

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 290**

51 Int. Cl.:

B09C 1/00 (2006.01)

B09C 1/02 (2006.01)

B09C 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2011 E 11736419 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2585234**

54 Título: **Sistema y procedimiento para aislar y descontaminar un bloque de suelo**

30 Prioridad:

24.06.2010 FR 1055053

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

04.07.2014

73 Titular/es:

**SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
133 Boulevard National
92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**BOUSQUET, GUY;
LACAZEDIEU, MARC y
STUBLER, JÉRÔME**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 473 290 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

Sistema y procedimiento para aislar y descontaminar un bloque de suelo

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere al aislamiento y a la descontaminación de suelo.

Estado de la técnica

10 Un bloque de suelo puede contener uno o varios contaminantes, por diversas razones. Esta contaminación puede proceder por ejemplo de la naturaleza fisicoquímica del suelo o de su contaminación por contacto con una sustancia contaminante.

15 En el presente documento se considera cualquier tipo de contaminante. A modo de ejemplo no limitativo puede tratarse de metales pesados radioactivos (por ejemplo uranio, plutonio) o no (por ejemplo plomo), de hidrocarburos u otros.

20 Cuando un bloque de suelo está contaminado, una manera clásica de reducir su nocividad y de limitar la propagación de la contaminación es poner en práctica un confinamiento estático, por ejemplo por medio de barreras apropiadas. Dado que la contaminación permanece en el sitio, deben tomarse precauciones más o menos importantes. Éstas pueden ir hasta la clausura definitiva de una zona de seguridad que rodea el bloque de suelo contaminado.

25 Cuando esto es factible, el bloque de suelo contaminado puede retirarse y ubicarse en un espacio de almacenamiento protegido previsto con tal fin. Sin embargo, el coste del transporte y del mantenimiento del bloque de suelo en el espacio de almacenamiento es complejo y caro. Además, el espacio de almacenamiento es limitado.

30 Por tanto sería preferible poder garantizar un aislamiento y una descontaminación del bloque de suelo in situ. Esto permitiría en efecto, en cierta medida, rehabilitar las proximidades del bloque de suelo contaminado y evitaría los problemas vinculados al transporte y al mantenimiento del bloque de suelo en un espacio de almacenamiento protegido.

35 La patente US 5.584.605 describe un procedimiento para descontaminar el suelo o capas según el preámbulo de la reivindicación 1, utilizando tubos perforados horizontales en o bajo la zona contaminada, una matriz de tubos verticales para llevar a la superficie gas asociado a hidrocarburos con el fin de retirar los hidrocarburos y otra matriz de tubos verticales para la inyección de un fluido de lavado.

Objeto de la invención

40 La invención propone una solución de aislamiento y de descontaminación que responde a la problemática anterior.

Para ello, la invención propone un sistema según la reivindicación para aislar y descontaminar un bloque de suelo que contiene al menos un contaminante. El sistema comprende:

- 45
- una primera red de drenajes dispuestos de manera sensiblemente vertical en el bloque de suelo;
 - una primera red de conectores conectados a los drenajes de la primera red de drenajes;

50

 - un sistema de aspiración de gas y/o de fluido; y
 - un sistema de inyección de fluido no contaminado,

55 caracterizado porque comprende además medios para unir la primera red de conectores selectivamente al sistema de aspiración o al sistema de inyección.

60 El uso selectivo de la aspiración y de la inyección permite, a elegir, extraer fluido contaminado del bloque de suelo o introducir fluido no contaminado en el bloque de suelo mediante los drenajes y colectores. Este mecanismo permite un aislamiento del bloque de suelo mediante un confinamiento dinámico como resultado de la aspiración. También permite una descontaminación del bloque de suelo in situ mediante extracción de contaminante. Una serie de inyección(es) y de aspiración(es) permite lavar progresivamente el bloque de suelo para tender a una descontaminación prácticamente total.

65 El uso del término "primera" para calificar la red de drenajes y la red de conectores no debe interpretarse como que implica necesariamente la utilización de varias redes de drenajes y redes de conectores. La primera red de drenajes

y la primera red de conectores pueden ser las únicas, aunque también es factible la utilización de dos redes de drenajes y dos redes de conectores, incluso más.

5 Cuando se habla de "gas y/o fluido", puede tratarse de gas (aire u otro) sin líquido o con muy poco líquido, de líquido (agua u otro) sin gas o con muy poco gas, o de una mezcla de gas y de líquido.

Según modos de realización ventajosos que pueden combinarse de todas las maneras factibles:

10 - el sistema comprende además una segunda red de drenajes dispuestos de manera sensiblemente vertical en el bloque de suelo y sensiblemente en alternancia con los drenajes de la primera red de drenajes, y una segunda red de conectores conectados a los drenajes de la segunda red de drenajes, siendo la segunda red de conectores adecuada para unirse al sistema de aspiración y/o al sistema de inyección. Esta duplicación de las redes de drenajes y de conectores permite crear una circulación de fluido que es adecuado para mejorar la evacuación del contaminante presente en el bloque de suelo. La primera red de conectores puede unirse por ejemplo al sistema de aspiración mientras que la segunda red de conectores se une al sistema de inyección (o a la inversa);

15 - el sistema comprende además medios para unir la segunda red de conectores selectivamente al sistema de aspiración o al sistema de inyección. De esta manera, los dos conjuntos de redes pueden tener un funcionamiento simétrico;

20 - el sistema de aspiración de gas y/o de fluido es adecuado para aspirar, al menos momentáneamente, solamente gas, de manera que se mantiene el bloque de suelo en depresión incluso en ausencia de aspiración de fluido. Se contribuye así a conservar un aislamiento mediante confinamiento dinámico del bloque de suelo, incluso en ausencia de circulación de fluido;

25 - el sistema de aspiración y el sistema de inyección son adecuados para que, cuando una de entre la primera y la segunda red de conectores está unida al sistema de aspiración mientras que la otra de entre la primera y la segunda red de conectores está unida al sistema de inyección, la presión que resulta de la inyección del fluido no contaminado sea inferior a la depresión que resulta de la aspiración de gas y/o del fluido. Por tanto, el contaminante siempre puede evacuarse hacia la superficie, a pesar de la presión ejercida por la inyección;

30 - el sistema de aspiración de gas y/o de fluido está situado en el exterior del bloque de suelo o bien en el interior del bloque de suelo, por ejemplo dentro de los drenajes de la primera y/o de la segunda red de drenajes. También es posible una disposición del sistema de aspiración parcialmente en el exterior del bloque de suelo y parcialmente en el interior del bloque de suelo. Lo mismo se aplica eventualmente para el sistema de inyección de fluido no contaminado;

35 - el bloque de suelo está coronado por un terraplén preexistente o instalado durante la construcción del sistema, estando dispuestos los conectores de la primera y/o de la segunda red de conectores de manera sensiblemente horizontal en el terraplén;

40 - una membrana sensiblemente impermeable al aire y al agua recubre el eventual terraplén y/o el bloque de suelo. Esto garantiza una mejor depresión y una protección contra la penetración de agua de lluvia en el eventual terraplén y el bloque de suelo;

45 - el sistema de inyección es adecuado para inyectar además un producto de bloqueo del contaminante. Se evita así que contaminante atrapado en el bloque de suelo pueda escapar hacia el suelo no contaminado;

50 - el producto de bloqueo contiene apatita. Un producto de este tipo resulta particularmente eficaz para la descontaminación de suelo, concretamente en el caso de una contaminación por metales pesados, eventualmente radioactivos;

55 - el sistema comprende además, en la salida del sistema de aspiración, un dispositivo de tratamiento del fluido evacuado de manera que se extrae al menos una parte del contaminante. Esta medida permite una descontaminación del fluido evacuado;

60 - el dispositivo de tratamiento comprende un filtro que contiene apatita. Un tratamiento de este tipo permite una descontaminación muy eficaz del fluido evacuado, concretamente en el caso de una contaminación por metales pesados, eventualmente radioactivos;

60 - la apatita procede de partes de peces, tales como espinas o cartílagos. Esta forma de apatita da resultados particularmente eficaces en cuanto a descontaminación;

65 - el sistema de inyección está unido a la salida del dispositivo de tratamiento, de manera que se recircula al menos una parte del fluido. Se optimiza así el uso del fluido; y/o

- el sistema de inyección es adecuado para inyectar, además de fluido no contaminado, al menos un aditivo que es adecuado para favorecer una separación del contaminante con material del bloque de suelo o una movilidad del contaminante dentro del bloque de suelo. Esto permite evacuar partículas de contaminante aferradas al bloque de suelo o estáticas dentro del bloque de suelo y, por tanto, mejorar aún más la descontaminación.

5 Según otro aspecto, la invención propone un procedimiento para aislar y descontaminar un bloque de suelo que contiene al menos un contaminante por medio de un sistema tal como se mencionó anteriormente, estando dispuestos una primera red de drenajes de manera sensiblemente vertical en el bloque de suelo, estando conectados una primera red de conectores a los drenajes de la primera red de drenajes. Según este procedimiento, la primera red de conectores se une selectivamente a un sistema de aspiración de gas y/o de fluido o a un sistema de inyección de fluido no contaminado.

10 El procedimiento comprende ventajosamente etapas opcionales correspondientes a todos o parte de los medios mencionados anteriormente en relación con el sistema.

15 **Descripción de las figuras**

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto en la siguiente descripción de ejemplos de realización no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 - la figura 1 es un esquema básico que ilustra un modo de realización ventajoso de la invención;

- la figura 2 es un esquema básico que ilustra una interacción ventajosa entre dos redes de drenajes + colectores;

25 - la figura 3 es un esquema que muestra un detalle de funcionamiento de la figura 2 (indicado mediante la referencia III);

- la figura 4 es un esquema básico que ilustra un tratamiento ventajoso de un fluido a su salida de un sistema de aspiración.

30 **Descripción detallada de la invención**

El sistema de la invención pretende aislar y descontaminar un bloque de suelo que contiene al menos un contaminante que puede ser de cualquier tipo tal como se indicó en la introducción.

35 Excepto si se dispone de otra manera a continuación (concretamente por lo que respecta a la adición de un sistema de inyección, la utilización de conectores en unión directa con los drenajes, etc.), un sistema de este tipo puede adoptar todos o parte de los elementos del sistema descrito en el documento EP 1 075 570. Se observará que el sistema del documento EP 1 075 570 estaba destinado y configurado únicamente para el secado de una zona de suelo que contiene un líquido, y no para su aislamiento y su descontaminación.

40 La figura 1 muestra un ejemplo no limitativo de sistema que puede utilizarse para aislar y descontaminar el bloque (1) de suelo, que puede ser de cualquier tipo factible. El bloque (1) de suelo puede representar la subparte contaminada de un suelo (2) más extenso.

45 El bloque (1) de suelo está coronado eventualmente por un terraplén (3), que puede ser preexistente o bien instalarse durante la construcción del sistema. Este terraplén (3) no contiene ventajosamente ningún contaminante, al menos en el momento de su instalación sobre el bloque (1) de suelo.

50 En el ejemplo de la figura 1, dos redes de drenajes (11) y (12) están dispuestas de manera sensiblemente vertical en el bloque (1) de suelo. Estos drenajes verticales presentan orificios en su parte situada en el bloque (1) de suelo, de modo que un fluido (es decir un líquido o un gas) presente en el bloque (1) de suelo pueda penetrar en los mismos o, por el contrario, salir de los mismos. Puede tratarse por ejemplo de tubos perforados de material de plástico con un diámetro interior por ejemplo del orden de 50 mm. Como variante puede tratarse de tubos porosos. Evidentemente son factibles otras variantes.

55 Los drenajes de las dos redes están ubicados ventajosamente en alternancia, para garantizar una circulación de fluido entre las dos redes, tal como se pondrá de manifiesto a continuación con referencia a la figura 2. Pueden utilizarse por ejemplo mallas cuadradas con una separación de 1 a algunos metros entre los drenajes.

60 Estos drenajes pueden haberse colocado en el bloque (1) de suelo por medio de brocas y/o de machos de roscar adaptados para ello.

Un extremo superior de los drenajes está situado ventajosamente en el terraplén.

65

Se observará que, aunque se hayan representado dos redes distintas de drenajes (11) y (12) en la figura 1, podría utilizarse una sola de estas redes en el marco de la invención.

5 La figura 1 muestra además dos redes de conectores (13) y (14) conectados respectivamente a las redes de drenajes (11) y (12). Por tanto, los conectores (13) están conectados a los drenajes (11) de todas las maneras factibles. De la misma manera, los conectores (14) están conectados a los drenajes (12). La conexión directa entre los conectores y los drenajes de cada red evita que fluido eventualmente contaminado pueda contaminar el terraplén (3) durante su circulación entre los drenajes y los conectores.

10 En el ejemplo de la figura 1, las redes de conectores (13) y (14) están dispuestas de manera sensiblemente horizontal en el terraplén (3). Como variante, una de estas redes de conectores o las dos podrían estar dispuestas de otra manera que no sea de manera horizontal. De la misma manera podrían no estar situadas en el terraplén (3), sino por ejemplo en el bloque (1) de suelo o bien encima del mismo.

15 Cuando la invención pone en práctica una sola red de drenajes (por ejemplo los drenajes (11)) se utiliza sólo la red de conectores correspondiente (por ejemplo los conectores (13)).

20 El sistema comprende además un sistema de aspiración de gas y/o de fluido y un sistema de inyección de fluido no contaminado. Estos dos sistemas pueden estar situados por ejemplo en el exterior del bloque (1) de suelo y del eventual terraplén (3). Como variante, uno de estos sistemas o los dos podrían estar situados en el bloque (1) de suelo. A modo de ejemplo, el sistema de aspiración de gas y/o de fluido podría estar dispuesto parcialmente dentro de los drenajes (11) y/o (12).

25 En la figura 1, los dos sistemas de aspiración y de inyección se han representado, con respecto a cada red de drenajes y cada red de conectores asociada, como formando parte de un único sistema (10) adecuado para cumplir las dos funciones selectivamente. Como variante, el sistema de aspiración y el sistema de inyección podrían consistir en sistemas físicamente distintos.

30 Por otra parte, el sistema (10) de la figura 1 comprende dos dispositivos separados en relación, respectivamente, con las dos redes de drenajes y redes de conectores asociadas. Por tanto, el dispositivo (10₁) permite, según el caso, garantizar la aspiración y la inyección con respecto a los conectores (13) y a los drenajes (11), mientras que el dispositivo (10₂) permite, según el caso, garantizar la aspiración y la inyección con respecto a los conectores (14) y a los drenajes (12). Como variante, el sistema (10) podría consistir en un único dispositivo utilizado en relación con las dos redes de drenajes y redes de conectores asociadas a la vez, en vez de en dos dispositivos (10₁) y (10₂) distintos.

35 La red de conectores (13) está unida selectivamente o bien al sistema de aspiración de gas y/o de fluido o bien al sistema de inyección de fluido no contaminado. Esto significa que la red de conectores (13) puede, a elegir, transportar un gas y/o un fluido en sentido contrario al bloque (1) de suelo por el efecto del sistema de aspiración o bien un fluido no contaminado hacia el bloque (1) de suelo por el efecto del sistema de inyección. Puede estar prevista con tal fin una conexión entre la red de conectores (13) y el sistema de aspiración de gas y/o de fluido y/o el sistema de inyección de fluido no contaminado, por ejemplo en el exterior del bloque (1) de suelo y del terraplén (3).

40 La selección de la inyección o de la aspiración puede hacerse por cualquier medio. Puede existir una conexión permanente entre la red de conectores (13) por una parte y los sistemas de aspiración y de inyección por otra parte. En este último caso puede utilizarse un conmutador para activar, a elegir, la inyección o la aspiración. Un sistema de obturadores, de compuertas o de válvulas unidireccionales puede permitir inhibir la función no seleccionada. Por ejemplo, los conectores (13) tras atravesar la membrana 4 pueden unirse al sistema de aspiración o al sistema de inyección, aislando un juego de compuertas automáticas la función no seleccionada y conectando la función seleccionada.

45 La selección de la inyección o de la aspiración mediante dichos medios puede hacerse manualmente o de manera automatizada. Puede desencadenarse en instantes determinados, por ejemplo de manera periódica, o bien al suceder determinados eventos, por ejemplo vinculados a una monitorización de una cantidad de fluido aspirado y/o de un nivel de contaminación del fluido aspirado.

50 A título ilustrativo, si en un instante dado, la cantidad de fluido aspirado se vuelve inferior a un umbral (o presenta un ritmo de disminución que se vuelve inferior a un umbral), se pasa al modo de inyección por ejemplo durante una duración determinada. Según otro ejemplo no limitativo, si en un instante dado, la cantidad de contaminante presente en el fluido aspirado se vuelve inferior a un umbral (o presenta un ritmo de disminución que se vuelve inferior a un umbral), se pasa al modo de inyección por ejemplo durante una duración determinada.

55 Cuando la red de conectores (13) está unida al sistema de aspiración de gas y/o de fluido, este último aspira un determinado volumen o caudal de gas y/o de fluido procedente del terraplén (3) y del bloque (1) de suelo y en dirección al sistema de aspiración. El fluido en cuestión puede ser agua u otro tipo de líquido cualquiera, o bien incluso un gas cualquiera. El o los gases en cuestión pueden ser aire u otro tipo de gas o de combinación de gases

cualquiera. El sistema de aspiración puede comprender por ejemplo una bomba apropiada, por ejemplo como la descrita en el documento EP 1 075 570.

5 El sistema de aspiración está previsto ventajosamente para que el volumen o caudal de gas, por ejemplo de aire, aspirado cree, en el bloque (1) de suelo y en el eventual terraplén (3), una depresión (es decir una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica) de al menos 0,1 bar. Por el efecto de esta depresión tiende a atraerse fluido presente en el suelo (2) hacia el bloque (1) de suelo, tal como se ilustra mediante las flechas (8). Dentro del bloque (1) de suelo, el fluido tiende a subir hacia el terraplén (3) por medio de la red de drenajes (11).

10 La aspiración de fluido realizada por el sistema de aspiración a través de la red de conectores (13) permite aumentar además la recogida del fluido presente en el bloque (1) de suelo y su subida por los drenajes (11) verticales. El fluido así aspirado puede evacuarse al exterior del bloque (1) de suelo.

15 La aspiración que acaba de describirse permite obtener un aislamiento muy interesante, porque al extraer y al evacuar el fluido a la superficie, se evita que el contaminante contenido en el bloque (1) de suelo se propague por el suelo (2). Un confinamiento dinámico de este tipo evita además tener que instalar barreras estáticas alrededor del bloque (1) de suelo.

20 En el ejemplo que acaba de describirse, el sistema de aspiración es un único dispositivo unido a la red de conectores (13). Como variante podrían utilizarse varios dispositivos. A modo de ejemplo, el dispositivo (10₁) podría aspirar únicamente fluido a través de la red de conectores (13), mientras que otro dispositivo estaría dedicado a la aspiración de gas (por ejemplo aire) a través de otro conducto dispuesto por ejemplo horizontalmente en el terraplén. Al no estar este conducto en contacto con el fluido contaminado, podría comprender orificios adecuados para mejorar la aspiración de aire en el terraplén.

25 Según otra variante, el sistema de aspiración podría efectuar sólo uno de los dos tipos de aspiración en vez de los dos a la vez. Por ejemplo podría aspirar sólo fluido (por ejemplo agua) o bien sólo gas (por ejemplo aire).

30 El sistema de inyección dispone de fluido no contaminado, ya sea porque lo almacena directamente dentro del mismo, o porque lo recibe desde una entrada representada mediante la flecha (6) en la figura 1. Cuando la red de conectores (13) está unida al sistema de inyección, este último inyecta a través de los conectores (13) un determinado volumen o caudal de fluido no contaminado. El fluido en cuestión puede ser agua u otro tipo de líquido cualquiera, o bien incluso un gas cualquiera. Se elige ventajosamente para poder aspirarse mediante el sistema de aspiración, aunque este último también pueda aspirar eventualmente otros fluidos. A modo de ejemplo, el sistema de aspiración puede estar previsto para aspirar el fluido inyectado, pero también el agua residual presente en el bloque (1) de suelo independientemente de cualquier inyección.

35 Por el efecto de la presión de la inyección, el fluido inyectado penetra en la red de conectores (13) y desciende por la red asociada de drenajes (11) verticales. Al hacer esto, el fluido penetra en el bloque (1) de suelo por medio de los drenajes (11). Por tanto, el bloque (1) de suelo se carga con fluido no contaminado.

40 Por tanto se entenderá que una sucesión de inyección(es) de fluido no contaminado y de aspiración(es) de gas y/o de fluido mediante una activación alternativa de los sistemas de inyección y de aspiración permite una limpieza progresiva del bloque (1) de suelo. En efecto, el fluido inyectado se carga con contaminante presente en el bloque (1) de suelo, y después su aspiración permite evacuar al menos una parte de este contaminante con el fluido aspirado.

45 Una descontaminación de este tipo del bloque (1) de suelo se controla particularmente bien, porque la cantidad de fluido introducida en el bloque (1) de suelo y evacuada de este bloque (1) de suelo puede controlarse con precisión, durante las etapas de inyección y de aspiración.

50 Además de su papel en la descontaminación del bloque (1) de suelo se observará que la inyección de fluido en los drenajes (11) verticales, por medio de los conectores (13), permite su limpieza y su desatascamiento, concretamente cuando partículas de suelo más o menos grandes han conseguido penetrar en los mismos. Por tanto se evita tener que sacar los drenajes del bloque de suelo para limpiarlos o incluso reemplazarlos.

55 La red de conectores (14) asociada a la red de drenajes (12) verticales puede funcionar de manera similar a la red de conectores (13) asociada a la red de drenajes (11) verticales. Por tanto puede estar unida selectivamente al sistema de aspiración o al sistema de inyección (dispositivo (10₂) en la figura 1).

60 En este caso puede ser ventajoso, en determinados momentos, utilizar el sistema de aspiración y el sistema de inyección de manera que se inyecte fluido no contaminado en la red de conectores (14) mientras la red de conectores (13) está sometida a una aspiración de gas y/o de fluido (o a la inversa).

65 Esta situación se ilustra en las figuras 2 y 3, en una configuración en la que los drenajes (11) y (12) están dispuestos de manera alterna en el bloque (1) de suelo.

- 5 Fluido no contaminado inyectado en la red de conectores (14) pasa al bloque (1) de suelo descendiendo por los drenajes (12) correspondientes, tal como se ilustra mediante las flechas (15). Esto crea una circulación de fluido entre los drenajes (12) y los drenajes (11) contiguos. En su camino, el fluido inyectado se carga con contaminante por el contacto con el bloque (1) de suelo. Por tanto, el fluido que llega a las proximidades de los drenajes (11) contiene contaminante. Por la acción de la aspiración simultánea a través de la red de conectores (13), este fluido contaminado se recoge mediante los drenajes (11) y se evacúa hasta el sistema de aspiración. Por tanto, la cantidad de contaminante en el bloque (1) de suelo disminuye.
- 10 De manera ventajosa, la presión que resulta de la inyección del fluido no contaminado en la red de conectores (13) se elige para que sea inferior a la depresión que resulta de la aspiración de gas y/o de fluido a través de la red de conectores (14), por ejemplo de al menos 0,1 bar. De este modo se garantiza que el fluido continúe subiendo por los drenajes (11) verticales y que tenga lugar efectivamente el confinamiento dinámico del bloque (1) de suelo.
- 15 Debido a la capacidad de selección del modo de funcionamiento (inyección y/o aspiración) puede hacerse que, en otros momentos, tenga lugar una aspiración de gas y/o de fluido a través de las dos redes de conectores (13) y (14) simultáneamente. Una aspiración de este tipo es particularmente eficaz. Puede adoptarse por ejemplo cuando el bloque (1) de suelo ya está cargado con fluido (por ejemplo agua) sin que sea necesaria una inyección suplementaria de fluido.
- 20 También puede concebirse, en otros momentos, una inyección simultánea de fluido a través de las dos redes de conectores (13) y (14).
- 25 También se observará que la capacidad de unir una red de conectores selectivamente al sistema de aspiración o al sistema de inyección podría reservarse a la red de conectores (13), mientras que la red de conectores (14) estaría sometida a una aspiración o a una inyección sin posibilidad de conmutación entre estos dos modos de funcionamiento.
- 30 También son factibles otras configuraciones en el marco de la presente invención, tal como se le ocurrirá al experto en la técnica. A modo de ejemplos, el número, la distribución y la geometría de las redes de conectores y de drenajes podrían diferir de lo que se ha descrito anteriormente.
- 35 En un modo de realización ventajoso, el terraplén (3) (o bien el propio bloque (1) de suelo si no hay ningún terraplén) está recubierto por una membrana (4) sensiblemente impermeable al aire y al agua. La membrana (4) también es eventualmente impermeable al fluido inyectado en el bloque (1) de suelo por el sistema de inyección, para el caso en el que este fluido penetrase en el terraplén (3). De la misma manera también es eventualmente impermeable al fluido aspirado por el sistema de aspiración.
- 40 La membrana (4) es por ejemplo una membrana resistente de caucho u otro. Una estanqueidad periférica de esta membrana (4) se realiza ventajosamente gracias a una zanja (9) cavada en el suelo (2) en la periferia del bloque (1) de suelo. Esta zanja (9) se llena por ejemplo con agua y/o con un material de sellado o de estanqueidad tal como un lodo bentonítico. El borde periférico de la membrana (4) puede sumergirse entonces en la zanja (9).
- 45 La utilización de una membrana (4) permite acelerar y mejorar la obtención de la depresión por el efecto del sistema de aspiración. Permite además proteger el eventual terraplén (3) y el bloque (1) de suelo contra la penetración de agua de lluvia y otros fenómenos naturales no controlados. Por tanto puede controlarse totalmente la cantidad de agua o de fluido presente en el bloque (1) de suelo.
- 50 Cuando se utiliza una membrana (4), la conexión entre la red de conectores (13) y/o (14) la atraviesa ventajosamente de manera impermeable al aire y al agua, para conservar en la medida de lo posible las ventajas conferidas por esta membrana.
- 55 El agua contaminada evacuada del bloque (1) de suelo puede tratarse de manera que se extraiga al menos una parte del contaminante que contiene. Con tal fin puede ubicarse un dispositivo (5) de tratamiento del fluido evacuado en la salida del sistema (10) de aspiración, por ejemplo en la superficie. Este dispositivo de tratamiento puede comprender por ejemplo un filtro adaptado al contaminante que se pretende extraer. Tal filtro puede ser un filtro convencional.
- 60 De manera ventajosa, el filtro utilizado puede contener apatita o una sustancia similar. Se recuerda que la apatita designa fosfatos hexagonales de composición muy variable. Las especies de apatita comprenden concretamente la clorapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, la fluorapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ y la hidroxiapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$. La apatita actúa atrapando los iones de determinados contaminantes, tales como metales pesados, ya sean radioactivos (por ejemplo uranio, plutonio) o no (por ejemplo plomo). Esta trampa constituye una matriz muy estable, que puede capturar el contaminante durante duraciones extremadamente largas.
- 65

5 Aunque pueda utilizarse la apatita en el filtro en forma sintetizada, podrá darse preferencia a una forma natural de la apatita que procede por ejemplo de partes de peces, tales como espinas o cartílagos, cuyos rendimientos son particularmente interesantes en el marco de una descontaminación. Estas partes de peces pueden utilizarse sin transformación, o bien tras una modificación de su estructura tal como por ejemplo una trituración o una transformación en polvo.

10 El filtro utilizado puede comprender por ejemplo uno o varios cartuchos que contienen apatita, a través de los que se hace pasar el fluido aspirado. Por tanto, el fluido filtrado se libera de al menos una parte de su contaminante (flecha (7) en la figura 1).

15 El fluido al menos parcialmente descontaminado en la salida del dispositivo (5) de tratamiento puede utilizarse luego para otros fines. De manera ventajosa puede recircularse al menos en parte mediante inyección en el bloque (1) de suelo. Con tal fin, el sistema de inyección puede unirse a la salida del dispositivo (5) de tratamiento (la flecha (7) vuelve a cerrarse entonces formando un bucle sobre la flecha 6), estando ubicados medios intermedios eventualmente en el intervalo. Se limita así la cantidad de fluido necesaria para el funcionamiento del sistema, y se ahorran operaciones de almacenamiento y de transporte de fluido. Filtrados repetidos de fluido, tras una serie de inyecciones y aspiraciones, permiten tender además hacia una descontaminación total del fluido residual del bloque (1) de suelo.

20 La figura 4 muestra un ejemplo detallado no limitativo de operaciones que pueden ponerse en práctica en la salida del sistema de aspiración.

25 La referencia (16) representa una bomba de gas (por ejemplo de aire) y de fluido (por ejemplo agua) adecuada para formar parte del sistema de aspiración. Esta bomba (16) está unida por ejemplo a la red de conectores (13) y/o a la red de conectores (14) mencionadas anteriormente.

30 El gas y el fluido obtenidos en la salida de la bomba (16) se dirigen a continuación hacia un depósito (17) intermedio. Este depósito permite almacenar el fluido y evacuar el gas. Puede asociarse un instrumento (18) al depósito (17) intermedio para evaluar el nivel de limpieza del fluido en esta fase. La medición realizada por el instrumento (18) puede ser de cualquier naturaleza factible. Puede tratarse por ejemplo de una medición de concentración de un contaminante en el fluido, u otra. Por tanto puede concebirse un sensor de radiación para un contaminante radioactivo. Esta medición podrá compararse luego eventualmente con una medición realizada más lejos, por ejemplo en la salida del filtro (21), para controlar la eficacia de la cadena.

35 Una compuerta (19) de regulación está ubicada en la salida del depósito (17) intermedio para controlar el caudal de fluido en la entrada del filtro (21), por ejemplo para tener en cuenta la capacidad y/o la eficacia de este último.

40 Puede efectuarse ventajosamente una toma (20) de muestra de fluido con fines de análisis más exhaustivo, por ejemplo con respecto al nivel de limpieza del fluido antes de su entrada en el filtro (21).

El filtro (21) es por ejemplo un filtro que contiene apatita tal como se describió anteriormente. Dado el caso pueden colocarse varios filtros (21), en paralelo o en serie, para aumentar el rendimiento y/o la eficacia del filtrado.

45 El fluido al menos parcialmente descontaminado por el efecto del filtro (21) se introduce entonces en un nuevo depósito (22) intermedio de recogida.

50 Puede asociarse un instrumento (23) a este depósito para evaluar el nivel de limpieza del fluido en esta fase. La medición efectuada puede ser similar a la realizada por el instrumento (18). Permite saber si el filtrado fue eficaz, eventualmente en comparación con la medición obtenida aguas arriba del filtro (21), y/o si el filtro (21) o uno de los filtros (21) debería limpiarse o incluso remplazarse. Puede preverse un cambio de filtro por ejemplo cuando la apatita presente en este filtro se sature de contaminante y, por tanto, ya no pueda atrapar nuevos iones de contaminante.

55 Una bomba (24) de fluido recupera el fluido contenido en el depósito (22) intermedio y lo dirige hacia una ramificación que se abre en tres vías distintas en el ejemplo ilustrado en la figura 4. Un conmutador (25) u otro dispositivo de desvío puede permitir comunicar el fluido suministrado por la bomba (24) con una de las tres vías de manera selectiva. La selección de una vía puede estar supeditada a las mediciones efectuadas por el instrumento (24) eventualmente en combinación con el instrumento (18).

60 La vía (26) superior prevé un nuevo paso por el filtro (21). Esta vía puede adoptarse por ejemplo cuando el nivel de limpieza del fluido medido por el instrumento (24), eventualmente en comparación con una medición realizada por el instrumento (18), se considera demasiado reducido, por ejemplo con respecto a un umbral apropiado.

65 La vía (27) intermedia prevé un rechazo del fluido descontaminado. Esta opción puede adoptarse por ejemplo para liberarse de un exceso de fluido.

- 5 Finalmente, la vía inferior prevé una recirculación del fluido descontaminado encaminándolo hacia el sistema (29) de inyección con vistas a su inyección en el bloque de suelo que va a aislarse y descontaminarse. Esta vía puede adoptarse sólo cuando el nivel de limpieza del fluido medido por el instrumento 24, eventualmente en comparación con una medición realizada por el instrumento (18), se considere satisfactorio, por ejemplo con respecto a un umbral apropiado.
- 10 El estanque (28) dispuesto entre el conmutador (25) y el sistema (29) de inyección permite almacenar provisionalmente el fluido descontaminado y llevarlo a una presión compatible con su introducción en el sistema (29) de inyección, por ejemplo la presión atmosférica.
- 15 El experto en la técnica entenderá que los diferentes medios descritos con referencia a la figura 4 sólo constituyen ejemplos. Son posibles numerosas variantes de los mismos.
- Según un modo de realización ventajoso de la invención, que puede utilizarse solo o en combinación con cualquier otro modo de realización descrito anteriormente, puede inyectarse un producto de bloqueo de contaminante mediante el sistema de inyección. En este caso, el producto de bloqueo sigue el mismo camino que el fluido inyectado, es decir atraviesa la red de conectores (13) y/o (14), y después desciende a lo largo de la red de drenajes (11) y/o (12).
- 20 El producto de bloqueo se elige ventajosamente en relación con el contaminante presente en el bloque (1) de suelo. Puede contener por ejemplo apatita.
- Tiene como efecto entonces fijar el contaminante en el bloque (1) de suelo, más particularmente en y en las proximidades de los drenajes. El contaminante se bloquea de este modo en una matriz rígida durante la activación de la aspiración. Tal fijación del contaminante evita su propagación por el resto del suelo (2).
- 25 También es factible cualquier otro producto de bloqueo apropiado. Un producto de este tipo puede garantizar por ejemplo un bloqueo del contaminante mediante una reacción química o de manera mecánica, por ejemplo mediante fijación en alojamientos o celdas de dicho producto.
- 30 Según otro modo de realización ventajoso de la invención, que puede utilizarse solo o en combinación con cualquier otro modo de realización descrito anteriormente, el sistema de inyección inyecta, además de fluido no contaminado, al menos un aditivo adecuado para favorecer una separación del contaminante con material del bloque (1) de suelo. El aditivo utilizado (diluyente, disolvente u otro) está adaptado al contaminante presente en el bloque (1) de suelo. Preferiblemente, no deberá ser en sí mismo una fuente de contaminación tras el enjuague.
- 35 La inyección del aditivo puede hacerse al mismo tiempo que la del fluido no contaminado, o bien independientemente. En cualquier caso, el aditivo sigue el mismo camino que el fluido inyectado, es decir atraviesa la red de conectores (13) y/o (14), y después desciende a lo largo de la red de drenajes (11) y/o (12). Pasa entonces en cierta medida al bloque (1) de suelo.
- 40 El aditivo inyectado tiene como efecto soltar partículas de contaminante aferradas al material del bloque (1) de suelo. Este efecto se obtiene por ejemplo mediante una reacción que permite "lavar" el suelo, según un principio tensioactivo (por ejemplo por medio de jabón natural), electroquímico, químico, de difusión gaseosa o de utilización de bacterias. Las partículas soltadas pueden aspirarse entonces con fluido durante la activación del sistema de aspiración. Por tanto se mejora la capacidad del sistema de extraer el contaminante del bloque (1) de suelo y, por tanto, de descontaminar este último.
- 45 Puede utilizarse un sistema de dosificación del aditivo para controlar la cantidad de aditivo introducida en el sistema de inyección y, por tanto, controlar mejor la reacción entre el aditivo y el material del bloque (1) de suelo.
- 50 También pueden concebirse otras variantes y modos de realización ventajosos en el marco de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para aislar y descontaminar un bloque (1) de suelo que contiene al menos un contaminante, comprendiendo el sistema:
 - 5 - una primera red de drenajes (11) dispuestos de manera sensiblemente vertical en el bloque de suelo;
 - una primera red de conectores (13) conectados a los drenajes de la primera red de drenajes;
 - 10 - un sistema (10) de aspiración de gas y/o de fluido; y
 - un sistema (10) de inyección de fluido no contaminado,
 caracterizado porque comprende además medios para unir la primera red de conectores selectivamente al sistema de aspiración o al sistema de inyección.
- 15 2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además una segunda red de drenajes (12) dispuestos de manera sensiblemente vertical en el bloque (1) de suelo y sensiblemente en alternancia con los drenajes (11) de la primera red de drenajes, y una segunda red de conectores (14) conectados a los drenajes de la segunda red de drenajes, siendo la segunda red de conectores adecuada para unirse al sistema (10) de aspiración y/o al sistema (10) de inyección.
- 20 3. Sistema según la reivindicación 2, que comprende medios para unir la segunda red de conectores (14) selectivamente al sistema (10) de aspiración o al sistema (10) de inyección.
- 25 4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (10) de aspiración de gas y/o de fluido está configurado para aspirar, al menos momentáneamente, solamente gas, de manera que se mantiene el bloque (1) de suelo en depresión incluso en ausencia de aspiración de fluido.
- 30 5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (10) de aspiración y el sistema (10) de inyección están configurados para que, cuando una de entre la primera y la segunda red de conectores (13; 14) está unida al sistema de aspiración mientras que la otra de entre la primera y la segunda red de conectores está unida al sistema de inyección, la presión que resulta de la inyección del fluido no contaminado sea inferior a la depresión que resulta de la aspiración del gas y/o del fluido.
- 35 6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para aislar y descontaminar un bloque (1) de suelo coronado por un terraplén (3) preexistente o instalado durante la construcción del sistema, en el que los conectores (13; 14) de la primera y/o de la segunda red de conectores están dispuestos de manera sensiblemente horizontal en el terraplén.
- 40 7. Sistema según la reivindicación 6, que comprende además una membrana (4) sensiblemente impermeable al aire y al agua para recubrir el terraplén (3) y/o el bloque (1) de suelo.
- 45 8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (10) de inyección está configurado para inyectar un producto de bloqueo del contaminante.
9. Sistema según la reivindicación 8, en el que el producto de bloqueo contiene apatita.
- 50 10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además, en la salida del sistema (10; 16) de aspiración, un dispositivo (5; 21) de tratamiento del fluido evacuado de manera que se extrae al menos una parte del contaminante.
- 55 11. Sistema según la reivindicación 10, en el que el dispositivo (5; 21) de tratamiento comprende un filtro que contiene apatita.
12. Sistema según la reivindicación 9 u 11, en el que la apatita procede de partes de peces, tales como espinas o cartílagos.
- 60 13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el sistema (10; 29) de inyección está unido a la salida del dispositivo (5; 21) de tratamiento, de manera que se recircula al menos una parte del fluido.
- 65 14. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (10) de inyección es adecuado para inyectar, además de fluido no contaminado, al menos un aditivo que es adecuado para favorecer una separación del contaminante con material del bloque (1) de suelo o una movilidad del contaminante dentro del bloque de suelo.

- 5 15. Procedimiento para aislar y descontaminar un bloque (1) de suelo que contiene al menos un contaminante por medio de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando dispuestos una primera red de drenajes (11) de manera sensiblemente vertical en el bloque de suelo, estando conectados una primera red de conectores (13) a los drenajes de la primera red de drenajes, en el que se une la primera red de conectores selectivamente a un sistema (10) de aspiración de gas y/o de fluido o a un sistema (10) de inyección de fluido no contaminado.

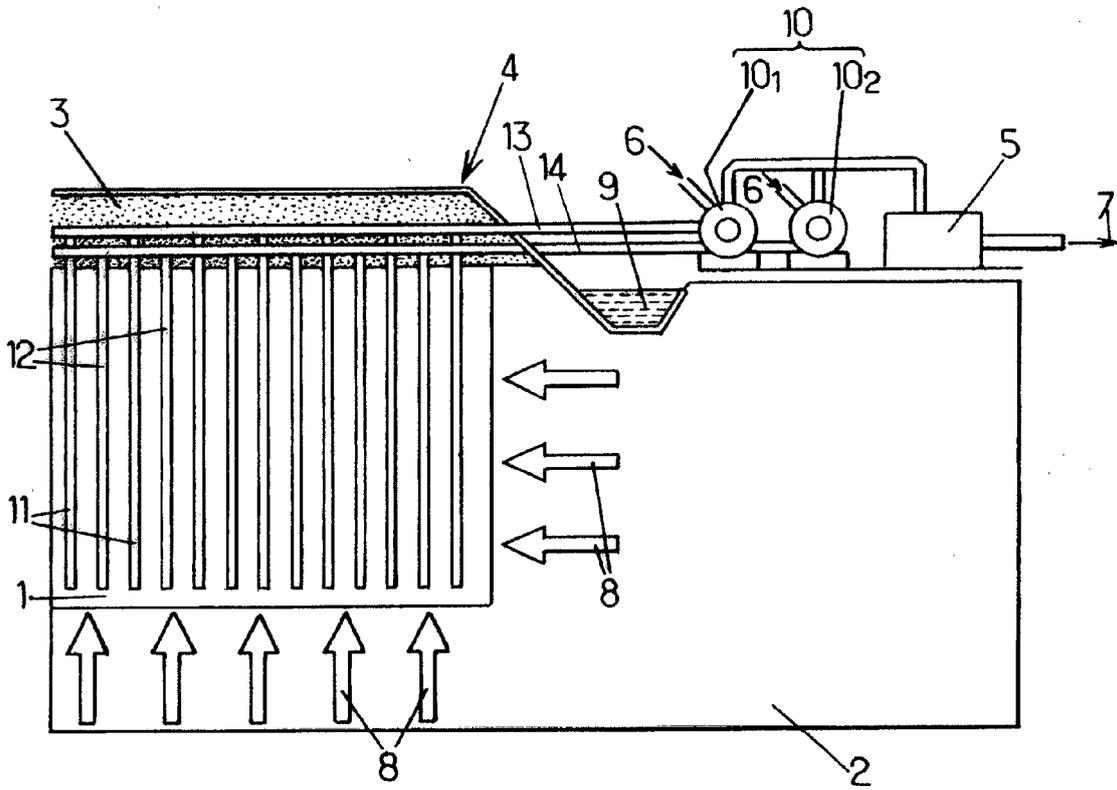
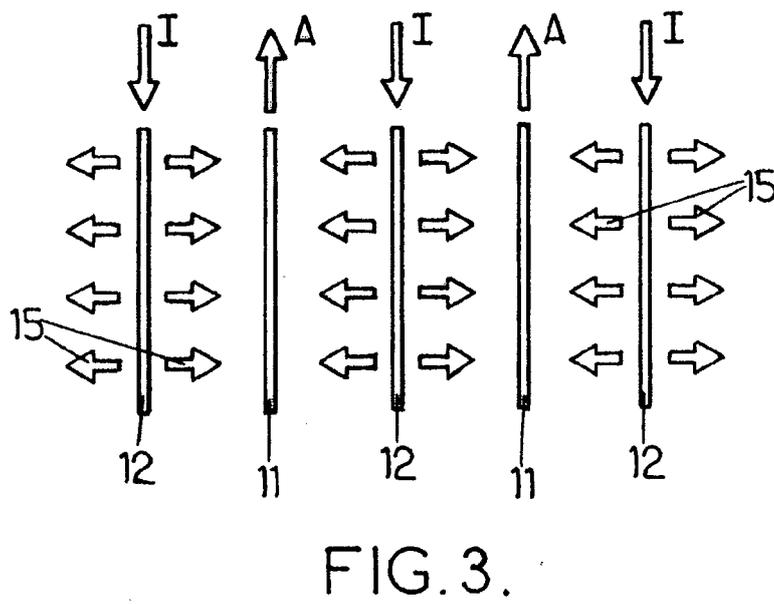
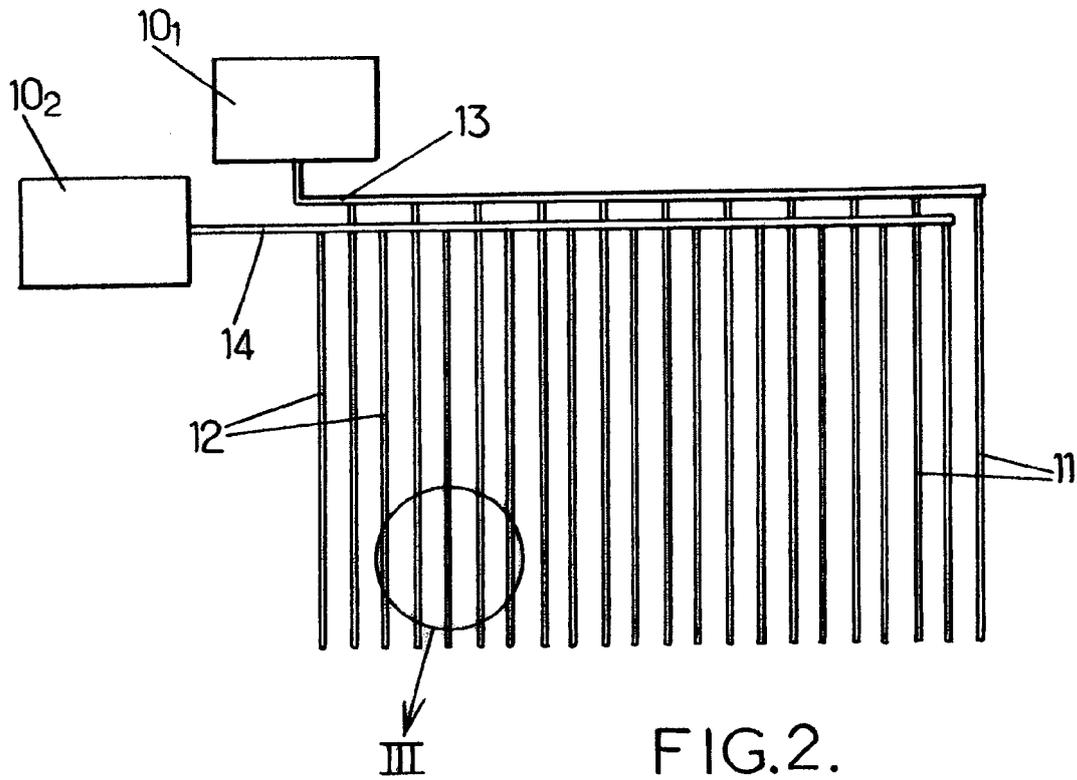


FIG.1.



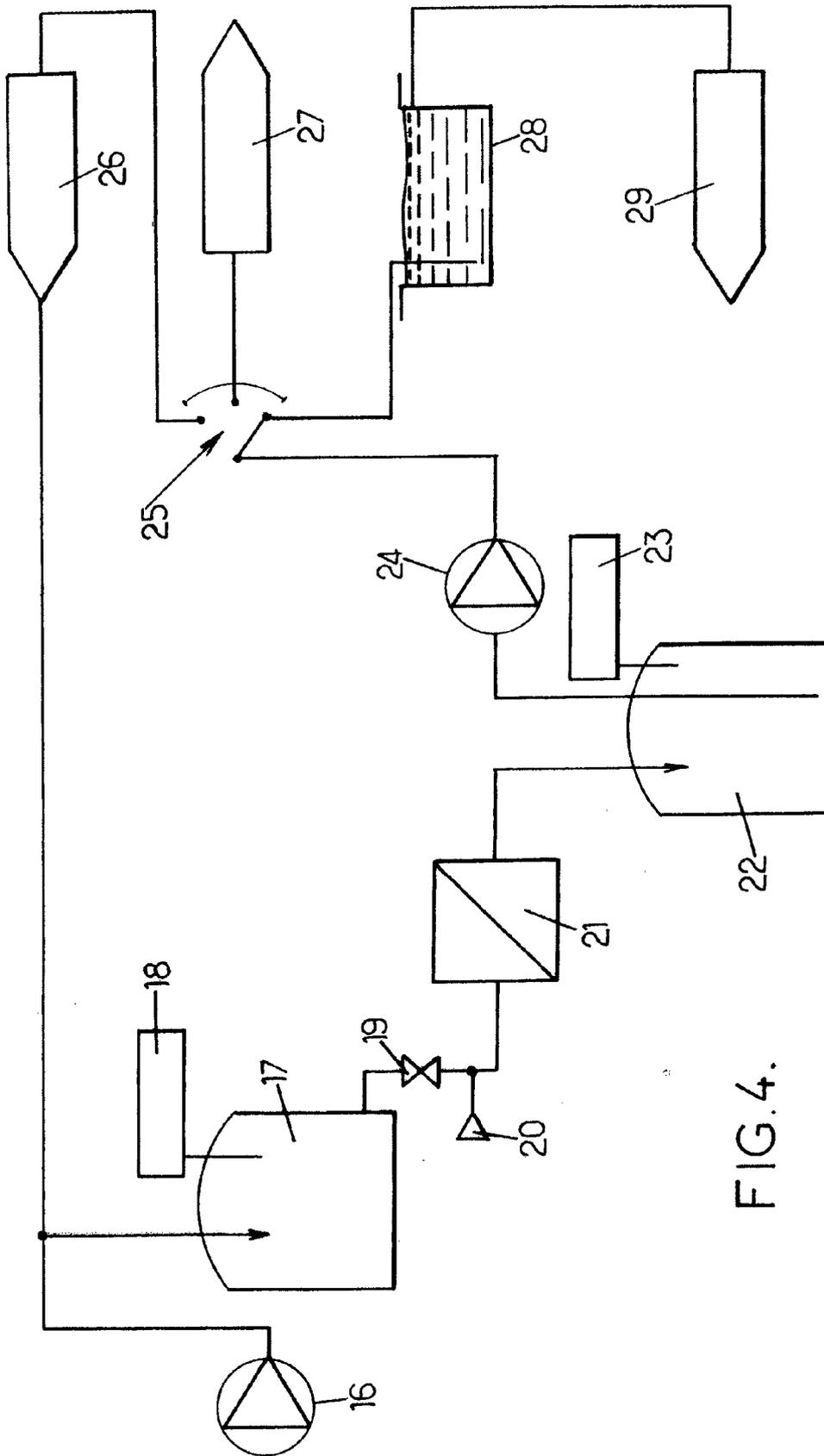


FIG.4.