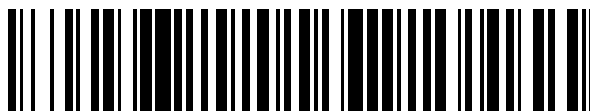


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 548**

51 Int. Cl.:

B09B 1/00 (2006.01)

B65G 5/00 (2006.01)

E03B 3/00 (2006.01)

E21F 17/16 (2006.01)

F03B 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2011 E 11158126 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 2486988**

54 Título: **Sistema de gestión de agua subterránea para minas y procedimiento para la operación de dicho sistema de gestión de agua**

30 Prioridad:

11.02.2011 EP 11154117

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

16.10.2013

73 Titular/es:

LUXIN (GREEN PLANET) AG (100.0%)
Brambergstrasse 18
6004 Luzern, CH

72 Inventor/es:

BURKHARDT, HOLGER y
GLANZMANN, ARTHUR

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 425 548 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 de gestión de agua subterránea para minas y procedimiento para la operación de dicho sistema de gestión de agua

5 La invención se refiere a un sistema de gestión de líquidos subterráneo para minas, una central abastecedora de agua que presenta el sistema de gestión de líquidos y un sistema de salida, así como un procedimiento para la operación de un sistema de gestión de líquidos.

10 Por ejemplo, en Sudáfrica o en Sudamérica o Centroamérica y en numerosos otros países y regiones del mundo existen minas o explotaciones mineras abandonadas las o aun el funcionamiento, las cuales en parte se extienden a profundidades muy grandes (por ejemplo 2000 a 5000 m). En estas minas o explotaciones mineras existen cavidades en diferentes niveles. Las mismas ya pueden haberse llenado parcialmente de agua de manera natural.

15 Por el documento DE 103 61 590 A1 se conoce una central de acumulación por bombeo, en la que por lo menos para el depósito inferior se usa espacio hueco artificialmente creado en una instalación de pozo.

20 El documento DE 195 13 817 B4 describe una central de acumulación por bombeo que se dispone en una fosa de una explotación a cielo abierto existente o agotada de un yacimiento de lignito. A este respecto se aprovecha la profundidad de excavación de la fosa previamente mencionada, a fin de proveer los depósitos acumuladores necesarios para la central de acumulación por bombeo con la correspondiente diferencia de nivel entre sí. Por lo menos el depósito inferior está dispuesto por debajo del nivel del entorno. Los depósitos contruidos artificialmente se pueden formar mediante la excavación resultante de la explotación del yacimiento de lignito.

25 Por el documento DE 100 28 41 se conoce la provisión de una central hidráulica como unidad constructiva en bloque con forma básica cilíndrica, la cual se encuentra parada sobre la superficie del terreno o sumergida total o parcialmente en el terreno, para permitir el aprovechamiento de la energía hidráulica de manera artificial e independiente de las topografías naturales del terreno o de los potenciales hidráulicos naturales. En el edificio cerrado, construido artificialmente, se proveen dos depósitos dispuestos uno encima del otro. En una operación de acumulación se bombea agua por medio de una bomba del depósito inferior al depósito superior. En una operación de generación de energía, el agua se hace retornar del depósito superior al depósito inferior pasando por una turbina generadora de corriente dispuesta entre los depósitos. La energía requerida para la bomba puede ser suministrada mediante instalaciones de energía eólica o energía solar o por una unidad geotérmica.

35 El documento DE-A1-102008007169 divulga un sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 1 y un procedimiento para la operación de un sistema de gestión de líquidos con las características de la reivindicación 19.

40 Por lo tanto, el estado de la técnica solo muestra centrales de acumulación por bombeo previstas para la generación de energía, en que los depósitos acumuladores se prevén de manera predominantemente artificial y separada en el suelo. Tan solo el documento DE 103 61 590 A1 propone producir un depósito inferior de una central de acumulación por bombeo a partir de una instalación de pozo creada artificialmente.

45 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención consiste en poner a disposición un sistema que de manera sencilla y económicamente favorable esté disponible para una amplia gestión de líquidos (por ejemplo, gestión de agua) y que junto a la generación de energía y la acumulación de energía también sirva para acumular y depurar líquidos que se encuentran en una mina.

50 Dicho objetivo se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes amplían la idea central de la invención de manera particularmente ventajosa.

De acuerdo con un primer aspecto, se provee un sistema de gestión de líquidos subterráneo para minas para la obtención de energía, almacenamiento de energía, almacenamiento y depuración de líquidos presentes en la mina o en su entorno natural (por ejemplo agua y/o aguas superficiales) de acuerdo con la reivindicación 1; abarcando por 55 lo tanto también la descomposición o la eliminación de impurezas (entre otras cosas también de sustancias sólidas) en líquidos del entorno natural. En consecuencia, bajo el término líquido en lo subsiguiente se entiende cualquier líquido que o bien penetra de manera natural o artificial en las cavidades de la mina o que está presente en el entorno natural de la mina, en particular aguas freáticas o agua de superficie (por ejemplo, agua de lluvia). El sistema presenta por lo menos un primer depósito, el cual está formado por un espacio vacío de la mina, y por lo menos un segundo depósito. Por lo menos la base del segundo depósito está dispuesta por encima de la base del primer depósito. De manera particularmente preferente, el segundo depósito está dispuesto por encima del primer depósito. El sistema de gestión de líquidos subterráneo presenta además: por lo menos un conducto de conexión entre los depósitos, para hacer pasar el líquido, por lo menos un dispositivo de bomba para transportar el líquido a través de los conductos desde el primer depósito al segundo depósito, y una instalación de geotermia para la obtención de energía geotérmica por lo menos para el funcionamiento de la bomba y preferentemente también para el funcionamiento de otros componentes del sistema, es decir, para el consumo propio del sistema, y dado el caso 65

también para el suministro a terceros, es decir, por ejemplo mediante la alimentación de la energía obtenida a una red eléctrica (energía eléctrica) o a un acumulador térmico (energía térmica). La instalación de geotermia también puede proveerse para la obtención de calor o frío, con la finalidad de aprovechar los mismos, por ejemplo, en zonas residenciales o industriales adyacentes, o en la propia mina; por ejemplo como central termoeléctrica / bomba

5 térmica o instalación de energía.

Con el sistema de acuerdo con la presente invención es posible, por lo tanto, aprovechar de una manera simple y económicamente favorable las cavidades ya presentes en una mina sin requerir medidas constructivas adicionales de mayor importancia para una amplia gestión de los líquidos (almacenamiento y depuración de líquidos y

10 sustancias sólidas y (simultáneamente) obtención de energía y almacenamiento de energía). El sistema de gestión de líquidos en este respecto comprende por ejemplo la reconducción del sistema a su estado natural, es decir la renaturalización de la mina y/o de los líquidos, en particular de las aguas freáticas y las aguas de superficie. Adicionalmente, la gestión de líquidos también comprende la degradación de contaminaciones tanto en el agua (aguas freáticas y superficiales) como también en la mina, es decir, en las propias capas geológicas. Además tiene

15 lugar una extensa protección de las aguas freáticas, ya que las aguas freáticas presentes de manera natural en un determinado estrato geológico en la mina se depuran y, en particular, ya no se someten a otras cargas. En sinergia con el sistema respetuoso del medio ambiente, la geotermia, es decir el calor de la tierra, que en las minas encuentra particularmente bien accesible debido a su profundidad, se puede aprovechar para la obtención de energía eléctrica y, dado el caso, adicionalmente también para la obtención de calor y/o de frío; en particular para la

20 operación de la bomba del sistema de gestión de líquidos o de la propia mina. Debido a la obtención de energía a partir de la geotermia, para el explotador de la mina se puede reducir adicionalmente la dependencia de proveedores de energía externos (por ejemplo para corriente, calor, frío, etc.), mientras que por lo menos esta parte del abastecimiento de energía tiene lugar con energía sostenible (regenerativa).

25 Preferentemente todos o por lo menos una gran parte de los depósitos a ser utilizados para el sistema de gestión de fluidos subterráneo se forman por medio de cavidades de la mina. De esta manera ya no es necesario proveer tanques externos adicionales y la puesta a disposición del sistema de gestión de líquidos se simplifica claramente y además es económicamente favorable y sencilla en su fabricación.

30 Preferentemente, entre y/o en los depósitos se prevén etapas de depuración. De esta manera, los líquidos contaminados pueden ser depurados de manera compatible con el medio ambiente y sin salir del propio sistema. Esto conlleva a una degradación efectiva y eficiente de las contaminaciones presentes en todas las aguas presentes en la mina, y en particular contribuye a una muy marcada protección de las aguas freáticas, lo cual también tiene un efecto positivo sobre la renaturalización del sistema.

35 Una contaminación del líquido en los depósitos puede ocurrir, por ejemplo, debido al material que se explota en la mina (por ejemplo uranio), o debido al material usado para la explotación (por ejemplo en la extracción de oro). Por lo tanto, una contaminación ocurre en un determinado estrato geológico o llega a esa capa por contaminación de las aguas freáticas o de los demás líquidos que entran en el sistema (por ejemplo aguas subterráneas y aguas de

40 superficie), u ocurre por lo menos en el líquido presente en las cavidades (por ejemplo, aguas freáticas).

En particular en las minas existen correspondientes espacios vacíos que de acuerdo con la invención se usan como depósitos, dispuestos en diferentes conductos de aguas freáticas y/o que atraviesan varios conductos de aguas freáticas. Los conductos de aguas freáticas, que a veces también se denominan como capas acuíferas, son capas

45 naturales o cuerpos rocosos con espacios vacíos que son adecuados para conducir las aguas freáticas. Geológicamente, los conductores de aguas freáticas se separan o se limitan entre sí por capas impermeables al agua, las así llamadas capas acuífugas. Durante la construcción o explotación de la mina, normalmente se traspasan diferentes capas acuíferas, las cuales, por ejemplo, después del cierre de la mina muchas veces se inundan (con aguas freáticas) de manera artificial o natural. Cuando se inunda la mina ocurre que los líquidos (aquí por ejemplo aguas freáticas) provenientes por ejemplo de capas geológicas contaminadas con uranio se mezclan

50 con líquido/agua proveniente de capas no contaminadas, lo cual conlleva a una contaminación innecesaria del líquido total en la mina.

Para impedir esta mezcla incontrolada del agua y prevenir así daños mayores en las aguas freáticas y por ende también en el ecosistema circundante, preferentemente en sitios adecuados se intercalan o se prevén las etapas de depuración previamente mencionadas, en las que se puede realizar un proceso de depuración del líquido contaminado. La mezcla incontrolada del agua además se puede prevenir a través de medidas constructivas de separación adecuadas. De esta manera es posible eliminar o por lo menos reducir en gran medida las

55 contaminaciones por ejemplo en las aguas freáticas, de tal manera que es posible evitar daños a largo plazo en el ecosistema y lograr que las aguas freáticas vuelvan a ser aprovechables para el hombre y la naturaleza.

Para lograr esto, la etapa de depuración presenta por lo menos un dispositivo de filtro para depurar el líquido, preferentemente por lo menos en o entre depósitos, más preferentemente por lo menos en o entre depósitos en

60 capas contaminadas. Con el dispositivo de filtro es posible una degradación incrementada de contaminaciones que a su vez tiene un efecto positivo sobre las aguas freáticas y su pureza/depuración, ya que la calidad de las mismas se puede incrementar claramente debido a la contaminación eliminada o por lo menos fuertemente reducida.

El dispositivo de filtro para ello por una parte puede estar unido con el dispositivo de bomba de tal manera desde el punto de vista reotécnico que el líquido es depurado durante un proceso de bombeo del dispositivo de bomba, preferentemente que el líquido es depurado al pasar por los conductos. Por otra parte, de manera adicional o alternativa por lo menos un depósito puede estar por lo menos parcialmente relleno con material poroso, el cual forma entonces el dispositivo de filtro. En tal sentido también se hace referencia al sistema almacenador de agua y depurador de agua de acuerdo con el documento EP 2 058 441 A1, cuyo objeto también puede ser usado de manera comparable como dispositivo de filtro en depósitos de la presente invención.

Así, el dispositivo de filtro por ejemplo puede presentar además: por lo menos una capa de barrera orientada de manera substancialmente horizontal en el depósito para prolongar el camino de infiltración del líquido, donde la capa de barrera está provista con por lo menos un paso para el líquido y por encima y por debajo de la capa de barrera se encuentra material poroso; así como un recipiente colector para recoger el líquido depurado, el cual se extiende desde la base del depósito en una dirección substancialmente vertical hacia arriba. El recipiente colector de agua presenta por lo menos por debajo de la capa de barrera inferior por lo menos una abertura, a través de la cual el líquido puede fluir o infiltrarse.

En ampliación del dispositivo de filtro mencionado de último, en el recipiente colector de agua puede encontrarse dispuesto un dispositivo de bomba. En este caso un conducto se extiende desde el dispositivo de bomba en dirección vertical hacia arriba por lo menos hasta salir del recipiente colector (y por consiguiente hacia el interior del correspondiente depósito). El líquido depurado por lo tanto puede ser conducido nuevamente al circuito de depuración, para incrementar aún más el grado de depuración del líquido. En una forma de realización preferida, el conducto previamente mencionado se extiende adicionalmente también hacia el exterior del depósito mismo. Por lo tanto, de una manera simple está dado por una parte el retorno del líquido al circuito de depuración y por otra parte el suministro del líquido depurado otros depósitos o hacia el entorno circundante.

En ampliación del dispositivo de filtro mencionado de último, de manera alternativa o adicional el recipiente colector también puede estar dispuesto de tal manera que se encuentra dispuesto por encima de una abertura de comunicación que conduce a un depósito ubicado debajo, donde el recipiente colector rodea substancialmente la abertura de comunicación. Por lo tanto, el dispositivo de depuración se puede conectar con un segundo dispositivo de depuración subyacente, lo cual aumenta la efectividad de la etapa de depuración. Además, mediante la provisión de turbinas en la abertura de comunicación se puede obtener energía adicionalmente, cuando el líquido se descarga de manera preferentemente selectiva del recipiente colector al depósito subyacente.

La etapa de depuración además puede presentar por lo menos un dispositivo de depuración para aumentar o disminuir el valor pH del líquido. Este dispositivo de depuración presenta preferentemente por lo menos una capa de cal, a través de la cual y/o a lo largo de la cual el líquido es conducido para la modificación del valor pH. De esta manera es posible, aumentar el valor pH por ejemplo de las aguas freáticas, que en algunas regiones presentan un valor pH particularmente bajo (de aproximadamente 2-3), a un nivel deseado, de manera particularmente preferente en un intervalo de valor pH neutro. Sin embargo, también es imaginable que el agua u otros líquidos con cualquier valor pH actualmente dado se incrementen o se reduzcan a un valor pH deseado, diferente del valor actual. Por lo tanto, junto con o para la depuración del líquido también es posible adaptar su valor pH.

De acuerdo con la invención, por lo menos un depósito se extiende sobre por lo menos una capa no contaminada y una capa contaminada y en el depósito que se extiende sobre las capas se provee una barrera artificial que se extiende preferentemente a lo largo de una capa acuífuga que separa la capa contaminada de la capa no contaminada. De esta manera se puede evitar con seguridad que el líquido contaminado se mezcle innecesariamente con líquido no contaminado, incluso si un depósito se extiende sobre varios conductores de aguas freáticas. Esto resulta además en una mejor protección de las aguas freáticas, en particular debido a que las aguas freáticas no contaminadas no entran en contacto innecesariamente con agua contaminada (aguas freáticas o de superficie) u otros líquidos contaminados. En una forma ampliada, en la barrera también se puede proveer una abertura de paso, en cuya dirección de flujo se encuentra dispuesta una turbina para la obtención de corriente eléctrica y que puede ser cerrada mediante una válvula de cierre.

Los conductos en general se extienden de manera particularmente preferente en una dirección substancialmente vertical hacia arriba desde el interior del respectivo depósito hacia el interior de por lo menos un depósito ubicado más arriba y/o hacia el exterior de la mina. "Hacia el exterior de la mina" significa en particular que el conducto mencionado se extiende hasta la superficie del terreno y, dado el caso, más allá de la misma hacia el entorno circundante, por lo que preferentemente se puede tener acceso al mismo desde el exterior.

Además, el dispositivo geotérmico o la geotermia preferentemente son la fuente de energía primaria, aunque adicionalmente pueden estar disponibles otras fuentes de energía, en particular de energías renovables, tales como por ejemplo una instalación de energía eólica para la obtención de energía eólica, una instalación de energía solar para la obtención de energía fotovoltaica y/o una central de acumulación por bombeo para la obtención de energía hidráulica, así como otras similares. De esta manera está dado en todo momento un suficiente abastecimiento de energía del sistema de gestión de líquidos subterráneo, puesto a disposición mediante energías renovables,

mediante lo cual el medio ambiente no se carga adicionalmente. La energía obtenida a través de fuentes de energía regenerativa –pero también de cualquier energía externamente suministrada– puede ser almacenada mediante el almacenamiento del líquido en un depósito ubicado en un nivel superior y transformada en energía (por ejemplo corriente eléctrica) en cualquier momento mediante el accionamiento de una turbina dispuesta en el trayecto de flujo a través de la descarga selectiva del líquido hacia un depósito ubicado en un nivel más bajo (central de acumulación por bombeo).

Además es posible que un depósito esté configurado como reserva de líquido o depósito de líquido, en donde el líquido se recoge y se mantiene disponible, por ejemplo para estar disponibles para la operación de la mina propiamente dicha o, en el caso de que el líquido sea agua, como depósito de agua de servicio o de agua potable, o también para la renaturalización del sistema y su entorno. Por lo tanto es posible que para la operación de la mina o después de su abandono se pueda obtener líquido (en particular aguas freáticas y/o de superficie) de fuente propia para ponerse a disposición en cualquier forma. De esta manera se evita el uso de los recursos naturales del medio ambiente, tales como por ejemplo el agua de ríos y lagos circundante, lo que resulta en una protección del medio ambiente debido a la ausencia de intervenciones innecesarias en el mismo y además puede promover una renaturalización de la mina, de su entorno y de los líquidos depurados. Debido a que la mina se autoabastece, ella ya no depende de una oferta de agua pública, lo cual tiene una gran importancia sobre todo en regiones con escasez de agua y amplía el campo de aplicación o por lo menos lo hace más atractivo desde el punto de vista económico.

De manera particularmente preferente el líquido es agua, preferentemente agua subterránea y/o agua de superficie o agua suministrada artificialmente para inundar la mina. Según se ha descrito previamente, el agua puede ser reutilizada o usada nuevamente de múltiples maneras; por ejemplo para la renaturalización, donde la misma es fomentada adicionalmente mediante la degradación de la contaminación.

Preferentemente las paredes de separación o las capas de separación de arcilla o de roca arcillosa están provistas en el sistema de gestión de líquidos subterráneo en los sitios en donde ocurren o fluyen líquidos contaminados, para depurar líquidos contaminados en particular con sustancias radioactivas. De esta manera se provee un dispositivo de depuración efectivo para líquidos contaminados en particular con sustancias radioactivas.

De acuerdo con otro aspecto, la invención describe una central abastecedora de agua para el suministro de agua potable y agua de servicio, la cual presenta el sistema de gestión de líquidos subterráneo como sistema de gestión de agua, y además un sistema de salida para suministrar el agua del sistema de gestión de agua.

Además se divulga un procedimiento para la operación del sistema de gestión de líquidos.

La invención será descrita ahora mediante ejemplos de realización se representa de las figuras de los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con un primer ejemplo de realización que no corresponde a la invención;

La Fig. 2 muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con un segundo ejemplo de realización que no corresponde a la invención;

La Fig. 3 muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La Fig. 4 muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con un tercer ejemplo de realización que no corresponde a la invención.

La Fig. 1 muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo 1 no correspondiente a la invención. El sistema de gestión de líquidos subterráneo 1 presenta un primer depósito 2. Este depósito 2 está formado por uno o varios espacios vacíos o cavidades de una mina M. Bajo el término "mina", de acuerdo con la invención se entienden todos los tipos de minas, explotaciones mineras y similares, que presentan espacios vacíos subterráneos, así como toda clase de cavernas y sistemas de cavernas naturales.

Por encima del primer depósito 2 se encuentra dispuesto por lo menos un segundo depósito 3. Este segundo depósito 3 a este respecto puede ser un depósito adicionalmente provisto e independiente de las cavidades de la mina; es decir, por ejemplo, un depósito provisto en las inmediaciones de la mina (por encima de la superficie (del terreno) O). Preferentemente, el segundo depósito 3, al igual que el primer depósito 2, están formados por espacios vacíos de la mina M. De esta manera se tiene la posibilidad de usar estructuras ya existentes de una mina M de una manera simple y económicamente favorable para un sistema de gestión de líquidos subterráneo. Sin embargo, la invención no está limitada a un determinado número de depósitos y puede presentar cualquier número de depósitos que se quiera; lo cual depende en particular de cuántos depósitos están previstos en la mina M. En teoría también es posible incrementar artificialmente el número de depósitos, por ejemplo mediante la previsión de pozos

adicionales o mediante la subdivisión artificial de pozos individuales en varios pozos parciales. Asimismo, el número de depósitos puede ser menor que el número de depósitos previstos en la mina M, en donde los depósitos no necesarios no son integrados en el sistema.

Aunque los depósitos 2, 3 en la Fig. 1 se encuentran dispuestos uno encima del otro con su volumen total, también es imaginable que por lo menos la base del segundo depósito 3 esté dispuesta por encima de la base del primer depósito 2. En ese caso, los depósitos 2, 3 por lo tanto estarían dispuestos de manera mutuamente desplazada en la dirección horizontal. Solo es decisivo que los depósitos se encuentran dispuestos de tal manera que pueda ocurrir un flujo del líquido producido por gravitación desde un nivel superior de un depósito 3 hacia un nivel inferior de otro depósito 2.

Bajo el término "líquido" de acuerdo con la presente invención se puede entender cualquier líquido. Preferentemente el líquido es agua, pudiendo tratarse de aguas freáticas y/o aguas de superficie y/o aguas conducidas artificialmente al interior de la mina. De esta manera se provee un sistema de gestión de líquidos 1 o un sistema de gestión de agua, con el cual es posible almacenar y en particular también depurar aguas freáticas, agua de superficie, agua de servicio y agua potable. Esto a su vez representa un fundamento importante para una protección particularmente buena de las aguas freáticas, así como para una posibilidad mejorada de renaturalización del sistema entero, de su entorno y de los líquidos (por ejemplo agua de superficie o aguas freáticas). Además es imaginable que el líquido sea un líquido (cualquiera) almacenado en la mina en particular después del abandono de la mina para fines de almacenamiento, depuración, obtención de energía y/o almacenamiento de energía. En este último caso, la rentabilidad de una empresa también se puede conservar después del cierre de la mina M, si la mina M se "reaprovecha" de una manera simple y económicamente favorable para el almacenamiento y suministro de líquidos, es decir, usándola de una manera nueva y adicional, mientras que el sistema de gestión de líquidos 1 al mismo tiempo puede ser aprovechado para la obtención de energía por medio del líquido almacenado. Si existen numerosos depósitos, el sistema de gestión de líquidos 1 también puede ser usado simultáneamente para diferentes líquidos, los cuales a su vez pueden ser usados de manera independiente entre sí para almacenamiento, depuración, obtención de energía y/o almacenamiento de energía, según se explicará en la subsiguiente.

Del sistema de gestión de líquidos subterráneo 1 presenta además un conducto 4 que une los depósitos 2, 3 para conducir a través del mismo un líquido que se encuentra en la mina M. El sistema de gestión de líquidos a este respecto no está limitado a un número determinado de conductos 4, 26. Así, depósitos individuales pueden estar conectados con uno o varios conductos 4. Además, también es posible que solo algunos depósitos individuales, varios de ellos o todos ellos estén conectados entre sí (véase la Fig. 2 a Fig. 4). Igualmente es imaginable que algunos depósitos individuales, varios de ellos o todos ellos estén conectados con solamente un conducto 4 (véase la Fig. 4). De manera alternativa o adicional, el conducto 26 también se puede extender hacia el exterior de la mina M, es decir hasta la superficie (del terreno) O, o más allá de la misma hacia el entorno de la mina M (véase la Fig. 2).

Los conductos 4, 26 preferentemente están configurados como tubo ascendente y pueden proveerse bien sea a través de una tubería ascendente 4, 26 prevista por separado, los cuales por ejemplo ya han sido provistos durante la explotación de la mina M, o que se forman por medio de pozos de comunicación 5, 27 previstos y ya existentes o posteriormente integrados en la mina M. Los conductos 4, 26 se extienden hacia arriba desde el respectivo depósito 2 hacia el interior de por lo menos uno o varios o incluso todos los depósitos 3 ubicados encima y/o hacia el exterior, es decir, hasta por encima de la superficie (del terreno) O. Esto será descrito más detalladamente en otros ejemplos de realización adicionales. Cabe observar que la invención no está limitada a la orientación sustancialmente vertical de los conductos que se muestra en la figura 3, en tanto los conductos permitan el transporte del líquido desde un nivel inferior a un nivel superior.

Para impedir un retorno involuntario del líquido desde un nivel superior, o sea desde el segundo depósito 3 en la figura 1, hacia un nivel más bajo, o sea al primer depósito 2 en la figura 1, a través del conducto 4, 26, preferentemente en el extremo superior del conducto 4, 26 (O respectivamente en el pozo 5, cuando el mismo sirve como conducto) se provee una válvula de aspiración 6.

Para conducir el líquido a través del conducto 4, se provee un dispositivo de bomba P en el depósito 2 ubicado más abajo conforme al sentido de flujo, a través del cual el líquido es aspirado desde el primer depósito 2 y transportado a través del conducto 4 hacia el interior del segundo depósito 3. Para esto, la bomba P preferentemente está dispuesta sobre la base del primer depósito ubicado más abajo 2, para permitir un transporte lo más efectivo posible del líquido entero desde el primer depósito 2.

Para el funcionamiento de la bomba P, de acuerdo con la presente invención está prevista una instalación geotérmica que en las figuras se representa solo esquemáticamente. Las instalaciones geotérmicas son suficientemente conocidas y por lo tanto no serán descritas adicionalmente en este espacio. La previsión de una instalación geotérmica es conveniente en particular por el hecho de que las minas M normalmente alcanzan profundidades muy grandes y por lo tanto la obtención de geotermia (calor de la tierra) resulta fácil debido a la escasa profundidad de perforación adicional comparado con el caso en el que la geotermia tiene que ser obtenida partiendo de la superficie terrestre O. Por lo tanto es posible garantizar de una manera sencilla, y a través del uso de energías regenerativas también de forma compatible con el medio ambiente e independientemente de influencias

externas, el funcionamiento de la bomba P en todo momento. Además, la energía obtenida (energía eléctrica, al calor, frío) también puede ser puesta a la disposición de otros componentes dentro o fuera del sistema y/o alimentada a una red de energía eléctrica o un circuito de calefacción o refrigeración, o algo similar.

- 5 La geotérmica puede ser aprovechada adicionalmente para una central termoeléctrica/bomba térmica, no representadas aquí pero conocida suficientemente, en donde la energía térmica puede ser aprovechada por el propio sistema o derivada por el sistema para un aprovechamiento externo. Por lo tanto es posible aprovechar directamente la energía térmica obtenida, derivando la misma de una manera conocida, y también aprovechar indirectamente la energía térmica, transformando la misma en energía eléctrica.

10 Como suplemento de la bomba térmica, la instalación geotérmica 7 también puede estar prevista como central energética para la producción tanto de calor como también de frío. Por ejemplo, en instalaciones geotérmicas de evaporación directa se genera frío como producto de desecho en la obtención de calor. Para que dicho frío también pueda ser accesible y aprovechable, en la instalación del dispositivo geotérmico 7 se pueden realizar dos perforaciones de profundidad, en las que circula respectivamente una sonda. Debido al calor geotérmico, el refrigerante líquido se evapora, absorbe la energía y por su propia presión llega a un compresor. Por consiguiente, durante la extracción de calor se enfría la sonda. El frío obtenido puede ser aprovechado entonces por medio de un segundo circuito dentro de la sonda, en donde se utiliza como refrigerante por ejemplo una mezcla de amoníaco.

- 20 El calor y el frío obtenidos o producidos a través de la instalación geotérmica 7 como bomba térmica o como central energética, respectivamente, al igual que la energía eléctrica obtenida, puede ser usada para las zonas industriales, residenciales y similares (circundantes) o para la propia mina M. La instalación geotérmica 7 o la energía geotérmica obtenida (en el cambio de uso de la mina), respectivamente, se pueden aprovechar por lo tanto de igual manera como proveedor de energía para corriente eléctrica, calor y frío, por ejemplo para la venta a terceros o para el propio consumo (por ejemplo de la mina activa).

Adicionalmente la instalación geotérmica 7 como fuente de energía primaria es imaginable además que el sistema 1 presente otras fuentes de energía. En particular se pueden usar todas las fuentes de energía regenerativas actuales y futuras. Para esto resultan apropiadas sobre todo las plantas de energía eólica (no mostradas) para la generación de energía eólica, las instalaciones fotovoltaicas (no mostradas) para la generación de energía solar, las centrales de acumulación por bombeo para la generación de energía hidráulica u otras fuentes de energía conocidas.

En particular la central de acumulación por bombeo resulta especialmente ventajosa, ya que puede ser integrada en el sistema de gestión de líquidos subterráneo 1 con escaso consumo de espacio y de costes. Para ello preferentemente se usan pozos de comunicación verticales ya existentes 5 u otros pasos entre los depósitos 2, 3 dispuestos preferentemente uno encima del otro. Para esto se prevé, por ejemplo, una turbina 8 o un dispositivo generador de corriente eléctrica comparable para la obtención de corriente eléctrica. Debido a que el líquido fluye desde el segundo depósito 3 ubicado más arriba hacia el primer depósito 2 ubicado más abajo por causa de las fuerzas de gravitación, la turbina 8 es accionada y genera corriente eléctrica. Para ello por ejemplo se provee adicionalmente un generador 9. La corriente eléctrica entonces puede ser puesta a disposición de la mina M o alimentada a una red de corriente.

Para regular el caudal de líquido del segundo depósito 3 al primer depósito 2, preferentemente en el trayecto de flujo entre el segundo depósito 3 y la turbina de agua 8 se provee un dispositivo de cierre o una válvula de cierre 10, respectivamente. Con esta válvula de cierre 10 preferentemente es posible una regulación continua del caudal del líquido. En estado cerrado el segundo depósito 3 por lo tanto puede servir en una operación de almacenamiento como depósito para el suministro del líquido, el cual se transporta mediante un dispositivo de bomba P (accionado como mínimo por geotermia) desde un nivel inferior hacia el depósito superior 3. El líquido acumulado en el segundo depósito 3 puede ser extraído entonces del segundo depósito 3 para ser usado de otra manera. Alternativamente, el líquido almacenado puede ser usado según sea necesario mediante la apertura selectiva de la válvula de cierre 10 para la generación de energía (corriente eléctrica), en donde por medio del flujo de líquido del segundo depósito 3 al primer depósito 2 se acciona la turbina 8.

Además es imaginable que se encuentra provisto un depósito adicional, no representado en las figuras, el cual o bien es formado igualmente por las cavidades de la mina M o que se encuentra dispuesto adicionalmente, por ejemplo por encima de la superficie (del terreno) O. Un depósito dispuesto de esta manera puede estar configurado como reserva de líquido o almacén de líquido, en el cual se recoge y se mantiene disponible el líquido. Esta reserva de líquido puede mantenerse disponible para la operación de la propia mina M o también para cualesquiera otros fines, por ejemplo para su transporte al exterior o como reserva de líquido o almacén de líquido para la población o la agricultura circundante o para su renaturalización. La reserva de líquido también puede estar formada por uno de los depósitos previamente descritos, preferentemente el depósito 3 que se encuentra más próximo a la superficie (del terreno) O, en donde preferentemente el desagüe hacia los demás depósitos 2 se bloquea o se retarda (por ejemplo mediante la válvula de cierre 10).

- 65 Según se ha descrito previamente, las cavidades de la mina M que forman los depósitos pueden extenderse sobre diferentes conductores de aguas freáticas. A este respecto es imaginable que algunos depósitos se extienden en

- capas no contaminadas N y otros depósitos se extienden en capas contaminadas K. Las capas contaminadas K a este respecto en general se encuentran a mayores profundidades, en las que tiene lugar la explotación de la mina M. Bien sea por el material explotado/a ser explotado o por un material usado para la explotación de la mina M se pueden impurificar las aguas freáticas, lo cual resulta en una contaminación de las aguas freáticas y por ende de la
- 5 capa geológica correspondiente. Esto se representa de manera ejemplar en la figura 2, la cual muestra un sistema de gestión de líquidos subterráneo 20 de acuerdo con un segundo ejemplo de realización no correspondiente a la presente invención. Con referencia al primer ejemplo de realización no correspondiente a la presente invención, las características iguales se identifican con los mismos símbolos de referencia. En relación a todas las características correspondientes, se hace referencia de manera universal a las explicaciones previamente ofrecidas para el primer
- 10 ejemplo de realización no correspondiente a la invención. Cabe destacar además que es posible cualquier combinación de las características y formas de configuración de los ejemplos de realización entre sí en el marco de la invención.
- La figura 2 muestra una mina M con cuatro depósitos 21, 22, 23, 24, los cuales se encuentran dispuestos
- 15 respectivamente uno encima del otro en dirección vertical. Sin embargo, la invención no está limitada a un número determinado de depósitos o a la disposición mostrada de los mismos entre sí. Más bien es imaginable cualquier número de depósitos, en donde por lo menos un depósito (o su base) debe estar dispuesto por encima de por lo menos otro depósito (o su base).
- 20 De acuerdo con un segundo ejemplo de realización no correspondiente a la invención, los dos depósitos inferiores 21, 22 se encuentran dispuestos en una capa contaminada K.
- Los dos depósitos superiores se encuentran en una capa no contaminada N. También es imaginable, por ejemplo, que las capas no contaminadas N y las capas contaminadas K estén dispuestas de otra manera, o también que uno
- 25 o varios pozos o depósitos se extiendan a lo largo de por lo menos una o varias capas geológicas, en donde por lo menos una de las capas puede estar contaminada y por lo menos otra de las capas puede no estar contaminada. Esto último será explicado más detalladamente con referencia a la figura 3.
- Una separación entre la capa no contaminada N y la capa contaminada K, las cuales generalmente se extienden en
- 30 capas naturales conductoras de agua (conductores de aguas freáticas o capas acuíferas), normalmente ocurre de manera natural mediante las así llamadas capas acuífugas, es decir, capas impermeables al agua tales como, por ejemplo, arcillas. Una capa acuífuga A se representa de manera ejemplar y esquemática mediante una línea punteada en la figura 2.
- 35 De acuerdo con el segundo ejemplo de realización no correspondiente a la invención, los dos depósitos inferiores 21, 22 están unidos mediante un conducto 4. Asimismo, los dos depósitos superiores 23, 24, así como el depósito más bajo y el depósito más alto 21, 24, están unidos mediante conductos 4. El depósito más alto 24 además está comunicado hacia el exterior a través de un conducto adicional 26 con la superficie O o bien con el entorno circundante. Sin embargo, la invención no está limitada a esta disposición de los conductos 4, 26. Más bien, cada
- 40 depósito puede estar unido de cualquier manera deseada con cualquier otro depósito o con la superficie O a través de uno o varios conductos 4, 26, los cuales preferentemente ya están o estaban provistos por la operación de la mina.
- Los conductos 4, 26, según se ha descrito también en el primer ejemplo de realización no correspondiente a la invención, preferentemente están dotados respectivamente con un dispositivo de bomba P para transportar un líquido; también es posible, cuando ello sea razonable, que varios conductos 4 estén dotados con una bomba P. Los dispositivos de bomba P son accionados por lo menos mediante geotermia a través de una instalación geotérmica 7, y de manera opcional adicionalmente también mediante otras fuentes de energía preferentemente regenerativas.
- 45 Entre dos depósitos 21, 22, 23, 24 se proveen respectivamente pozos de comunicación 5, los cuales preferentemente también ya fueron provistos durante la explotación de la mina M. En por lo menos uno, varios o todos (ver figura 2) los pozos 5 se puede proveer una válvula de cierre 10, así como una turbina 8 con generador 9 conectados en forma posterior desde el punto de vista reotécnico, mediante los cuales se puede obtener energía.
- 50 Para impedir una mezcla incontrolada del líquido que se encuentra en los depósitos 23, 24 en la capa no contaminada N con el líquido que se encuentra en los depósitos 21, 22 en la capa contaminada K, y por lo tanto para prevenir perjuicios mayores en las aguas freáticas y por consiguiente también en el ecosistema circundante, preferentemente se provee además un dispositivo de filtro 25 como etapa de depuración. El dispositivo de filtro 25 de acuerdo con la figura 2 está comunicado reotécnicamente con el dispositivo de bomba P. Preferentemente, el
- 60 dispositivo de filtro 25 se encuentra dispuesto en por lo menos uno, varios o todos los conductos 4, 26 que unen a los depósitos 21, 22, 23, 24, preferentemente corriente abajo del dispositivo de bomba P, de tal manera que el líquido durante su paso por los conductos 4, 26 se hace pasar a través del dispositivo de filtro 25 y por consiguiente se depura. También es imaginable que el dispositivo de filtro 25 se encuentre dispuesto de manera alternativa o adicional a la central de acumulación por bombeo (es decir, válvula de cierre 10, turbina 8, generador 9) en un pozo
- 65 (pasaje) 5, de tal manera que tiene lugar una depuración del líquido durante su descarga o transporte desde un depósito superior hacia un depósito inferior, es decir, por ejemplo en la operación de obtención de energía.

Por lo tanto es posible que mediante el cierre de la válvula de cierre 10 entre aquellos depósitos 22, 23 que se encuentran dispuestos en la transición entre la capa no contaminada N y la capa contaminada K, los depósitos inferiores 21, 22 puedan ser separados de los depósitos superiores 23, 24 selectivamente desde el punto de vista técnico del sistema. De esta manera, las aguas freáticas presentes en las capas no contaminadas N se protegen

5 contra una contaminación innecesaria, mientras que al mismo tiempo se puede degradar la contaminación en la capa contaminada, para así devolver el entorno de la mina a su estado natural original, es decir, para su renaturalización.

En los depósitos inferiores 21, 22 puede tener lugar entonces un circuito de depuración cerrado, para depurar el líquido contaminado que se encuentra en el mismo. Para ello, según se ha descrito previamente, el líquido es transportado por medio de la bomba P y el conducto 4 desde el depósito inferior 21 al depósito superior 22. En el transcurso de este proceso de bombeo y almacenamiento, el líquido se depura por medio del dispositivo de filtro dispuesto en el conducto 4. El líquido transportado al depósito 22 y, dado el caso, almacenado allí, puede ser

10 descargado al depósito 21 mediante la apertura de la válvula de cierre 10 dispuesta entre los dos depósitos inferiores 21, 22. A este respecto, la turbina 8 dispuesta en el trayecto de flujo del líquido es accionada por el líquido descargado desde el depósito superior 22. De esta manera es posible reducir o eliminar impurezas, por ejemplo en las aguas freáticas de la capa contaminada K, dado el caso en el transcurso de varios ciclos de depuración, mientras que al mismo tiempo se obtiene energía, y a continuación el líquido depurado puede ser puesto a disposición. Por lo tanto, mediante una degradación de la contaminación de las aguas freáticas que penetran o que se encuentran en el

20 depósito (por ejemplo a lo largo de varios ciclos de depuración) es posible depurar las aguas freáticas que se encuentran en la correspondiente capa acuífera y transformar esa capa así en una capa sustancialmente no contaminada.

Fundamentalmente, un hecho común a todos los ejemplos de realización es que los depósitos pueden presentar un dispositivo de ventilación, para compensar un volumen de aire a través del líquido que se carga o se descarga en un depósito. Dicho dispositivo de ventilación puede ser un conducto de ventilación (no representado), el cual se comunica con el ambiente por encima de la superficie (del terreno) O y a través del cual tiene lugar una ventilación de entrada o salida en los respectivos depósitos.

25

Hasta que el líquido en los depósitos inferiores 21, 22 o las aguas freáticas en la capa contaminada K se hayan depurado, en los dos depósitos superiores 23, 24 igualmente puede tener lugar un circuito cerrado para la obtención de energía y el almacenamiento de líquido de la manera previamente descrita. Opcionalmente, el líquido en los depósitos superiores 23, 24 también puede ser depurado con un dispositivo de filtro 25.

30

Cuando el líquido en el circuito de depuración inferior se haya depurado de manera suficiente, el mismo puede ser transportado a través de un conducto 4 adicional, dotado con una bomba P, hacia uno o varios depósitos dispuestos más arriba 22, 23, 24, en donde o bien se mantiene disponible como reserva de bombeo para la obtención de energía o se mantiene disponible como reserva de líquido en uno de los depósitos superiores o en otro depósito no representado.

35

En algunas regiones, en las que encuentra aplicación del sistema de gestión de líquidos de acuerdo con la presente invención, las aguas freáticas que circundan y dado el caso penetran en la mina M tienen un valor pH muy reducido de solo aproximadamente 2 a 3. Por lo tanto, es imaginable que en la etapa de depuración presente además en un sitio correspondiente, preferentemente en o entre los depósitos 21, 22, 23, 24, un dispositivo de depuración (no

40 mostrado), con el cual se pueda modificar el valor pH del líquido; dependiendo de qué valor pH entre 0 y 14 presente el líquido y de cual sea el valor pH que debe presentar el líquido, es posible por consiguiente aumentar o reducir selectivamente el valor pH del líquido. El dispositivo de depuración puede estar estructurado de tal manera que el líquido sea conducido a través o a lo largo de capas de cal naturales o artificiales o dispositivos revestidos de cal. Durante el paso del líquido a través o a lo largo de tales capas, la cal (u otra sustancia provista en el dispositivo de depuración) se disuelve lentamente en el líquido y resulta en un incremento / una reducción del valor pH y preferentemente en una neutralización del líquido conducido (por ejemplo, de las aguas freáticas). El dispositivo de depuración a este respecto puede estar configurado, por ejemplo, en o con un dispositivo de filtro 25 previamente descrito. Por ejemplo, el dispositivo de depuración también puede proveerse en un depósito que contiene cal (por ejemplo, uno de los depósitos 21, 22, 23, 24 en la figura 2), en donde por ejemplo las paredes de dicho depósito

50 están dotadas de manera natural o artificial con una capa de cal. El dispositivo de depuración puede proveerse en o entre cualquiera de los depósitos y en cualquier capa (contaminada; no contaminada).

En una ampliación del dispositivo de depuración previamente descrito, el mismo puede estar equipado adicionalmente con un sensor del valor pH que mida el valor pH en uno o todos los depósitos. Sobre la base de los resultados de medición obtenidos y del valor pH a ser ajustado, el líquido puede ser conducido entonces selectivamente a través del dispositivo de depuración, de tal manera que el valor pH pueda ser ajustado de forma correspondiente a las especificaciones individuales. A este respecto es imaginable que el dispositivo de depuración presente tanto una primera parte para incrementar el valor pH como también una segunda parte para reducir el valor pH. El líquido a ser modificado en su valor pH se puede hacer pasar o no pasar entonces selectivamente bien sea

60 por ninguna parte o a través de la primera o la segunda parte del dispositivo de depuración, dependiendo de si se quiere mantener igual, incrementar o reducir el valor pH del líquido.

65

En el depósito superior 24 está previsto el conducto 26 que se extiende hacia el entorno circundante y que preferentemente se extiende hasta por encima de la superficie (del terreno) O. El conducto 26 presenta un dispositivo de bomba P que preferentemente se encuentra dispuesto en el depósito 24 o en el exterior de la mina M, por ejemplo en la superficie (del terreno) O. Por ejemplo, el conducto 26 también puede ser provisto o introducido opcionalmente por el pozo 27 que comunica al depósito 24 con el entorno circundante. Este conducto 26 sirve entonces como sistema de salida S, dado el caso en combinación con el dispositivo de bomba P y otras conexiones para descargar el líquido del depósito 24 usado como depósito de reserva. La combinación del sistema de gestión de líquidos 20 y el sistema de salida S forma por lo tanto una central abastecedora de agua W. Entonces el líquido preferentemente es agua, por ejemplo aguas freáticas o de superficie, o agua introducida artificialmente en la mina M. El sistema de gestión de líquidos 20 puede ser denominado como un sistema de gestión de agua. Una central abastecedora de agua W de esta clase sirve para el suministro de agua potable o agua de servicio que puede ser derivada según sea necesario del sistema de gestión de líquido 20. Asimismo, con la central abastecedora de agua W tiene lugar una renaturalización del entorno de la mina así como del líquido, igualmente se provee una mejor protección de las aguas freáticas. Cabe observar que aparte del depósito superior 24 cualquier otro depósito 21, 22, 23 puede presentar de manera adicional o alternativa un conducto 26 que se extienda hasta encima de la superficie (del terreno) O al exterior circundante. El conducto 26 además puede estar provisto también con un dispositivo de filtro 25. Igualmente, el extremo del conducto 26 sobresaliente de la mina M puede estar provisto con una válvula de aspiración 6 o con una conexión para conectar un dispositivo de aspiración o un dispositivo colector o algo similar, para recoger de manera segura el líquido saliente. El conducto 26 también puede desembocar en una reserva de líquido no representada.

La figura 3 muestra una forma de realización de un sistema de gestión de líquidos subterráneo 30 de acuerdo con la presente invención. Con referencia a los ejemplos de realización previamente mencionados, no correspondientes a la presente invención, las características iguales se identifican con los mismos símbolos de referencia. En relación a todas las características correspondientes, se hace referencia de manera universal a las explicaciones previamente ofrecidas. Cabe destacar además que es posible cualquier combinación de las características y formas de configuración de los ejemplos de realización entre sí en el marco de la invención.

Segunda figura 3, el sistema de gestión de líquidos subterráneo 30 presenta tres depósitos 31, 32, 33 formados por cavidades de una mina M. De acuerdo con este ejemplo de realización se describe ahora un caso, en el que (por lo menos) un depósito 32 se extiende de tal manera que desde una capa no contaminada N penetra en una capa contaminada K; es decir que por lo menos un depósito se extiende a través de varias capas geológicas, en donde por lo menos una de dichas capas es una capa contaminada.

En un caso como éste es posible que todos los depósitos 31, 32 que se encuentran en una capa contaminada K se separen reotécnicamente de depósitos 33 en capas no contaminadas N, por ejemplo mediante el cierre de la válvula de cierre superior 10 en el pozo 5. De esta manera se forma un circuito de depuración cerrado para depurar el líquido en dichos depósitos 31, 32, según se ha descrito previamente. Una vez que el líquido haya sido depurado, puede ser comunicado de cualquier manera previamente descrita con depósitos 33 en capas no contaminadas para la obtención de energía, almacenamiento y, dado el caso, para la depuración adicional del líquido. Para ello, la válvula de cierre superior cerrada 10 puede volver a abrirse selectivamente.

En este caso, sin embargo, es posible que el líquido proveniente de capas no contaminadas N semestire innecesariamente con líquido contaminado y de esa manera se contamine. Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo de realización correspondiente a la invención es imaginable impedir una mezcla incontrolada de los líquidos a través de medidas de separación constructivas apropiadas y proveer así una efectiva protección de las aguas freáticas. Esto se logra proveyendo una barrera artificial 35 en el depósito 32 que se extiende tanto a lo largo de capas no contaminadas N como también capas contaminadas K, la cual separe dicho depósito en una zona inferior 321 y una zona superior 322. La barrera 35 preferentemente está dispuesta de tal manera que se extiende a lo largo de la capa acuífuga A que separa la capa contaminada K de la capa no contaminada N. La barrera 35 preferentemente está formada por un material impermeable por lo menos a los líquidos. La barrera 35 se encuentra dispuesta (de manera estanqueizante) en el depósito 32, de tal manera que en ningún líquido pueda llegar desde la zona superior 322 del depósito 32, la cual se encuentra dispuesta en una capa no contaminada N, a la zona inferior 321 del depósito 32, la cual se encuentra dispuesta en una capa contaminada K (o a la inversa). Por lo tanto, mediante la interacción de la barrera 35 con la capa acuífuga A se impide de una manera aún más efectiva una mezcla de líquido no contaminado con líquido contaminado.

En la barrera 35 además puede proveerse un pasaje 36 para la comunicación selectiva de ambas zonas 321, 322 del depósito 32. El mismo preferentemente puede ser cerrado mediante un dispositivo de cierre, como por ejemplo una válvula de cierre 10. Además, en el pasaje 36 puede proveerse una turbina 8 con generador 9 instalados reotécnicamente a continuación de la válvula de cierre 10.

Para evitar una contaminación innecesaria del líquido en los depósitos superiores o en las zonas de depósito 33, 322, la válvula de cierre 10 en la barrera 35 durante el proceso de depuración en los dos depósitos o zonas de depósito inferiores 31, 321 permanece cerrada hasta que la contaminación del líquido se haya subsanado suficientemente.

Según se puede ver en la figura 3, los depósitos respectivamente superpuestos están conectados mediante conductos 4, así como dispositivos de bomba P conectados a estos últimos. De la misma manera también están conectadas entre sí las dos zonas de depósito 321, 322 del depósito intermedio 32, en donde el conducto 37 que los une reotécnicamente preferentemente se extiende de manera estanqueizante a través de la barrera 35. En los conductos 4, 37 o también de otra manera (por ejemplo en los pozos 5 o el pasaje 36) puede proveerse además un dispositivo de filtro 25. Asimismo, en un sitio apropiado puede proveerse un dispositivo de depuración no representado para modificar el valor pH del líquido.

Los dispositivos de bomba P están acoplados de la manera previamente descrita a una instalación geotérmica 7.

Según se puede apreciar además en la figura 3, el depósito inferior 31 está conectado con el depósito 32 ubicado encima (más exactamente con la zona inferior 321 del mismo) a través de un conducto 4. Adicionalmente se contempla la posibilidad de que por lo menos el depósito inferior 31 esté conectado directamente con el depósito superior 33 o con varios depósitos o zonas de depósitos ubicados encima. Para evitar costes innecesarios (por ejemplo por dispositivos de bomba adicionales) es imaginable que los conductos individuales 4 estén conectados entre sí a través de secciones de conducto de conexión 4'. En tal sentido, la figura 3 muestra de manera ejemplar que un conducto que conecta el depósito 31 con la zona inferior 321 del depósito intermedio 32 está conectado a través de una sección de conducto de conexión 4' con un conducto 4 se conecta la zona superior 322 del depósito intermedio con el depósito superior 33. En los puntos de conexión de los conductos 4, 4' preferentemente se proveen respectivamente en válvulas 38. Mediante dichas válvulas 38, el flujo del líquido puede ser regulado selectivamente y la dirección de flujo puede ser determinada selectivamente, de tal manera que se previene una mezcla de líquido contaminado y líquido no contaminado. Tales secciones de conducto de conexión 4' pueden proveerse a voluntad entre los conductos 4, 26, 37.

La figura 4 muestra una tercera forma de realización de un sistema de gestión de líquidos subterráneo 40 no correspondiente a la presente invención. Con referencia a los ejemplos de realización previamente mencionados, las características iguales se identifican con los mismos símbolos de referencia. En relación a todas las características correspondientes, se hace referencia de manera universal a las explicaciones previamente ofrecidas. Cabe destacar además que es posible cualquier combinación de las características y formas de configuración de los ejemplos de realización entre sí en el marco de la invención.

El sistema de gestión de líquidos subterráneo 40 segunda figura 4 corresponde sustancialmente al de la figura 2. En la figura 4 se encuentra dispuesto un depósito 41 en la capa contaminada, mientras que los dos depósitos ubicados encima 42, 43 están previstos en una capa no contaminada.

La diferencia esencial del sistema de gestión de líquidos subterráneo 40 de la tercera forma de realización no correspondiente a la invención consiste en la configuración de la etapa de depuración. De manera adicional o alternativa a los dispositivos de filtro 25 y dispositivos de depuración previamente descritos, que por razones de simplificación no se representan en la figura 4, el depósito puede estar relleno por lo menos parcialmente con material poroso, el cual forma entonces el dispositivo de filtro 44 para reducir las contaminaciones en el líquido (por ejemplo en aguas de superficie o aguas freáticas) o en la capa contaminada propiamente dicha (por ejemplo a través del líquido). Un dispositivo de filtro de esta clase también se describe de manera comparable en el documento EP 2 058 441 A1. Esto será descrito a título de ejemplo en lo subsiguiente.

En la figura 4, el depósito 41 que se encuentra en la capa contaminada K está relleno por lo menos parcialmente con un material poroso 45. Bajo la expresión "por lo menos parcialmente" en el marco de la presente invención se deben entender que el depósito debe rellenarse con por lo menos la cantidad de material poroso que sea necesario para alcanzar un almacenamiento y una depuración suficientemente buena del líquido.

Preferentemente, el material poroso 45 es grava, canto rodado, arena (por ejemplo arena de cuarzo) o una mezcla de los mismos. Pero también se puede usar barro, fango y/o arcilla. Asimismo se pueden usar geotextiles. También pueden encontrar aplicación otros materiales, como por ejemplo plásticos, si debido a su porosidad, la relación del volumen de todas sus cavidades con respecto a su volumen exterior, son capaces de almacenar y transportar agua.

El dispositivo de filtro 44 comprende por lo menos una capa de barrera 46 o varias capas de barrera 46 (figura 4), la cual/las cuales está/están dispuestas(s) dentro del depósito 41. La capa de barrera 46 adicionalmente está provista con por lo menos un pasaje 47 para líquidos.

Aparte del pasaje 47, que es permeable al agua, la capa de barrera 46 está hecha de un material que sustancialmente es impermeable al agua. Bajo "sustancialmente impermeable", en el contexto de la presente invención se entiende que la capa de barrera 46 está configurada de tal manera que la porción principal del agua que se infiltra a través del depósito 41 se ve impedida de llegar a la zona ubicada por encima o por debajo de la capa de barrera 46.

La capa de barrera 46 sirve para prolongar la ruta de infiltración (ver flechas en la figura 4) del líquido a ser depurado a través del material poroso 45 del depósito 41. Mediante la prolongación de la ruta de infiltración, el líquido puede

almacenarse durante más tiempo en el depósito 41. Además, el líquido es filtrado durante un período de tiempo más largo, lo cual resulta en una mejor degradación de la contaminación y mediante lo cual por consiguiente se mejora la calidad del líquido depurado.

5 Cuando el líquido alcanza la capa de barrera 46, comienza a estancarse debido al líquido que continúa infiltrándose. En ese estado estancado penetra en los capilares del material poroso 46. Esto tiene como consecuencia que en la zona inmediatamente antes de la capa de barrera 46 se depositen de manera particularmente buena las partículas de suciedad en y dentro de los poros.

10 Preferentemente la capa de barrera 46 se encuentra dispuesta de manera horizontal, debido a que con una disposición horizontal la ruta de infiltración del líquido a través del dispositivo de filtro 44 es la más larga, lo cual tiene un efecto positivo sobre la calidad del agua depurada. Pero también es imposible cualquier otra inclinación de la capa de barrera 46, si con ello no se pierde la propiedad de la capa de barrera 46 de prolongar la ruta de infiltración del líquido. Las distintas capas de barrera 46 dentro de un sistema pueden presentar respectivamente el mismo
15 grado de inclinación, pero también pueden ser diferentes entre sí en cuanto a su grado de inclinación.

En relación a la capa de barrera 46 en su totalidad, el pasaje 47 solamente ocupa una pequeña área de superficie. Preferentemente se trata aquí de un área de superficie de 5 a 20 %, referido a la superficie total de la capa de barrera 46.

20 Preferentemente el pasaje 47 se encuentra dispuesto en la zona exterior de la capa de barrera 46, de tal manera que el camino que ha recorrido el líquido a lo largo de la capa de barrera 46 corresponde aproximadamente al máximo posible, lo cual conlleva a un resultado de depuración particularmente bueno.

25 Preferentemente, en por lo menos dos capas de barrera 46, según se muestra en la figura 4, los pasajes 47 de respectivamente dos capas de barrera 46 están desplazados mutuamente, más preferentemente se encuentran dispuestos de forma mutuamente contraria, de tal manera que la ruta de infiltración del líquido está configurada al máximo.

30 El dispositivo de filtro comprende además un recipiente colector 48, el cual se extiende desde la base del depósito 41 en una dirección sustancialmente vertical hacia arriba, preferentemente hasta el techo o poco antes del techo del depósito 41. También es imaginable que el recipiente colector se extienda en forma de un pozo hasta la superficie (del terreno) O.

35 El recipiente colector 48 presenta por lo menos por debajo de la capa de barrera inferior 46 por lo menos una abertura 49, a través de la cual el líquido puede fluir o infiltrarse. El líquido depurado se puede almacenar y mantener disponible entonces en el recipiente colector 48; bien sea para su extracción, para una depuración adicional y/o para la obtención de energía.

40 Para extraer el líquido del recipiente colector 48 existen diversas posibilidades, de las cuales a continuación se describen las dos preferidas.

De acuerdo con una primera posibilidad, el dispositivo de filtro 44 preferentemente presenta un dispositivo de bomba P dentro del recipiente colector. El mismo se encuentra dispuesto preferentemente en la base del depósito 41.

45 Desde dicho dispositivo de bomba P se extiende un conducto 4 hacia arriba a través del recipiente colector 48 y desemboca en una salida 50, de tal manera que el líquido transportado hacia arriba puede ser introducido para una nueva depuración por encima de la capa de barrera superior 46 al interior del depósito 41 o del dispositivo de filtro 44, respectivamente.

50 Según se muestra en la figura 4, es imaginable además que el conducto 4, que se extiende desde el recipiente colector 48, se extienda a través de todos los depósitos 41, 42, 43 y, dado el caso, hasta por encima de la superficie (del terreno), para que el líquido también se haga disponible, preferentemente después de una depuración realizada, en los depósitos ubicados encima 42, 43 o para el ambiente circundante. Para ello, el conducto 4 en los sitios requeridos para ello en los depósitos 41, 42, 43 presenta válvulas 38, desde las cuales se derivan secciones de
55 conducto de salida 4". Mediante dichas válvulas 38, el flujo del líquido puede ser regulado selectivamente y la dirección de flujo puede ser determinada selectivamente, de tal manera que se previene una mezcla de líquido contaminado y líquido no contaminado. Una vez que la depuración se ha completado, la válvula 38 en el depósito 41 puede ser cerrada hacia la correspondiente sección de conducto de salida 4", de tal manera que el líquido es conducido entonces a través del conducto 4 abierto hacia arriba selectivamente al interior de los depósitos 42, 43
60 conectados con dicho conducto 4, o hacia el medio ambiente.

Cabe destacar que todos los conductos 4 previamente descritos pueden estar configurados de manera correspondiente al conducto 4 mostrado en la figura 4, el cual se extiende a través de todos los depósitos y, dado el caso, hasta la superficie (del terreno) O y está dotado con las correspondientes válvulas 38 y secciones de conducto de salida 4". De esta sencilla manera es posible prescindir de conductos 4, 26, 37, debido a que para la conexión de
65 varios depósitos entre sí ya solo se requiere un reducido número de conductos 4. También es imaginable que más

allá del ejemplo de realización mostrado en la figura 4, en el conducto 4 que se extiende a lo largo de todos los depósitos 41, 42, 43 se provea una bomba dentro de cada depósitos 41, 42, 43, de tal manera que ya solo se requiera un único conducto 4 para el funcionamiento del sistema de gestión de líquidos 1, 20, 30, 40.

5 De acuerdo con una segunda posibilidad para la extracción del líquido del recipiente colector 48, el recipiente colector 48 puede encontrarse dispuesto de tal manera que se encuentra dispuesto por encima de una conexión o de un pozo 5, la cual o el cual se extienda a un depósito subyacente (no representado), en donde el recipiente colector 48 preferentemente circunda (de manera substancialmente completa) al pozo 5. El pozo 5, según se ha descrito previamente, puede estar cerrado mediante una válvula de cierre 10 y puede abrirse selectivamente, por ejemplo cuando el recipiente colector 48 está lleno. El líquido puede ser conducido entonces a través de la válvula de cierre 10 y el pozo 5 hacia el depósito subyacente. Preferentemente, en el pozo 5 también se encuentra dispuesta correspondientemente una turbina 8 con generador 9, según se ha descrito previamente.

15 El depósito dispuesto debajo del depósito 41 también puede estar equipado con un dispositivo de filtro 44, tal como se muestra en el depósito 41 más bajo en la figura 4, de tal manera que se mejora el rendimiento de depuración.

En el contexto de la invención, en el caso de líquidos contaminados con sustancias radioactivas es particularmente ventajoso si los depósitos (31, 32, 33) o las minas (M) se proveen en rocas arcillosas, según se encuentran por ejemplo en la Opalinuston-Formation del jurásico. Esto representa una ventaja particular en minas contaminadas con uranio. Los minerales arcillosos contenidos en la arcilla (por ejemplo caolinita) sirven para ligar las sustancias radioactivas que en consecuencia pueden ser depuradas del líquido. En la interacción con los minerales de hierro contenidos en la roca arcillosa, los cuales causan una reducción de las sustancias radioactivas y por lo tanto la fijación de las mismas en la roca arcillosa, se puede incrementar aún más la depuración de líquidos en el sistema de gestión de líquidos subterráneo (30).

25 De manera adicional o alternativa es posible que las paredes de los depósitos (31, 32, 33) o las minas (M) se provean con arcilla natural (en particular la que contiene minerales de arcilla) para los fines de la depuración del líquido. Para ello se puede aplicar una capa de arcilla sobre las paredes interiores de los depósitos (31, 32, 33), en particular cuando la mina (M) no está ubicada en roca arcillosa. Cuando la capa de arcilla haya ligado suficientes sustancias radioactivas o se encuentre saturada con sustancias radioactivas, respectivamente, la misma puede ser excavada y eliminada de manera compatible con el medio ambiente o almacenada o sometida a un tratamiento. Si la mina (M) está ubicada en la roca arcillosa, por ejemplo la capa más externa de las paredes interiores de los depósitos (31, 32, 33) puede ser excavada a intervalos regulares y eliminada o tratada de manera correspondiente, con la finalidad de remover las capas de arcilla fuertemente contaminadas y continuar la depuración con una capa de arcilla "fresca".

Además es imaginable que mediante el uso de arcilla se provean paredes de separación o capaz de separación absorbentes (de arcilla o de roca arcillosa) en el sistema de gestión de líquidos subterráneo (1, 20, 30, 40). Para ello, las paredes de separación o capaz de separación formadas de arcilla (roca arcillosa) se proveen en sitios en la mina (M) ubicados en o entre los depósitos (2, 3, 21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 41, 42, 43) o también de forma separada, es decir, por ejemplo en el exterior de la mina (M), allí donde se acumula o fluye líquido (contaminado); de manera natural o artificial.

Referido a los ejemplos de realización, esto significa que por ejemplo en los pozos de comunicación 5, 27, los dispositivos de filtro 25, los conductos 4, 26, 37, la barrera 35, el pasaje 36 o en otros sitios apropiados de la mina (M) se pueden proveer paredes de separación o capas de separación de arcilla. Por ejemplo, también la barrera 35 o el dispositivo de filtro 25 en sí pueden estar formados por una correspondiente arcilla. Igualmente es imaginable proveer capas de barrera adicionales de arcilla como paredes de separación y como dispositivo de depuración, en particular para líquidos contaminados con sustancias radioactivas.

50 Adicionalmente es imaginable prever en la mina (M) el uso de arcilla como elemento de filtro, por ejemplo en forma de partículas de arcilla sueltas, de tal manera que la misma entra en contacto con el líquido contaminado y puede ligar las sustancias radioactivas contenidas en el mismo. En otras palabras, la arcilla no necesariamente tiene que estar presente como capa o pared, sino que puede estar provista en cualquier forma, por ejemplo "sólida" (como placas de arcilla o trozos de arcilla), "fijamente dispuesta" (como capa de separación o pared de separación), "dispuesta en forma suelta" (como partículas de filtro en una caja de filtro (limitada)) o de forma "suelta al azar" (por ejemplo sedimentada en el líquido contaminado). Preferentemente, la arcilla o la roca arcillosa se provee de tal manera que pueda ser cambiada o excavada selectivamente cuando una cantidad predeterminada de sustancias contaminantes (radioactivas) se encuentre ligada en la misma. De esta manera se provee un dispositivo de depuración efectivo para líquidos contaminados en particular con sustancias radioactivas.

A continuación se describe un procedimiento para la operación de un sistema de gestión de líquidos 1, 20, 30, 40.

65 La invención comprende además un procedimiento para la operación de un sistema de gestión de líquidos 30 para minas M de acuerdo con la reivindicación 19, presentando la siguiente etapa: Bombear un líquido desde por lo menos un primer depósito 31, 32 que está formado por una cavidad de la mina M a por lo menos un segundo

depósito 32, 33, cuya base se encuentra dispuesta por encima de la del primer depósito 31, 32, a través de por lo menos un conducto 4 que conecta los depósitos 31, 32, 33 para conducir el líquido a través del mismo, en donde el líquido es transportado mediante por lo menos un dispositivo de bomba P a través de los conductos 4 desde el primer depósito 31, 32 al segundo depósito 33, y en donde el dispositivo de bomba P se acciona por medio de una instalación geotérmica del sistema de gestión de líquidos 30.

Además, el procedimiento puede presentar la siguiente etapa: Depurar el líquido por medio de un dispositivo de filtro 25 en una etapa de depuración, en el dispositivo de filtro 25 o bien está conectado reotécnicamente de tal manera con el dispositivo de bomba P, o se encuentra dispuesto de tal manera en un pasaje 5 que conecta los depósitos 31, 32, 33, que el líquido se depura durante el proceso de bombeo o cuando se hace pasar a través del pasaje 5, o en donde el dispositivo de filtro está formado por un material poroso que rellena por lo menos parcialmente el depósito, y el líquido se depura cuando se hace pasar a través del material poroso.

Adicionalmente, entre el primer depósito 31, 32 y el segundo depósito 32, 33 se puede proveer un pasaje 5, en donde el procedimiento de acuerdo con la invención puede presentar entonces adicionalmente las siguientes etapas: Descargar el líquido desde el segundo depósito 32, 33 al primer depósito 31, 32 mediante la apertura selectiva de una válvula de cierre 10 provista en el pasaje 5, y obtener energía mediante el accionamiento de un dispositivo para la obtención de energía 8 mediante el líquido descargado a través del pasaje 5, en donde el dispositivo para la obtención de energía 8 se encuentra dispuesto en el pasaje 5 corriente abajo de la válvula de cierre 10.

La invención no está limitada al ejemplo de realización previamente descrito. Más bien es posible combinar las características descritas a voluntad entre sí.

La invención tampoco está limitada al número de depósitos y tampoco al número y tipo de configuración de la conexión entre los depósitos. De esta manera, respectivamente dos o más depósitos pueden estar conectados entre sí por medio de pozos y/o conductos, así como los correspondientes dispositivos de bomba, turbinas y válvulas de cierre. Los depósitos tampoco tienen que estar directamente superpuestos uno encima del otro, sino que también pueden estar desplazados mutuamente en el plano horizontal y/o encontrarse dispuestos de manera solapada en el plano vertical, en tanto sea posible una conexión reotécnica según se ha descrito entre por lo menos una parte de los depósitos. Adicionalmente, en cualquiera de los depósitos se pueden proveer cualesquiera y cualquier número de etapas de depuración (dispositivo de filtro; dispositivo de depuración). Igualmente, aparte de la geotermia también se puede prever cualquier otra fuente de energía para el funcionamiento del sistema. La geotermia también se puede aprovechar siempre tanto de manera indirecta (obtención de corriente eléctrica; obtención de frío) como también de manera directa (obtención de calor).

REIVINDICACIONES

1. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) para minas (M) para la obtención de energía, almacenamiento de energía, almacenamiento y depuración de líquidos que se encuentran en la mina (M), presentando:

- 5 por lo menos un primer depósito (31, 32), el cual está formado por una cavidad de la mina (M),
por lo menos un segundo depósito (32, 33), cuya base se encuentra dispuesta por encima de la del primer depósito (31, 32),
10 por lo menos un conducto (4) que conecta los depósitos (31, 32, 33) para conducir el líquido, y
por lo menos un dispositivo de bomba (P) para transportar el líquido a través de los conductos (4) del primer depósito (31, 32) al segundo depósito (32, 33),

caracterizado por que el sistema presenta además:

- 15 una instalación geotérmica por lo menos para el accionamiento de la bomba (P), **caracterizado por que** por lo menos un depósito (32) se extiende de tal manera que el mismo pasa de una capa no contaminada (M) a una capa contaminada (K), y
una barrera artificial (35) provista en el depósito (32) que se extiende a lo largo de las capas, la cual preferentemente se extiende a lo largo de una capa acuífuga que separa la capa contaminada (K) de la capa
20 no contaminada (N), **caracterizado por que** la barrera artificial (35) divide el depósito (32) que se extiende entre las capas en una zona inferior (321) y una zona superior (322).

2. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** todos los depósitos (31, 32, 33) están formados por cavidades de la mina (M).

- 25 3. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** en los depósitos (31, 32, 33) se proveen etapas de depuración.

- 30 4. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** la etapa de depuración presenta por lo menos un dispositivo de filtro (25) para depurar el líquido.

- 35 5. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el dispositivo de filtro (25) está conectado reotécnicamente con el dispositivo de bomba (P) de tal manera que el líquido se depura durante un proceso de bombeo del dispositivo de bomba (P).

6. Sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado por que** el depósito está relleno por lo menos parcialmente con material poroso, el cual forma el dispositivo de filtro.

- 40 7. Sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el dispositivo de filtro presenta además:

- 45 por lo menos una capa de barrera orientada de manera horizontal para prolongar la ruta de infiltración del líquido, **caracterizado por que** la capa de barrera está provista con por lo menos un pasaje para el líquido y que por encima y por debajo de la capa de barrera se encuentra material poroso; y
un recipiente colector para recoger líquido depurado, el cual se extiende desde la base del depósito en dirección vertical hacia arriba, **caracterizado por que** el recipiente colector por debajo de la capa de barrera más baja presenta por lo menos una abertura, a través de la cual puede fluir o infiltrarse el líquido.

- 50 8. Sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el dispositivo de bomba se encuentra dispuesto en el recipiente colector y un conducto (4) se extiende en dirección vertical hacia arriba saliendo del recipiente colector y entrando en el depósito, y preferentemente saliendo además del propio depósito.

- 55 9. Sistema de gestión de líquidos subterráneo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** el recipiente colector se dispone de tal manera que se encuentra dispuesto por encima de una abertura de comunicación que lleva a un depósito subyacente, en donde el recipiente colector circunda a la abertura de comunicación.

- 60 10. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, **caracterizado por que** la etapa de depuración presenta por lo menos un dispositivo de depuración para aumentar o disminuir el valor pH del líquido.

- 65 11. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** el dispositivo de depuración presenta por lo menos una capa de cal, a través de la cual, o a lo largo de la cual, se conduce el líquido para modificar su valor pH.

12. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los conductos (4) se extienden en dirección vertical hacia arriba saliendo del depósito (31, 32, 33) y entrando en un depósito dispuesto encima (32, 33) o saliendo al exterior de la mina (M).
- 5 13. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la instalación geotérmica es una fuente de energía primaria, y el sistema presenta además por lo menos una fuente de energía adicional.
- 10 14. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la fuente de energía adicional es una central de energía eólica, una central de energía solar o una central de acumulación por bombeo.
- 15 15. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** un depósito (31, 32, 33) está configurado como reserva de líquido, donde el líquido se recoge y se mantiene disponible.
- 20 16. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el líquido es agua, preferentemente agua subterránea o agua de superficie o agua conducida artificialmente al interior de la mina (M).
- 25 17. Sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las paredes de separación o las capas de separación de arcilla o de roca arcillosa están provistas en el sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) en los sitios donde se acumulan o fluyen líquidos contaminados, para depurar líquidos contaminados en particular con sustancias radioactivas.
- 30 18. Central abastecedora de agua (W) para la provisión de agua potable y agua de servicio, presentando un sistema de gestión de líquidos subterráneo (30) de acuerdo con la reivindicación 14 como sistema de gestión de agua, y presentando además un sistema de salida (S) para proveer el agua desde el sistema de gestión de agua.
- 30 19. Un procedimiento para la operación de un sistema de gestión de líquidos (30) para minas (M) que presenta la siguiente etapa:
- Bombear un líquido desde por lo menos un primer depósito (31, 32), el cual está formado por una cavidad de la mina (M), al interior de por lo menos un segundo depósito (33), cuya base se encuentra dispuesta por encima de la del primer depósito (31, 32), a través de por lo menos un conducto (4) que conecta los depósitos (31, 32, 33) para conducir el líquido,
- 35 **caracterizado por que** el líquido se transporta mediante por lo menos un dispositivo de bomba (P) a través de los conductos (4) desde el primer depósito (31, 32) al interior del segundo depósito (32, 33), y **caracterizado por que** por lo menos un depósito (32) se extiende de tal manera que desde una capa no contaminada (N) penetra en una capa contaminada (K), y **caracterizado por que** el procedimiento comprende las siguientes etapas:
- 40 Accionar el dispositivo de bomba (P) por medio de una instalación geotérmica del sistema de gestión de líquidos (30), y
- 45 proveer una barrera artificial (35) en el depósito (32) que se extiende a lo largo de las capas, **caracterizado por que** la barrera artificial (35) se extiende a lo largo de una capa acuífuga que separa la capa contaminada (K) de la capa no contaminada (N), y **caracterizado por que** la barrera artificial (35) divide el depósito (32) que se extiende a lo largo de las capas en una zona inferior (321) y una zona superior (322).
- 50 20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, el cual presenta además la siguiente etapa:
- Depurar el líquido mediante por lo menos un dispositivo de filtro (25) en una etapa de depuración, **caracterizado por que** el dispositivo de filtro (25) o bien está conectado reotécnicamente de tal manera con el dispositivo de bomba (P), o se encuentra dispuesto de tal manera en un pasaje (5) que conecta los depósitos
- 55 (31, 32, 33), que el líquido se depura durante el proceso de bombeo o cuando se hace pasar a través del pasaje (5), o **caracterizado por que** el dispositivo de filtro está formado por un material poroso que rellena por lo menos parcialmente el depósito, y el líquido se depura cuando se hace pasar a través del material poroso.
- 60 21. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 o 20, **caracterizado por que** entre el primer depósito (31, 32) y el segundo depósito (32, 33) se provee un pasaje (5), y **caracterizado por que** el procedimiento presenta adicionalmente las siguientes etapas:
- 65 Descargar el líquido del segundo depósito (32, 33) al primer depósito (31, 32) mediante la apertura selectiva de una válvula de cierre (10) provista en el pasaje (5), y
- obtener energía mediante el accionamiento de un dispositivo para la obtención de energía (8) mediante el líquido descargado a través del pasaje (5), **caracterizado por que** el dispositivo para la obtención de energía

(8) se encuentra dispuesto en el pasaje (5) corriente abajo de la válvula de cierre (10).

22. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, presentando además la siguiente etapa:

- 5 Aumentar o disminuir el valor pH del líquido, **caracterizado por que** el líquido se hace pasar a través de un dispositivo de depuración dispuesto en o entre los depósitos (31, 32, 33), preferentemente presentando por lo menos una capa de cal.

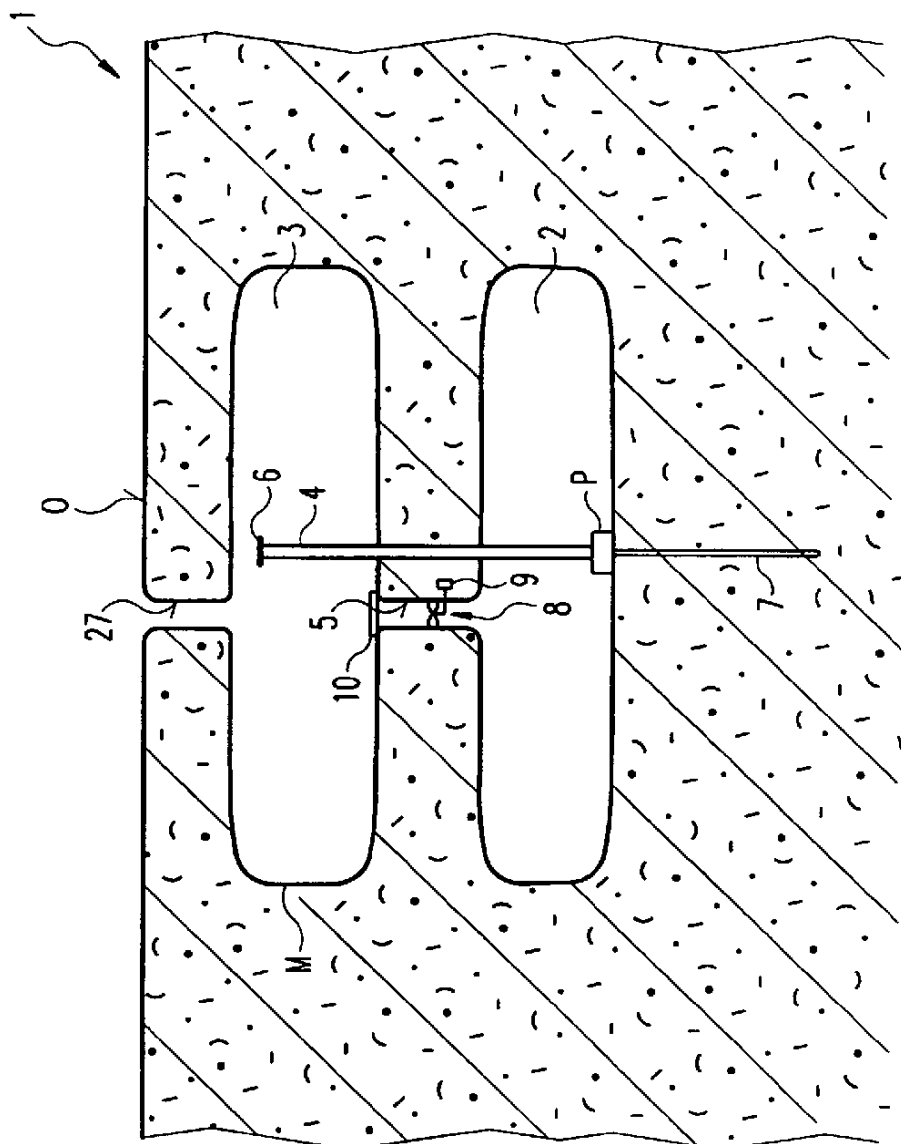


Fig. 1

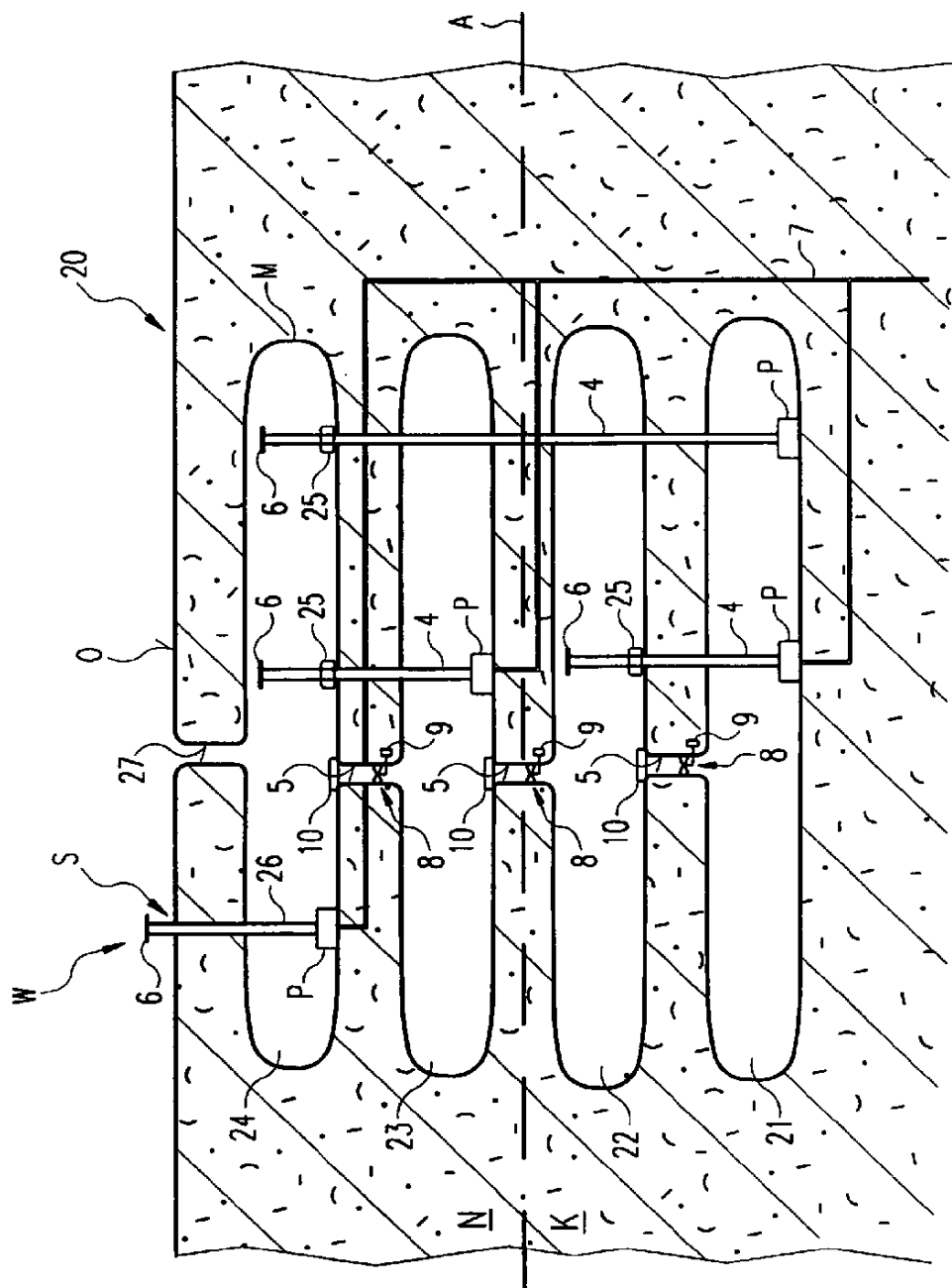


Fig. 2

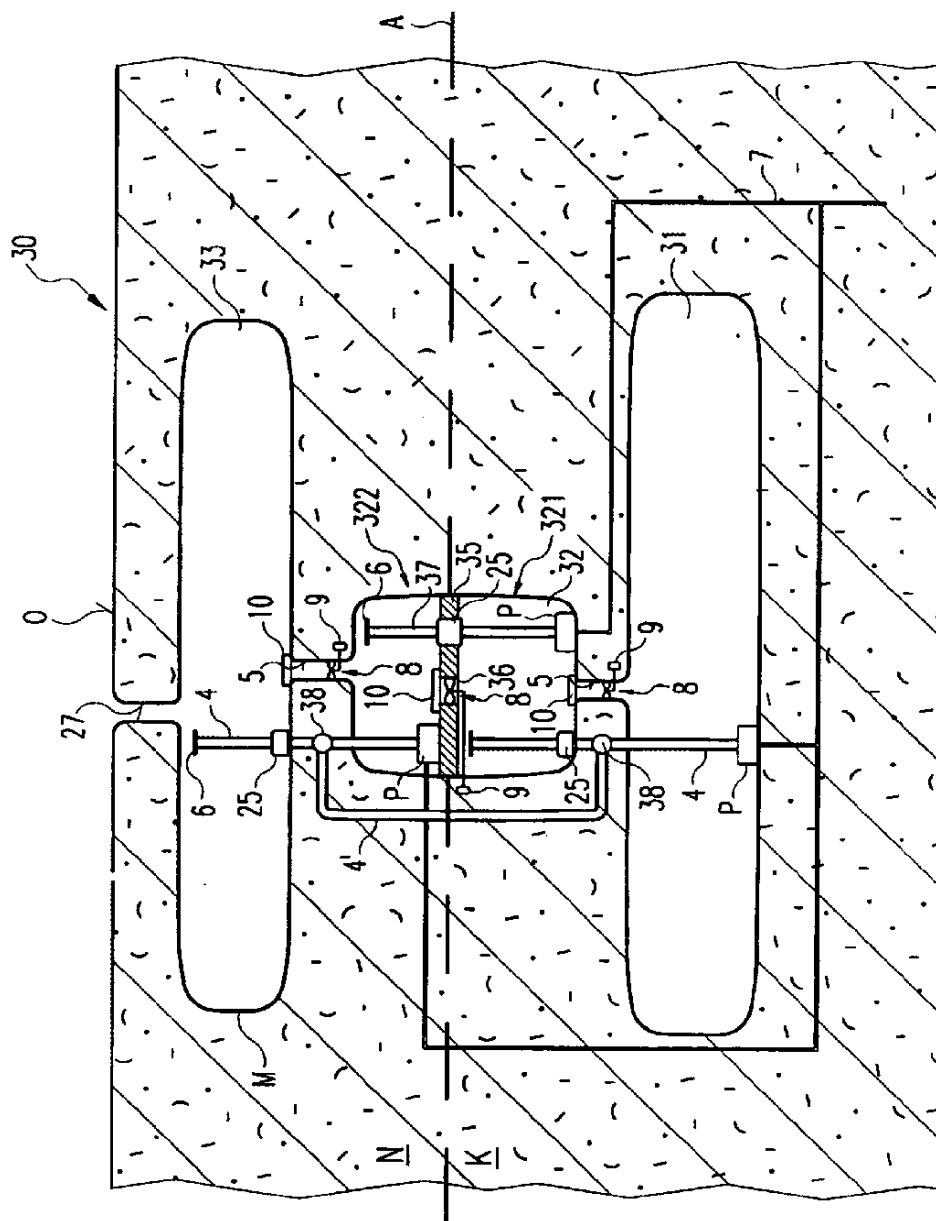


Fig. 3

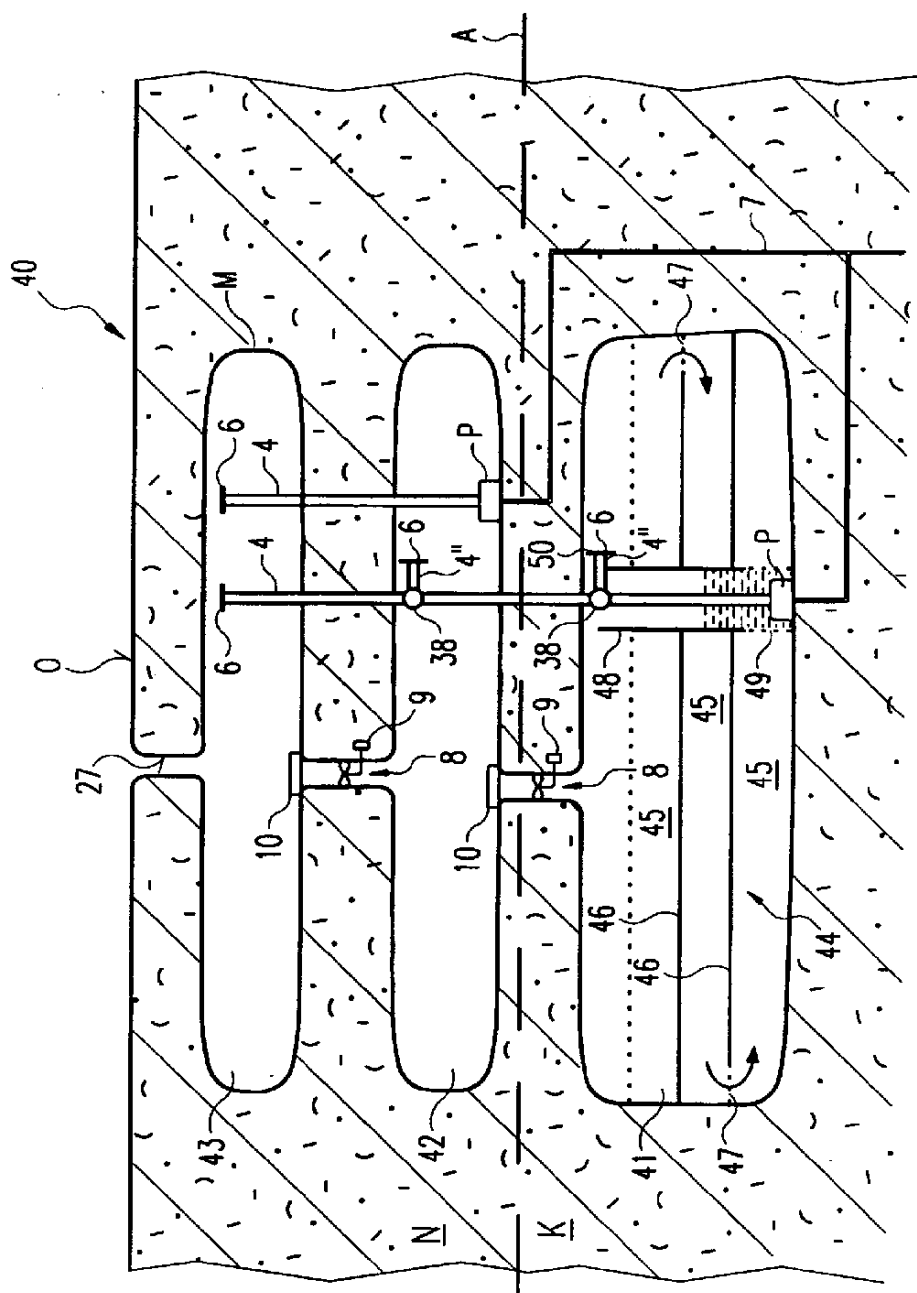


Fig. 4