

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 838 023**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/68** (2006.01)

**C02F 1/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2015** **E 15153130 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2020** **EP 3050852**

54 Título: **Proceso para fabricar una solución de un hidrogenocarbonato alcalinotérreo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.07.2021**

73 Titular/es:

**OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)**  
**Baslerstrasse 42**  
**4665 Oftringen, CH**

72 Inventor/es:

**NELSON, NICHOLAS CHARLES**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 838 023 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

Proceso para fabricar una solución de un hidrogenocarbonato alcalinotérreo

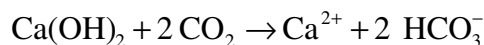
La presente invención se refiere a un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo.

5 El agua potable se ha vuelto escasa. Incluso en los países que son ricos en agua, no todas las fuentes y reservas son adecuadas para la producción de agua potable, y muchas fuentes de hoy se ven amenazadas por un deterioro drástico de la calidad del agua. Inicialmente, el agua de alimentación utilizada para beber era principalmente el agua superficial y subterránea. Sin embargo, el tratamiento del agua de mar, salmuera, aguas salobres, aguas residuales y aguas efluentes contaminadas está ganando cada vez más importancia por razones ambientales y económicas.

10 Con el fin de recuperar el agua del agua de mar o agua salobre, para usos potables, se conocen varios procesos que son de gran importancia para las zonas secas, las regiones costeras y las islas marinas, y tales procesos generalmente comprenden procesos de destilación, electrolíticos, así como osmóticos u osmóticos inversos. El agua obtenida por tales procesos es muy blanda y tiene un valor de pH bajo debido a la falta de sales tampón del pH, y por lo tanto, tiende a ser altamente reactiva y, a menos que se trate, puede crear dificultades severas de corrosión durante su transporte en las tuberías convencionales. Además, el agua desalinizada no tratada no se puede utilizar directamente como una fuente de agua potable. Para evitar la disolución de sustancias indeseables en sistemas de tuberías, para evitar la corrosión de las obras hidráulicas tales como tuberías y válvulas y para hacer que el agua sea agradable al gusto, es necesario mineralizar el agua.

20 Los procesos convencionales que se utilizan principalmente para la mineralización del agua son disolución de cal mediante filtración de lecho de piedra caliza y dióxido de carbono, también llamados contactores de calcita. Otros procesos de mineralización menos comunes, comprenden, por ejemplo, la adición de cal hidratada y carbonato de sodio, la adición de sulfato de calcio e hidrogenocarbonato de sodio, o la adición de cloruro de calcio e hidrogenocarbonato de sodio.

25 El proceso de cal implica el tratamiento de una solución de cal con agua acidificada con CO<sub>2</sub>, donde está implicada la siguiente reacción:



30 Como se desprende del esquema de reacción anterior, dos equivalentes de CO<sub>2</sub> son necesarios para convertir un equivalente de Ca(OH)<sub>2</sub> en Ca<sup>2+</sup> e hidrogenocarbonato para la mineralización. Este método depende de la adición de dos equivalentes de CO<sub>2</sub>, con el fin de convertir los iones de hidróxido alcalinos en las especies tampón HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Para la mineralización del agua, se prepara una solución saturada de hidróxido de calcio, comúnmente denominada agua de cal, de 0,1–0,2% en peso, sobre la base del peso total, a partir de una lechada de cal (generalmente a lo sumo 5% en peso). Por lo tanto, se debe utilizar un saturador para producir el agua de cal y son necesarios grandes volúmenes de agua de cal para alcanzar el nivel objetivo de la mineralización. Un inconveniente adicional de este método es que la cal hidratada es corrosiva y requiere manipuleo apropiado y equipos específicos. Además, una adición mal controlada de cal hidratada al agua blanda puede conducir a cambios de pH no deseados debido a la ausencia de propiedades tampón de la cal.

El proceso de filtración de lecho de piedra caliza comprende la etapa de hacer pasar el agua blanda a través de un lecho de piedra caliza granular disolviendo el carbonato de calcio en el flujo del agua. Poner en contacto la piedra caliza con el agua acidificada con CO<sub>2</sub> mineraliza el agua de acuerdo a:



A diferencia del proceso de la cal, sólo un equivalente de CO<sub>2</sub> es estequiométricamente necesario para convertir un equivalente de CaCO<sub>3</sub> en Ca<sup>2+</sup> e hidrogenocarbonato para la mineralización. A su vez, la piedra caliza no es corrosiva y debido a las propiedades tampón de CaCO<sub>3</sub> se evitan grandes cambios de pH. Sin embargo, a medida que el pH aumenta, la reacción se ralentiza de forma tal que el CO<sub>2</sub> adicional se ha de dosificar con el fin de garantizar que se disuelva suficiente CaCO<sub>3</sub>. El CO<sub>2</sub> sin reaccionar se retira a continuación, ya sea a través de extracción o neutralización con hidróxido de sodio.

Se describen métodos y sistemas para la mineralización de agua que utilizan lechada de cal o una suspensión de cal en los documentos US 7.374.694 y EP 0 520 826. El documento US 5.914.046 describe un método para reducir la acidez en las descargas de efluentes utilizando un lecho de piedra caliza pulsado.

50 El documento US 7.771.599 describe un método para la mineralización de agua de proceso en un sistema de desalinización. El método secuestra gas dióxido de carbono del agua de mar o concentrada (salmuera) del proceso de desalinización a través de una membrana de transferencia de gas. El gas dióxido de carbono secuestrado se utiliza a partir de entonces en la producción de hidrogenocarbonato de calcio soluble (Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). El documento WO

2012/020056 A1 se refiere a un proceso para la mineralización de agua que comprende las etapas de proporcionar agua de alimentación e inyectar dióxido de carbono gaseoso y una suspensión en el agua de alimentación, donde la suspensión comprende carbonato de calcio micronizado. El documento WO 2010/023742 A2 describe un método y aparato para la producción de agua potable mediante el post-procesamiento (post-tratamiento) del agua desalinizada obtenida por desalinización de agua de mar a través de destilación u ósmosis inversa. El método incluye un proceso de absorción de dióxido de carbono del suministro en exceso de dióxido de carbono en el agua desalinizada para absorber el dióxido de carbono, un proceso de mineralización de pasar el agua desalinizada hacia donde se absorbe el dióxido de carbono a través de un filtro de piedra caliza en el cual la piedra caliza se rellena para formar iones de calcio y iones de hidrogenocarbonato, y un proceso de evacuación de dióxido de carbono para suministrar aire al agua desalinizada que pasa a través del proceso de mineralización para evacuar el dióxido de carbono con el aire con el propósito de obtener agua potable. El documento WO 2012/113957 A1 se refiere a un método para la remineralización de los fluidos, en el cual se controla la turbidez final. El método incluye las etapas que comprenden la dosificación del reactivo, remineralización y filtración. El documento EP 2565165 A1 se refiere a un proceso para la mineralización del agua que comprende las etapas de proporcionar agua de alimentación, proporcionar una solución acuosa de carbonato de calcio, donde la solución acuosa de carbonato de calcio comprende carbonato de calcio disuelto y sus especies de reacción, y combinar el agua de alimentación y la solución acuosa de carbonato de calcio. El documento EP 2623466 A1 se refiere a un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo y sus usos. El proceso puede llevarse a cabo en un sistema reactor que comprende un tanque equipado con un agitador, al menos un dispositivo de filtrado y un dispositivo de molienda. El documento EP 2623467 A1 se refiere a un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo y sus usos. El proceso se lleva a cabo en un sistema reactor que comprende un tanque equipado con un agitador y al menos un dispositivo de filtrado. El documento EP 2623564 A1 se refiere a una instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o cargas y/o la preparación del carbonato alcalinotérreo precipitado y/o la mineralización del agua y al uso de dicha instalación para la purificación de minerales, pigmentos alcalinos y/o cargas y/o la mineralización del agua y/o la preparación del carbonato alcalinotérreo precipitado. El documento WO 2013/132399 A1 se refiere a la mineralización del agua que se lleva a cabo mezclando el carbonato en forma de polvo en un proceso rápido en el agua, generando CO<sub>2</sub> en el agua pero agregando turbidez a la misma. El agua tratada se suministra luego a través de un reactor con carbonato granular, donde el CO<sub>2</sub> en el agua disuelve el carbonato adicional en un proceso lento. El reactor actúa simultáneamente para añadir más minerales, así como alcalinidad al agua, y para eliminar la turbidez del agua disolviendo polvo residual y filtrando partículas no solubles. El documento CN 102826689 A1 se refiere a un proceso de post-tratamiento de agua de mar desalinizada, que comprende las siguientes etapas de: (1) añadir CO<sub>2</sub> en el agua de mar desalinizada y mezclar suficientemente; y (2) mineralizar el agua de mar desalinizada agregada con el CO<sub>2</sub> en una mezcla de mineralización; disponer un lecho de carga de carbonato de calcio en la mezcla de mineralización; y permitir que el agua de mar desalinizada agregada con el CO<sub>2</sub> pase por el lecho de carga de carbonato de calcio para estar suficientemente en contacto y reaccionar con el carbonato de calcio. El documento WO 2013/014026 A1 se refiere a un proceso para el tratamiento del agua y al uso de carbonato de calcio en dicho proceso. En particular, se refiere a un proceso para la remineralización del agua que comprende las etapas de (a) proporcionar agua de alimentación que tiene una concentración de dióxido de carbono de al menos 20 mg/l, de modo preferente en un intervalo de 25 a 100 mg/l, y de modo más preferente en un intervalo de 30 a 60 mg/l, (b) proporcionar una suspensión acuosa que comprende carbonato cálcico micronizado, y (c) combinar el agua de alimentación de la etapa (a) y la suspensión acuosa de la etapa (b) con el fin de obtener agua remineralizada. El documento WO 2014/187666 A1 se refiere a un sistema de lotes múltiples para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio y al uso de dicho sistema por lotes dual para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio. El documento WO 2014/187613 A1 se refiere a una instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio y al uso de dicha instalación para la preparación continua de una solución de hidrogenocarbonato de calcio, así como el uso de dicha instalación para la remineralización del agua.

Sin embargo, los procesos descritos tienen el inconveniente de que la mineralización del agua y, especialmente, la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo utilizado para la mineralización del agua muestran un consumo ineficiente de CO<sub>2</sub>, que a menudo se resuelve por extracción del exceso de CO<sub>2</sub> una vez más desde el proceso y ventilación a la atmósfera, o el consumo excesivo de CO<sub>2</sub> en el caso del sistema de cal.

En vista de lo anterior, la mejora de la mineralización del agua sigue siendo de interés para el experto en la materia. Sería especialmente deseable proporcionar un proceso alternativo o mejorado para la preparación de una solución acuosa que comprenda al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se pueda preparar de una manera más eficiente, económica y ecológica, especialmente permitiendo un aumento en la eficiencia del consumo de CO<sub>2</sub> durante el proceso, que a la vez disminuya la producción de lodos y los costes totales de instalación y operación.

Es por lo tanto un objetivo de la presente invención dar a conocer un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo. Otro objetivo también se puede observar en la provisión de un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que aumenta la eficiencia del consumo de CO<sub>2</sub> para el proceso. Un objetivo adicional puede observarse en la provisión de un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el cual se disminuye la producción de lodos en comparación con

un sistema de cal típico de la técnica anterior. Un objetivo adicional puede observarse en la provisión de un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que permite una disminución en los costes globales para la instalación y operación del proceso de mineralización.

5 Uno o más de los anteriores y otros problemas se resuelven mediante el objeto tal como se define en el presente documento en la reivindicación 1 independiente. Las realizaciones ventajosas de la presente invención se definen en las correspondientes reivindicaciones secundarias.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo. El proceso comprende las etapas de:

- a) proporcionar agua en un flujo del proceso principal (1) y en al menos un flujo del proceso secundario (2);
- 10 b) añadir al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo al agua que se proporciona en una primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2) para obtener una suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo;
- c) añadir dióxido de carbono al agua que se proporciona en una segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) y ajustar el valor del pH a un intervalo de 2,5 a 7,5 para obtener agua acidificada;
- 15 d) combinar la suspensión obtenida en la etapa b) con el agua acidificada obtenida en la etapa c) para obtener una solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo;
- e) dosificar la solución de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) en el agua suministrada en el flujo del proceso principal (1) para obtener una solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo; y
- 20 f) añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo proporcionado en agua a la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en el flujo del proceso principal (1) de la etapa e) para ajustar el valor del pH de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo a un intervalo de 7,0 a 9,0 y formar una solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que tiene una concentración alcalina térrica como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 10 a 300 mg/l;
- 25 donde la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) y al menos un hidróxido alcalinotérreo en la etapa f) oscila entre 50: 1 y 1: 10.

Se describe también en este documento un proceso para la mineralización del agua, donde el proceso comprende las etapas de

- i) proporcionar agua a ser mineralizada,
- 30 ii) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene por el proceso, tal como se define en el presente documento,
- iii) combinar el agua a ser mineralizada de la etapa i) y la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo de la etapa ii) con el fin de obtener agua mineralizada, y
- iv) añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo al agua mineralizada que se obtiene en la etapa iii).

35 Se describe también en este documento el uso de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene por el proceso, tal como se describe en el presente documento, para la mineralización del agua. De acuerdo con una realización del presente uso, el agua es agua desalinizada o naturalmente blanda.

40 De acuerdo con una realización del presente proceso, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se selecciona entre el grupo que consiste en carbonato de calcio precipitado, carbonato de calcio modificado, carbonato de calcio molido y mezclas de estos, de modo preferente al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) es carbonato de calcio molido.

De acuerdo con otra realización del presente proceso, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se selecciona entre el grupo formado por mármol, piedra caliza, creta y mezclas de estos.

45 De acuerdo con otra realización del presente proceso, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se agrega en forma seca o en forma acuosa y/o al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa d) comprende hidrogenocarbonato de calcio y preferentemente consiste en hidrogenocarbonato de calcio y/o el hidróxido alcalinotérreo agregado en la etapa f) comprende hidróxido de calcio y de modo preferente consiste en hidróxido de calcio.

De acuerdo con una realización del presente proceso, la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) se sitúa antes de la primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2).

5 De acuerdo con otra realización del presente proceso, la combinación de la etapa d) se lleva a cabo en una unidad de reactor (6), de modo preferente un tanque o un reactor tubular, y/o la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) se somete a una etapa de separación g) en la unidad de separación (7), de modo preferente la etapa de separación g) se lleva a cabo haciendo pasar la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo a través de un filtro, una membrana o un lecho de filtro o por centrifugación de la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo.

10 De acuerdo incluso con otra realización del presente proceso, el valor del pH en la etapa c) se ajusta hasta el intervalo de 3,0 a 7,0 y de modo preferente hasta el intervalo de 4,0 a 5,0 y/o el valor del pH en la etapa e) se ajusta hasta el intervalo de 5,5 a 7,5 y de modo preferente hasta el intervalo de 6,0 a 7,0.

De acuerdo con una realización del presente proceso, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene una concentración alcalinotérrea como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 20 a 200 mg/l, y de modo preferente de 50 a 120 mg/l.

15 De acuerdo con otra realización del presente proceso, la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) y el hidróxido alcalinotérreo en la etapa f) oscila entre 50: 1 y 1: 3, de modo preferente entre 3: 1 y 1: 1,5.

20 De acuerdo incluso con otra realización del presente proceso, la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa b) tiene un contenido de sólidos en el intervalo de 0,01 a 20,0% en peso, de modo preferente en el intervalo de 1,0 a 15,0% en peso y de modo más preferente en el intervalo de 5,0 a 10,0% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión.

25 De acuerdo con una realización del presente proceso, la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) tiene una concentración de metal alcalinotérreo como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 100 a 1 000 mg/l y de modo preferente en el intervalo de 300 a 600 mg/l, y/o la concentración de al menos un hidróxido alcalinotérreo en el agua de la etapa f) se encuentra en el intervalo de 800 a 1 700 mg/l, y de modo preferente en el intervalo de 1 000 a 1 300 mg/l y/o al menos un hidróxido alcalinotérreo de acuerdo con la etapa f) se encuentra en forma de una solución generada en el sitio, de modo preferente la solución tiene un contenido de hidróxido alcalinotérreo de 0,05% en peso a 0,4% en peso, de modo preferente de aproximadamente 0,1% en peso, sobre la base del peso total de la solución, o al menos un hidróxido alcalinotérreo de acuerdo con la etapa f) se encuentra en forma de una suspensión que tiene un contenido de hidróxido alcalinotérreo de 15,0 a 25,0% en peso, de modo preferente aproximadamente 20,0% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión.

De acuerdo con otra realización del presente proceso, al menos un hidróxido alcalinotérreo en forma de una solución se proporciona en el agua de un segundo flujo del proceso secundario (3).

35 De acuerdo incluso con otra realización del presente proceso, la concentración de dióxido de carbono en la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa d) se encuentra en el intervalo de 50 a 2 800 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 200 a 750 mg/l y/o la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) se encuentra en el intervalo de 10 a 2 400 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 100 a 550 mg/l y/o la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 0,001 a 20 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 0,1 a 5 mg/l.

De acuerdo con una realización del presente proceso, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene un valor de pH en el intervalo de 7,2 a 8,9 y de modo preferente en el intervalo de 7,8 a 8,4.

45 Debe entenderse que para los fines de la presente invención los siguientes términos tienen el siguiente significado.

El término "material que comprende carbonato alcalinotérreo" se refiere a un material que comprende al menos 50,0% en peso de carbonato alcalinotérreo, sobre la base del peso seco total del material que comprende carbonato alcalinotérreo.

50 El término "mineralización" tal como se utiliza en la presente invención se refiere al aumento de los iones minerales esenciales en agua que no contiene minerales en absoluto o en cantidad insuficiente para obtener el agua que es agradable al paladar. Una mineralización se puede lograr mediante el agregado de al menos el carbonato alcalinotérreo específico, tal como carbonato de calcio, como materia prima sólo para el agua a tratar. Opcionalmente, por ejemplo, para los beneficios relacionados con la salud para asegurar la ingesta adecuada de algunos minerales esenciales y oligoelementos, sustancias adicionales tales como sales de magnesio se pueden mezclar en o con el carbonato alcalinotérreo, tal como carbonato de calcio, y luego agregar al agua durante el proceso de mineralización.

55 De acuerdo con los lineamientos nacionales sobre la salud humana y la calidad del agua potable, el producto

mineralizado puede comprender minerales adicionales seleccionados del grupo que comprende sulfato de potasio, sodio, o magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales y mezclas de estos. De modo preferente, el producto mineralizado comprende minerales adicionales seleccionados del grupo que comprende sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio y mezclas de estos.

En el sentido de la presente invención, las expresiones "acidificado" o "ácido" se refieren a la teoría de Brønsted-Lowry, y por lo tanto se refieren a proveedores de iones  $H_3O^+$ . Asimismo, el valor del pH de un ácido puede ser igual o  $> 7$ , tal como en el intervalo de  $> 7$  a 7,5, siempre y cuando una base correspondiente adecuada esté disponible para aceptar el ion  $H_3O^+$  como donado por el ácido.

Para los fines de la presente solicitud, el "valor de  $pK_a$ " representa la constante de disociación del ácido asociado con un hidrógeno ionizable determinado en un ácido determinado, y es indicativo del grado natural de disociación de este hidrógeno a partir de este ácido en el equilibrio en agua a una temperatura dada. Tales valores de  $pK_a$  se pueden encontrar en libros de texto de referencia tales como Harris, D.C. "Quantitative Chemical Analysis: 3rd Edition", 1991, W.H. Freeman & Co. (EE, UU.), ISBN 0-7167-2170-8. El valor de  $pK_a$  puede determinarse de acuerdo con métodos de la técnica anterior, que son bien conocidos por la persona experta. El valor de  $pK_a$  de un ácido depende de la temperatura, a menos que se indique expresamente lo contrario, los valores de  $pK_a$  de acuerdo con la presente invención se refieren a una temperatura de 22°C.

Cuando se utiliza la expresión "que comprende" en la presente descripción y las reivindicaciones, no excluye otros elementos. Para los fines de la presente invención, la expresión "que consiste en" se considera que es una realización preferida de la expresión "que comprende". Si en lo sucesivo se define que un grupo comprende al menos un cierto número de realizaciones, esto también debe entenderse que revela un grupo, que consiste de modo preferente solamente en una de estas formas de realización.

Cuando se utiliza un artículo indefinido o definido para referirse a un sustantivo singular, por ejemplo, "un", "una/o" o "el/la", esto incluye el plural de ese sustantivo a menos que se especifique algo diferente.

Los términos como "obtenible" o "definible" y "obtenido/a" o "definido/a" se utilizan indistintamente. Esto, por ejemplo, significa que, a menos que el contexto indique claramente lo contrario, el término "obtenido/a" no significa indicar que, por ejemplo una realización debe obtenerse, por ejemplo, por la secuencia de las siguientes etapas que siguen al término "obtenido/", aunque dicho entendimiento limitado se incluye siempre en los términos "obtenido/a" o "definido/a" como una realización preferida.

A continuación, se describirán más exhaustivamente los detalles y realizaciones preferidas del proceso de la invención para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico. Debe entenderse que estos detalles técnicos y realizaciones también se aplican al uso inventivo, tanto como sea aplicable.

El proceso de la presente invención es para la preparación de cualquier solución acuosa que comprenda al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico. En particular, el proceso de la presente invención es para la preparación de cualquier solución acuosa que comprenda al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico adecuado para la mineralización del agua.

El término solución "acuosa" se refiere a un sistema, en el cual el disolvente acuoso comprende, de modo preferente consiste en, agua. Sin embargo, dicho término no excluye que el disolvente acuoso comprende cantidades menores de al menos un disolvente orgánico miscible en agua seleccionado del grupo que comprende metanol, etanol, acetona, acetonitrilo, tetrahidrofurano y mezclas de estos. De modo preferente, el disolvente acuoso comprende agua en una cantidad de al menos 80,0% en peso-, de modo preferente al menos 90,0% en peso, de modo más preferente al menos 95,0% en peso, incluso de modo más preferente al menos 99,0% en peso, sobre la base del peso total del disolvente acuoso. Por ejemplo, el disolvente acuoso consiste en agua.

El término "solución" acuosa en el sentido de la presente invención se refiere a un sistema que comprende disolvente acuoso y partículas de carbonato alcalinotérrico y/o hidrogenocarbonato alcalinotérrico, donde las partículas de carbonato alcalinotérrico y/o hidrogenocarbonato alcalinotérrico se disuelven en el disolvente acuoso. El término "disuelto" en el sentido de la presente invención se refiere a sistemas en los cuales no se observan partículas sólidas discretas en el disolvente acuoso.

La expresión "al menos un" hidrogenocarbonato alcalinotérrico en el sentido de la presente invención significa que el hidrogenocarbonato alcalinotérrico comprende, de modo preferente consiste en, uno o más hidrogenocarbonatos alcalinotérricos.

En una realización de la presente invención, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico comprende, de modo preferente consiste en, un hidrogenocarbonato alcalinotérrico. Alternativamente, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico comprende, preferentemente consiste en, dos o más de hidrogenocarbonato alcalinotérrico. Por ejemplo, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico comprende, preferentemente consiste en, dos hidrogenocarbonatos alcalinotérricos.

De modo preferente, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo comprende, de modo más preferente consiste en, hidrogenocarbonato alcalinotérreo.

5 En una realización de la presente invención, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo se selecciona entre el grupo que consiste en hidrogenocarbonato de calcio, hidrogenocarbonato de magnesio y mezclas de estos. De modo preferente, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo comprende, de modo preferente consiste en, hidrogenocarbonato de calcio.

De acuerdo con la etapa a) del proceso de la invención, se proporciona agua en un flujo del proceso principal (1) y en al menos un flujo del proceso secundario (2).

10 El agua proporcionada en la etapa a) puede derivar de varias fuentes y se puede seleccionar entre agua destilada, agua del grifo, agua industrial, agua desalinizada, tal como agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, agua residual tratada o agua naturalmente blanda, tal como aguas subterráneas, aguas superficiales o de precipitaciones. También puede contener entre 10 y 2 000 mg/l NaCl. De modo preferente, el agua proporcionada en la etapa a) es agua desalinizada, por ejemplo permeada o destilada obtenida de un proceso de desalinización.

En una realización del proceso inventivo, el agua proporcionada en la etapa a) es agua a ser mineralizada.

15 El agua proporcionada en la etapa a) puede ser tratada previamente. Un tratamiento previo puede ser necesario, por ejemplo, en caso de que el agua derive de aguas superficiales, aguas subterráneas o agua de lluvia. Por ejemplo, para lograr los lineamientos del agua potable, el agua necesita ser tratada mediante el uso de técnicas químicas o físicas con el fin de eliminar los contaminantes, tales como compuestos orgánicos y minerales indeseables. Por ejemplo, la ozonización se puede utilizar como una primera etapa de pretratamiento, seguido por coagulación, floculación o decantación como una segunda etapa de tratamiento. Por ejemplo, las sales de hierro (III) tales como  $\text{FeClSO}_4$  o  $\text{FeCl}_3$ , o sales de aluminio tales como  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  o polialuminio se pueden utilizar como agentes de floculación. Los materiales floculados se pueden eliminar del agua, por ejemplo, por medio de filtros de arena o filtros de varias capas. Otros procesos de purificación de agua que se pueden utilizar para pretratar el agua se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1 975 310, EP 1 982 759, EP 1 974 807 o EP 1 974 806.

25 Si el agua de mar o agua salobre se proporciona en la etapa a), el agua de mar o agua salobre se bombea en primer lugar fuera del mar por tomas de mar abiertas o tomas subsuperficiales tales como pozos, y luego se somete a tratamientos previos físicos tales como procesos de tamizaje, sedimentación o remoción de arena. Dependiendo de la calidad del agua requerida, pasos adicionales de tratamiento, tales como coagulación y floculación, pueden ser necesarios con el fin de reducir el potencial de ensuciamiento en las membranas. El agua salobre o agua de mar pretratada se puede entonces destilar, por ejemplo, utilizando destilación instantánea de múltiples etapas, destilación de múltiples efectos o filtración de membrana, tal como nanofiltración u ósmosis inversa, para eliminar las partículas restantes y las sustancias disueltas.

Es de notar que el agua proporcionada en la etapa a) se provee en un flujo del proceso principal (1) y en al menos un flujo del proceso secundario (2).

35 Es decir, una parte del agua proporcionada en la etapa a) se inyecta en el flujo del proceso principal (1) y la parte restante del agua se inyecta en al menos un flujo del proceso secundario (2). Por lo tanto, el flujo del proceso principal (1) y al menos un flujo del proceso secundario (2) están conectados entre sí, de modo preferente en que al menos un flujo del proceso secundario (2) está conectado al flujo del proceso principal (1) por su entrada y salida.

40 La expresión "al menos un" flujo del proceso secundario significa que uno o más flujos del proceso secundario se pueden proporcionar en el proceso de la invención.

En una realización de la presente invención, el proceso comprende, de modo preferente consiste en, un flujo del proceso secundario (2). Alternativamente, el proceso comprende, de modo preferente consiste en, dos o más flujos del proceso secundario (2), (3), etc. Por ejemplo, el proceso comprende, de modo preferente consiste en, dos flujos del proceso secundario (2) y (3).

45 De modo preferente, el proceso comprende, de modo más preferente consiste en, dos flujos del proceso secundario.

Si el proceso comprende, preferentemente consiste en, dos o más flujos del proceso secundario, los flujos del proceso secundario están conectados de forma independiente al flujo del proceso principal (1); es decir, los dos o más flujos del proceso secundario no están conectados entre sí.

50 De acuerdo con la etapa b) del proceso de la invención, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo se agrega al agua proporcionada en una primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2) para obtener una suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo.

La expresión "al menos un" material que comprende carbonato alcalinotérreo en el sentido de la presente invención significa que el material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, de modo preferente consiste en, uno o más materiales que comprenden carbonato alcalinotérreo.

5 En una realización de la presente invención, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, de modo preferente consiste en, un material que comprende carbonato alcalinotérreo. Alternativamente, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, preferentemente consiste en, dos o más materiales que comprenden carbonato alcalinotérreo. Por ejemplo, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, preferentemente consiste en, dos o tres materiales que comprenden carbonato alcalinotérreo, de modo más preferente dos materiales que comprenden carbonato alcalinotérreo.

De modo preferente, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, de modo más preferente consiste en, un material que comprende carbonato alcalinotérreo.

10 Por ejemplo, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo comprende, de modo más preferente consiste en, un material que comprende carbonato de calcio.

De acuerdo con una realización del proceso de la invención, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b), preferiblemente un material que comprende carbonato de calcio, se selecciona entre el grupo que consiste en carbonato de calcio precipitado, carbonato de calcio modificado, carbonato de calcio molido y mezclas de estos.

15 De modo preferente, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) es carbonato de calcio molido.

"Carbonato de calcio molido (GCC)" en el sentido de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido a partir de fuentes naturales, incluyendo mármol, creta o piedra caliza, y procesado a través de un tratamiento tal como molienda, tamizaje y/o fraccionamiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo, por un ciclón.

20 "Carbonato de calcio precipitado (PCC)" en el sentido de la presente invención es un material sintetizado, generalmente obtenido por precipitación después de la reacción de dióxido de carbono y cal en un entorno acuoso, o por precipitación de una fuente de carbonato y calcio en agua o por precipitación de iones de carbonato y calcio, por ejemplo  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , fuera de la solución. Existe carbonato de calcio precipitado en tres formas cristalinas principales: calcita, aragonita y vaterita, y existen muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con los hábitos cristalinos típicos tales como escalenoédricos (S-PCC), romboédricos (R-PCC), prismáticos hexagonales, pinacoidales, coloidales (C-PCC), cúbicos y prismáticos (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con los hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales gemelos, así como una amplia variedad de prismáticos alargados delgados, laminares curvos, piramidales empinados, cristales cincelados, tipo árbol ramificado, y las formas tipo gusano o coral.

30 "Carbonato de calcio modificado" en el sentido de la presente invención es un carbonato cálcico natural tratado mediante reacción superficial que se obtiene por un proceso donde el carbonato cálcico natural se somete a reacción con uno o más ácidos que tienen un  $\text{pK}_a$  a 25°C de 2,5 o inferior y con  $\text{CO}_2$  gaseoso formado *in situ* y/o procedentes de una fuente externa, y opcionalmente en presencia de al menos un silicato de aluminio y/o al menos una sílice sintética y/o al menos un silicato de calcio y/o al menos un silicato de una sal monovalente tal como silicato de sodio y/o silicato de potasio y/o silicato de litio, y/o al menos un hidróxido de aluminio y/o al menos un silicato de sodio y/o potasio. Más detalles acerca de la preparación del carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial se describen en los documentos WO 00/39222, WO 2004/083316 y US 2004/0020410 A1, cuyos contenidos se incluyen en la presente solicitud de patente.

40 El material que comprende carbonato alcalinotérreo, preferiblemente un material que comprende carbonato de calcio, es de modo preferente un carbonato de calcio molido (GCC).

45 Por ejemplo, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b), preferiblemente un material que comprende carbonato de calcio, se selecciona entre el grupo que comprende mármol, piedra caliza, creta, cal semi- quemada, cal viva, piedra caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi-quemada, dolomita quemada, y carbonatos alcalinos térreos precipitados tales como carbonato de calcio precipitado, por ejemplo de estructura cristalina mineral calcítica, aragonítica y/o vaterítica, por ejemplo a partir del ablandamiento del agua mediante la adición de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Se prefiere el uso de mármol, piedra caliza y/o creta porque son minerales naturales y la turbidez de la calidad del agua potable final está garantizada mediante el uso de una solución acuosa transparente que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se produce utilizando estos minerales de origen natural. Los depósitos de mármol naturales contienen principalmente impurezas de silicatos insolubles ácidos. Sin embargo, dicho ácido insoluble, algunas veces silicatos coloreados, no afecta la calidad del agua final con respecto a la turbidez cuando se utiliza el producto que se prepara por el proceso de la invención.

55 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo, de modo preferente consiste en, partículas que consisten en carbonato alcalinotérreo en una cantidad de  $\geq 50,0\%$  en peso, de modo preferente de  $90,0\%$  en peso, de modo más preferente de  $\geq 95,0\%$  en peso y de modo más preferente de  $\geq 97,0\%$  en peso, sobre la base del peso seco total de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo.

Se prefiere además que al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b) sea un material que comprende carbonato alcalinotérreo micronizado.

Para el propósito de la presente invención, el término "micronizado" se refiere a un tamaño de partícula en el intervalo de micrómetros, por ejemplo, un tamaño de partícula de 0,1 a 50,0  $\mu\text{m}$ . Las partículas micronizadas se pueden obtener mediante técnicas basadas en fricción y/o impacto, por ejemplo, molienda o trituración, o bien sea bajo condiciones húmedas o secas. Sin embargo, también es posible producir las partículas micronizadas por cualquier otro método adecuado, por ejemplo, por precipitación, rápida expansión de soluciones supercríticas, secado por pulverización, clasificación o fraccionamiento de lodos o arenas naturales, filtración de agua, procesos sol-gel, síntesis de reacción de pulverización, síntesis de llama o la síntesis de espuma líquida.

Por ejemplo, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  de 0,1 a 50,0  $\mu\text{m}$ , de modo preferente de 0,2 a 25,0  $\mu\text{m}$ , de modo más preferente de 0,3 a 10,0  $\mu\text{m}$ , y de modo más preferente de 0,5 a 5,0  $\mu\text{m}$ .

En el presente documento, el "tamaño de partícula" de un material que comprende carbonato alcalinotérreo y otros materiales se describe por su distribución de tamaños de partículas. El valor  $d_x$  representa la relación de diámetro a la que  $x\%$  en peso de las partículas tienen diámetros inferiores a  $d_x$ . Esto significa que el valor  $d_{20}$  es el tamaño de partícula en el cual 20% en peso de todas las partículas son más pequeñas, y el valor de  $d_{75}$  es el tamaño de partícula en el cual 75% en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor  $d_{50}$  es, por lo tanto, el tamaño de partícula mediano en peso, es decir, 50% en peso de todos los granos son más grandes y el restante 50% en peso de los granos más pequeños que este tamaño de partícula. Para el propósito de la presente invención se especifica el tamaño de partícula como el tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  a menos que se indique lo contrario. Para determinar el valor del tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$ , se puede utilizar un Sedigraph. Para el propósito de la presente invención, el "tamaño de partícula" del carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial se describe como distribuciones de tamaño de partícula determinado en volumen. Para determinar la distribución del tamaño de partícula determinado en volumen, por ejemplo, el diámetro de grano mediano en volumen ( $d_{50}$ ) o el tamaño de partícula del corte superior determinado en volumen ( $d_{98}$ ) del carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial, se puede utilizar un aparato Malvern Mastersizer 2000. La distribución del tamaño de partícula determinado en peso corresponde al tamaño de partícula determinado en volumen si la densidad de todas las partículas es igual.

En una realización de la presente invención, el material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b) tiene un área de superficie específica BET de 0,01 a 200,0  $\text{m}^2/\text{g}$ , y de modo preferente de 1,0 a 100,0  $\text{m}^2/\text{g}$ , medida por adsorción de gas nitrógeno utilizando la isoterma BET (ISO 9277: 2010).

Adicional o alternativamente, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b) puede comprender un contenido insoluble de HCl de 0,02 a 90,0% en peso, 0,03 a 25,0 en peso, o 0,05 a 15,0% en peso, sobre la base del peso total de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo de la etapa b). De modo preferente, el contenido insoluble de HCl al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo no excede 1,0% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio. El contenido insoluble de HCl puede ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato o mica.

Al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se agrega en forma seca o en forma acuosa al agua proporcionada en al menos un flujo de corriente secundaria.

Si al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se agrega en forma seca, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo puede estar en forma de un polvo o en forma granular.

El término "seco" en relación con al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo se entiende que es un material que tiene menos de 0,3% en peso de agua con respecto al peso de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo. El % de agua se determina de acuerdo con el método de medición coulombimétrico de Karl Fischer, donde al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo se calienta a 220°C, y el contenido de agua liberada en forma de vapor y aislada utilizando una corriente de gas nitrógeno (a 100 ml/min) se determina en una unidad coulombimétrica de Karl Fischer.

Si al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) se agrega en forma acuosa, al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo se encuentra en forma de una suspensión acuosa que tiene contenido de sólidos entre 5,0 y 15,0% en peso tales como aproximadamente 10% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión. Esta suspensión se genera de modo preferente en el sitio utilizando una suspensión altamente concentrada sin utilizar ningún agente de dispersión que tiene por ejemplo, un contenido de sólidos entre 30,0 y 50,0% en peso, tal como aproximadamente 40% en peso o utilizando el material que comprende carbonato alcalinotérreo en forma sólida por ejemplo, como polvo o en forma de gránulos.

Para el propósito de la presente invención, una "suspensión" o "dispersión" se refiere a un sistema que comprende disolvente, es decir un disolvente acuoso, y las partículas de un material que comprende carbonato alcalinotérreo y/o hidrogenocarbonato alcalinotérreo, donde al menos una parte de las partículas del material que comprende carbonato alcalinotérreo y/o hidrogenocarbonato alcalinotérreo están presentes como sólidos insolubles en el disolvente acuoso.

Dicho término no excluye que una parte del material que comprende carbonato alcalinotérreo y/o partículas de hidrogenocarbonato alcalinotérreo se disuelve en el disolvente acuoso.

5 De acuerdo con la etapa b) del proceso de la invención, se agrega al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo al agua proporcionada en el flujo del proceso secundario (2) de tal manera que se obtiene una suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo.

La suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa b) tiene de modo preferente un contenido de sólidos en el intervalo de 0,01 a 20,0% en peso, de modo más preferente en el intervalo de 1,0 a 15,0% en peso y de modo más preferente en el intervalo de 5,0 a 10,0% en peso, basado en el peso total de la suspensión.

10 Además de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo, la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo puede comprender otros minerales micronizados. De acuerdo con una realización, la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo puede comprender carbonato de magnesio calcio micronizado, por ejemplo, caliza dolomítica, dolomita calcárea o dolomita semi- quemada, óxido de magnesio tal como dolomita quemada, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio y/u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales.

De acuerdo con la etapa c) del proceso de la invención, se añade dióxido de carbono al agua proporcionada en una segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) y se ajusta el valor del pH a un intervalo de 2,5 a 7,5 para obtener agua acidificada.

20 El dióxido de carbono utilizado se selecciona entre dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido y una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases tales como dióxido de carbono que contiene gases de combustión obtenidos de procesos industriales como los procesos de combustión o procesos de calcinación o similares. De modo preferente, el dióxido de carbono es dióxido de carbono gaseoso. Cuando se utiliza una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases, entonces el dióxido de carbono está presente en el intervalo de 90,0 a alrededor de 99,0% en volumen, y de modo preferente en el intervalo de 95,0 a 99,0% en volumen, sobre la base del volumen total de la mezcla gaseosa. Por ejemplo, el dióxido de carbono está presente en una cantidad de al menos 97,0% en volumen, sobre la base del volumen total de la mezcla gaseosa.

25 Es un requisito específico del proceso de la invención que el dióxido de carbono se añada al agua proporcionada en la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) de forma tal que se ajuste un valor de pH en el intervalo de 2,5 a 7,5. De modo preferente, el valor del pH en la etapa c) se ajusta hasta el intervalo de 3,0 a 7,0 y de modo preferente hasta el intervalo de 4,0 a 5,0.

La adición de dióxido de carbono al agua proporcionada en una segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) por lo tanto resulta en agua acidificada.

35 El dióxido de carbono se puede inyectar en el agua proporcionada en la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) a una velocidad controlada, formando una dispersión de burbujas de dióxido carbono en la corriente y permitiendo que las burbujas se disuelvan allí. Por ejemplo, la disolución de dióxido de carbono en el agua se puede facilitar al proporcionar la corriente de agua en un caudal de 10 hasta 1 500 mg/l, y de modo preferente 50 a 1 500 mg/l de acuerdo con la concentración de CO<sub>2</sub> de partida en el permeado/destilado, el valor final de pH objetivo (exceso de CO<sub>2</sub>) y la concentración de calcio objetivo final (CaCO<sub>3</sub> agregado).

40 La cantidad de dióxido de carbono que se inyecta en el agua proporcionada en la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) dependerá de la cantidad de dióxido de carbono que ya está presente en el agua proporcionada en al menos un primer flujo del proceso secundario (2). La cantidad de dióxido de carbono que ya está presente en el agua, a su vez, dependerá, por ejemplo, del tratamiento de aguas arriba del agua. El agua, por ejemplo, que se ha desalinizado por evaporación instantánea contendrá otra cantidad de dióxido de carbono, y por lo tanto otro pH, que el agua que se ha desalinizado por ósmosis inversa. El agua, por ejemplo, que se ha desalinizado por ósmosis inversa puede tener un pH de aproximadamente 5,3 y una cantidad de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 1,5 mg/l.

45 Es de señalar que el dióxido de carbono se agrega al agua proporcionada en una segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2), mientras que al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo se agrega al agua proporcionada en una primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2). Por lo tanto, se apreciará que la primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2) difiere de la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2), es decir, la primera porción (4) y la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) están situadas por separado en el mismo flujo del proceso secundario (2).

55 En una realización del proceso de la invención, la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) está situada antes de la primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2). Por lo tanto, en esta realización del proceso de la invención, la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa b) se inyecta en el agua acidificada obtenida en la etapa c).

De acuerdo con la etapa d) del proceso de la invención, la suspensión obtenida en la etapa b) se combina con el agua acidificada obtenida en la etapa c) para obtener una solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico.

5 La combinación de la suspensión obtenida en la etapa b) con el agua acidificada obtenida en la etapa c) de acuerdo con la etapa del proceso d) se puede lograr por cualquier medio convencional conocido por la persona experta. De modo preferente, la combinación se puede llevar a cabo bajo condiciones de mezcla y/u homogeneización. La persona experta adaptará estas condiciones de mezcla y/u homogeneización tales como la velocidad y la temperatura de mezclado de acuerdo con su equipo de proceso.

10 Por ejemplo, la combinación se puede llevar a cabo en una unidad de reactor (6), de modo preferente un tanque o un reactor tubular. Tales tanques o reactores tubulares son bien conocidos para el experto y están disponibles en una amplia gama de proveedores.

En una forma de realización del proceso de la invención, la etapa d) se lleva a cabo de modo preferente a una temperatura en el intervalo de 5 a 55°C, de modo más preferente de 15 a 45°C para asegurar una la combinación suficiente de la suspensión obtenida en la etapa b) y el agua acidificada obtenida en la etapa c).

15 Se apreciará que la velocidad de disolución del carbonato alcalinotérrico en la fase líquida, es decir, agua, de la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico para obtener la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico depende de la cantidad de dióxido de carbono dosificado, pero también de la temperatura, pH, presión, concentración inicial de carbonato alcalinotérrico en la suspensión, así como la tasa de dosificación en la cual el dióxido de carbono se introduce en la suspensión que  
20 comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico.

Se prefiere que la concentración de dióxido de carbono en la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) oscile entre 50 y 2 800 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 200 a 750 mg/l.

25 Adicional o alternativamente, la cantidad de CO<sub>2</sub> utilizada, en moles, para producir 1 mol de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en la solución o suspensión obtenida en la etapa d) oscila entre 0,5 y 6,0 mol, de modo preferente entre 0,5 y 4,5 mol, y de modo más preferente entre 0,5 y 3,0 mol.

30 Debe observarse que el tipo de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en la solución o suspensión obtenida en la etapa d) depende de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico que se proporciona en la etapa b) del proceso inventivo. Así, si al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico comprende un material que comprende carbonato de calcio, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en la solución o suspensión obtenida en la etapa d) comprende hidrogenocarbonato de calcio. Alternativamente, si al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico consiste en carbonato de calcio, al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en la solución o suspensión obtenida en la etapa d) consiste en hidrogenocarbonato de calcio.

35 Se ha de apreciar que la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) tiene de modo preferente una concentración de metal alcalinotérrico como hidrogenocarbonato alcalinotérrico en el intervalo de 100 a 1 000 mg/l, y de modo preferente en el intervalo de 300 a 600 mg/l. En una forma de realización del proceso del invento, la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) que es hidrogenocarbonato de calcio tiene una concentración de metal de calcio como hidrogenocarbonato de calcio en el intervalo de 100 y 1 000 mg/l y de modo preferente en el intervalo de 300 a 600 mg/l.

40 Tal como se mencionó anteriormente, se obtiene una solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en la etapa d).

45 Si la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) comprende partículas sólidas no disueltas de al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico, la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico se somete de modo preferente a una etapa de separación g). La etapa de separación g) se lleva a cabo de modo preferente en la unidad de separación (7).

50 En una forma de realización del proceso de la invención, la separación puede realizarse por cualquier medio convencional conocido por la persona experta que sea adecuado para la eliminación de partículas sólidas no disueltas de una solución o suspensión. Por ejemplo, la etapa de separación g) se lleva a cabo haciendo pasar la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico a través de un filtro, una membrana o un lecho de filtro, o por centrifugación de la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico.

De acuerdo con la etapa e) del proceso de la invención, la solución de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) se dosifica en el agua proporcionada en el flujo del proceso principal (1) para obtener una solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico.

55 Es un requisito del proceso inventivo que una solución de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) se dosifique en el agua proporcionada en el flujo del proceso principal (1). Por lo tanto, si se obtiene una

suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo en la etapa del proceso d), el proceso comprende además la etapa del proceso g) antes de llevar a cabo la etapa del proceso e), es decir, la etapa del proceso g) se lleva a cabo después de la etapa d) y antes de la etapa e).

5 Al dosificar la solución de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) en el agua proporcionada en el flujo del proceso principal (1) el agua en el flujo del proceso principal (1) se ajusta de modo preferente a un valor de pH en el intervalo de 5,5 a 7,5 y preferentemente al intervalo de 6,0 a 7,0.

Se prefiere que la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) se encuentre en el intervalo de 10 a 2 400 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 100 a 550 mg/l.

10 Adicional o alternativamente, la cantidad de CO<sub>2</sub> utilizada, en moles, para producir 1 mol de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo en la solución obtenida en la etapa e) se encuentra en el intervalo de 0,5 a 2,0 mol, de modo preferente en el intervalo de 0,5 a 1,7 mol, de modo más preferente en el intervalo de 0,5 a 1,5 mol, y de modo más preferente en el intervalo de 0,5 a 1,3 mol.

15 De acuerdo con la etapa f) del proceso de la invención, se agrega al menos un hidróxido alcalinotérreo proporcionado en agua a la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en el flujo del proceso principal (1) de la etapa e) para ajustar el valor de pH de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo a un intervalo de 7,0 a 9,0 y para formar una solución acuosa de al menos hidrogenocarbonato alcalinotérreo que tiene una concentración alcalinotérrea como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 10 a 300 mg/l.

20 Por lo tanto, se requiere que al menos un hidróxido alcalinotérreo se agregue a la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en el flujo del proceso principal (1) de la etapa e).

La expresión "al menos un" hidróxido alcalinotérreo en el sentido de la presente invención significa que el hidróxido alcalinotérreo comprende, de modo preferente consiste en, uno o más hidróxidos alcalinotérreos.

25 En una realización de la presente invención, al menos un hidróxido alcalinotérreo comprende, de modo preferente consiste en, un hidróxido alcalinotérreo. Alternativamente, al menos un hidróxido alcalinotérreo comprende, preferentemente consiste en, dos o más hidróxidos alcalinotérreos. Por ejemplo, al menos un hidróxido alcalinotérreo comprende, preferentemente consiste en, dos o tres hidróxidos alcalinotérreos, de modo más preferente dos hidróxidos alcalinotérreos.

30 Preferentemente, al menos un hidróxido alcalinotérreo comprende, de modo más preferente consiste en, un hidróxido alcalinotérreo.

35 Al menos un hidróxido alcalinotérreo agregado en la etapa f) comprende, de modo preferente, hidróxido de calcio y/o hidróxido de magnesio. Debido a la muy baja solubilidad del Mg(OH)<sub>2</sub> en agua en comparación con Ca(OH)<sub>2</sub>, la velocidad de la reacción de Mg(OH)<sub>2</sub> con CO<sub>2</sub> es muy limitada y en presencia de Ca(OH)<sub>2</sub> en suspensión, reacción del CO<sub>2</sub> con Ca(OH)<sub>2</sub> es muy preferida. Por lo tanto, al menos un hidróxido alcalinotérreo consiste, de modo preferente, en hidróxido de calcio.

De acuerdo con una realización del proceso de la invención, al menos un hidróxido alcalinotérreo es de modo preferente al menos un hidróxido alcalinotérreo micronizado.

40 Por ejemplo, al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa f) tiene un tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  de 0,1 a 100,0  $\mu\text{m}$ , de modo preferente de 0,2 a 50,0  $\mu\text{m}$ , de modo más preferente de 0,3 a 25,0  $\mu\text{m}$ , y de modo más preferente de 0,5 a 10,0  $\mu\text{m}$ .

En una de realización de la presente invención, al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa f) tiene un área de superficie específica BET de 0,01 a 200,0 m<sup>2</sup>/g, y de modo preferente de 1,0 a 100,0 m<sup>2</sup>/g, medida por adsorción de gas nitrógeno utilizando la isoterma BET (ISO 9277: 2010).

45 Al menos un hidróxido alcalinotérreo se agrega de modo preferente en la etapa f) tal que la concentración de al menos un hidróxido alcalinotérreo en el agua que se proporciona en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 800 a de 1700 mg/l y de modo preferente en el intervalo de 1 000 a 1 300 mg/l.

Al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa f) se proporciona en el agua. Por lo tanto, se apreciará que al menos un hidróxido alcalinotérreo se encuentra en forma de una solución o suspensión.

50 Si al menos un hidróxido alcalinotérreo se encuentra en forma de una solución, la solución tiene de modo preferente un contenido de hidróxido alcalinotérreo de 0,05% en peso a 0,4% en peso, de modo preferente de aproximadamente 0,1% en peso, sobre la base del peso total de la solución. La solución de hidróxido alcalinotérreo se genera preferentemente en el lugar. Por lo tanto, si una solución de hidróxido alcalinotérreo se proporciona en la etapa f), la solución de hidróxido alcalinotérreo se prepara de modo preferente con el agua proporcionada en la etapa a) del proceso. En otros términos, si una solución de hidróxido alcalinotérreo se proporciona en la etapa f), el proceso

comprende de modo preferente un flujo del proceso principal (1) y al menos un flujo del proceso secundario (2) y un segundo flujo del proceso secundario (3).

En una realización del proceso de la invención, al menos un hidróxido alcalinotérreo en forma de una solución se proporciona por lo tanto en el agua de un segundo flujo del proceso secundario (3).

5 En la presente realización, una parte del agua proporcionada en la etapa a) se inyecta en el flujo del proceso principal (1) y la parte restante del agua se inyecta en al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3). Por lo tanto, al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3) están conectados al flujo del proceso principal (1), de modo preferente en que al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3) se conectan al flujo del proceso principal (1) por sus respectivas  
10 entradas y salidas.

En una realización, las entradas de al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3) se pueden conectar de forma independiente al flujo del proceso principal (1) en cualquier orden. En este sentido, sólo se requiere que la entrada del segundo flujo del proceso secundario (3) esté localizada antes de la salida de al menos un flujo del proceso secundario (2). De modo preferente, las entradas de al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3) se conectan al flujo del proceso principal (1) en la misma ubicación.  
15

El término "antes" en el sentido de la presente invención se refiere a la posición anterior por delante de otra unidad de la instalación.

20 En cuanto a las salidas de al menos un flujo del proceso secundario (2) y el segundo flujo del proceso secundario (3), se aprecia que la salida del segundo flujo del proceso secundario (3) se encuentra preferentemente ubicada después de al menos un flujo del proceso secundario (2) en el flujo del proceso principal (1).

Alternativamente, al menos un hidróxido alcalinotérreo se encuentra en forma de una suspensión. Si al menos un hidróxido alcalinotérreo como se proporciona en la etapa f) se encuentra en forma de una suspensión, la suspensión tiene de modo preferente un contenido de hidróxido alcalinotérreo de 15,0 a 25,0% en peso, de modo preferente aproximadamente 20,0% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión.  
25

En la presente realización, la suspensión de hidróxido alcalinotérreo se puede generar en el sitio como ya se ha descrito para la solución de hidróxido alcalinotérreo o independientemente del proceso de la invención. Si la suspensión de hidróxido alcalinotérreo se prepara independientemente del proceso de la invención, la suspensión de hidróxido alcalinotérreo por lo tanto no se prepara a partir del agua en el segundo flujo de proceso secundario (3).

30 Mediante la adición de al menos un hidróxido alcalinotérreo proporcionado en agua a la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en el flujo del proceso principal (1) de la etapa e), el valor del pH de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa f) se ajusta a un intervalo de 7,0 a 9,0. De modo preferente, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene un valor de pH en el intervalo de 7,2 a 8,9 y de modo preferente en el intervalo de 7,8 a 8,4.  
35

Con el fin de aumentar la eficiencia de consumo de CO<sub>2</sub> en la disminución de la producción de lodos se requiere específicamente que la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) y el hidróxido alcalinotérreo en la etapa f) se encuentre en el intervalo de 50: 1 a 1: 10. Por ejemplo, la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo en la etapa b) y el hidróxido alcalinotérreo en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 50: 1 a 1: 3, de modo preferente de 3: 1 a 1: 1,5.  
40

La solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene así por el proceso de la invención tiene una concentración de dióxido de carbono preferentemente en el intervalo de 0,001 a 20 mg/l, de modo más preferente en el intervalo de 0,1 a 5 mg/l.

45 Se aprecia que la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene una concentración de metal alcalinotérreo como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 10 a 300 mg/l. De modo preferente, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene una concentración de metal alcalinotérreo como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 20 a 200 mg/l y de modo más preferente de 50 a 120 mg/l.

50 En una realización del proceso de la invención, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) comprende hidrogenocarbonato de calcio, en donde la solución tiene una concentración de metal de calcio como hidrogenocarbonato de calcio en el intervalo de 10 a 300 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 20 a 200 mg/l y de modo más preferente de 25 a 150 mg/l.

En una realización alternativa del proceso de la invención, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) comprende hidrogenocarbonato de magnesio, en donde la solución tiene una

concentración de metal de magnesio como hidrogenocarbonato de magnesio en el intervalo de 10 a 300 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 10 a 50 mg/l y de modo más preferente de 10 a 25 mg/l.

5 Alternativamente, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) comprende hidrogenocarbonato de calcio e hidrogenocarbonato de magnesio, en donde la solución tiene una concentración de metal de calcio y magnesio total como hidrogenocarbonato de calcio y magnesio en el intervalo de 10 a 300 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 20 a 200 mg/l y de modo más preferente de 25 a 200 mg/l.

10 En una realización de la presente invención, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) tiene un contenido disuelto de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico en el intervalo de 0,01 a 20,0% en peso, de modo más preferente en el intervalo de 0,01 a 10,0% en peso y de modo más preferente en el intervalo de 0,01 a 1,0% en peso, sobre la base del peso total de la solución acuosa.

Adicional o alternativamente, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) tiene un valor de turbidez inferior a 1 NTU, de modo preferente inferior a 0,5 NTU y de modo más preferente inferior a 0,3 NTU. Por ejemplo, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) tiene un valor de turbidez menor que 0,2 NTU o menor que 0,1 NTU.

15 "Turbidez" en el sentido de la presente invención describe la opacidad o turbiedad de un fluido causada por partículas individuales (sólidos en suspensión) que son generalmente invisibles a simple vista. La medición de la turbidez es una prueba clave de la calidad del agua y se puede llevar a cabo con un nefelómetro. Las unidades de turbidez de un nefelómetro calibrado tal como se utiliza en la presente invención se especifican como Unidades de Turbidez Nefelométricas (NTU).

20 De acuerdo con una realización del proceso de la invención, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) tiene una dureza de 0,5 a 17° dH, de modo preferente de 1 a 10° dH, y de modo más preferente de 1,5 a 7° dH.

25 Para el propósito de la presente invención, la dureza se refiere a la dureza alemana y se expresa en "grado de dureza alemana, °dH". En este sentido, la dureza se refiere a la cantidad total de iones alcalinotérricos en la solución acuosa que comprende el hidrogenocarbonato alcalinotérrico.

Se prefiere que la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso de la invención tenga una dureza que sea al menos 3° dH, de modo más preferente al menos 5° dH, superior a la dureza del agua suministrada en la etapa a).

30 La solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso de la invención es adecuada para la mineralización del agua. Por ejemplo, la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso de la invención es adecuada para la mineralización del agua desalinizada o naturalmente blanda.

35 El agua que puede ser mineralizada mediante el uso de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso de la invención puede derivar de diversas fuentes y puede seleccionarse de entre agua destilada, agua industrial, agua del grifo, agua desalinizada tal como agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, aguas residuales tratadas o agua naturalmente blanda tales como aguas subterráneas, aguas superficiales o de precipitaciones. De modo preferente, el agua a ser mineralizada mediante el uso de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso de la invención es agua desalinizada, por ejemplo permeada o destilada obtenida de un proceso de desalinización.

40 Se describe también en este documento un proceso para la mineralización del agua, en donde el proceso comprende las etapas de

i) proporcionar agua a ser mineralizada,

ii) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso que se describe en el presente documento,

45 iii) combinar el agua a ser mineralizada de la etapa i) y la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico de la etapa ii) con el fin de obtener agua mineralizada, y

iv) añadir al menos un hidróxido alcalinotérrico al agua mineralizada que se obtiene en la etapa iii).

50 Con respecto a la definición del agua a ser mineralizada, la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene por el proceso, al menos un hidróxido alcalinotérrico y sus realizaciones preferidas, se hace referencia a los enunciados realizados anteriormente cuando se analizaron los detalles técnicos del proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico de la presente invención.

Se prefiere que la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo proporcionada en la etapa ii) tenga una dureza de al menos 3° dH, de modo más preferente al menos 5° dH, superior a la dureza del agua a ser mineralizada proporcionada en la etapa i).

5 Con el fin de aumentar incluso más el contenido mineral, para neutralizar cualquier dióxido de carbono "agresivo" restante y/o para aumentar el pH con el propósito de lograr una calidad de agua final estable y equilibrada, es necesario agregar al menos un hidróxido alcalinotérreo al agua mineralizada obtenida en la etapa iii).

Por lo tanto, el proceso para la mineralización del agua comprende la etapa iv) de añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo al agua mineralizada obtenida en la etapa iii).

10 Se describe también en la presente invención el uso de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene mediante el proceso tal como se define en el presente documento, para la mineralización del agua. El agua es preferentemente desalinizada o agua naturalmente blanda.

15 Con respecto a la definición del agua a ser mineralizada, la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo que se obtiene por el proceso y sus realizaciones preferidas, se hace referencia a los enunciados proporcionados anteriormente cuando se analizaron los detalles técnicos del proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo de la presente invención.

Los siguientes ejemplos pueden ilustrar adicionalmente la invención pero no están destinados a limitar la invención, definida por las reivindicaciones, a realizaciones ejemplificadas.

#### Sección experimental

#### 20 1. Métodos de medición

A continuación, se describen los métodos de medición aplicados en los ejemplos se describen.

##### pH de una solución o suspensión acuosa

25 El pH de una suspensión se mide a 25°C utilizando un medidor de pH Mettler Toledo Seven Easy y un electrodo de pH Mettler Toledo InLab® Expert Pro. Una calibración de tres puntos (de acuerdo con el método de segmento) del instrumento se realiza primero utilizando soluciones tampón comercialmente disponibles que tienen valores de pH de 4, 7 y 10 a 20°C (de Aldrich). Los valores de pH indicados son los valores extremos detectados por el instrumento (el valor extremo es cuando la señal de medición difiere en menos de 0,1 mV del promedio de los últimos 6 segundos).

##### Contenido de sólidos de una suspensión acuosa

##### Analizador de Humedad

30 El contenido de sólidos (también conocido como "peso seco") se determinó utilizando un Analizador de Humedad HR73 de la empresa Mettler-Toledo, Suiza, con los siguientes parámetros: temperatura de 120°C, apagado automático 3, secado estándar, 5 a 20 g de producto.

##### Distribución de tamaño de partícula (% de masa de partículas con un diámetro <X) y el diámetro mediano en peso ( $d_{50}$ ) de un material particulado

35 La distribución del tamaño de partícula de los productos se midió utilizando un Sistema de Difracción Láser Malvern Mastersizer 2000 (Malvern Instruments Plc., Gran Bretaña) utilizando la aproximación de dispersión de luz de Fraunhofer. El método y el instrumento son conocidos por el experto en la materia y se utilizan comúnmente para determinar los tamaños de partículas de cargas y otros materiales particulados.

40 La medición se llevó a cabo en una solución acuosa que comprende 0,1% en peso de  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Las muestras fueron dispersadas utilizando un agitador de alta velocidad y en la presencia de supersónicos.

##### Turbidez de una suspensión acuosa de solución

La turbidez se midió con un Turbidímetro Hach Lange 2100AN IS Laboratory y la calibración se realizó utilizando estándares de turbidez StabCal (estándares de formacina) de <0,1, 20, 200, 1 000, 4 000 y 7 500 NTU.

##### Alcalinidad de la solución acuosa y la dureza

45 La alcalinidad de la solución acuosa se determinó mediante titulación de una muestra con una solución 0,1 M de ácido clorhídrico. El valor extremo de la titulación se alcanza a un pH constante de 4,3. La cantidad de la alcalinidad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad} = \text{volumen de ácido (ml)} \times 0,1 \times 100,08 \times 1\,000 / (2 \times \text{volumen de la muestra (ml)})$$

La dureza se refiere a la dureza alemana y se expresa en "grados de dureza alemana, °dH". La dureza y la alcalinidad se determinaron por el mismo método en una titulación.

Acidez de la solución acuosa

5 La acidez de la solución acuosa se determinó por titulación del CO<sub>2</sub> libre con una solución 0,01 M de hidróxido de sodio. El valor extremo de la titulación se alcanza a un pH constante de 8,3. La cantidad de CO<sub>2</sub> libre se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{CO}_2 \text{ Libre} = \text{Volumen de NaOH (ml)} \times 0,01 \times 44,01 \times 1\,000 / \text{Volumen de la muestra (ml)}$$

Área de superficie específica BET de un material

10 En el presente documento, el área de superficie específica (en m<sup>2</sup>/g) de la carga mineral se determina utilizando el método BET (utilizando nitrógeno como gas de adsorción), conocido por el experto (ISO 9277: 1995). El área de superficie total (en m<sup>2</sup>) de la carga mineral se obtiene entonces mediante la multiplicación del área de superficie específica y la masa (en g) de la carga mineral antes del tratamiento.

## 2. Ejemplos

Instalación de la Invención

15 Una lámina de flujo del proceso general de una instalación de acuerdo con la presente invención se muestra en la Figura 1. La instalación comprende un silo de almacenamiento de carbonato alcalinotérreo (8) con alimentador de tornillo de dosificación y un recipiente para la preparación de una suspensión del carbonato alcalinotérreo (9), un tanque reactor (6), mezcladores estáticos para dosificar dióxido de carbono (5) y la suspensión de carbonato alcalinotérreo (4), sistema de dosificación concentrado y sistema de filtración (7) y un sistema de dosificación de hidróxido alcalinotérreo.

Una solución de hidrogenocarbonato alcalinotérreo se produce y se dosifica en un primer flujo del proceso secundario (2). Un hidróxido alcalinotérreo se dosifica en un segundo flujo del proceso secundario (3). Ambos flujos de procesos secundarios se fusionan en el flujo del proceso principal (1).

25 En una instalación de tamaño completo, una solución saturada de hidróxido alcalinotérreo normalmente se generará primero de 0,1 a 0,15% en peso de concentración. Para llevar a cabo ensayos a escala piloto, como en el Ejemplo 1 a continuación, es más útil utilizar una suspensión de hidróxido alcalinotérreo disponible comercialmente, pero altamente reactivo de alta pureza, que se puede dosificar a través de un segundo flujo del proceso secundario (véase la Figura 2) o directamente al flujo del proceso principal. Como las concentraciones de la suspensión son mucho más altas (aprox. 20% en peso), las tasas de flujo para esta corriente del proceso (3) son mucho más lentas.

30 El agua de alimentación se proporciona en todos los flujos del proceso, el agua de alimentación se obtuvo del sistema de ósmosis inversa, produciendo agua de la siguiente especificación de agua:

Sodio: < 1 mg/l

Cloruro: < 2 mg/l

Calcio: 1,2 mg/l

35 Magnesio: < 1 mg/l

°dH: < 2

pH 6,3

Conductividad: 10,5 µS/cm

40 Una solución de carbonato alcalinotérreo se puede producir en la primera corriente secundaria utilizando el equipo mencionado anteriormente de la siguiente manera: un material que comprende carbonato alcalinotérreo se agrega al recipiente para preparar la suspensión del carbonato alcalinotérreo (9) desde el silo de almacenamiento (8) utilizando un alimentador de tornillo por pérdida en peso para medir con precisión la cantidad de material agregado. También se agrega agua al tanque y se usa el mezclador para crear una suspensión homogénea de contenido de sólidos conocido. El dióxido de carbono se agrega al resto del primer proceso de corriente secundaria a través de un mezclador estático para formar una solución ácida. La suspensión se transfiere luego a una bomba de dosificación de la corriente del flujo del proceso donde se mezcla a través de un mezclador estático. La corriente secundaria combinada se agrega a continuación al tanque reactor (6). La reacción entre el material de carbonato alcalinotérreo y la solución ácida (dióxido de carbono u otro) permite la formación de una solución de hidrogenocarbonato alcalinotérreo dentro del tanque reactor (6). Desde el tanque reactor (6), se emplea una bomba dosificadora para agregar la solución de

hidrogenocarbonato alcalinotérreo al flujo del proceso principal (2) a través de un conjunto de filtros (7), que elimina cualquier material de carbonato alcalinotérreo sin reaccionar que aparece como sólidos no disueltos.

5 Dentro de la segunda corriente del proceso secundario, se almacena una suspensión 20% en peso de hidróxido alcalinotérreo dentro de un recipiente (11). Se usa una bomba dosificadora para agregar esta suspensión al flujo del proceso principal (3).

#### Ejemplo 1

10 Se utilizaron carbonato de calcio natural en polvo (Millicarb de Omya International, Orgon, Francia,  $d_{50} = 3 \mu\text{m}$ , según la ficha técnica) y una suspensión de hidróxido de calcio (Schäferkalk, Precal 72, concentración de 20% en peso en agua) como materiales de partida en una planta piloto. El producto Schäferkalk (Precal 72) es una suspensión de hidróxido de calcio 20% en peso altamente reactiva y se ha dosificado directamente en la corriente principal.

Las condiciones de operación y reacción se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Condiciones de operación y reacción del Ejemplo 1.

	Primer flujo del proceso secundario	Dosificación de $\text{Ca(OH)}_2$ de	Flujo del proceso principal
Caudal (l/h)	200	0,36	4000
Dosificación de carbonato de calcio (mg/l)	600	N/A	N/A
Dosificación de $\text{CO}_2$ [mg/l]	925	N/A	N/A
Calidad del agua:			
Alcalinidad (como mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	540 <sup>c</sup>	270 000 <sup>d</sup>	50
Dureza (como mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	540 <sup>c</sup>	270 000 <sup>d</sup>	50
pH	6,4	11,7	8,2
Temperatura [°C]	16	16	16
Turbidez [NTU]	0	N/A (suspensión)	0
Contenido sólido (%)	0,06 <sup>b/</sup> 0,006 <sup>a/0</sup> <sup>c</sup>	20	0

a) Después de la reacción entre el  $\text{CO}_2$  y el carbonato de calcio;

15 b) Antes de la reacción entre el  $\text{CO}_2$  y el carbonato de calcio;

c) Después de la filtración;

d) Concentración expresada como mg/l de  $\text{CaCO}_3$ ;

(N/A = no aplicable).

Lista de signos de referencia

20 (1) Flujo del proceso principal

(2) Primer flujo del proceso secundario

(3) Segundo flujo del proceso secundario

(4) Porción de (2) donde se proporciona al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo

(5) Porción de (2), donde se proporciona dióxido de carbono

25 (6) Unidad de reactor

- (7) Unidad de separación
- (8) Silo de almacenamiento de material que comprende carbonato alcalinotérreo
- (9) Recipiente para preparar la suspensión de material que comprende carbonato alcalinotérreo
- (10) Silo para un hidróxido alcalinotérreo
- 5 (11) Recipiente para preparar la suspensión de hidróxido alcalinotérreo
- (12) Recipiente para preparar la solución saturada de hidróxido alcalinotérreo

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico, que comprende las etapas de:
- a) proporcionar agua en un flujo de proceso principal (1) y en al menos un flujo de proceso secundario (2);
  - 5 b) añadir al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico al agua proporcionada en una primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2) para obtener una suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico;
  - c) añadir dióxido de carbono al agua proporcionada en una segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) y ajustar el valor del pH a un intervalo de 2,5 a 7,5 para obtener el agua acidificada;
  - 10 d) combinar la suspensión obtenida en la etapa b) con el agua acidificada obtenida en la etapa c) para obtener una solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico;
  - e) dosificar la solución de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa d) en el agua proporcionada en el flujo del proceso principal (1) para obtener una solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico; y
  - 15 f) añadir un hidróxido alcalinotérrico proporcionado en agua a la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene en el flujo del proceso principal (1) de la etapa e) para ajustar el valor del pH de la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico a un intervalo de 7,0 a 9,0 y para formar una solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que tiene una concentración alcalinotérrica como hidrogenocarbonato alcalinotérrico en el intervalo de 10 a 300 mg/l;
  - 20 donde la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) y el hidróxido alcalinotérrico en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 50:1 a 1:10.
2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) se selecciona del grupo que consiste en carbonato de calcio precipitado, carbonato de calcio modificado, carbonato de calcio molido y mezclas de estos, de modo preferente al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) es carbonato de calcio molido.
- 25 3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) se selecciona entre el grupo formado por mármol, piedra caliza, creta y mezclas de estos.
4. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) se agrega en forma seca o en forma acuosa y/o al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenido en la etapa d) comprende hidrogenocarbonato de calcio y, de modo preferente, consiste en hidrogenocarbonato de calcio, y/o el hidróxido alcalinotérrico agregado en la etapa f) comprende hidróxido de calcio y de modo preferente consiste en hidróxido de calcio.
- 30 5. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la segunda porción (5) del flujo del proceso secundario (2) está situada antes de la primera porción (4) del flujo del proceso secundario (2).
- 35 6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa de combinación d) se lleva a cabo en una unidad de reactor (6), de modo preferente un tanque o un reactor tubular, y/o la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico que se obtiene en la etapa d) se somete a una etapa de separación g) en una unidad de separación (7), de modo preferente la etapa de separación g) se lleva a cabo haciendo pasar la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico a través de una filtro, una membrana o un lecho de filtro, o mediante centrifugación de la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico.
- 40 7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el valor del pH en la etapa c) se ajusta al intervalo de 3,0 a 7,0 y de modo preferente al intervalo de 4,0 a 5,0 y/o el valor de pH en la etapa e) se ajusta al intervalo de 5,5 a 7,5 y preferentemente al intervalo de 6,0 a 7,0.
- 45 8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérrico obtenida en la etapa f) tiene una concentración alcalinotérrica como hidrogenocarbonato alcalinotérrico en el intervalo de 20 a 200 mg/l y de modo preferente de 50 a 120 mg/l.
- 50 9. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación molar entre al menos un material que comprende carbonato alcalinotérrico en la etapa b) y el hidróxido alcalinotérrico en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 50:1 a 1:3, de modo preferente de 3:1 a 1: 1,5.

- 5 10. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la suspensión que comprende al menos un material que comprende carbonato alcalinotérreo que se obtiene en la etapa b) tiene un contenido de sólidos en el intervalo de 0,01 a 20,0% en peso, de modo preferente en el intervalo de 1,0 a 15,0% en peso y de modo más preferente en el intervalo de 5,0 a 10,0% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión.
- 10 11. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) tiene una concentración de metal alcalinotérreo como hidrogenocarbonato alcalinotérreo en el intervalo de 100 a 1 000 mg/l y de modo preferente en el intervalo de 300 a 600 mg/l, y/o la concentración del hidróxido alcalinotérreo en el agua de la etapa f) se encuentra en el intervalo de 800 a 1 700 mg/l y de modo preferente en el intervalo de 1000 a 1300 mg/l, y/o el hidróxido alcalinotérreo como se proporciona en la etapa f) se encuentra en forma de una solución generada en el sitio, de modo preferente la solución tiene un contenido de hidróxido alcalinotérreo de 0,05% en peso a 0,4% en peso, de modo preferente aproximadamente 0,1% en peso, sobre la base del peso total de la solución, o el hidróxido alcalinotérreo como se proporciona en la etapa f) se encuentra en forma de una suspensión que tiene un contenido de hidróxido alcalinotérreo a partir de 15,0 a 25,0% en peso, de modo preferente aproximadamente 20,0% en peso, sobre la base del peso total de la suspensión.
- 15 12. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el hidróxido alcalinotérreo en forma de una solución se proporciona en el agua de un segundo flujo del proceso secundario (3).
- 20 13. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la concentración de dióxido de carbono en la solución o suspensión de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa d) se encuentra en el intervalo de 50 a 2 800 mg/l, de modo preferente en el rango de 200 a 750 mg/l y/o la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa e) se encuentra en el intervalo de 10 a 2 400 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 100 a 550 mg/l, y/o la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) se encuentra en el intervalo de 0,001 a 20 mg/l, de modo preferente en el intervalo de 0,1 a 5 mg/l.
- 25 14. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la solución acuosa de al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenida en la etapa f) tiene un valor de pH en el intervalo de 7,2 a 8,9 y de modo preferente en el intervalo de 7,8 a 8,4.
- 30 15. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- i) el agua que se ha de mineralizar se combina con la solución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato alcalinotérreo obtenido en la etapa f), o si está presente en la etapa g), con el fin de obtener agua mineralizada, y
- 35 ii) añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo al agua mineralizada que se obtuvo en la etapa i).

Figuras

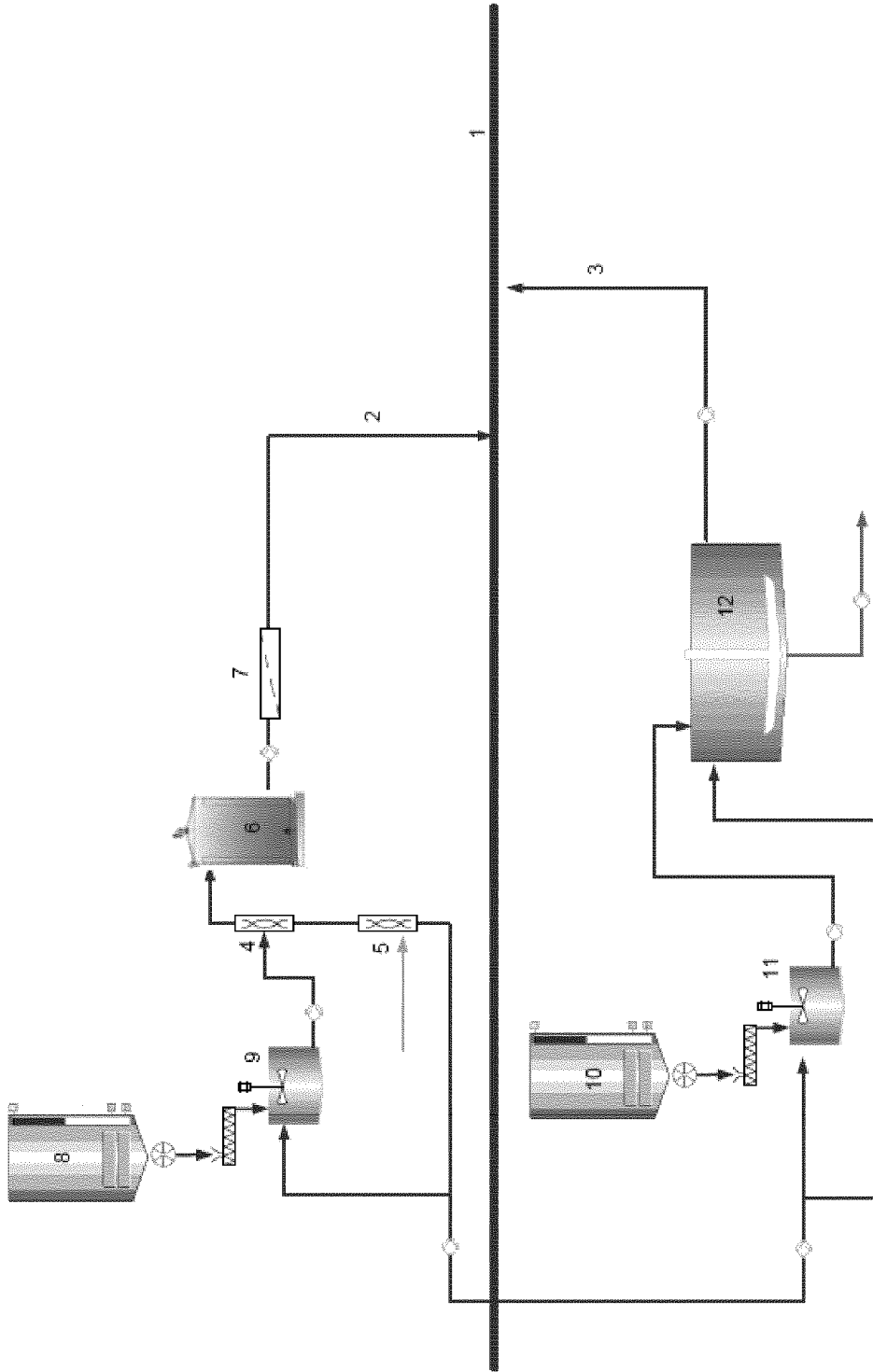


Fig. 1

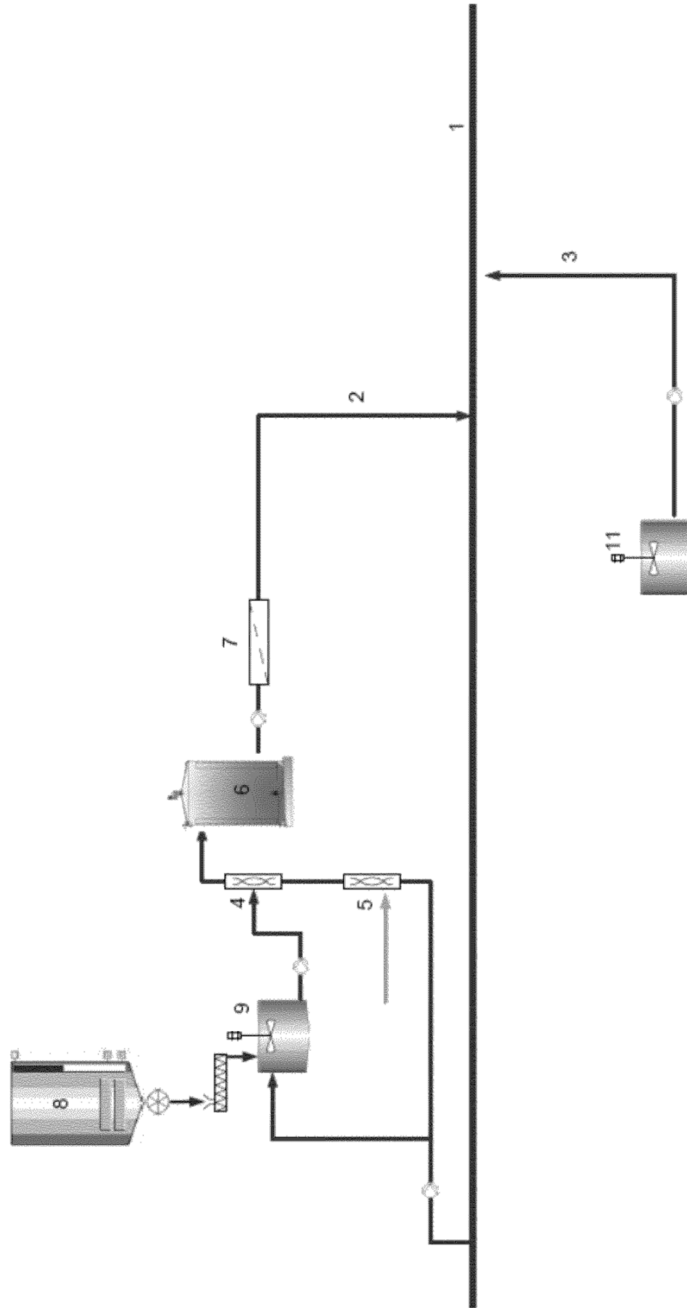


Fig. 2