con la presión y/o el caudal de inyección de dicha sustancia (5).
- 45 24. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque proporciona unos medios (12) para interrumpir la inyección de dicha sustancia.
25. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la presión de inyección se mide por medio de un manómetro que está dispuesto aguas arriba de la entrada de dichos tubos de inyección (4) y está conectado al tubo de alimentación para la inyección de dicha sustancia (5).
- 50 26. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el caudal de inyección se mide por medio de un dispositivo de medición de caudal que está dispuesto aguas arriba de la entrada de dichos tubos de inyección (4) y está conectado al tubo para la alimentación de la inyección de dicha sustancia (5).
- 55 27. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende detectar la presencia de dicha sustancia (5) y la presión aplicada por ésta durante la expansión en las zonas del sistema de muro (1) que son próximas a las zonas afectadas por la inyección.
- 60 28. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende medir la presencia de dicha sustancia (5) y la presión aplicada por ésta durante la expansión, en las zonas del sistema de muro (1) que son próximas a las zonas afectadas por la inyección, por medio de unos tubos piezométricos (13) insertados en unos orificios de medición previstos en el sistema de muro (1) a unas distancias predeterminadas de los orificios de inyección (3) en los que dichos tubos de inyección (4) son insertados.
- 65 29. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende controlar constantemente durante la inyección de dicha sustancia (5) el movimiento del sistema de muro (1) a lo largo de las direcciones que son sustancialmente perpendiculares a los planos de disposición de las dos caras mayores del sistema de muro (1).

- 5 30. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende seguir por medio de un dispositivo de control con niveles láser, el movimiento del sistema de muro (1) a lo largo de las direcciones que son sustancialmente perpendiculares a los planos de disposición de las dos caras mayores del sistema de muro (1).
- 10 31. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende unas intervenciones preliminares para limitar el escape de dicha sustancia (5) de las salidas de dichas cavidades (2) que conducen al exterior del sistema de muro (1).
- 15 32. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas intervenciones preliminares consisten en la realización de inyecciones de tipo columna de una sustancia que se expande por reacción química en el suelo directamente en la interfaz entre el suelo y el sistema de muro (1) y/o en las zonas del terreno que están separadas del sistema de muro (1).
33. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas intervenciones preliminares consisten en la aplicación de una lámina de tejido geotextil (11) a la superficie del sistema de muro (1) en la que dichas salidas de las cavidades están presentes y en realizar una pulverización que cubre dicho tejido (11) con una sustancia (5) que se expande por reacción química.



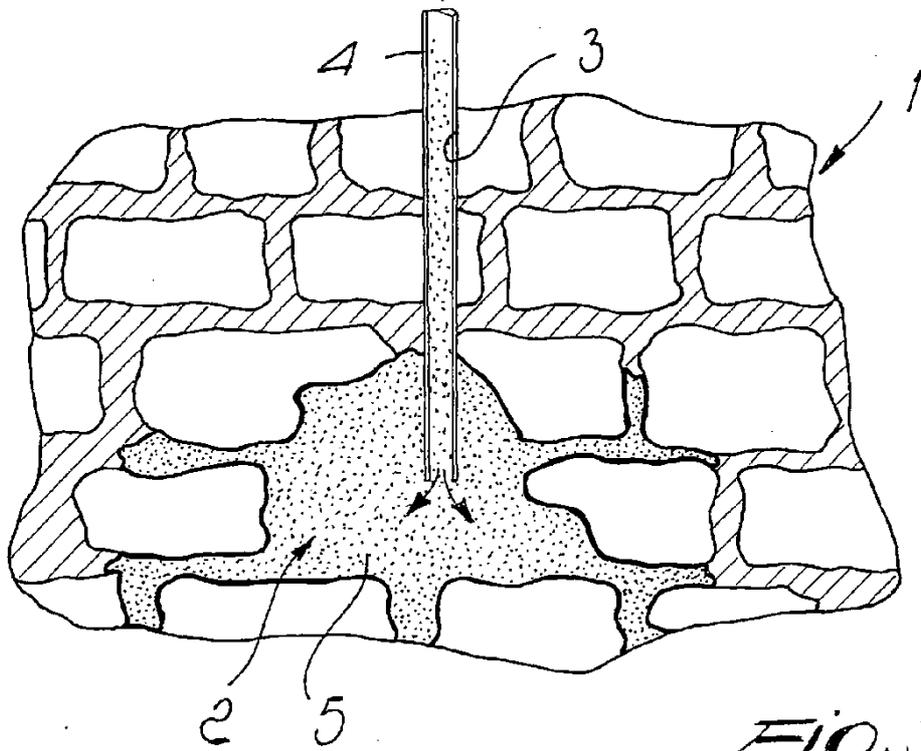


FIG. 3

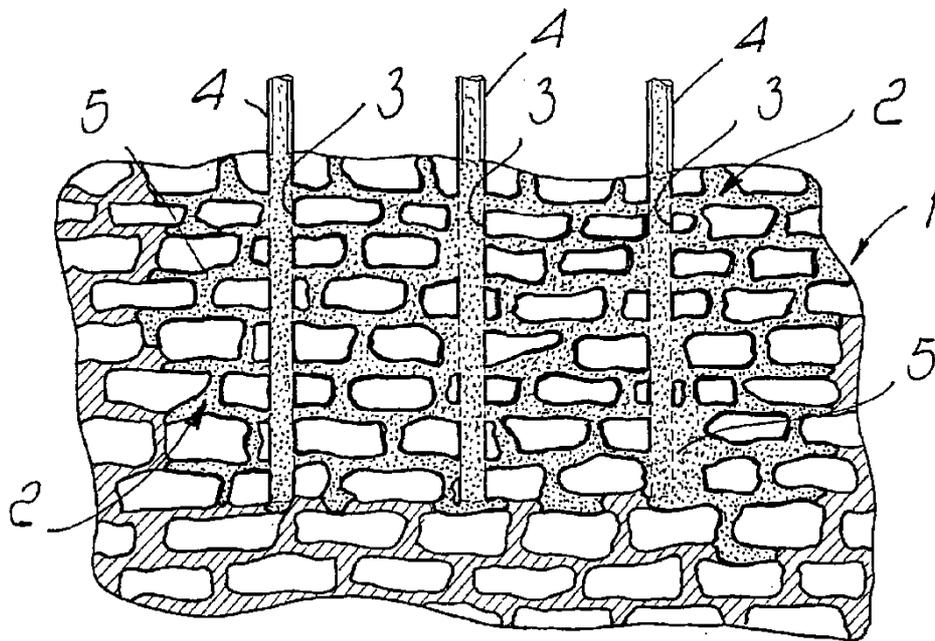


FIG. 4

