

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 729**

51 Int. Cl.:

C02F 1/68	(2006.01)	C02F 103/42	(2006.01)
C02F 11/18	(2006.01)		
A23L 2/52	(2006.01)		
B01D 61/02	(2006.01)		
A23L 2/74	(2006.01)		
C02F 5/06	(2006.01)		
C01F 11/18	(2006.01)		
C02F 103/08	(2006.01)		
C02F 1/44	(2006.01)		
C02F 1/66	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2013** **E 13169133 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018** **EP 2805923**

54 Título: **Instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio adecuada para la remineralización del agua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2019

73 Titular/es:
OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)
Baslerstrasse 42
4665 Oftringen, CH

72 Inventor/es:
POFFET, MARTINE y
SKOVBY, MICHAEL

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 703 729 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

Instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio adecuada para la remineralización del agua

5 La invención se refiere a una instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio y el 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.

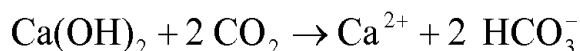
10 El agua potable se ha vuelto escasa. Incluso en países que son ricos en agua, no todas las fuentes y reservorios son adecuados para la producción de agua potable, y muchas fuentes en la actualidad están amenazadas por una deterioración dramática de la calidad de agua. Inicialmente el agua de alimentación usada para propósitos bebibles era principalmente agua de superficie y subterránea. Sin embargo el tratamiento de agua de mar, salmuera, aguas salobres, aguas residuales y aguas efluentes contaminadas se han ganado más y más importancia para razones de ambiente y económicas.

15 Con el fin de recuperar agua de agua de mar o agua salobre, para usos potables, se conocen varios procesos, que son de considerable importancia para áreas secas, regiones costeras e islas marinas y dichos procesos habitualmente comprenden destilación, procesos electrolíticos así como osmóticos u osmóticos reversibles. El agua obtenida mediante dichos procesos es muy suave y tiene un bajo valor de pH debido a la falta de sales que amortiguan el pH, y de esta manera, tiende a ser altamente reactiva y, a menos que se trate, puede crear dificultades de corrosión severas durante su transportación en tuberías convencionales. Además, no se puede usar el agua desalinizada no tratada directamente como una fuente de agua bebible. Para evitar la disolución de sustancias indeseables en sistemas de tuberías, para evitar la corrosión de obras hidráulicas tales como tubos y válvulas y para hacer el agua agradable, es necesario remineralizar el agua.

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

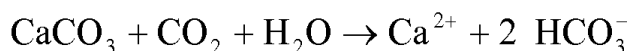
30 Los procesos de cal implican tratamientos de solución de cal con agua acidificada con CO₂, en donde está implicada siguiente reacción:

35



40 Como puede deducirse del esquema de reacción anterior, son necesarios dos equivalentes de CO₂ para convertir un equivalente de Ca(OH)₂ en Ca²⁺ y carbonato de hidrogeno para la remineralización. Este método depende de la adición de dos equivalentes de CO₂, para convertir los iones de hidróxido alcalinos en la especie tamponante HCO₃⁻. Para la remineralización del agua, se prepara una solución saturada de hidróxido de calcio, comúnmente denominada agua de cal, del 0,1-0,2 % en peso, basado en el peso total, a partir de una lechada de cal (habitualmente como mucho un 5 % en peso). Por lo tanto, debe usarse un saturador para producir el agua de cal y son necesarios grandes volúmenes de agua de cal para lograr el nivel diana de remineralización. Un inconveniente adicional de este método es que la cal hidratada es corrosiva y requiere manejo apropiado y equipo específico. Además, una adición mal controlada de la cal hidratada al agua blanda puede conllevar a cambios de pH indeseados debido a la ausencia de las propiedades tamponantes de la cal.

50 El proceso de lecho de filtración de piedra caliza comprende la etapa de pasar el agua blanda a través de un lecho de piedra caliza granular que disuelve el carbonato de calcio en el flujo de agua. Al poner en contacto la piedra caliza con agua acidificada con CO₂ mineraliza el agua de acuerdo con:



55 A diferencia del proceso de cal, únicamente un equivalente de CO₂ es estequiométricamente necesario para convertir un equivalente de CaCO₃ en Ca²⁺ y carbonato de hidrógeno para la remineralización. Además, la piedra caliza no es corrosiva y debido a las propiedades tamponantes de CaCO₃ se evitan desplazamientos de pH mayores.

60 Una ventaja adicional del uso de carbonato de calcio comparado con la cal es su huella de dióxido de carbono muy baja. Para producir una tonelada de carbonato de calcio se emiten 75 kg de CO₂, mientras que se emiten 750 kg de CO₂ para la producción de una tonelada de cal. Por lo tanto, el uso de carbonato de calcio en lugar de cal presenta algunos beneficios ambientales.

La velocidad de disolución de carbonato de calcio granular, sin embargo, es bajo e induce una huella considerable requerida para estos sistemas de lecho de filtración de piedra caliza.

- 5 Se describen métodos y sistemas de remineralización del agua usando 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, que describe un método para reducir la acidez en descargas efluentes usando un lecho de piedra caliza pulsada.

10 El documento US 7.771.599 describe un método para la remineralización del agua procesada en un sistema de desalinización. El método secuestra gas de dióxido de carbono de agua de mar o concentrado (salmuera) del proceso de desalinización mediante una membrana de transferencia de gas. El gas de dióxido de carbono secuestrado se usa a partir de entonces en la producción de hidrogenocarbonato de calcio soluble ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). El documento WO 2012/020056 A1 se dirige hacia un proceso para la remineralización del agua que comprende las etapas de proporcionar agua de alimentación e inyectar dióxido de carbono gaseoso y una suspensión en el agua de alimentación, en donde la suspensión comprende carbonato de calcio micronizado. El documento WO 2010/023742 A2 describe un método y aparato para producir agua potable al post-procesar (post-tratamiento) agua desalinizada obtenido de agua de mar a través de destilación u ósmosis inversa. El método incluye un proceso de absorción de dióxido de carbono suministrando excesivamente dióxido de carbono en el agua desalinizada para absorber el dióxido de carbono, un proceso de remineralización de hacer pasar el agua desalinizada en el que el dióxido de carbono se absorbe a través de un filtro de piedra caliza en el que la piedra caliza se llena para formar iones de calcio e iones de carbonato de hidrógeno, y un proceso de escape de dióxido de carbono de suministro de aire en el agua desalinizada que pasa a través del proceso de remineralización para agotar el dióxido de carbono con el aire para obtener el agua potable. El documento WO 2012/113957 A1 se refiere a un método para la remineralización de fluidos, en el que la turbidez final se controla. El método incluye etapas que comprenden dosificación del reactivo, remineralización y filtración.

25 El documento US 2011/217277 A1 desvela una ecuación química clásica donde el dióxido de carbono CO_2 se hace reaccionar con cal viva $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para producir carb. soda NaHCO_3 . La mezcla se concentra al 6 % usando tecnología de membranas y resina "avanzada". Se desvela además en la solicitud de patente que se requieren tres productos químicos CO_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y cloruro sódico NaCl para producir NaHCO_3 . La salida de muchos procesos industriales carece de calor de deshechos y en muchos casos CO_2 y el proceso desvelado en el documento US 2011/217227 A1 combina una unidad de procesamiento de desecho sólido a los procesos anteriores que permite la producción de productos sólidos o licores de alto %. La disponibilidad de fuentes de calor de deshechos puede dar lugar a una alta eficiencia en la producción de NaHCO_3 , Na_2CO_3 y NaOH . La membrana "avanzada" usa tecnologías de ósmosis inversa y sistemas de nanofiltración mientras que la tecnología de resina usa sistemas de intercambio iónico. Por lo tanto, el proceso se denomina proceso de membrana de cal viva de desechos sólidos (SWQM, por sus siglas en inglés).

30 Adicionalmente, el documento WO 2010/012691 A1 se refiere a un proceso para tratar agua que contiene al menos sales de calcio y/o de magnesio a través de membranas de tipo ósmosis inversa, comprendiendo dicho proceso al menos una etapa de recuperar agua que está al menos parcialmente desalinizada, una etapa de recuperar un concentrado que se origina a partir de dichas membranas y que contiene bicarbonatos, una etapa de inyectar CO_2 o un ácido en dicha agua al menos parcialmente desalinizada y una etapa de remineralización de dicha agua al menos parcialmente desalinizada con un con un reactor de remineralización. Dicho proceso comprende: - una etapa de descarbonación de dicho concentrado para formar carbonatos y - una etapa de reciclaje de al menos una porción de dichos carbonatos con dicho reactor de remineralización.

45 Sin embargo, las instalaciones y procesos descritos tienen la desventaja que la remineralización del agua y especialmente la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio usada para la remineralización del agua dependen del tiempo y por lo tanto requieren tanques grandes de contactor o reactores.

50 En vista de lo anterior, aún permanece de interés para mejorar la remineralización del agua por la persona experta. Sería especialmente deseable proporcionar una alternativa o sistema mejorado para la preparación de una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio que se puede preparar en una manera más eficiente, económica y ecológica y permitir especialmente la preparación continua de una solución de hidrogenocarbonato de calcio (carbonato de calcio disuelto en agua) que se puede usar para la remineralización del agua, mientras que se usa una huella de planta más pequeña.

60 Los objetos anteriores y otros se resuelven por la provisión de una instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio, comprendiendo la instalación en comunicación circular

- a) al menos una unidad de dosificación proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida,
- b) un sistema de lote múltiple que comprende

65 x) una línea de lote maestro provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la línea de lote maestro en comunicación circular

- i) al menos una entrada de dosificación de gas,
- ii) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, y
- iii) al menos un tanque proporcionado con al menos una entrada y al menos una salida, y

5 xi) al menos una línea de lote esclavo provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la al menos una línea de lote esclavo en comunicación circular

- i) al menos una entrada de dosificación de gas,
- ii) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, y
- iii) al menos un tanque proporcionado con al menos una entrada y al menos una salida, y

10 c) al menos una unidad de filtración de membrana provista de al menos una entrada y al menos una salida, en donde la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o un dispositivo de ultrafiltración de flujo cruzado, y en donde la al menos una salida de la al menos una unidad de filtración de membrana está conectada a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación.

15 Como se usa en el presente documento, el término "instalación" se refiere a un sistema que comprende al menos una unidad de dosificación, un sistema de lote múltiple y al menos una unidad de filtración de membrana que están conectados entre sí tal que se asegura una comunicación circular.

20 El término "en comunicación circular" como se usa en la presente invención significa que las unidades/sistema correspondientes están acoplados el uno al otro en un sistema in a sistema de bucle. En consecuencia, es posible un flujo de gas o fluido, tal como una suspensión, de una unidad de sistema a otra unidad de sistema; tal flujo se puede lograr por medio de uno o más componentes intermedios (y que no se mencionan o se describen específicamente), aparatos, dispositivos u otros artículos como tubos, tuberías y bombas.

25 La expresión sistema de "lote múltiple" como se usa en la presente invención se refiere a un sistema que comprende al menos dos líneas de procesos, es decir una línea de lote maestro y uno o más líneas de lote esclavo, que se pueden hacer funcionar de manera independiente mutuamente. Sin embargo, no se excluye que los parámetros de la línea de lote maestro se monitorizan y/o se controlan, mientras que los parámetros para las unas o más líneas de lote esclavo no se monitorizan y/o se controlan.

30 El término "remineralización" como se usa en la presente invención se refiere a la restauración de minerales en el agua que contiene únicamente cantidades menores de minerales o sin minerales en absoluto, o en una cantidad insuficiente, con el fin de obtener un agua que es agradable. Se puede lograr una remineralización al añadir al menos el carbonato de calcio específico como materia prima únicamente al agua a tratarse. Opcionalmente, por ejemplo, para los beneficios relacionados con la salud para asegurar la entrada apropiada de algunos minerales esenciales y oligoelementos, se puede mezclar sustancias adicionales en o con el carbonato de calcio y luego se agregan al agua durante el proceso de remineralización. De acuerdo con las directrices nacionales en la salud humana y calidad de agua bebible, el producto remineralizado puede comprender minerales adicionales que contienen magnesio, potasio o sodio, por ejemplo, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales.

35 Los inventores de la presente invención sorprendentemente encontraron que tal instalación permite que la persona experta remineralice el agua en una forma eficaz, económica y ecológica. En particular, los inventores de la presente invención sorprendentemente encontraron que tal instalación permite que la persona experta prepare una solución de hidrogenocarbonato de calcio en una forma continua que se puede usar adicionalmente para la remineralización del agua. En particular, esto se logra al proporcionar al menos una unidad de dosificación en combinación con un sistema de lote múltiple que comprende una línea de lote maestro y al menos una línea de lote esclavo y al menos una unidad de filtración de membrana tal que las unidades únicas que son parte de la instalación se conectan en comunicación circular. De esta manera, la instalación de la invención permite una preparación mejorada de una solución de hidrogenocarbonato de calcio.

40 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de una instalación, como se define en el presente documento, para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio. Se prefiere que la instalación se use para la preparación continua de una solución de hidrogenocarbonato de calcio.

45 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de una instalación, como se define en el presente documento, para la remineralización del agua. Se prefiere que el agua que se va a remineralizar se seleccione de agua bebible, agua de recreación tal como agua para albercas, agua industrial para aplicaciones de proceso, agua de riego, o agua para acuíferos o recarga de pozos.

50 Se definen realizaciones ventajosas de la presente invención en las sub-reivindicaciones correspondientes.

- 5 Cuando en lo siguiente se hace referencia a realizaciones o detalles técnicos de la instalación de la invención, se debe entender que estas realizaciones o detalles técnicos también se refieren a usos de la invención de la instalación como se define en el presente documento y viceversa (mientras sea aplicable). Si, por ejemplo, se establece que la al menos una unidad de dosificación de la instalación de la invención se conecta a un suministro de agua y un contenedor de almacenamiento para material sólido también la al menos una unidad de dosificación de los usos de la invención se conecta a un suministro de agua y un contenedor de almacenamiento para material sólido.
- 10 La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertas Figuras pero la invención no se limita a los mismos sino únicamente a las reivindicaciones. Los términos como se establecen a partir de este momento se deben entender generalmente en su sentido común a menos que se indique lo contrario.
- 15 Donde el término “que comprende” se usa en la presente descripción y reivindicaciones, no excluye otros elementos no específicos de mayor o menor importancia funcional. Para los fines de la presente invención, el término “que consiste en” se considera que es una realización del término “que comprende”. Si de aquí en adelante un grupo se define a comprender al menos un cierto número de realizaciones, esto también se debe entender a describir un grupo, que consiste preferentemente solo de estas realizaciones.
- 20 Siempre que los términos “que incluye” o “que tiene” se usen, estos términos significan que son equivalentes a “que comprende” como se define anteriormente.
- 25 Cuando se use un artículo indefinido o definitivo cuando se refiera a un sustantivo singular, por ejemplo “un/una” o “el/la”, esto incluye un plural de aquel sustantivo a menos que otra cosa se establezca específicamente.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de dosificación se conecta a un suministro de agua y un contenedor de almacenamiento para material sólido.
- 30 De acuerdo con otra realización de la presente invención, la al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecta a al menos una entrada de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecta a al menos una entrada de la al menos una línea de lote esclavo.
- 35 De acuerdo con aun otra realización de la presente invención, al menos una salida de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.
- 40 De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conecten independientemente a al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana.
- 45 De acuerdo aun con otra realización de la presente invención, la instalación comprende al menos dos unidades de filtración de membrana o el número total de unidades de filtración de membrana que corresponden al número total de la línea de lote maestro y líneas de lote esclavo que están aparte del sistema de lote múltiple. Se prefiere que la línea de lote maestro y cada una de las al menos una líneas de lote esclavo se conecten independientemente a una diferente unidad de filtración de membrana.
- 50 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro y/o la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo.
- 55 De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la línea de lote maestro y/o al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo.
- 60 De acuerdo aun con otra realización de la presente invención, al menos una salida del al menos un tanque de la línea de lote maestro se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro y/o al menos una salida del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo.
- 65 De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una salida se ubica después de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro y al menos una salida se ubica después de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo. Se prefiere que la al menos una salida de la línea de lote maestro y la al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conecten independientemente a la al

menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.

La presente invención ahora se describirá con más detalle:

De esta manera, la presente invención proporciona una instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio, la instalación comprende en comunicación circular

- a) al menos una unidad de dosificación provista de al menos una entrada y al menos una salida,
- b) un sistema de lote múltiple que comprende

xii) una línea de lote maestro provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la línea de lote maestro en comunicación circular

- iv) al menos una entrada de dosificación de gas,
- v) al menos una unidad de mezclado provista de al menos una entrada y al menos una salida, y
- vi) al menos un tanque provisto de al menos una entrada y al menos una salida, y

xiii) al menos una línea de lote esclavo provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la al menos una línea de lote esclavo en comunicación circular

- iv) al menos una entrada de dosificación de gas,
- v) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, y
- vi) al menos un tanque provisto de al menos una entrada y al menos una salida, y

c) al menos una unidad de filtración de membrana provista de al menos una entrada y al menos una salida, en donde la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o un dispositivo de ultrafiltración de flujo cruzado, y en donde la al menos una salida de la al menos una unidad de filtración de membrana está conectada a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación.

La instalación de la presente invención es aplicable a la preparación de cualquier solución de hidrogenocarbonato de calcio. En particular, la instalación de la presente invención es aplicable a la preparación continua de cualquier solución de hidrogenocarbonato de calcio. Preferentemente, la instalación de la invención es aplicable a la preparación de cualquier solución de hidrogenocarbonato de calcio que es adecuada para la remineralización del agua.

Por ejemplo, la solución de hidrogenocarbonato de calcio que se puede preparar en la instalación de la invención es adecuada para la remineralización del agua desalinizada o naturalmente suave.

El agua que puede remineralizarse al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención puede derivar de diversas fuentes. Por ejemplo, se selecciona el agua a remineralizarse de entre el agua bebible, agua de recreación tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de proceso, agua de riego, o agua para acuíferos o recarga de pozos. Adicional o alternativamente, puede seleccionarse el agua a remineralizarse de agua destilada, agua desalinizada tal como agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, agua residual tratada o agua natural tal como agua subterránea, agua de superficie o lluvia.

El agua a remineralizarse al usar una la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención puede pre-tratarse. Un pre-tratamiento puede ser necesario, por ejemplo, en caso que el agua derive de agua de superficie, agua subterránea o agua de lluvia. Por ejemplo, para lograr las directrices de agua bebible el agua necesita tratarse a través del uso de técnicas químicas o físicas con el fin de retirar contaminantes tales como productos orgánicos y minerales indeseables. Por ejemplo, puede usarse la ozonización como una primera etapa del pre-tratamiento, seguida de coagulación, floculación, o decantación como una segunda etapa de tratamiento. Por ejemplo, pueden usarse sales de hierro (III) tales como FeClSO_4 o FeCl_3 , o sales de aluminio tales como AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o polialuminio como agentes de floculación. Pueden eliminarse los materiales floculantes del agua, por ejemplo, por medio de filtros de arena o filtros de capa múltiple. Se describen procesos de purificación de agua adicionales que pueden usarse para pre-tratar el agua, por ejemplo, en el documento EP 1 975 310, EP 1 982 759, EP 1 974 807 o EP 1 974 806.

Si agua de mar o agua salobre va a remineralizarse al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención, el agua de mar o agua salobre primeramente se bombea fuera del mar por tomas de mar abierto o tomas sub-superficiales como pozos, y luego se somete a pre-tratamientos físicos tal como procesos de cribado, sedimentación o eliminación de arena. Dependiendo de la calidad de agua requerida, pueden necesitarse etapas de tratamiento adicionales tales como coagulación y floculación con el fin de reducir el ensuciamiento potencial en las membranas. El agua de mar o el agua salobre pre-tratadas pueden destilarse después, por ejemplo, usando flash de múltiples etapas, destilación de efectos múltiples o filtración de membrana tal como ultrafiltración u ósmosis inversa, para retirar las partículas restantes y sustancias disueltas.

El agua a remineralizarse está al menos parcialmente en contacto con carbonato de calcio micronizado de manera tal para obtener una suspensión acuosa de carbonato de calcio que se convertirá posteriormente en una solución de hidrogenocarbonato de calcio al usar la instalación de la invención. La solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida se usará adicionalmente para la remineralización de la corriente principal del agua a remineralizarse. Esto se realiza al diluir la solución de hidrogenocarbonato de calcio concentrada preparada en la instalación de la invención con el agua a remineralizarse.

Preferentemente, el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención tiene una concentración de calcio como carbonato de calcio de 15 a 200 mg/l, preferentemente de 30 a 150 mg/l, y más preferentemente de 100 a 125 mg/l, o de 15 a 100 mg/l, preferentemente de 20 a 80 mg/l, y más preferentemente de 40 a 60 mg/l.

Para el propósito de la presente invención, una "suspensión" o "lechada" se refiere a un sistema que comprende un disolvente, es decir un disolvente acuoso, y partículas de carbonato de calcio y/o hidrogenocarbonato de calcio, en donde al menos una parte de las partículas del carbonato de calcio y/o hidrogenocarbonato de calcio están presentes como sólidos insolubles en el disolvente acuoso. Dicho término no excluye que una parte de las partículas del carbonato de calcio y/o hidrogenocarbonato de calcio se disuelven en el disolvente acuoso. El término "solución" en el significado de la presente invención se refiere a un sistema que comprende un disolvente acuoso y partículas de carbonato de calcio y/o hidrogenocarbonato de calcio, en donde las partículas del carbonato de calcio y/o hidrogenocarbonato de calcio se disuelven en el disolvente acuoso. El término "disuelto" en el significado de la presente invención se refiere a sistemas en que ningunas partículas sólidas discretas se observan en el disolvente acuoso.

Sin embargo, el término "disolvente acuoso" no excluye que el disolvente acuoso comprende cantidades minoritarias de al menos un disolvente miscible en agua.

Por ejemplo, el al menos un disolvente miscible en agua se selecciona preferentemente de metanol, etanol, acetona, acetonitrilo, tetrahidrofurano y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, el disolvente acuoso comprende agua en una cantidad de al menos un 80 % en peso, preferentemente al menos un 90 % en peso, más preferentemente al menos un 95 % en peso, incluso más preferentemente al menos un 99 % en peso, basado en el peso total del disolvente acuoso.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención puede tratarse adicionalmente con una cantidad pequeña de hidróxido de sodio para ajustar el pH final del agua remineralizada.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención tiene un Índice de Saturación Langelier de -1 a 2, preferentemente de -0,5 a 0,5, más preferido de -0,2 a 0,2. De acuerdo con otra realización de la presente invención, el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención tiene un Índice de Densidad Silt SDI₁₅ por debajo de 5, preferentemente por debajo de 4 y lo más preferido por debajo de 3. De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención tiene un Índice de Ensuciamiento de Membrana MFI_{0.45} por debajo de 4, preferentemente por debajo de 2,5, lo más preferido por debajo de 2.

La frase "Índice de Saturación Langelier (LSI por sus siglas en inglés)" como se usa en la presente invención describe la tendencia de un líquido acuoso que forma incrustaciones o es corrosivo, indicando un LSI positivo tendencias de formación de incrustaciones e indicando un LSI negativo un carácter corrosivo. Un Índice de Saturación Langelier equilibrado, es decir LSI=0, por lo tanto significa que el líquido acuoso esta en equilibrio químico. El LSI se calculó como sigue:

$$LSI = pH - pH_s,$$

en donde H es el valor de pH real del líquido acuoso y pH_s es el valor de pH del líquido acuoso a saturación de CaCO₃. El pH_s puede estimarse como sigue:

$$pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D).$$

en donde A es el indicador del valor numérico de los sólidos disueltos totales (TDS por sus siglas en inglés) presentes en el líquido acuoso, B es el indicador del valor numérico de temperatura del líquido acuoso en K, C es el indicador del valor numérico de la concentración de calcio del líquido acuoso en mg/l de CaCO₃, y D es el indicador del valor numérico de alcalinidad del líquido acuoso en mg/l of CaCO₃. Se determinan los parámetros A a D usando las siguientes ecuaciones:

$$A = (\log_{10}(\text{TDS}) - 1)/10,$$

$$B = -13,12 \times \log_{10}(T + 273) + 34,55,$$

$$C = \log_{10}[\text{Ca}^{2+}] - 0,4,$$

$$D = \log_{10}(\text{TAC}),$$

5

10 en donde TDS es el total de sólidos disueltos en mg/l, T es la temperatura en °C, $[\text{Ca}^{2+}]$ es la concentración de calcio del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 , y TAC es la alcalinidad del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 .

15 La frase "Índice de Densidad Silt (SDI por sus siglas en inglés)" como se usa en la presente invención se refiere a la cantidad de materia particulada en el agua y se correlaciona con la tendencia de ensuciamiento de ósmosis inversa o sistemas de nano-filtración. El SDI puede calcularse, por ejemplo, a partir de la velocidad de obstrucción de un filtro de membrana de 0,45 μm cuando el agua pasa a través a una presión de agua aplicada constante de 208,6 kPa. El valor SDI_{15} se calcula a partir de la velocidad de obstrucción de un filtro de membrana 0,45 μm cuando el agua pasa a través a una presión de agua aplicada constante de 208,6 kPa durante 15 min. Típicamente, los sistemas de ósmosis inversa enrollados en espiral necesitan un SDI de menos de 5 y los sistemas de ósmosis inversa de fibra hueca necesitan un SDI de menos de 3.

20

25 La frase "Índice de Ensuciamiento Modificado (MFI por sus siglas en inglés)" como se usa en la presente invención se refiere a la concentración de materia suspendida y es un índice más preciso que el SDI para predecir la tendencia a la suciedad de las membranas de nano filtración o de ósmosis inversa de agua. El método que puede usarse para determinar el MFI puede ser el mismo que el de SDI excepto que el volumen se registra cada 30 segundos durante un periodo de filtración de 15 minutos. El MFI puede obtenerse gráficamente como la pendiente de la parte recta de la curva cuando t/V se grafica contra V (t es el tiempo en segundos para colectar un volumen de V en litros). Un valor MFI de <1 corresponde a un valor SDI de aproximadamente <3 y puede considerarse suficientemente bajo para controlar ensuciamiento coloidal y particular.

25

30 Además se aprecia que el agua remineralizada obtenida al usar la solución de hidrogenocarbonato de calcio preparada en la instalación de la invención tiene una concentración de calcio como carbonato de calcio de 15 a 200 mg/l, preferentemente de 30 a 150 mg/l, y más preferentemente de 100 a 125 mg/l, o de 15 a 100 mg/l, preferentemente de 20 a 80 mg/l, y más preferentemente de 40 a 60 mg/l.

30

35 La suspensión acuosa de carbonato de calcio que se convierte en una solución de hidrogenocarbonato de calcio al usar la instalación de la invención preferentemente tiene una concentración inicial de carbonato de calcio en la suspensión de 50 a 2.000 mg/l, preferentemente de 100 a 1.750 mg/l y más preferentemente de 500 a 1.500 mg/l.

35

40 El carbonato de calcio usado para la preparación de la suspensión acuosa de carbonato de calcio es preferentemente un carbonato de calcio micronizado.

40

45 Para el propósito de la presente invención, el término "micronizado" se refiere a un tamaño de partícula en el intervalo micrométrico, por ejemplo, un tamaño de partícula de 0,1 a 100 μm . Las partículas micronizadas pueden obtenerse por técnicas basadas en fricción, por ejemplo, molienda o trituración ya sea en condiciones húmedas o secas. Sin embargo, también es posible producir las partículas micronizadas por cualquier método adecuado, por ejemplo, por precipitación, expansión rápida de soluciones supercríticas, secado por pulverización, clasificación o fraccionamiento de arenas o lodos de origen natural, filtración de agua, procesos sol-gel, síntesis de reacción por pulverización, síntesis de llama o síntesis de espuma líquida.

45

50 Por ejemplo, el carbonato de calcio micronizado tiene un peso de tamaño de partícula media d_{50} de 0,1 a 100 μm , de 0,5 a 50 μm , de 1 a 30 μm , preferentemente de 2 a 25 μm , más preferentemente de 5 a 25 μm , o el carbonato de calcio tiene un peso de tamaño de partícula media d_{50} de 1 a 50 μm , de 2 a 40 μm , preferentemente de 3 a 30 μm y lo más preferentemente de 10 a 25 μm .

50

55 A lo largo del presente documento, el "tamaño de partícula" de un producto de carbonato de calcio se describe por su distribución de tamaños de partícula. El valor d_x representa el diámetro relativo en el que x % por peso de las partículas tiene diámetros menos de d_x . Esto quiere decir que el valor d_{20} es el tamaño de partícula en el que 20 % en peso de todas las partículas son más pequeñas, y el valor d_{75} es el tamaño de partícula en el que 75 % en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor d_{50} es de esta manera el peso de tamaño de partícula media, es decir el 50 % en peso de todos los granos son más grandes o más pequeños que este tamaño de partícula. Para el propósito de la presente invención, el tamaño de partícula se especifica como peso de tamaño de partícula media d_{50} a menos que se indique lo contrario. Para determinar el valor d_{50} de peso de tamaño de partícula media para partículas que tienen un d_{50} mayor de 0,5 μm , puede usarse un dispositivo 5100 Sedigraph de la compañía Micromeritics, EE.UU.

55

60

Los ejemplos de carbonatos de calcio adecuados son carbonato de calcio triturado, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado o una mezcla de los mismos.

5 “Carbonato de calcio triturado (GCC por sus siglas en inglés)” en el significado de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido de fuentes naturales que incluyen mármol, tiza o piedra caliza o dolomita. La calcita es un material de carbonato y el polimorfo más estable de carbonato de calcio. Los otros polimorfos de carbonato de calcio son los minerales aragonita y vaterita. La aragonita cambiará a calcita a 380-470 °C, y la vaterita es incluso menos estable. El carbonato de calcio triturado se procesa a través de un tratamiento tal como trituración, cribado
10 y/o fraccionamiento en húmedo y/o seco, por ejemplo, por un ciclón. Es sabido por la persona experta que el carbonato de calcio triturado puede contener inherentemente una concentración definida de magnesio, tal como en el caso para la piedra caliza dolomítica.

15 “Carbonato de calcio precipitado (PCC por sus siglas en inglés)” en el significado de la presente invención es un material sintetizado, generalmente obtenido por precipitación seguido de reacción de dióxido de carbono y cal en un ambiente acuoso o por precipitación de una fuente de calcio o carbonato en agua o por precipitación de iones de calcio o carbonato, por ejemplo CaCl_2 y Na_2CO_3 , fuera de la solución. El carbonato de calcio precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: 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 hábitos cristalinos
20 típicos tales como escalenoédrica (S-PCC), romboédrica (R-PCC), prismática hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cubica y prismática (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales hermanados, así como un surtido diverso de prismáticas alargadas delgadas, afiladas en curva, piramidal empinada, cristales en forma de cincel, árbol ramificado y formas como coral o gusano.

25 “Carbonato de calcio modificado” en el significado de la presente invención es un carbonato de calcio natural de reacción superficial que se obtiene por un proceso donde el carbonato de calcio natural se hace reaccionar con uno o más ácidos que tienen un pK_a a 25 °C de 2,5 o menos y con un CO_2 gaseoso formado in situ y/o que provienen de un suministro externo, y opcionalmente en presencia de al menos un silicato de aluminio y/o al menos una sílice sintética y/o al menos una sílice de calcio y/o al menos una sílice de una sal monovalente tal como silicato de sodio
30 y/o silicato de potasio y/o silicato de litio, y/o al menos un hidróxido de aluminio y/o al menos un sodio y/o silicato de potasio. Se describen detalles adicionales acerca de la preparación del carbonato de calcio natural de reacción superficial en los documentos WO 00/39222 y US 2004/0020410 A1, los contenidos de estas referencias se incluyen en la presente solicitud de patente.

35 El carbonato de calcio es preferentemente un carbonato de calcio triturado (GCC). Además se prefiere que el carbonato de calcio sea un carbonato de calcio triturado que tenga un tamaño de partícula de 3,0 a 25,0 μm .

Adicionalmente, el carbonato de calcio puede comprender un contenido insoluble de HCl de 0,02 a 2,5 % en peso, 0,05 a 1,5 % en peso, o 0,1 a 0,6 % en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio. Preferentemente, el
40 contenido insoluble de HCl del carbonato de calcio no excede de 0,6 % en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio. El contenido insoluble de HCl puede ser, por ejemplo, minerales tal como cuarzo, silicato o mica.

Además del carbonato de calcio, la suspensión acuosa de carbonato de calcio puede comprender minerales
45 micronizados adicionales. De acuerdo con una realización, la suspensión acuosa de carbonato de calcio puede comprender carbonato de magnesio micronizado, carbonato de magnesio de calcio, por ejemplo piedra caliza dolomítica, dolomía calcárea o media dolomita quemada, óxido de magnesio tales como dolomita quemada, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales.

50 Preferentemente, se prepara recientemente la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Se puede preferir la preparación en el lugar de la suspensión acuosa de carbonato de calcio. La razón es que cuando la suspensión acuosa de carbonato de calcio no se prepara en el lugar y/o recientemente la adición de agentes adicionales tal como estabilizadores o biocidas a la suspensión acuosa de carbonato de calcio se puede requerir para razones
55 estabilizantes. Sin embargo, tales agentes pueden ser compuestos indeseados en el agua remineralizada final, por ejemplo por problemas de salud.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa de carbonato de calcio y la dosificación adicional de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en el
60 sistema de lote múltiple es suficiente corto para evitar crecimiento bacteriano en la suspensión acuosa de carbonato de calcio.

Por ejemplo, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa de carbonato de calcio y la dosificación adicional de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en el sistema de lote múltiple es menos de 48
65 horas, menos de 24 horas, menos de 12 horas, menos de 5 horas, menos de 2 horas o menos de 1 hora. Preferentemente, la suspensión inyectada de carbonato de calcio cumple con los requerimientos de calidad

microbiológica especificada por las directrices nacionales para agua bebible.

La suspensión acuosa de carbonato de calcio se prepara preferentemente en la al menos una unidad de dosificación que es parte de la instalación de la invención. Preferentemente, la instalación de la presente invención comprende una unidad de dosificación adecuada para dosificar la suspensión acuosa de carbonato de calcio en el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y/o la al menos una línea de lote esclavo.

La al menos una unidad de dosificación de la instalación de la invención combina una diversidad de funciones. En particular, la unidad de dosificación es capaz de mezclar agua con carbonato de calcio en una velocidad apropiada tal como para obtener una suspensión acuosa que comprende el contenido inicial deseado de carbonato de calcio no disuelto junto con una cantidad menor de carbonato de calcio ya disuelto, por ejemplo hidrogenocarbonato de calcio, en la fase de agua de la suspensión acuosa. Además, la al menos una unidad de dosificación de la instalación de la invención se da cuenta de una mezcla óptima del agua con el carbonato de calcio tal que se obtiene una distribución homogénea de partículas particulares en el fluido. La mezcla se lleva a cabo preferentemente con un mezclador en línea. El mezclador en línea puede ser de velocidad de rotación controlada.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de dosificación se conecta de esta manera a un suministro de agua y un contenedor de almacenamiento para material sólido, es decir carbonato de calcio.

Se prefiere que el agua se suministre en la al menos una unidad de dosificación mediante cualquier medio de bombeo convencional conocido para la persona experta. En una realización de la presente invención, el agua se suministra en la al menos una unidad de dosificación mediante cualquier medio de bombeo convencional conocido por la persona experta permitiendo una dosificación exacta de un líquido, es decir agua. Por ejemplo, el agua se bombea, preferentemente bajo control de la corriente de agua, en la al menos una unidad de dosificación al medir medios tal como un medio de medidor de corriente o de pesaje conocidos por la persona experta.

Adicional o alternativamente, el carbonato de calcio se alimenta desde el contenedor de almacenamiento en el líquido, es decir agua, de la al menos una unidad de dosificación por cualquier medio de alimentación convencional conocido por la persona experta. En una realización de la presente invención, el carbonato de calcio se suministra en el agua por cualquier medio de suministro convencional conocido por la persona experta permitiendo una dosificación exacta de material sólido, es decir carbonato de calcio. Por ejemplo, el carbonato de calcio se suministra en el agua al suministrar medios tales como medios de atornillar o medios de pesaje conocidos por la persona experta.

Se apreciará además que la al menos una unidad de dosificación se conecta a la al menos una unidad de filtración de membrana. Preferentemente, la al menos una unidad de dosificación se conecta a la al menos una unidad de filtración de membrana de tal manera que el residuo obtenido en la al menos una unidad de filtración de membrana se circula de regreso en la al menos una unidad de dosificación de la instalación de la invención.

El término "residuo" en el significado de la presente solicitud se refiere a la parte no disuelta presente en la solución de hidrogenocarbonato de calcio que se retiene en la al menos una unidad de filtración de membrana y por lo tanto no pasa a través del sistema de filtración de la al menos una unidad de filtración de membrana.

Preferentemente, el volumen de la al menos una unidad de dosificación varía de 1 l a 1.000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y más preferentemente de 10 l a 100 kl. Se apreciará además que el volumen de la al menos una unidad de dosificación es proporcional al volumen total del al menos un tanque proporcionado en la línea de lote maestro y el al menos un tanque proporcionado en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple. Es decir se proporcionan más líneas de lote esclavo además de la línea de lote maestro en el sistema de lote múltiple de la instalación cuanto sea mayor el volumen de la al menos una unidad de dosificación será parte de la instalación. Se prefiere que el volumen de la al menos una unidad de dosificación corresponda al volumen del al menos un tanque proporcionado en la línea de lote maestro o la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple. En una realización de la presente invención, el volumen de la al menos una unidad de dosificación corresponde al menos a la suma del volumen del al menos un tanque proporcionado en la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple.

En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de dosificación puede ser cualquier tipo de unidad de dosificación bien conocida por la persona experta en la materia para combinar y/o mezclar y/o agitar y/o suministrar suspensiones que comprenden carbonato de calcio.

Por ejemplo, la al menos una unidad de dosificación es una unidad de dosificación disponible de J.F. Knauer GmbH, Alemania como Knauer Dosing station, MHD 2000 sistema de mezcla IKA o Sodimate.

Un requisito específico de la al menos una unidad de dosificación es que sea capaz de alimentar el sistema de lote múltiple de la invención, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, con la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Se requiere de esta manera que el sistema de lote múltiple se conecte a la al menos

una unidad de dosificación. Se apreciará de esta manera que la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple se conecte a la al menos una unidad de dosificación. Además, se aprecia que la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple se conecta a la al menos una unidad de dosificación.

5 En consecuencia, se prefiere que al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecte a la al menos una entrada de la línea de lote maestro y a la al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecte a la al menos una entrada de la al menos una línea de lote esclavo. Se aprecia que al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecta independientemente a la al menos una entrada de cada línea de lote esclavo.

10 En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de dosificación es capaz de suministrar la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple de la invención simultáneamente con la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Alternativamente, la al menos una unidad de dosificación es capaz de suministrar la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple de la invención independientemente una de la otra con la suspensión acuosa de carbonato de calcio.

15 Preferentemente, la al menos una unidad de dosificación y el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, respectivamente, se separan por válvulas. En particular, se aprecia que la al menos una unidad de dosificación y la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo se separan, respectivamente, del sistema de lote múltiple mediante válvulas tal que se conectan las unidades de la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, respectivamente, en comunicación circular, es decir en un sistema de bucle. Preferentemente, la instalación comprende preferentemente al menos una válvula ubicada entre la al menos una unidad de dosificación y la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple. Se apreciará además que la instalación comprende preferentemente al menos una válvula ubicada entre la al menos una unidad de dosificación y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple. Si el sistema de lote múltiple comprende dos o más líneas de lote esclavo, el sistema comprende preferentemente al menos una válvula ubicada entre la al menos una unidad de dosificación y cada línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple.

20 En una realización de la presente invención, se separa la al menos una unidad de dosificación y la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, respectivamente, del sistema de lote múltiple por al menos una válvula de contrapresión. Preferentemente, la al menos una válvula de contrapresión se ubica entre la al menos una unidad de dosificación y la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple. Adicional o alternativamente, la al menos una válvula de contrapresión se ubica entre la al menos una unidad de dosificación y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple. Si la instalación comprende dos o más líneas de lote esclavo, la instalación comprende preferentemente al menos una válvula de contrapresión ubicada entre la al menos una

25 unidad de dosificación y cada línea de lote esclavo que están aparte del sistema de lote múltiple. Preferentemente, el suministro del sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y/o la al menos una línea de lote esclavo, de la al menos una unidad de dosificación se controla por al menos un medidor de flujo, preferentemente un medidor de flujo. En una realización de la presente invención, el al menos un medidor de flujo se ubica entre la al menos una unidad de dosificación y el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo. Preferentemente, un medidor de flujo se ubica entre la al menos una unidad de dosificación y el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, tal que la alimentación del sistema de lote múltiple, es decir se controla por el medidor de flujo la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo.

30 Un requerimiento específico de la instalación de la invención es que el sistema de lote múltiple comprende una línea de lote maestro que comprende comunicación circular al menos una entrada de dosificación de gas, por ejemplo un dispositivo Bronkhorst, al menos una unidad de mezclado provista de al menos una entrada y al menos una salida, y al menos un tanque provisto de al menos una entrada y al menos una salida.

35 En la línea de lote maestro, se inyecta dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio por la al menos una entrada de dosificación de gas. La suspensión de carbonato de calcio luego reacciona con el dióxido de carbono y se convierte en la línea de lote maestro a hidrogenocarbonato de calcio presente como una solución acuosa. Se aprecia que la conversión de la suspensión de carbonato de calcio a la solución de hidrogenocarbonato de calcio se lleva a cabo durante un tiempo de residencia específico en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple. Por ejemplo, el tiempo de residencia para la conversión de la suspensión de carbonato de calcio a la solución de hidrogenocarbonato de calcio en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple es preferentemente por debajo de 240 min, más preferentemente por debajo de 120 min, aún más preferentemente por debajo de 90 min, incluso más preferentemente por debajo de 60 min y más preferentemente por debajo de 45 min. Por ejemplo, el tiempo de residencia para la conversión de la suspensión de carbonato de calcio a la solución de hidrogenocarbonato de calcio en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple puede ser de 1 a 240 min, más preferentemente de 1 a 120 min, aún más preferentemente de 1 a 90 min, incluso más preferentemente de 2 a 60 min y más preferentemente de 2 a 45 min.

65 "Carbonato de calcio disuelto" en el significado de la presente invención se entiende para englobar carbonato de calcio (CaCO_3), iones de calcio (Ca^{2+}), iones de carbonato de hidrogeno (HCO_3^-), iones de carbonato (CO_3^{2-}), ácido

carbónico (H_2CO_3) como también CO_2 disuelto, dependiendo en la cantidad de CO_2 disuelto a condiciones de equilibrio.

5 Preferentemente, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple tiene una concentración de calcio como hidrogenocarbonato de calcio de 50 a 1.000 mg/l como CaCO_3 , preferentemente de 100 a 800 mg/l como CaCO_3 , y más preferentemente de 500 a 700 mg/l como CaCO_3 . Por lo tanto se aprecia que la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple es una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio.

10 Para el propósito de la presente invención el término “concentración de calcio” se refiere al contenido total de calcio en la solución y se especifica en mg/l como Ca^{2+} o como CaCO_3 . La concentración se puede medir con un valorador.

15 Adicional o alternativamente, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple tiene una concentración de magnesio de 1 a 150 mg/l como MgCO_3 , preferentemente de 2 a 100 mg/l como MgCO_3 y más preferentemente de 5 a 50 mg/l como MgCO_3 .

20 De acuerdo con aun otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple tiene un valor de turbidez de menos de 250 NTU, preferentemente de menos de 200 NTU, más preferentemente de menos de 150 NTU y más preferentemente de menos de 100 NTU. Por ejemplo, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro tiene un valor de turbidez de menos de 50 NTU o menos de 20 NTU.

25 La “turbidez” en el significado de la presente invención describe la nubosidad o nebulosidad de un fluido causada por partículas individuales (sólidos suspendidos) que son generalmente invisibles a simple vista. La medida de la turbidez es una prueba clave de la calidad de agua y se puede llevar a cabo con un nefelómetro. Las unidades de turbidez de un nefelómetro calibrado como se usa en la presente invención se especifican como Unidades de Turbidez Nefelométricas (NTU por sus siglas en inglés).

30 De acuerdo con incluso otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple tiene un valor de conductividad de mayor de 200 $\mu\text{S/cm}$, preferentemente de mayor de 500 $\mu\text{S/cm}$, más preferentemente de mayor de 700 $\mu\text{S/cm}$ o mayor de 900 $\mu\text{S/cm}$.

35 La “conductividad” en el significado de la presente invención se usa como un indicador de cómo el agua medida es sin sal, sin iones o sin impurezas; más pura sea el agua, más baja es la conductividad. La conductividad se puede medir con un medidor de conductividad y se especifica en $\mu\text{S/cm}$.

40 La solución de hidrogenocarbonato de calcio se prepara preferentemente al introducir ya sea: (i) un compuesto que genera dióxido de carbono o (ii) un compuesto que genera dióxido de carbono y un ácido.

45 Para el propósito de la presente invención, la frase “compuesto que genera dióxido de carbono” engloba dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido, un gas que contiene dióxido de carbono, es decir una mezcla de al menos un gas y dióxido de carbono, también como compuestos que liberan dióxido de carbono tras tratamientos térmicos o químicos. Preferentemente el compuesto que genera dióxido de carbono es una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases tal como dióxido de carbono que contiene gases de combustión agotado de procesos industriales como procesos de combustión o procesos de calcinación o similares, o el compuesto que genera dióxido de carbono es dióxido de carbono gaseoso. Cuando se usa una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases, entonces el dióxido de carbono está presente en el intervalo de 90 a aproximadamente 99 % por volumen, y preferentemente en el intervalo de 95 a 99 % por volumen, basado en el volumen total de la mezcla gaseosa. Por ejemplo, el dióxido de carbono está presente en una cantidad de al menos 97 % por volumen, basado en el volumen total de la mezcla gaseosa.

55 El ácido usado en la presente invención es preferentemente un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfuroso, ácido fosfórico y es preferentemente ácido sulfúrico o ácido fosfórico.

60 El dióxido de carbono gaseoso se puede obtener de un tanque de almacenamiento, en donde se mantiene en la fase líquida. Se pueden usar tanques ya sean criogénicos o convencionalmente aislados dependiendo en la velocidad de consumo de dióxido de carbono y el medio ambiente. Se puede realizar la conversión del dióxido de carbono líquido en el dióxido de carbono gaseoso usando un vaporizador de aire caliente, o un sistema de vaporización basado de vapor o eléctrico. Si es necesario, se puede reducir la presión del dióxido de carbono gaseoso antes de la etapa de inyección mediante la al menos una entrada de dosificación de gas, por ejemplo, al usar una válvula que reduce presión.

65 El dióxido de carbono gaseoso se puede inyectar en una corriente de la suspensión acuosa de carbonato de calcio a una velocidad controlada por la al menos una entrada de dosificación de gas, formando una dispersión de burbujas de dióxido de carbono en la corriente y permitiendo que las burbujas se disuelvan en el mismo. Por ejemplo, la

disolución de carbonato de calcio en el líquido, es decir agua, requiere una relación estequiométrica o un exceso de dióxido de carbono a la cantidad total de CaCO_3 presente en la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Si se inyecta un exceso de dióxido de carbono, el exceso de dióxido de carbono varía entre 1 y 20 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 , preferentemente entre 2 y 10 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 , y más preferentemente entre 1 y 6 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 , de acuerdo con la concentración CO_2 inicial en la suspensión acuosa. La velocidad de dilución de la solución de hidrogenocarbonato de calcio concentrada con el agua a remineralizarse tendrá un impacto en el valor pH objetivo final (exceso de CO_2) y concentración de calcio objetivo final (CaCO_3 agregado) dependiendo de la concentración actual de la solución madre (solución de hidrogenocarbonato de calcio).

Se aprecia que la velocidad de disolución de carbonato de calcio en la fase líquida, es decir agua, de la suspensión de carbonato de calcio para obtener la solución de hidrogenocarbonato de calcio depende de la calidad de Dosificación de CO_2 pero también de la temperatura, pH, presión, concentración inicial de CaCO_3 en la suspensión también como la velocidad de dosificación en que el CO_2 se introduce en la suspensión de carbonato de calcio.

De acuerdo con una realización ejemplar, el dióxido de carbono se introduce en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución de hidrogenocarbonato de calcio a una región turbulenta del agua por la al menos una entrada de dosificación de gas, en donde se puede crear la turbulencia, por ejemplo, por una restricción en la tubería. Por ejemplo, el dióxido de carbono se puede introducir en la garganta de un inyector venturi dispuesto en la tubería que conecta las unidades individuales de la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple. El estrechamiento de la sección transversal de la tubería a la garganta del inyector venturi crea corriente turbulenta de energía suficiente para disolver el dióxido de carbono en pequeñas burbujas relativamente y por lo tanto facilita su disolución. De acuerdo con una realización, el dióxido de carbono se introduce bajo presión en la corriente de la suspensión de carbonato de calcio acuosa en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple.

Adicional o alternativamente, se aprecia que en la línea de lote maestro el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio que tiene una temperatura de aproximadamente 5 a 60 °C, preferentemente de aproximadamente 10 a 50 °C y lo más preferentemente de 10 a 40°C, como de 10 a 30 °C. En una realización de la presente invención, la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple tiene una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C.

En una realización de la presente invención, el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio en la línea de lote maestro a una presión de 100 a 300 kPa (1 a 3 bares) a una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C. Por ejemplo, el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio en la línea de lote maestro a una presión de aproximadamente 200 kPa (2 bares) a una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C.

De esta manera, se aprecia que la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro es preferentemente una entrada CO_2 . En una realización de la presente invención, la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro es un inyector venturi. Alternativamente, la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro es un controlador de corriente másico con una válvula de contrapresión. Por ejemplo, el controlador de corriente másico es un dispositivo Bronkhurst.

En el significado de la presente aplicación de patente un inyector venturi es un dispositivo de tipo bombeo que usa el efecto venturi de una boquilla convergente-divergente para convertir la energía de presión de una fuente líquida a energía de velocidad que crea una zona de baja presión que atrae y arrastra un fluido por succión. Después de pasar a través de la garganta del inyector, la mezcla de fluido se expande y la velocidad se reduce que da como resultado en re comprimir los fluidos mezclados al convertir energía de velocidad de nuevo a energía de presión. La fuente de fluido puede ser un líquido, vapor o cualquier otro gas. El fluido arrastrado por succión puede ser un gas, un líquido, una suspensión o una corriente de gas cargada de polvo.

Se puede usar una válvula de control de corriente u otros medios para controlar la velocidad de corriente de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución hidrogenocarbonato de calcio concentrada. Por ejemplo, un bloque de dosificación CO_2 y/o una turbidez, se puede usar un dispositivo de medición de conductividad o de pH en línea y/o un temporizador para controlar la velocidad de CO_2 dosificado en la suspensión de carbonato de calcio en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple.

El dióxido de carbono acidifica la suspensión acuosa de carbonato de calcio al formar la solución de hidrogenocarbonato de calcio acuosa. La cantidad de dióxido de carbono que se inyecta en la suspensión acuosa de carbonato de calcio dependerá de la cantidad de dióxido de carbono que está ya presente en la suspensión de carbonato de calcio acuosa. La cantidad de dióxido de carbono que está ya presente en la suspensión, a su vez, dependerá, por ejemplo, del tratamiento de corriente arriba para obtener el agua desalinizada usada para preparar la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Una suspensión acuosa de carbonato de calcio, por ejemplo, preparada a partir de agua que se ha desalinizado mediante evaporación instantánea contendrá otra cantidad de dióxido de carbono, y por lo tanto otro pH, que de agua que se ha desalinizado mediante ósmosis inversa. El agua, por

ejemplo, que se ha desalinizado mediante ósmosis inversa puede tener un pH de aproximadamente 5,2 a 6,6 y una cantidad de CO₂ de aproximadamente 0,8 a 15,9 mg/l. Sin embargo, de acuerdo al tratamiento de corriente arriba para obtener el agua desalinizada la concentración de CO₂ puede alcanzar hasta 45 mg/l o incluso más alto. Se aprecia además que el agua remineralizada final que comprende una concentración alta de CO₂ puede someterse a descarbonación con el fin de mitigar la agresividad de dicha fase acuosa.

Preferentemente, la disolución de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución de hidrogenocarbonato de calcio se facilita por al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida.

En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende una unidad de mezclado, preferentemente al menos dos unidades de mezclado y más preferentemente dos unidades de mezclado. Por ejemplo, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende al menos dos unidades de mezclado conectadas en series, preferentemente dos unidades de mezclado conectadas en serie.

En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de mezclado puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente muy bien conocido por la persona experta en la materia para combinar y/o mezclar y/o agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado es una unidad de mezclado horizontal y/o vertical o una unidad de mezclado en forma de tubo. Alternativamente, la al menos una unidad de mezclado puede ser cualquier dispositivo usado para la cavitación. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado es un dispositivo de cavitación disponible de Applied Cavitation Technologies, EE.UU.

En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro que está aparte del sistema de lote múltiple es una unidad de mezclado horizontal y/o vertical. Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro es una unidad de mezclado vertical.

Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado es un tanque y/o recipiente que está en el intervalo de 1 l a 1.000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y lo más preferentemente de 10 l a 100 kl.

Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro comprende medios de agitación y/o medios de cavitación. En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado comprende medios de agitación o medios de cavitación. Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado comprende medios de agitación. Por ejemplo, los medios de agitación se seleccionan de medios de agitación mecánicos tal como una cuchilla de agitación típicamente usada para agitar y mezclar suspensiones que comprenden carbonato de calcio en un tanque y/o recipiente. Alternativamente, los medios de agitación se seleccionan de medios de mezcla de polvo-líquido típicamente usados para agitar y mezclar suspensiones más concentradas que comprenden carbonato de calcio en un tanque y/o recipiente. Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado es una unidad de mezclado en forma de tubo, la unidad de mezclado puede comprender lechos de mezclado que permiten un mezclado suficiente de la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio.

En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple es al menos un mezclador estático. Preferentemente, el al menos un mezclador estático se caracteriza por que el mezclador comprende una pluralidad de cámaras de mezclado organizadas una tras la otra y adyacentes una tras la otra a lo largo de un eje del tubo.

En este sentido, se aprecia que el al menos un mezclador estático puede ser cualquier tipo de mezclador estático muy bien conocido por la persona experta en la materia para mezclar a fondo suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio.

Por ejemplo, el al menos un mezclador estático es un mezclador estático disponible de Sulzer Chemtech AG, Suiza como Sulzer Mischer SMV™.

Alternativamente, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple es al menos un mezclador dinámico. Preferentemente, el mezclador dinámico se caracteriza por que el mezclador comprende medios de mezclado tales como una cuchilla de agitación o lechos de mezclado o un propulsor.

En este sentido, se aprecia que al menos un mezclador dinámico de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple puede ser cualquier tipo de mezclador dinámico muy bien conocido por la persona experta en la materia para mezclar a fondo suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio. En una realización de la presente invención, el al menos un mezclador dinámico es un mezclador en forma de tubo que comprende una pluralidad de lechos de mezclado.

Por ejemplo, el al menos un mezclador dinámico puede ser cualquier tipo de mezclador dinámico muy bien conocido por la persona experta para combinar y/o mezclar y/o agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio.

- Dependiendo en la concentración de la solución acuosa resultante de hidrogenocarbonato de calcio, el tiempo de residencia en la línea de lote maestro puede ser de 1 a 240 min, de 1 a 120 min, de 1 a 90 min, de 2 a 60 min, o de 2 a 45 min. Se aprecia que el tiempo de residencia en la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple puede
- 5 variar en un intervalo amplio y puede depender por ejemplo en la cantidad de CO₂ dosificado en la suspensión de carbonato de calcio en la línea de lote maestro pero también en otros parámetros de proceso tales como temperatura, pH, presión y la calidad de agua inicial.
- Para la disolución adicional de carbonato de calcio fuera de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la presencia de dióxido de carbono para formar la solución de carbonato de calcio disuelto, es decir la solución de hidrogenocarbonato de calcio concentrado, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende al menos un tanque proporcionado con al menos una entrada y al menos una salida.
- 10
- Preferentemente, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende un tanque.
- 15 En este sentido, se aprecia que el al menos un tanque puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente muy bien conocido por la persona experta en la materia para agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio y/o completando la conversión de suspensiones que comprenden carbonato de calcio a soluciones de hidrogenocarbonato de calcio.
- 20 Por ejemplo, el al menos un tanque puede ser un tanque y/o recipiente que varía de 1 l a 1.000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y más preferentemente de 10 l a 100 kl.
- Se aprecia además que el al menos un tanque de la línea de lote maestro es un tanque abierto o tanque cerrado muy bien conocido por la persona experta. En una realización de la presente invención, el al menos un tanque es un tanque cerrado. Por ejemplo, de el al menos un tanque de la línea de lote maestro se proporciona en la forma de un tanque cerrado, el tanque cerrado se opera preferentemente bajo presión, es decir la agitación de suspensiones que comprenden carbonato de calcio y/o la finalización de la conversión de suspensiones que comprenden carbonato de calcio a soluciones de hidrogenocarbonato de calcio se lleva a cabo bajo presión. Una presión adecuada que se puede ajustar dentro del al menos un tanque cerrado de la línea de lote maestro preferentemente varía de 10 kPa a 1000 kPa (0,1 bar a 10 bar), más preferentemente de 0,2 a 5 kPa y más preferentemente de 0,5 a 2 kPa.
- 25
- 30
- En una realización de la presente invención, el al menos un tanque de la línea de lote maestro comprende un dispositivo de agitación. Por ejemplo, el dispositivo de agitación se selecciona de dispositivos mecánicos de agitación tal como una cuchilla de agitación típicamente usado para agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio en un tanque y/o recipiente.
- 35
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro se integra en el al menos un tanque de la línea de lote maestro que está aparte del sistema de lote múltiple. Por ejemplo, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la línea de lote maestro, el mezclado combinado unidad/tanque es preferentemente al menos un mezclador dinámico. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la línea de lote maestro, es decir un mezclador dinámico, el mezclado combinado unidad/tanque se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas.
- 40
- 45 Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado es al menos un mezclador estático o al menos un mezclador dinámico siendo en forma de tubo, la al menos una unidad de mezclado y el al menos un tanque se separan preferentemente del uno al otro, es decir no están combinados. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado es al menos un mezclador estático o al menos un mezclador dinámico siendo en forma de tubo, la al menos una unidad de mezclado se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque de la línea de lote maestro.
- 50
- En una realización de la presente invención, el al menos un tanque de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado del al menos un tanque. En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de control preferentemente regula el nivel de llenado del tanque para que ninguna suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio se derrame del tanque.
- 55
- Por ejemplo, la al menos una unidad de control regula el nivel de llenado del tanque para que la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio se libere en el sistema si el tanque comprende una solución de hidrogenocarbonato de calcio. Se prefiere que la solución de hidrogenocarbonato de calcio se libere únicamente en el sistema si los parámetros adecuados tales como conjunto de tiempo de residencia, temperatura, pH, conductividad de turbidez, concentración de ion de calcio etc., se cumplen por la solución preparada de hidrogenocarbonato de calcio.
- 60
- 65 En consecuencia, la preparación de la solución de hidrogenocarbonato de calcio se controla por parámetros preferentemente.

- 5 Por lo tanto se prefiere que la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple que es parte de la instalación de la invención comprenda medios para controlar, es decir medición y monitoreo, un valor de parámetro de la suspensión de carbonato de calcio acuosa o solución de hidrogenocarbonato de calcio tal como tiempo de residencia en la línea de lote maestro de bucle, conductividad, temperatura, pH, sólidos totalmente disueltos, turbidez, alcalinidad, dureza total, concentración de calcio y/o concentración de CO₂ de la solución de carbonato de calcio disuelto.
- 10 De acuerdo con una realización de la presente invención, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende al menos una unidad de control que monitoriza el pH, turbidez, conductividad, temperatura y/o concentración de ion de calcio (por ejemplo por electrodo sensible a iones).
- 15 Adicional o alternativamente, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende al menos una unidad de control que regula la cantidad de dosificación de CO₂, velocidad de dosificación de CO₂, tiempo de residencia de acuerdo con los conjuntos de valores de pH, turbidez y/o conductividad.
- 20 La línea de lote maestro del sistema de lote múltiple que es parte de la instalación de la invención comprende la al menos una entrada de dosificación de gas, la al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, y el al menos un tanque proporcionado con al menos una entrada y al menos una salida tal que se logra una comunicación circular.
- 25 Por lo tanto se aprecia que la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende las unidades requeridas para que la al menos una unidad de mezclado se ubique entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque si la al menos una unidad de mezclado es un mezclador estático o un mezclador dinámico siendo en forma de tubo. Alternativa o adicionalmente, se aprecia que el al menos un tanque se ubica entre la al menos una unidad de mezclado y la al menos una entrada de dosificación de gas. Alternativa o adicionalmente, se aprecia que la al menos una entrada de dosificación de gas se ubica entre el al menos un tanque y la al menos una unidad de mezclado.
- 30 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la línea de lote maestro. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque, si la al menos una unidad de mezclado es un mezclador dinámico. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la línea de lote maestro, es decir un mezclador dinámico, el mezclado combinado unidad/tanque se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro.
- 35 Por lo tanto se aprecia que la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro siendo al menos un mezclador dinámico se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque o, alternativamente, se integra en el al menos un tanque.
- 40 En otras palabras, las unidades individuales de la línea de lote maestro se conectan directamente o indirectamente por uno o más tubos o tuberías proporcionadas dentro, a través y/o entres las unidades tal que el conducto que conecta el fluido (o tubería) se extiende fuera de una salida de una unidad y se conecta con una entrada de otra unidad.
- 45 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención se conecta de esta manera a la al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro. Adicional o alternativamente, al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la línea de lote maestro. Adicional o alternativamente, al menos una salida del al menos un tanque de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro.
- 50 Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque, la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención se conecta a al menos una entrada del mezclado combinado unidad/tanque de la línea de lote maestro. Adicional o alternativamente, al menos una salida del mezclado combinado unidad/tanque de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención se conecta a al menos una entrada de la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro.
- 55 Para obtener una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio fuera de una suspensión acuosa de carbonato de calcio, se prefiere que la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro se localice después de la al menos una unidad de dosificación.
- 60 El término "después" en el significado de la presente invención se refiere a la posición posterior detrás de otra unidad del sistema, por ejemplo la al menos una unidad de dosificación y la al menos una entrada de dosificación de
- 65

- gas, la al menos una unidad de mezclado o el al menos un tanque de la línea de lote maestro y/o la al menos una línea de lote esclavo. Dicho término no excluye la presencia de válvulas, unidades de control, tubos, tuberías, bombas, etc. entre dichas unidades del sistema a menos que se indique lo contrario. Por ejemplo, si se afirma que la al menos una entrada de dosificación de gas se ubica después de la al menos una unidad de dosificación, la al menos una entrada de dosificación de gas es la unidad subsecuente detrás de la al menos una unidad de dosificación; pero el término “después” no excluye eso, por ejemplo, una válvula de contrapresión se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y la al menos una unidad de dosificación.
- La corriente de fluido de una unidad que es parte de la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple a otra unidad que es parte de la misma línea se logra preferentemente por medio de uno o más dispositivos intermedios (y que no se mencionan o se describen específicamente), bombas o aparatos. Además, dicha corriente puede o no puede ser selectivamente interrumpible tales como por válvulas, interruptores, unidades de control y/u otros componentes adecuados.
- En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple comprende al menos una bomba, preferible al menos dos bombas y más preferentemente al menos tres bombas para dirigir la suspensión de carbonato de calcio acuoso o la solución de hidrogenocarbonato de calcio de una unidad de la línea de lote maestro a otra unidad que es parte de esta línea. Por ejemplo, la línea de lote maestro comprende al menos una bomba ubicada antes de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro. Adicional o alternativamente, la al menos una bomba se ubica después del al menos un tanque de la línea de lote maestro.
- El término “antes” en el significado de la presente invención se refiere a la posición anterior delante de otra unidad del sistema, por ejemplo la al menos una unidad de dosificación y la al menos una entrada de dosificación de gas, la al menos una unidad de mezclado o el al menos un tanque de la línea de lote maestro y/o la al menos una línea de lote esclavo. El término no excluye la presencia de válvulas, unidades de control, tubos, tuberías, bombas etc. entre las unidades del sistema a menos que se indique lo contrario. Por ejemplo, si se indica que una bomba está ubicada antes de la al menos una unidad de mezclado, la al menos una bomba es la unidad anterior delante de la al menos una unidad de mezclado.
- En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro comprende una bomba ubicada antes de la al menos una unidad de mezclado y después del al menos un tanque de la línea de lote maestro.
- Adicional o alternativamente, la al menos una bomba, preferentemente una bomba, se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas, por ejemplo el inyector venturi, de la línea de lote maestro.
- La al menos una bomba se diseña preferentemente tal que se dirige la solución de carbonato de calcio acuosa o solución de hidrogenocarbonato de calcio en una manera re-circulatoria de la al menos una entrada de dosificación de gas, a la al menos una unidad de mezclado, a al menos un tanque y más atrás a la al menos una entrada de dosificación de gas.
- La entrada de dosificación de gas, preferentemente un inyector venturi, puede ubicarse antes (es decir más cerca a la al menos una unidad de mezclado) o después (es decir más cerca a la al menos una unidad de dosificación) de la al menos una bomba que se ubica dentro de la línea de lote maestro. Una ventaja del uso de un inyector venturi es que un gas, por ejemplo CO₂ que se produce por la generación de energía puede introducirse en el proceso que puede llevarse a cabo con el sistema de la invención de lote múltiple.
- Se aprecia además que la capacidad de bombeo de la al menos una bomba (en m³/h de la suma) dentro de la línea de lote maestro es de 0,01 a 100 veces el volumen del al menos un tanque que es parte de la línea de lote maestro.
- Adicional o alternativamente, la velocidad de la corriente inducida por la al menos una bomba de la línea de lote maestro que alimenta la al menos una unidad de mezclado es entre 0,2 y 10 m/s, preferentemente entre 0,5 y 5 m/s, más preferentemente entre 1 y 2 m/s y más preferentemente entre 1 y 1,5 m/s.
- Si la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención comprende al menos un mezclador estático como la al menos una unidad de mezclado, la velocidad de la corriente inducida por la al menos una bomba de la línea de lote maestro que alimenta la al menos una unidad de mezclado es preferentemente entre 1 y 1,5 m/s.
- Adicional o alternativamente, la al menos una bomba de la línea de lote maestro se opera a una presión de 100 a 1000 kPa (1 a 10 bar), preferentemente de 200 a 800 kPa (2 a 8 bar) y más preferentemente de 200 a 600 kPa (2 a 6 bar).
- La preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio se puede monitorizar al detectar parámetros tales como tiempo de residencia, conductividad, pH, temperatura, concentración de ion de calcio, velocidad de bombeo, presión de corriente, se mide en línea la dosificación de CO₂ o turbidez durante el proceso por lotes en la línea de lote maestro. Por ejemplo, la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la

5 invención comprende al menos una unidad de control que monitoriza el tiempo de residencia, velocidad de bombeo, corriente, presión y/o dosificación de CO₂. Adicional o alternativamente, la línea de lote maestro comprende al menos una unidad de control que monitoriza el pH, turbidez, conductividad, temperatura y/o concentración de ion de calcio (por ejemplo por electrodo sensible a iones) de la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio.

10 Por lo tanto se aprecia que la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención comprende preferentemente al menos una unidad de control que regula la cantidad de dosificación y/o velocidad de dosificación de CO₂ y/o el tiempo de residencia de acuerdo al conjunto de valores de pH, turbidez y/o conductividad. La al menos una unidad de control que regula la cantidad de dosificación y/o velocidad de dosificación de CO₂ y/o el tiempo de residencia, y la al menos una unidad de control que monitoriza el tiempo de residencia, velocidad de bombeo, corriente, presión y/o dosificación de CO₂ y se puede operar colectivamente o separadamente la una unidad de control que monitoriza el pH, turbidez, conductividad, temperatura y/o concentración de ion de calcio.

15 Por ejemplo, la línea de lote maestro comprende una unidad de control que monitoriza la corriente que se ubica preferentemente antes de la al menos una unidad de mezclado y/o después de la al menos una entrada de dosificación de gas. Preferentemente, la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención comprende una unidad de control que monitoriza el pH, turbidez y conductividad, respectivamente, que se ubica preferentemente después de la al menos una unidad de mezclado y/o antes del al menos un tanque.

20 En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención comprende una unidad de control que monitoriza la corriente que se ubica antes de la al menos una unidad de mezclado y después de la al menos una entrada de dosificación de gas y una unidad de control que mide el pH, turbidez y conductividad, respectivamente, que se ubica después de la al menos una unidad de mezclado y antes del al menos un tanque de la línea de lote maestro.

25 Es un requerimiento de la presente invención que al menos una parte de la suspensión de carbonato de calcio acuosa o solución de hidrogenocarbonato de calcio se pueda descargar de la línea de lote maestro que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención. La suspensión carbonato de calcio descargada o solución de hidrogenocarbonato de calcio se sujeta preferentemente a filtración por la al menos una unidad de filtración de membrana que es parte de la instalación de la invención.

30 En consecuencia, se prefiere que al menos una salida de la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.

35 En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple de esta manera comprende al menos una salida que se ubica antes y/o después de la al menos una unidad de mezclado. La suspensión carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio que pasa a través de la al menos una unidad de filtración de membrana de la instalación de la invención se descarga preferentemente de la línea de lote maestro a través de al menos una salida que se ubica después de la al menos una unidad de mezclado. La línea de lote maestro por lo tanto comprende preferentemente al menos una salida que se ubica después de la al menos una unidad de mezclado. Por ejemplo, la línea de lote maestro comprende al menos una salida que se ubica antes y después de la al menos una unidad de mezclado.

40 La descarga de suspensión carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio se controla preferentemente por válvulas, interruptores, unidades de control y/u otros componentes adecuados que son capaces de selectivamente interrumpir la corriente de la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio.

45 Otro requerimiento de la instalación de la invención es que el sistema de lote múltiple comprende al menos una línea de lote esclavo que comprende en comunicación circular al menos una entrada de dosificación de gas, al menos una unidad de mezclado provista de al menos una entrada y al menos una salida y al menos un tanque provisto de al menos una entrada y al menos una salida.

50 Preferentemente, el sistema de lote múltiple comprende al menos una línea de lote esclavo, preferentemente al menos dos líneas de lote esclavo y más preferentemente al menos tres líneas de lote esclavo. Por ejemplo, el sistema de lote múltiple comprende una línea de lote esclavo.

55 En cada una de las una o más líneas de lote esclavo, la suspensión acuosa de carbonato de calcio inyectada en cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple por la al menos una unidad de dosificación se pone en contacto con dióxido de carbono con el fin de disolver el carbonato de calcio en la suspensión acuosa con el fin de formar una solución de hidrogenocarbonato de calcio. Dicha suspensión de carbonato de calcio se convierte a una solución de hidrogenocarbonato de calcio en cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo. Se aprecia que la conversión de la suspensión de carbonato de calcio en la solución de

5 hidrogenocarbonato de calcio se lleva a cabo dentro de un tiempo de residencia específico en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo. Por ejemplo, el tiempo de residencia para la conversión de la suspensión de carbonato de calcio a la solución de hidrogenocarbonato de calcio en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo es preferentemente por debajo de 240 min, más preferentemente por debajo de 120 min, aún más preferentemente por debajo de 90 min, incluso más preferentemente por debajo de 60 min y más preferentemente por debajo de 45 min. Por ejemplo, el tiempo de residencia para la conversión de la suspensión de carbonato de calcio a la solución de hidrogenocarbonato de calcio en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo puede ser de 1 a 240 min, más preferentemente de 1 a 120 min, aún más preferentemente de 1 a 90 min, incluso más preferentemente de 2 a 60 min y más preferentemente de 2 a 45 min.

10 Preferentemente, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple tiene una concentración de calcio como hidrogenocarbonato de calcio de 50 a 1.000 mg/l como CaCO_3 , preferentemente de 100 a 800 mg/l como CaCO_3 , y más preferentemente de 500 a 700 mg/l como CaCO_3 . Por lo tanto se aprecia que la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio.

20 Adicional o alternativamente, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo tiene una concentración de magnesio de 1 a 150 mg/l como MgCO_3 , preferentemente de 2 a 100 mg/l como MgCO_3 y más preferentemente de 5 a 50 mg/l como MgCO_3 . De acuerdo aun con otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo tiene un valor de turbidez de menos de 250 NTU, preferentemente de menos de 200 NTU, más preferentemente de menos de 150 y más preferentemente de menos de 100 NTU. Por ejemplo, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo tiene un valor de turbidez de menos de 50 NTU o menos de 20 NTU.

25 De acuerdo incluso con otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple tiene un valor de conductividad de mayor de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, preferentemente de mayor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más preferentemente de mayor de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mayor de 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

30 La solución de hidrogenocarbonato de calcio se prepara preferentemente en la al menos una línea de lote esclavo al introducir ya sea: (i) un compuesto que genera dióxido de carbono o (ii) un compuesto que genera dióxido de carbono y un ácido.

35 En una realización de la presente invención, el compuesto que genera dióxido de carbono es una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases tal como dióxido de carbono que contiene gases de combustión agotados de procesos industriales como procesos de combustión o procesos de calcinación o similares, o el compuesto que genera dióxido de carbono es dióxido de carbono gaseoso. Cuando se usa una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y otros gases, entonces el dióxido de carbono se presenta en el intervalo del 90 a aproximadamente el 99 % por volumen y preferentemente en el intervalo del 95 al 99 % por volumen, basado en el volumen total de la mezcla gaseosa. Por ejemplo, el dióxido de carbono está presente en una cantidad de al menos el 97 % por volumen, basado en el volumen total de la mezcla gaseosa.

45 El ácido usado en la presente invención es preferentemente un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfuroso, ácido fosfórico y es preferentemente ácido sulfúrico o ácido fosfórico.

50 El dióxido de carbono gaseoso usado en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple se puede obtener de un tanque de almacenamiento, en el que se mantiene en la fase líquida. Se pueden usar tanques ya sean criogénicos o convencionalmente aislados dependiendo en la velocidad de consumo de dióxido de carbono y el medio ambiente. Se puede realizar la conversión del dióxido de carbono líquido en el dióxido de carbono gaseoso usando un vaporizador de aire caliente, o un sistema de vaporización a base de vapor o eléctrico. Si es necesario, se puede reducir la presión del dióxido de carbono gaseoso antes de la etapa de inyección mediante la al menos una entrada de dosificación de gas, por ejemplo, al usar una válvula que reduce presión.

55 El dióxido de carbono gaseoso se puede inyectar en una corriente de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple a una velocidad controlada por al menos una entrada de dosificación de gas ubicada en la al menos una línea de lote esclavo, formando una dispersión de burbujas de dióxido de carbono en la corriente y permitiendo que las burbujas se disuelvan en el mismo. Por ejemplo, la disolución de carbonato de calcio en el líquido, es decir agua, requiere una relación estequiométrica o un exceso de dióxido de carbono a la cantidad total de CaCO_3 presente en la suspensión acuosa de carbonato de calcio. Si se usa un exceso de dióxido de carbono, el exceso de dióxido de carbono varía entre 1 y 20 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 , preferentemente entre 2 y 10 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 y más preferentemente entre 1 y 6 veces la relación estequiométrica con respecto a CaCO_3 , de acuerdo con la concentración de CO_2 inicial en la suspensión acuosa. La velocidad de dilución de la solución hidrogenocarbonato de calcio concentrada con el agua a remineralizarse impactara el valor de pH objetivo final (exceso de CO_2) y concentración de calcio objetivo final (adición de CaCO_3) dependiendo en la concentración actual

de la solución madre (solución de hidrogenocarbonato de calcio).

Se aprecia que la velocidad de disolución de carbonato de calcio en la fase líquida, es decir agua, de la suspensión de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo para obtener la solución de hidrogenocarbonato de calcio depende de la calidad de Dosificación de CO₂ pero también en la temperatura, pH, presión, concentración de CaCO₃ inicial en la suspensión también como la velocidad de dosificación en que el CO₂ se introduce en la suspensión de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple.

De acuerdo con un realización ejemplar, el dióxido de carbono se introduce en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución de hidrogenocarbonato de calcio, es decir en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple, a una región turbulenta del agua por al menos una entrada de dosificación de gas ubicado en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo, en donde se puede crear la turbulencia, por ejemplo, por una restricción en la tubería. Por ejemplo, el dióxido de carbono se puede introducir en la garganta de un inyector venturi dispuesto en la tubería que conecta las unidades individuales de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple. El estrechamiento de la sección transversal de la tubería a la garganta del inyector venturi crea corriente turbulenta de energía suficiente para disolver el dióxido de carbono en pequeñas burbujas relativamente y por lo tanto facilita su disolución en la al menos una línea de lote esclavo. De acuerdo con una realización, el dióxido de carbono se introduce bajo presión en la corriente de la suspensión de carbonato de calcio acuosa en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple.

Adicional o alternativamente, se aprecia que en la al menos una línea de lote esclavo el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio que tiene una temperatura de aproximadamente 5 a 60 °C, preferentemente de aproximadamente 10 a 50 °C y más preferentemente de 10 a 40 °C, como de 10 a 30 °C. En una realización de la presente invención, la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple tiene una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C.

En una realización de la presente invención, el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo a una presión de 100 a 300 kPa (1 a 3 bar) a una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C. Por ejemplo, el dióxido de carbono se inyecta en una suspensión acuosa de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo a una presión de aproximadamente 200 kPa (2 bar) a una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C.

De esta manera, se aprecia que la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es preferentemente una entrada de CO₂. En una realización de la presente invención, la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo es un inyector venturi. Alternativamente, la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo es un controlador de corriente másico con una válvula de contrapresión. Por ejemplo, el controlador de corriente másico con una válvula de contrapresión es un dispositivo Bronkhurst.

Se puede usar una válvula de control de corriente u otros medios para controlar la velocidad de corriente de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución hidrogenocarbonato de calcio concentrada en la al menos una línea de lote esclavo. Por ejemplo, se puede usar un bloque de dosificación de CO₂ y/o una turbidez, dispositivo que mide en línea el pH o conductividad y/o un temporizador para controlar la velocidad de dosificación de CO₂ en la suspensión de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple.

Preferentemente, en cada una de las unas o más líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple la disolución de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio usada para la preparación de la solución de hidrogenocarbonato de calcio se facilita por al menos una unidad de mezclado provista de al menos una entrada y al menos una salida.

En una realización de la presente invención, cada una de las unas o más líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple comprende una unidad de mezclado, preferentemente al menos dos unidades de mezclado y más preferentemente dos unidades de mezclado. Por ejemplo, cada una de las unas o más líneas de lote esclavo comprende al menos dos unidades de mezclado conectadas en series, preferentemente dos unidades de mezclado conectadas en series.

En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente muy bien conocido por la persona experta en la técnica para combinar y/o mezclar y/o agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado es unidad de mezclado vertical y/u horizontal o una unidad de mezclado en forma de tubo. Alternativamente, la al menos una unidad de mezclado es cualquier dispositivo usado para la cavitación. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado es un dispositivo de cavitación disponible de Applied Cavitation Technologies, EE.UU.

En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es una unidad de mezclado horizontal y/o vertical. Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es una unidad de mezclado vertical.

5 Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es un tanque y/o recipiente que está en el intervalo de 1 l a 1.000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y más preferentemente de 10 l a 100 kl.

10 Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple comprende medios de agitación y/o medios de cavitación. En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado comprende medios de agitación o medios de cavitación. Preferentemente, la al menos una unidad de mezclado comprende medios de agitación. Por ejemplo, los medios de agitación se seleccionan de medios de agitación mecánicos tal como una cuchilla de agitación típicamente usada para agitar y mezclar suspensiones que comprenden carbonato de calcio en un tanque y/o recipiente. Alternativamente, los medios de agitación se seleccionan de medios de mezclado polvo-líquido típicamente usados para agitar y mezclar suspensiones más concentradas que comprenden carbonato de calcio en un tanque y/o recipiente. Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado es una unidad de mezclado en forma de tubo, la unidad de mezclado puede comprender lechos de mezclado que permiten un mezclado suficiente de la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio.

20 En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo es al menos un mezclador estático. Preferentemente, el al menos un mezclador estático se caracteriza en que el mezclador comprende una pluralidad de cámaras de mezclado organizadas una tras otra y adyacentes una tras otra a lo largo de un eje del tubo.

25 En este sentido, se aprecia que el al menos un mezclador estático de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención puede ser cualquier tipo de mezclador estático muy bien conocido por la persona experta en la materia para mezclar a fondo suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio.

30 Por ejemplo, el al menos un mezclador estático de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es un mezclador estático disponible de Sulzer Chemtech AG, Suiza como Sulzer Mischer SMV™.

35 Alternativamente, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple es al menos un mezclador dinámico. Preferentemente, el mezclador dinámico se caracteriza por que el mezclador comprende medios de mezclado tales como una cuchilla de agitación o lechos de mezclado o un propulsor.

40 En este sentido, se aprecia que al menos un mezclador dinámico de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple puede ser cualquier tipo de mezclador dinámico muy bien conocido por la persona experta en la técnica para mezclar a fondo suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio. En una realización de la presente invención, el al menos un mezclador dinámico de la al menos una línea de lote esclavo es un mezclador en forma de tubo que comprende una pluralidad de lechos de mezclado.

45 Por ejemplo, el al menos un mezclador dinámico de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple puede ser cualquier tipo de mezclador dinámico muy bien conocido por la persona experta para combinar y/o mezclar y/o agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio.

50 Dependiendo de la concentración de la solución acuosa resultante de hidrogenocarbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple, el tiempo de residencia en la al menos una línea de lote esclavo puede ser de 1 a 240 min, de 1 a 120 min, de 1 a 90 min, de 2 a 60 min, o de 2 a 45 min. Se aprecia que el tiempo de residencia en la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple puede variar en un intervalo amplio y puede depender por ejemplo en la cantidad de dosificación de CO₂ en la suspensión de carbonato de calcio en la al menos una línea de lote esclavo.

60 Para la disolución adicional de carbonato de calcio fuera de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en presencia de dióxido de carbono para formar la solución de hidrogenocarbonato de calcio, la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple comprende al menos un tanque provisto de al menos una entrada y al menos una salida.

Preferentemente, la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple comprende un tanque.

65 En este sentido, se aprecia que el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente muy bien conocido por la persona experta en la materia para agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio y/o completar la conversión de suspensiones que comprenden carbonato de calcio

a soluciones de hidrogenocarbonato de calcio.

5 Por ejemplo, el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple puede ser un tanque y/o recipiente que está en el intervalo de 1 l a 1,000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y más preferentemente de 10 l a 100 kl.

10 Se aprecia además que el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple es un tanque abierto o tanque cerrado muy bien conocido por la persona experta. En una realización de la presente invención, el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo es un tanque cerrado. Por ejemplo, si el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo se proporciona en forma de un tanque cerrado, el tanque cerrado se hace funcionar preferentemente bajo presión, es decir la agitación de la suspensión que comprende carbonato de calcio y/o la finalización de la conversión de la suspensión que comprende carbonato de calcio a una a solución de hidrogenocarbonato de calcio se lleva a cabo bajo presión. Una presión adecuada que se puede ajustar en el al menos un tanque cerrado de la al menos una línea de lote esclavo está en el intervalo de 15 0,1 a 10 kPa, preferentemente de 0,2 a 5 kPa y más preferentemente de 0,5 a 2 kPa.

20 En una realización de la presente invención, el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo comprende un dispositivo de agitación. Por ejemplo, el dispositivo de agitación se selecciona de dispositivos mecánicos de agitación tales como una cuchilla de agitación típicamente usada para agitar suspensiones que comprenden carbonato de calcio o soluciones de hidrogenocarbonato de calcio en un tanque y/o recipiente.

25 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo se integra en el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo. Por ejemplo, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo, el mezclado combinado unidad/tanque es preferentemente al menos un mezclador dinámico. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque, es decir un mezclador dinámico, el mezclado combinado unidad/tanque se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo.

30 Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención es al menos un mezclador estático o al menos un mezclador dinámico siendo en forma de tubo, la al menos una unidad de mezclado y el al menos un tanque se separan preferentemente del uno al otro, es decir no están combinados. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo es al menos un mezclador estático o al menos un mezclador 35 dinámico siendo en forma de tubo, la al menos una unidad de mezclado se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo.

40 En una realización de la presente invención, el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo. En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de control regula el nivel de llenado del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo para que ninguna suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio se derrame del al menos un tanque.

45 Por ejemplo, la al menos una unidad de control de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple regula el nivel de llenado del correspondiente al menos un tanque para que la suspensión carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio se libere en el sistema si el tanque comprende una solución de hidrogenocarbonato de calcio.

50 Cada una de las unas o más líneas de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención comprende la al menos una entrada de dosificación de gas, la al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida y el al menos un tanque proporcionado con al menos una entrada y al menos una salida tal que se logra una comunicación circular.

55 Por lo tanto se aprecia que la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple comprende las unidades requeridas en que la al menos una unidad de mezclado se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque si la al menos una unidad de mezclado es un mezclador estático o un mezclador dinámico siendo en forma 60 de tubo. Alternativa o adicionalmente, se aprecia que el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo se ubica entre la al menos una unidad de mezclado y la al menos una entrada de dosificación de gas. Alternativa o adicionalmente, se aprecia que la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se ubica entre el al menos un tanque y la al menos una unidad de mezclado.

65 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo. Por ejemplo, la al menos una unidad de mezclado se

integra en el al menos un tanque, si la al menos una unidad de mezclado es un mezclador dinámico. En consecuencia, si la al menos una unidad de mezclado se integra en el al menos un tanque, es decir un mezclador dinámico, el mezclado combinado unidad/tanque se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo.

5 Por lo tanto se aprecia que la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo que es al menos un mezclador dinámico se ubica entre la al menos una entrada de dosificación de gas y el al menos un tanque o, alternativamente, se integra en el al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo.

10 En otras palabras, las unidades individuales de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple se conectan directamente o indirectamente por uno o más tubos o tuberías proporcionadas dentro, a través y/o entre las unidades tal que el conducto (o tubería) que conecta el fluido se extiende fuera de una salida de una unidad y se conecta con una entrada de otra unidad.

15 De acuerdo con una realización de la presente invención, la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se conecta de esta manera a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple. Adicional o alternativamente, al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple. Adicional o alternativamente, al menos una salida del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

20 Alternativamente, si la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple se integra en el al menos un tanque, la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada del mezclado combinado unidad/tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple. Adicional o alternativamente, al menos una salida del mezclado combinado unidad/tanque de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada de la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

30 Para obtener una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio fuera de una suspensión acuosa de carbonato de calcio, se prefiere que la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se ubique después la al menos una unidad de dosificación.

35 Se puede lograr la corriente de fluido de una unidad que es parte de la línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple a otra unidad que es parte de la misma línea de lote esclavo por medio de uno o más dispositivos intermedios (y que no se mencionan o se describen específicamente), bombas o aparato. Además, dicha corriente puede o no puede ser selectivamente interrumpible tales como por válvulas, interruptores, unidades de control y/u otros componentes adecuados.

40 En una realización de la presente invención, la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple comprende al menos una bomba, preferible al menos dos bombas y más preferentemente al menos tres bombas para dirigir la solución de carbonato de calcio acuosa o la solución de hidrogenocarbonato de calcio de una unidad de la al menos una línea de lote esclavo a otra unidad que es parte de la misma línea de lote esclavo. Por ejemplo, la al menos una línea de lote esclavo comprende al menos una bomba ubicada antes de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo. Adicional o alternativamente, la al menos una bomba se ubica después del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

50 En una realización de la presente invención, la al menos una línea de lote esclavo comprende una bomba ubicada antes de la al menos una unidad de mezclado y después del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

55 Adicional o alternativamente, la al menos una bomba, preferentemente una bomba, se ubica antes o después de la al menos una entrada de dosificación de gas, por ejemplo el inyector venturi, de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

60 La al menos una bomba se diseña preferentemente de tal manera que la solución de carbonato de calcio acuosa o la solución de hidrogenocarbonato de calcio se dirige en una manera recirculatoria de la al menos una entrada de dosificación de gas, a la al menos una unidad de mezclado, a al menos un tanque y más atrás a la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo.

65 La al menos una entrada de dosificación de gas, preferentemente un inyector venturi, se puede ubicar antes (es decir más cerca a la al menos una unidad de mezclado) o después (es decir más cerca a la al menos una unidad de dosificación) de la al menos una bomba que se ubica dentro de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

Se aprecia además que la capacidad de bombeo de la al menos una bomba (en m³/h de la suma) dentro de la al menos una línea de lote esclavo es de 0,01 a 100 veces el volumen del al menos un tanque que es parte de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

5 Adicional o alternativamente, la velocidad de la corriente inducida por la al menos una bomba de la al menos una línea de lote esclavo que alimenta la al menos una unidad de mezclado es entre 0,2 y 10 m/s, preferentemente entre 0,5 y 5 m/s, más preferentemente entre 1 y 2 m/s y más preferentemente entre 1 y 1,5 m/s.

10 Si la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple comprende al menos un mezclador estático como la al menos una unidad de mezclado, la velocidad de la corriente inducida por la al menos una bomba de la al menos una línea de lote esclavo que alimenta la al menos una unidad de mezclado es preferentemente entre 1 y 1,5 m/s.

15 Adicional o alternativamente, la al menos una bomba de la al menos una línea de lote esclavo se hace funcionar a una presión de 100 a 1000 kPa (1 a 10 bar), preferentemente de 200 a 800 kPa (2 a 8 bares) y más preferentemente de 200 a 600 kPa (2 a 6 bares).

20 La preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio se puede monitorizar al detectar parámetros tales como el tiempo de residencia, velocidad de bombeo, corriente, presión y/o dosificación de CO₂.

Por lo tanto se aprecia que la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple comprende preferentemente al menos una unidad de control que monitoriza el tiempo de residencia, velocidad de bombeo, corriente, presión y/o dosificación de CO₂ que se puede operar colectiva o separadamente.

25 Es un requisito de la presente invención que al menos una parte de la suspensión de carbonato de calcio acuosa o solución de hidrogenocarbonato de calcio se pueda descargar de la al menos una línea de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple de la instalación de la invención. La suspensión carbonato de calcio descargada o solución de hidrogenocarbonato de calcio se sujeta preferentemente a filtración por la al menos una unidad de filtración de membrana que es parte de la instalación de la invención.

En consecuencia, se prefiere que al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.

35 En una realización de la presente invención, la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple de esta manera comprende al menos una salida que se ubica antes y/o después de la al menos una unidad de mezclado. La suspensión carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio que pasa a través de la al menos una unidad de filtración de membrana de la instalación de la invención se descarga preferentemente de la al menos una línea de lote esclavo a través de al menos una salida que se ubica después de la al menos una unidad de mezclado.

40 de mezclado. La al menos una línea de lote esclavo por lo tanto comprende preferentemente al menos una salida que se ubica después de la al menos una unidad de mezclado. Por ejemplo, la al menos una línea de lote esclavo comprende al menos una salida que se ubica antes y después de la al menos una unidad de mezclado.

45 La descarga de suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio de la al menos una línea de lote esclavo se controla preferentemente por válvulas, interruptores, unidades de control y/u otros componentes adecuados que son capaces de interrumpir selectivamente la corriente de la suspensión de carbonato de calcio o solución de hidrogenocarbonato de calcio.

50 Se aprecia que la solución de hidrogenocarbonato de calcio acuosa se descarga de la línea de lote maestro y/o de la al menos una línea de lote esclavo y se filtra por una unidad de filtración de membrana con el fin de reducir adicionalmente el nivel de turbidez de la solución de hidrogenocarbonato de calcio producida en el sistema de lote múltiple de la instalación, es decir en la línea de lote maestro y/o cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo.

55 Es por lo tanto un requisito de la presente invención que la instalación comprenda al menos una unidad de filtración de membrana provista de al menos una entrada y al menos una salida. En consecuencia, se aprecia que al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conecten independientemente a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.

60 En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro y cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo se conectan a la misma unidad de filtración de membrana, es decir la instalación comprende una unidad de filtración de membrana. En una realización de la presente invención, la línea de lote maestro y cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple son capaces de suministrar la una unidad de filtración de membrana de la instalación de la invención simultáneamente con la solución de hidrogenocarbonato de calcio.

65 Alternativamente, la línea de lote maestro y cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo del sistema de lote múltiple son capaces de suministrar la una unidad de filtración de membrana de la instalación de la invención de la

una a la otra independientemente con la solución de hidrogenocarbonato de calcio.

En consecuencia, se aprecia que al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de cada línea de lote esclavo se conectan independientemente a al menos una entrada de la una unidad de filtración de membrana. Preferentemente, al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de cada línea de lote esclavo se conectan independientemente a la misma entrada de la unidad de filtración de membrana, es decir la unidad de filtración de membrana comprende una entrada.

Si la instalación de la invención comprende una unidad de filtración de membrana, un tanque de almacenamiento, preferentemente un tanque de almacenamiento, se puede ubicar entre la línea de lote maestro y la unidad de filtración de membrana y/o entre la al menos una línea de lote esclavo y la unidad de filtración de membrana. Por ejemplo, un tanque de almacenamiento se ubica entre la línea de lote maestro y la unidad de filtración de membrana o entre la al menos una línea de lote esclavo y la unidad de filtración de membrana. Alternativamente, un tanque de almacenamiento se ubica entre la línea de lote maestro y la unidad de filtración de membrana y entre la al menos una línea de lote esclavo y la unidad de filtración de membrana. Por lo tanto se aprecia que la línea de lote maestro y cada una de las al menos unas líneas de lote esclavo se conectan independientemente al mismo tanque de almacenamiento.

En consecuencia, al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conectan independientemente a al menos una entrada del tanque de almacenamiento. Adicionalmente, al menos una salida del tanque de almacenamiento se conecta a al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana.

En este sentido, se aprecia que el tanque de almacenamiento puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente muy bien conocido por la persona experta en la materia para almacenar y recolectar soluciones de hidrogenocarbonato de calcio. Por ejemplo, el tanque de almacenamiento puede ser un tanque y/o recipiente que está en el intervalo de 1 l a 1.000 kl, preferentemente de 10 l a 500 kl, más preferentemente de 10 l a 250 kl y más preferentemente de 10 l a 100 kl.

Se aprecia además que el tanque de almacenamiento puede ser un tanque abierto de almacenamiento o tanque cerrado de almacenamiento muy bien conocido por la persona experta. En una realización de la presente invención, el tanque de almacenamiento es un tanque cerrado de almacenamiento. Por ejemplo, si el tanque de almacenamiento se proporciona en forma de un tanque cerrado de almacenamiento, el tanque cerrado de almacenamiento se puede hacer funcionar bajo presión atmosférica o por encima de presión atmosférica. En una realización de la presente invención, el tanque cerrado de almacenamiento se hace funcionar preferentemente bajo presión, es decir el almacenamiento y recolección de la solución de hidrogenocarbonato de calcio se lleva a cabo por encima de presión atmosférica. Una presión adecuada que se puede ajustar dentro del al menos un tanque cerrado de almacenamiento esta preferentemente en el intervalo de 10 kPa a 1000 kPa (0,1 bar a 10 bar), más preferentemente de 0,2 a 5 kPa y más preferentemente de 0,5 a 2 kPa.

En una realización de la presente invención, el tanque de almacenamiento comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado dentro del tanque de almacenamiento. En este sentido, se aprecia que la al menos una unidad de control regula el nivel de llenado dentro del tanque de almacenamiento para que ninguna solución de hidrogenocarbonato de calcio se derrame del tanque de almacenamiento.

Alternativamente, la instalación comprende al menos dos unidades de filtración de membranas. Por ejemplo, la instalación comprende dos unidades de filtración de membrana, es decir una unidad de filtración de membrana estando conectada a la línea de lote maestro y una unidad de filtración de membrana estando conectada a las una o más líneas de lote esclavo.

En una realización de la presente invención, el número total de unidades de filtración de membranas que es parte de la instalación de la invención que corresponde a número total de la línea de lote maestro y líneas de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple. En consecuencia, se aprecia que la línea de lote maestro y cada una de las unas o más líneas de lote esclavo se conectan independientemente a una diferente unidad de filtración de membrana.

Como ya se menciona anteriormente, la descarga de la solución de hidrogenocarbonato de calcio de la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, respectivamente se controla preferentemente por válvulas.

Preferentemente, la instalación de esta manera comprende al menos una válvula ubicada entre la al menos una unidad de filtración de membrana y el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo. Por ejemplo, si la instalación comprende una unidad de filtración de membrana, la instalación comprende una o dos válvulas, preferentemente una válvula, ubicada entre la una unidad de filtración de membrana y el sistema de lote múltiple. Si un tanque de almacenamiento se ubica entre el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, y la una unidad de filtración de membrana, la instalación comprende preferentemente dos válvulas, es decir una válvula ubicada antes del tanque de

almacenamiento y una válvula ubicada después del tanque de almacenamiento.

5 Alternativamente, si la instalación comprende dos o más unidades de filtración de membrana, al menos una válvula se ubica entre la línea de lote maestro y cada una al menos una línea de lote esclavo, respectivamente, y cada unidad de filtración de membrana.

10 En una realización de la presente invención, la al menos una válvula ubicada entre la al menos una unidad de filtración de membrana y el sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo, es al menos una válvula de contrapresión.

15 En una realización de la presente invención, al menos una bomba se ubica entre la línea de lote maestro y la al menos una unidad de filtración de membrana y/o al menos una bomba se ubica entre la al menos una línea de lote esclavo, preferentemente entre cada línea de lote esclavo, y la al menos una unidad de filtración de membrana. Por ejemplo, si la instalación de la invención comprende una unidad de filtración de membrana y un tanque de almacenamiento, al menos una bomba, preferentemente una bomba, se ubica entre el tanque de almacenamiento y la una unidad de filtración de membrana para dirigir la solución de hidrogenocarbonato de calcio a la unidad de filtración de membrana.

20 De acuerdo con la invención, la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o un dispositivo de ultrafiltración de membrana de flujo cruzado.

25 Se aprecia que existe una diferencia de presión entre el interior de la unidad de filtración de membrana y el medio ambiente circundante para que las partículas suspendidas se separen de la suspensión/solución y se obtenga una solución transparente. Preferentemente, la presión del interior de la unidad de filtración de membrana es más alta que la presión del medio ambiente circundante.

30 Una membrana de microfiltración es una membrana que tiene un tamaño de poro entre 0,1 y 10 μm y se usa típicamente para separar partículas suspendidas de la suspensión. Las membranas de microfiltración pueden ser de cerámica, polímero u otros materiales sintéticos. Preferentemente, dichas membranas tienen capacidad de pulso inverso, es decir, una corriente inversa del filtrado por presión a través de la membrana del lado concentrado de la suspensión acuosa elimina acumulación de contaminantes que tienden a reducir la velocidad de corriente de la membrana. En contraste con esto, una membrana de ultrafiltración es una membrana que tiene un tamaño de poro entre 0,001 y 0,1 μm y se usa para separar emulsiones, proteínas y macromoléculas de la suspensión. Los materiales de construcción son típicamente los mismos para las membranas de microfiltración. Las membranas de ultrafiltración son ya sea impulso inverso como se describe anteriormente, o lavado a contracorriente al cerrar una
35 válvula de filtrado durante un periodo de tiempo.

40 Por ejemplo, la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado. En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de microfiltración de membrana de flujo cruzado. Adicional o alternativamente, la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de ultrafiltración de membrana de flujo de cruzado. Por ejemplo, la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de ultrafiltración de membrana de flujo cruzado.

45 Los dispositivos de filtración de membrana de flujo cruzado son conocidos por la persona experta. Un dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado que es adecuado para su instalación de la invención incluye el dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado disponible de Micro dyn-Nadir GmbH, Alemania como Mycrodyn Modul CMB 150 o el módulo dizzer de membrana de ultrafiltración de 5,08 cm (2,5") de Inge (Módulo dizzer UF 2514P 0.5).

50 Se aprecia que la al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro laminar y/o de filtro de tubo y/o de filtro capilar. Preferentemente, la al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro de tubo. Si la al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro de tubo, la membrana de filtro de tubo preferentemente tiene un diámetro interno del tubo de 0,01 mm a 25 mm, más preferentemente de 0,1 mm a 10 mm y más preferentemente de 0,1 a 7,5 mm. Por ejemplo, la membrana de filtro de tubo tiene un diámetro interno del tubo de 1 mm a 7,5 mm y preferentemente de 2,5 mm a 7,5 mm.

55 En una realización de la presente invención, la al menos una unidad de filtración de membrana comprende una membrana de filtro capilar que tiene una pluralidad de capilares. Si la al menos una unidad de filtración de membrana es una membrana de filtro capilar que tiene una pluralidad de capilares, las capilares preferentemente tienen un diámetro de 0,01 mm a 25 mm, más preferentemente de 0,1 mm a 10 mm y más preferentemente de 0,1 a 7,5 mm. Por ejemplo, las capilares de la al menos una unidad de filtración de membrana tienen un diámetro de 0,5 mm a 5 mm y preferentemente de 0,5 mm a 2,5 mm.

60 Si la al menos una unidad de filtración de membrana es una membrana de filtro capilar que tiene una pluralidad de capilares, la unidad de filtración de membrana comprende preferentemente de 2 a 15 capilares, preferentemente de 4 a 12 y más preferentemente de 5 a 10 capilares. Por ejemplo, la al menos una unidad de filtración de membrana comprende 7 capilares.

Se prefieren las membranas de filtro capilar ya que proporcionan excelente condiciones de flujo para la separación de sólidos a presiones operables relativamente bajas y una alta velocidad de flujo de recirculación, ya que se produce flujo turbulento en la superficie de la membrana.

5 En una realización de la presente invención, la membrana de filtro capilar comprende al menos una membrana que tiene un tamaño de poro de entre 0,01 μm y 10 μm , preferentemente entre 0,05 y 5 μm , más preferentemente entre 0,1 y 2 μm y más preferentemente entre 0,5 y 2 μm .

10 Las unidades de filtración de membrana son conocidas por la persona experta. Una unidad de filtración de membrana que puede ser adecuada para el sistema de la invención de lote múltiple incluye los módulos dizzer® disponible de Inge watertechnologies, Alemania.

15 Se aprecia además que la velocidad del flujo a través de la al menos una membrana del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0,1 m/s y 10 m/s, preferentemente entre 0,5 m/s y 5 m/s y más preferentemente entre 1 m/s y 4 m/s. Adicional o alternativamente, la presión en la entrada del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0 kPa y 3000 kPa (0 bar y 30 bar), preferentemente entre 20 kPa y 1000 kPa (0,2 bar y 10 bar) y lo más preferentemente entre 50 y 500 kPa (0,5 y 5 bar).

20 En una realización de la presente invención, la al menos una membrana se fabrica de un material seleccionado del grupo que comprende un material sinterizado, porcelana porosa, polímeros sintéticos, como polietileno, polipropileno, Teflón®, o polietersulfona modificada y mezclas de los mismos.

25 La solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene preferentemente un pH en el intervalo de 5,5 a 9, preferentemente en el intervalo de 5,5 a 8, y lo más preferentemente en el intervalo de 5,5 a 7,5.

30 Adicional o alternativamente, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene una concentración de calcio de 50 a 1.000 mg/l, preferentemente de 100 a 800 mg/l, y lo más preferentemente de 500 a 700 mg/l como CaCO_3 . De esta manera se aprecia que la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, es una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio. De acuerdo con otra realización, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene una concentración de magnesio de 1 a 150 mg/l como MgCO_3 , preferentemente de 2 a 100 mg/l como MgCO_3 , y más preferentemente de 5 a 50 mg/l como MgCO_3 .

40 De acuerdo aun con otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene un valor de turbidez de menos de 5,0 NTU, preferentemente de menos de 2,0 NTU, y más preferentemente de menos de 1,0 NTU. Por ejemplo, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene un valor de turbidez de menos de 0,5 NTU.

45 De acuerdo aun con otra realización de la presente invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida después de la al menos una unidad de filtración de membrana, es decir el filtrado, tiene un valor de conductividad de mayor de 200 $\mu\text{S/cm}$, preferentemente de mayor de 300 $\mu\text{S/cm}$, más preferentemente de mayor de 400 $\mu\text{S/cm}$ o mayor de 500 $\mu\text{S/cm}$.

50 Es un requerimiento de la presente invención que las unidades de la instalación, es decir la al menos una unidad de dosificación, el sistema de lote múltiple y la al menos una unidad de filtración de membrana, están conectadas en comunicación circular, es decir en un sistema de bucle, tal que el residuo obtenido en la al menos una unidad de filtración de membrana se circula de regreso en la al menos una unidad de dosificación de la instalación de la invención. Por lo tanto se aprecia que al menos una salida de la al menos una unidad de filtración de membrana se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación. Por ejemplo, si la instalación comprende una unidad de filtración de membrana, una salida de la unidad de filtración de membrana se conecta al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación. Alternativamente, si la instalación comprende dos o más unidades de filtración de membrana, una salida de cada unidad de filtración de membrana se conecta independientemente a al menos una entrada, preferentemente una entrada, de la al menos una unidad de dosificación.

60 Se aprecia que la línea de lote maestro y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple se puede operar independientemente de la una a la otra. Por ejemplo, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple se usa para preparar una solución de hidrogenocarbonato de calcio y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple ya contiene la solución preparada de hidrogenocarbonato de calcio. Alternativamente, la línea de lote maestro del sistema de lote múltiple ya contiene la solución preparada de hidrogenocarbonato de calcio y la al menos una línea de lote esclavo del sistema de lote múltiple se usa para preparar una solución de hidrogenocarbonato de calcio.

65

La ventaja de la instalación de la invención es que se logra una preparación continua de una solución de hidrogenocarbonato de calcio que se puede usar adicionalmente para la remineralización del agua. En particular, la instalación de la invención permite la preparación continua de una solución concentrada de hidrogenocarbonato de calcio que tiene una turbidez reducida, es decir una turbidez de < 0,5 NTU.

5 En vista de la preparación ventajosa de una solución de hidrogenocarbonato de calcio en la instalación de la invención, un aspecto adicional de la presente invención se refiere al uso de la instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio. En particular, la presente invención se refiere al uso de la instalación para la preparación continua de una solución de hidrogenocarbonato de calcio. Se prefiere que la solución tenga una
10 concentración de hidrogenocarbonato de calcio de aproximadamente 50 a 1.000 mg/l, preferentemente de 100 a 800 mg/l, y más preferentemente de 500 a 700 mg/l.

Se prefiere que la solución preparada de hidrogenocarbonato de calcio se use para la remineralización del agua.

15 Otro aspecto de la presente invención por lo tanto se refiere al uso de la solución de hidrogenocarbonato de calcio que se prepara en la instalación para la remineralización del agua. Se prefiere que el agua que se va a remineralizar se seleccione de agua bebible, agua de recreación tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de proceso, agua de riego, o agua para acuíferos o pozos de recarga.

20 La invención se explica en lo siguiente con mayor detalle en relación con las Figuras con referencia a una realización del sistema de lote múltiple.

En la FIGURA 1 muestra una ordenación ejemplificada de una instalación que comprende al menos una unidad de dosificación, un sistema de lote múltiple y una unidad de filtración de membrana. La instalación comprende al menos
25 una unidad de dosificación (6) que se conecta a un suministro de agua (2) y un suministro sólido en la forma de un contenedor de almacenamiento para material sólido (4). La instalación además comprende un suministro de suspensión (8) que conecta la al menos una unidad de dosificación (6) y cada línea del sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro (10), la primera línea de lote esclavo (12) y además cada línea de lote esclavo opcional (14), y se usa para inyectar la suspensión acuosa de carbonato de calcio en el sistema de lote múltiple. La línea de
30 lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, comprenden en comunicación circular una entrada de dosificación de gas (16), al menos una unidad de mezclado (26) y al menos un tanque (28). Con el fin de introducir dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se equipan con una entrada de dosificación de gas tal como una entrada CO₂ (16). Además, la disolución de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio se facilita por al
35 menos una unidad de mezclado (26) proporcionada en la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente. Para la disolución adicional de carbonato de calcio fuera de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la presencia de dióxido de carbono para formar la solución de hidrogenocarbonato de calcio concentrado, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, comprenden además al menos un tanque (28). Por lo tanto se prefiere que la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se ordenen
40 en la manera en que la entrada de dosificación de gas (16) se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado (26) y al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado (26) se conecte a al menos una entrada del al menos un tanque (28). Además, al menos una salida del al menos un tanque (28) se conecta a la entrada de dosificación de gas (16).

45 Es un requerimiento que al menos una parte de la solución acuosa de hidrogenocarbonato de calcio se pueda descargar de la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente. En consecuencia, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se equipan con una salida para descargar de al menos una parte de la solución de carbonato de calcio y enviar la solución de carbonato de calcio a través de un suministro (20, 22, 24) a la al menos una unidad de filtración de membrana (34). La salida se ubica preferentemente después
50 de la al menos una unidad de mezclado (26) de la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente.

Además, las soluciones de hidrogenocarbonato de calcio, que se descargan de la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se pueden almacenar y recolectar opcionalmente en un tanque de
55 almacenamiento (30) tal que un producto combinado (32) se dirige entonces además a la unidad de filtración de membrana (34). En consecuencia, el tanque de almacenamiento (30) se ubica entre el sistema de lote múltiple y la unidad de filtración de membrana (34).

Se aprecia que las unidades individuales de la instalación, es decir la al menos una unidad de dosificación (6), el
60 sistema de lote múltiple (10, 12, 14) y la una unidad de filtración de membrana (34) se proporcionan en una comunicación circular. Por lo tanto se prefiere que la instalación se ordene en que al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación (6) se conecte a al menos una entrada de la línea de lote maestro (10) y al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación (6) se conecte a al menos una entrada de las unas o más líneas de lote esclavo (12, 14). Además, al menos una salida de la línea de lote maestro (10) se conecte a al menos
65 una entrada de la unidad de filtración de membrana (34) y al menos una salida de las unas o más líneas de lote esclavo (12, 14) se conecte a la misma entrada de la unidad de filtración de membrana (34). Con el fin de

proporcionar una comunicación circular, se requiere además que al menos una salida de la unidad de filtración de membrana (34) se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación (6) para recircular de regreso el residuo retenido en la al menos una unidad de filtración de membrana (34) en la al menos una unidad de dosificación (6).

5 Opcionalmente, si un tanque de almacenamiento (30) se proporciona en la instalación, al menos una salida de la línea de lote maestro (10) se conecta a al menos una entrada del tanque de almacenamiento (30) y al menos una salida de las unas o más líneas de lote esclavo (12, 14) se conecta a la misma entrada del tanque de almacenamiento (30). Además a la misma, al menos una entrada del tanque de almacenamiento (30) se conecta a al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana (34).

10 Se aprecia que la unidad de filtración de membrana (34) se conecta a la al menos una unidad de dosificación (6) tal que el residuo retenido en la unidad de filtración de membrana (34) se puede circular de regreso a través de un suministro (38) en la al menos una unidad de dosificación (6) de la instalación de la invención.

15 El filtrado, es decir la parte de la solución de hidrogenocarbonato de calcio que ha pasado a través de la unidad de filtración de membrana (34), se puede descargar de la unidad de filtración de membrana (34). En consecuencia, la unidad de filtración de membrana (34) se equipa con una salida (36) para descargar la solución de carbonato de calcio.

20 La Figura 2 muestra una ordenación ejemplificada de una instalación que comprende al menos una unidad de dosificación, un sistema de lote múltiple y al menos una unidad de filtración de membrana, en donde el número total de unidades de filtración de membrana que corresponde a un número total de la línea de lote maestro y líneas de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.

25 La instalación comprende al menos una unidad de dosificación (46) que está conectada a un suministro de agua (42) y un suministro sólido en la forma de un contenedor de almacenamiento para material sólido (44). La instalación además comprende un suministro de suspensión (48) que conecta la al menos una unidad de dosificación (46) y cada línea del sistema de lote múltiple, es decir la línea de lote maestro (50), la primera línea de lote esclavo (52) y además cada línea de lote esclavo opcional (54), y se usa para inyectar la suspensión acuosa de carbonato de calcio en el sistema de lote múltiple. La línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, comprenden comunicación circular una entrada de dosificación de gas (16), al menos una unidad de mezclado (26) y al menos un tanque (28). Con el fin de introducir dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se equipan con una entrada de dosificación de gas tal como una entrada CO₂ (16). Además, la disolución de dióxido de carbono en la suspensión acuosa de carbonato de calcio se facilita por al menos una unidad de mezclado (26) proporcionada en la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente. Para la disolución adicional de carbonato de calcio fuera de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la presencia de dióxido de carbono para formar la solución de hidrogenocarbonato de calcio concentrado, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, además comprenden al menos un tanque (28). Por lo tanto se prefiere que la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se ordenen de tal manera que la entrada de dosificación de gas (16) se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado (26) y al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado (26) se conecte a al menos una entrada del al menos un tanque (28). Además, al menos una salida del al menos un tanque (28) se conecta a la entrada de dosificación de gas (16).

45 Es un requerimiento que al menos una parte de la solución acuosa de hidrogenocarbonato de calcio se pueda descargar de la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente. En consecuencia, la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente, se equipan con una salida para descargar al menos una parte de la solución de carbonato de calcio y enviar cada solución de carbonato de calcio a través de un suministro a una diferente unidad de filtración de membrana (60, 62, 64). La salida se ubica preferentemente después de la al menos una unidad de mezclado (26) de la línea de lote maestro y cada línea de lote esclavo, respectivamente.

50 Se aprecia que las unidades individuales de la instalación, es decir la al menos una unidad de dosificación (46), el sistema de lote múltiple (50, 52, 54) y la unidad de filtración de membrana (60, 62, 64) se proporcionan en una comunicación circular. Por lo tanto se prefiere que la instalación se ordene de manera que al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación (46) se conecte a al menos una entrada de la línea de lote maestro (50) y al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación (46) se conecte a al menos una entrada de las unas o más líneas de lote esclavo (52, 54). Además, al menos una salida de la línea de lote maestro (50) se conecta a al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana (60) y al menos una salida de las unas o más líneas de lote esclavo (52, 54) se conecta a una diferente unidad de filtración de membrana (62, 64). Con el fin de proporcionar una comunicación circular, se requiere además que al menos una salida de cada unidad de filtración de membrana (60, 62, 64) se conecte a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación (46).

65 Se aprecia que cada unidad de filtración de membrana (60, 62, 64) se conectan a la al menos una unidad de dosificación (46) tal que el residuo retenido en cada unidad de filtración de membrana (60, 62, 64) se pueda circular de regreso a través de un suministro (80) en la al menos una unidad de dosificación (46) de la instalación de la

invención.

El filtrado, es decir la parte de la solución de hidrogenocarbonato de calcio que ha pasado a través de las unidades de filtración de membrana (60, 62, 64), se pueden descargar independientemente de la una a la otra de cada unidad de filtración de membrana (60, 62, 64). En consecuencia, cada unidad de filtración de membrana (60, 62, 64) se equipa con una salida (70, 72, 74) para descargar la solución de carbonato de calcio.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos presentan diferentes formas para preparar soluciones acuosas de hidrogenocarbonato de calcio, conocidos como bicarbonato de calcio, usando la instalación de la invención. Luego se usa la solución obtenida de hidrogenocarbonato de calcio para la remineralización de agua blanda, que puede ser por ejemplo agua blanda natural de fuentes de agua subterránea o agua de superficie, agua desalinizada de ósmosis inversa o destilación, agua pluvial. Se realizaron los ensayos usando esta instalación de la invención usando dos grados diferentes de carbonato de calcio como materia prima para la preparación de las soluciones de hidrogenocarbonato de calcio. Ambos grados de CaCO₃ vinieron de la misma cantera que producen productos de mármol de pureza muy alta con contenidos de carbonatos por encima del 99,5 % en peso. La concentración acuosa de suspensión inicial fue bien de 500 mg/l o bien 1.000 mg/l como CaCO₃.

Todos los ensayos se realizaron bajo temperatura ambiente, es decir a una temperatura de 15 a 25 °C. Se debe notar que la RO (ósmosis inversa) agua proporcionada al principio de cada ensayo tuvo una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente, es decir de 15 a 25 °C. La siguiente Tabla 1 resume los diferentes grados de carbonato de calcio y las concentraciones de suspensión inicial usadas durante los ensayos de piloto de remineralización al usar la instalación de la invención descrita anteriormente.

Tabla 1

Suspensión	Concentración de suspensión [mg/l]	Muestras ^[1]	d ₅₀ [µm]
1	500	A	20
2	1.000	A	20
3	1.000	B	3,5

^[1]Todos los carbonatos de calcio usados en la presente invención están comercialmente disponibles de Omya International AG, Suiza.

El carbonato de calcio micronizado respectivo se vierte en un embudo colocado en la parte superior de la unidad de dosificación que permite una dosificación precisa del polvo en la unidad de dosificación por medio de un tornillo de dosificación que conecta la parte inferior del embudo a la parte superior de la unidad de dosificación. La suspensión de carbonato de calcio se prepara en la unidad de dosificación al mezclar el polvo micronizado de carbonato de calcio a agua RO. Se produjo agua RO en el sitio usando una unidad de ósmosis inversa proporcionada por Christ, BWT PERMAQ Pico, y tuvo la calidad media como se indica en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

	pH	Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃)	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)
Agua RO	5,4-5,6	5-10	10-20	<0,1

El llenado de la dosificación con agua RO y la cantidad correspondiente de carbonato de calcio micronizado se programan y se ajustan de acuerdo con los interruptores de nivel colocados dentro del tanque de la unidad de dosificación. El contenido sólido inicial de la suspensión de carbonato de calcio en la unidad de dosificación fue bien de 500 o 1.000 mg/l como CaCO₃ como se describe en la Tabla 1. El agua RO se agrega por medio de una bomba y se introduce mediante una pipa conectada en la parte superior de la unidad de dosificación, mientras que el polvo de carbonato de calcio se agrega a la unidad de dosificación desde el tornillo de dosificación colocado en la parte superior de la unidad de dosificación. Tanto el agua RO como el carbonato de calcio micronizado se dosifican proporcionalmente en consecuencia a una proporción previamente pre-programada que permite un contenido sólido constante de la suspensión acuosa de carbonato de calcio en la unidad de dosificación.

En el procedimiento de puesta en marcha de la unidad de dosificación se llena completamente con la suspensión de carbonato de calcio a un contenido de sólido de inicio definido. Después, la suspensión de carbonato de calcio se bombea fuera de la unidad de dosificación para alimentar una o más unidades de mezclado cada una tiene un volumen de 100 l del sistema de lote múltiple. Se probaron diferentes proporciones estequiométricas de CO₂ comparadas con contenido sólido de carbonato de calcio inicial en la instalación de la invención. Las proporciones estequiométricas de CO₂ es la proporción de x veces de la contracción molar de CaCO₃ de las suspensión acuosa de partida y varían de 1.7 a 5 veces (CO₂ se inyectó a una presión de 200 kPa (2 bares)). Estas pruebas se realizaron basadas en un modo por lotes con un ajuste controlado durante un tiempo de 30 minutos. Después la solución que resulta de los varios lotes contiene el hidrogenocarbonato de calcio disuelto y algunos CaCO₃ restantes no disueltos se bombearon en un tanque de almacenamiento antes de que se transfieran adicional a la unidad de ultrafiltración. El filtrado liberado por la unidad de ultrafiltración consistió en el producto final, es decir la solución de

hidrogenocarbonato de calcio, y la corriente no filtrada, es decir el residuo que se retuvo en la unidad de ultrafiltración, se recirculó de regreso en la unidad de dosificación como parte de la instalación de la invención.

Ensayo de Referencia

5 Se realizó el ensayo de referencia usando suspensión 1 (muestra A, $d_{50} = 20 \mu\text{m}$) como se describe en la Tabla 1 a una concentración de suspensión inicial de 500 mg/l como CaCO_3 en un modo de lote con un ajuste de tiempo controlado de 30 minutos, sin embargo sin unidades de filtración. Se inyectó el CO_2 a una presión de 200 kPa (2 bares).

10 Los ajustes del proceso son como se describen anteriormente y se resumen en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Volumen del lote [l]	Tiempo del lote [h]	Caudal de lote [l/h]	concentración de suspensión [mg/l]	Velocidad de dosificación de CO_2 [l/min]	Proporción estequiométrica de CO_2 [x-veces]	Unidades de Filtración
100	0,5	200	500	4	5	No

15 La siguiente Tabla 4 muestra los parámetros promedios medidos por la solución de hidrogenocarbonato de calcio acuosa que se obtuvieron en varios lotes usando la instalación de la invención sin unidades de filtración.

Tabla 4

# de Ensayos	Suspensión	Proporción estequiométrica de CO_2 [x-veces]	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Turbidez	pH	Alcalinidad (mg/l como CaCO_3)
Ref.	1	5	440-480	30-50	6,6-5,8	290-310

20 Impacto de la instalación de la invención que comprende al menos una unidad de filtración

La instalación de la invención permite que funcione a concentración más alta de suspensión inicial debido a la comunicación circular, el residuo retenido en la unidad de filtración de membrana se circula de regreso en la unidad de dosificación.

25 Suspensión 2 (muestra A, $d_{50} = 20 \mu\text{m}$) y suspensión 3 (muestra B, $d_{50} = 3,5 \mu\text{m}$), ambos a una concentración de suspensión uncial de 1.000 mg/l como CaCO_3 , se usaron para los siguientes ensayos usando la opción de modo de lote de la instalación de la invención con un ajuste de control de tiempo de 30 minutos combinados con una unidad de filtración. Los ajustes de proceso se resumen en la siguiente Tabla 5 que fueron similares a lo que se usó para el ensayo de referencia anteriormente. Sin embargo, difiere la concentración de suspensión inicial y la proporción estequiométrica de CO_2 relacionada a la concentración CaCO_3 . Se inyectó CO_2 a una presión de 200 kPa (2 bares).

Tabla 5

Volumen del lote [l]	Tiempo del lote [h]	Caudal de lote [l/h]	concentración de suspensión [mg/l]	Velocidad de dosificación de CO_2 [l/min]	Medios de Filtración	Caudal filtrado [l/h]	caudal no filtrado [l/h]
100	0,5	200	1.000	4	Si	50	150

35 La siguiente Tabla 6 muestra los parámetros promedio medidos para la solución de hidrogenocarbonato de calcio acuosa que se obtuvieron en varios lotes usando la instalación de la invención.

Tabla 6

N.º de Ensayos	Suspensión	Proporción estequiométrica de CO_2 [x-veces]	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Turbidez	pH	Alcalinidad (mg/l como CaCO_3)
1	2	1,7	590-630	<0,1	6,0	310-340
2	3	1,7		<0,1	6,1-6,3	480-540
3	2	2,5	580-720	<0,1	5,9-6,1	400-410
4	3	2,5	950	<0,1	6,2-6,3	540-550

40 Los resultados indicados en la Tabla 6 muestran que la instalación de la invención permite alcanzar niveles altos de conductividad y alcalinidad al usar una proporción estequiométrica baja de CO_2 comparada al ensayo de referencia. Además de lo mismo, debido a la incorporación de al menos una unidad de filtración de membrana dentro de la

5 instalación de la invención, la solución de hidrogenocarbonato de calcio resultante tiene niveles muy bajos de turbidez. Además, el uso de un producto de carbonato de calcio más fino en la instalación de la invención, es decir suspensión 3 (muestra B, $d_{50} = 3,5 \mu\text{m}$), da como resultado niveles más altos de conductividad y alcalinidad comparados con un producto de carbonato de calcio más grueso, tal como suspensión 2 (muestra A, $d_{50} = 20 \mu\text{m}$) para ambas proporciones estequiométricas de CO_2 . Además se puede recoger para ambas suspensiones probadas que un aumento de la proporción estequiométrica de CO_2 induce un aumento en la conductividad y alcalinidad medidas para la solución de hidrogenocarbonato de calcio obtenida.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio, comprendiendo en comunicación circular
- 5 a) al menos una unidad de dosificación (6) provista de al menos una entrada y al menos una salida, b) un sistema de lote múltiple que comprende
- 10 x) una línea de lote maestro (10) provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la línea de lote maestro en comunicación circular
- 15 i) al menos una entrada de dosificación de gas (16), ii) al menos una unidad de mezclado (26) provista de al menos una entrada y al menos una salida, y iii) al menos un tanque (28) provisto de al menos una entrada y al menos una salida, y
- 20 xi) al menos una línea de lote esclavo (12,14) provista de al menos una entrada y al menos una salida, comprendiendo la al menos una línea de lote esclavo en comunicación circular
- 25 i) al menos una entrada de dosificación de gas (16), ii) al menos una unidad de mezclado (26) provista de al menos una entrada y al menos una salida, y iii) al menos un tanque (28) provisto de al menos una entrada y al menos una salida, y
- 30 c) al menos una unidad de filtración de membrana (34) provista de al menos una entrada y al menos una salida, en donde la al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o un dispositivo de ultrafiltración de flujo cruzado, y en donde la al menos una salida de la al menos una unidad de filtración de membrana está conectada a al menos una entrada de la al menos una unidad de dosificación.
- 35 2. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la al menos una unidad de dosificación se conecta a un suministro de agua (2) y un contenedor de almacenamiento para material sólido (4).
- 40 3. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecta a al menos una entrada de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una unidad de dosificación se conecta a al menos una entrada de la al menos una línea de lote esclavo.
- 45 4. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una salida de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.
- 50 5. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una salida de la línea de lote maestro y al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conectan independientemente a al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana.
- 55 6. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la instalación comprende al menos dos unidades de filtración de membranas o el número total de unidades de filtración de membrana que corresponde a un número total de la línea de lote maestro y líneas de lote esclavo que es parte del sistema de lote múltiple.
- 60 7. Instalación de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la línea de lote maestro y cada una de la al menos una línea de lote esclavo se conectan independientemente a una diferente unidad de filtración de membrana.
- 65 8. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la al menos una entrada de dosificación de gas de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro y/o la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo.
9. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la línea de lote maestro y/o al menos una salida de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a al menos una entrada del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo.
10. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una salida del al menos un tanque de la línea de lote maestro se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la

ES 2 703 729 T3

línea de lote maestro y/o al menos una salida del al menos un tanque de la al menos una línea de lote esclavo se conecta a la al menos una entrada de dosificación de gas de la al menos una línea de lote esclavo.

- 5 11. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una salida se ubica después de la al menos una unidad de mezclado de la línea de lote maestro y al menos una salida se ubica después de la al menos una unidad de mezclado de la al menos una línea de lote esclavo.
- 10 12. Instalación de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la al menos una salida de la línea de lote maestro y la al menos una salida de la al menos una línea de lote esclavo se conectan independientemente a al menos una entrada de la al menos una unidad de filtración de membrana.
13. Uso de una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para la preparación de una solución de hidrogenocarbonato de calcio.
- 15 14. Uso de una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para la remineralización del agua.
- 20 15. Uso de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el agua a remineralizarse se selecciona de agua bebible, agua de recreación tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de proceso, agua de riego o agua para acuíferos o recarga de pozos.

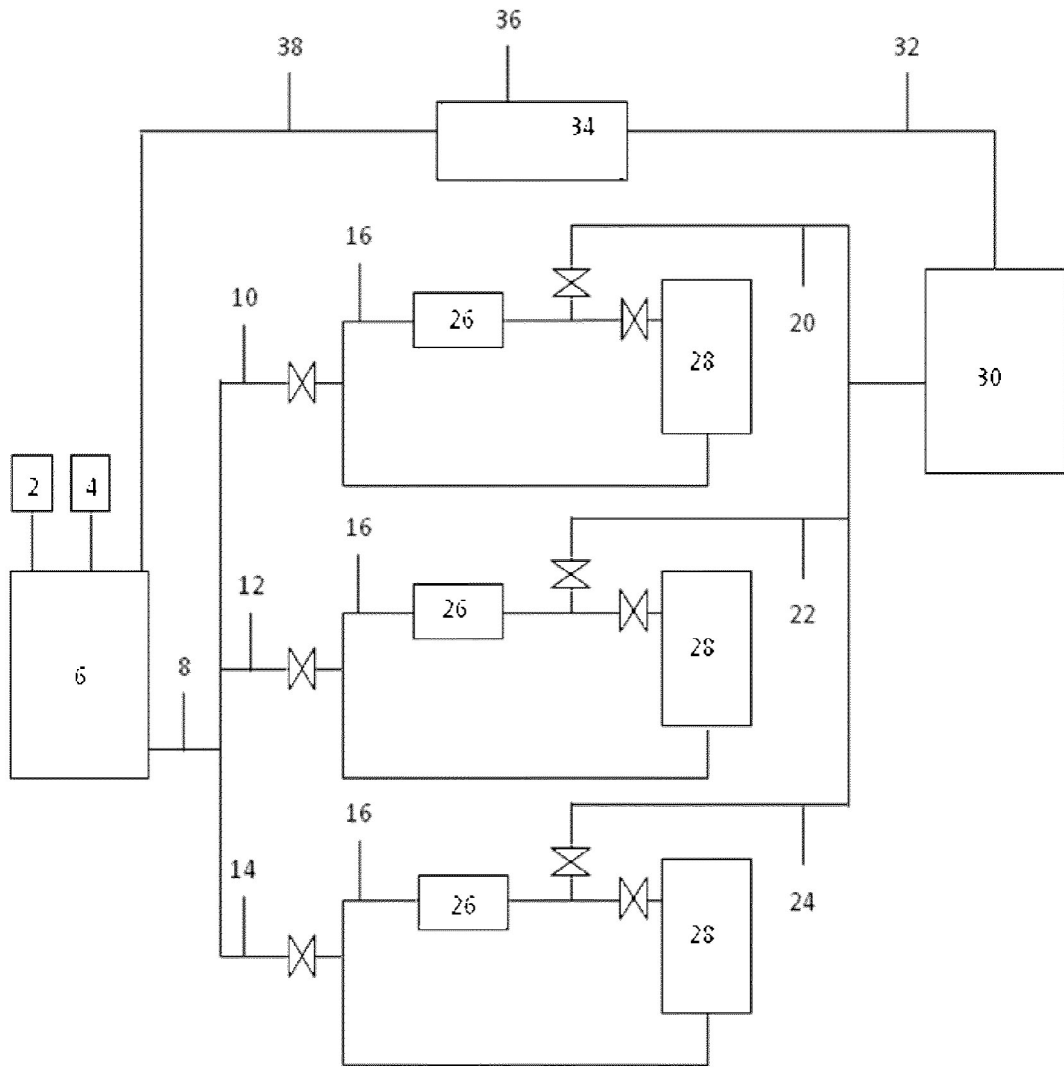


Fig. 1

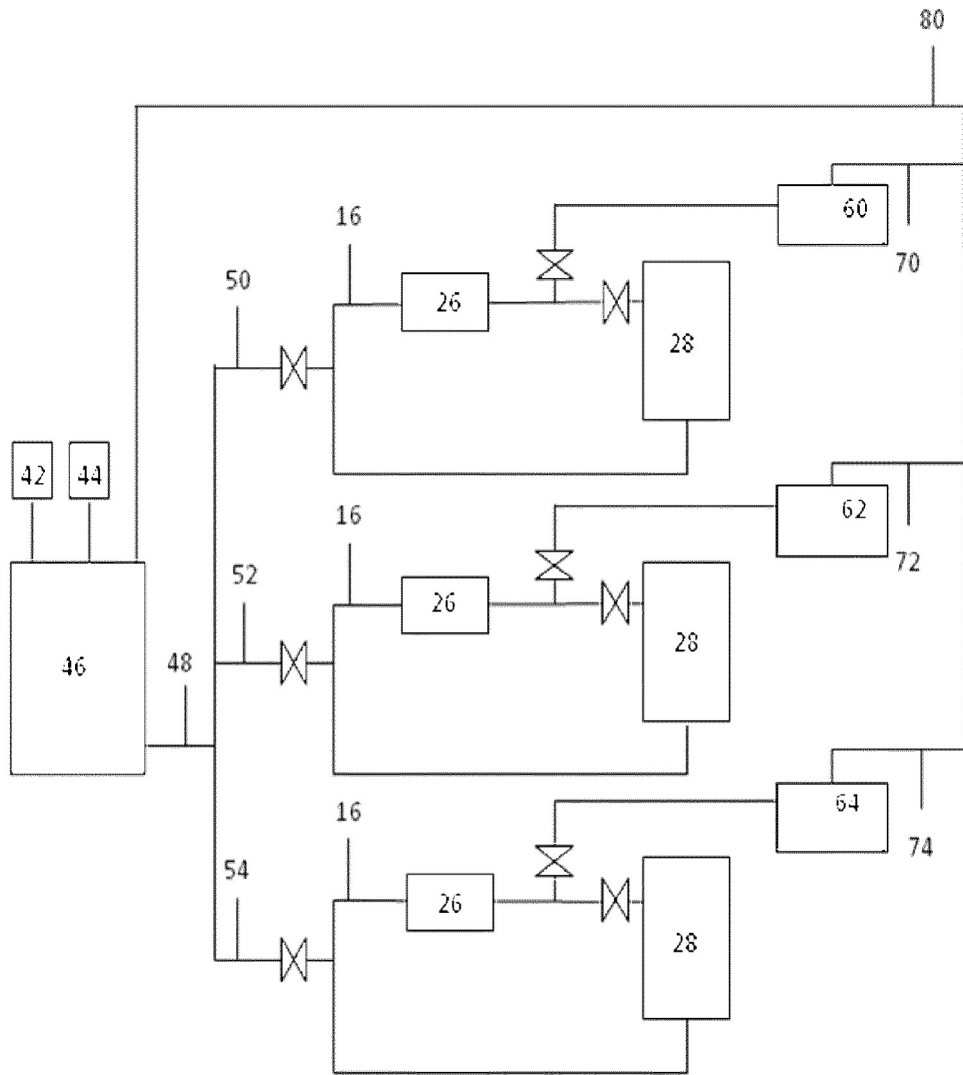


Fig. 2