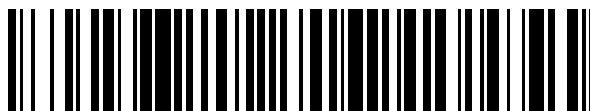


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 173**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
C02F 1/68 (2006.01)
C01F 5/24 (2006.01)
C01F 11/18 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2012 E 12153898 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2623466**

54 Título: **Proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y su uso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BURI, MATTHIAS;
RENTSCH, SAMUEL;
GANE, PATRICK A. C. y
BLUM, RENÉ VINZENZ**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 630 173 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y su uso.

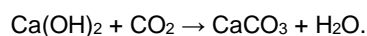
5 La presente invención se refiere al campo de un proceso para producir una solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo acuoso y al uso de tales soluciones.

10 El carbonato cálcico se usa extensamente en la industria del papel como un componente de carga en el papel. Es una carga de bajo coste y de alto brillo usado para aumentar el brillo y la opacidad de la hoja. Su uso se ha aumentado drásticamente en las últimas décadas debido a la conversión de fabricación de papel ácida a alcalina en los molinos de papel. Se usan tanto carbonatos cálcicos naturales como sintéticos en la industria del papel. El carbonato natural, o la caliza, se muelen hasta un tamaño de partícula pequeño antes de su uso en el papel, mientras que el carbonato cálcico sintético se fabrica mediante una reacción de precipitación y se denomina por lo tanto carbonato cálcico precipitado (PCC).

15 Además de su uso en la industria de fabricación de papel, el carbonato cálcico precipitado también se usa para diversos fines distintos, por ejemplo como carga o pigmento en las industrias de la pintura y como una carga funcional para la fabricación de materiales plásticos, plastisoles, compuestos de sellado, tintas de impresión, goma, pasta de dientes, cosméticos, comida, productos farmacéuticos, etc.

20 El carbonato cálcico precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: calcita, aragonita y vaterita, y hay muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos tales como escalenoédrico (S-PCC), romboédrico (R-PCC), prismático hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico y prismático (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales geminados, así como una variedad diversa de formas prismática alargada delgada, de hoja curvada, piramidal empinada, cristales en forma de cincel, de árbol ramificado y coral o tipo gusano.

25 Normalmente, el PCC se prepara introduciendo CO₂ en una suspensión acuosa de hidróxido cálcico, la denominada leche de cal



30 Hay numerosas solicitudes de patente conocidas por el experto en la materia que describen la preparación de carbonato cálcico precipitado. Una de ellas es el documento EP 1 966 092 B1, donde el carbonato cálcico precipitado obtenido es solamente un subproducto del secuestro del CO₂. Otra es el documento WO 2010/12691, desvelando este documento la producción de PCC por la adición de un hidróxido alcalinotérreo al agua que contiene iones alcalinotérreos.

35 La Solicitud de Patente Internacional WO 2006/008242 A1, por ejemplo, describe la producción de carbonato cálcico o carbonato magnésico de alta pureza a partir de una materia prima que comprende óxido metálico mixto que comprende Ca o Mg, en la que la materia prima se hace contactar con un gas que contiene CO₂ para secuestrar el CO₂ y en una etapa adicional el carbonato cálcico o el carbonato magnésico de alta pureza se precipitan a partir de la solución acuosa que resultó de poner en contacto la materia prima con el CO₂.

Otra técnica anterior relevante incluye los documentos US 2 390 095 A, WO2010 / 107 320 A1, JP 2002 173 323 A y WO 03/866 973 A1.

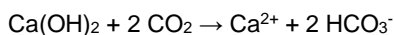
40 Además de los campos anteriormente mencionados, el carbonato cálcico también puede usarse en el campo del tratamiento y la mineralización de agua.

45 El agua para beber se ha vuelto escasa. Incluso en países que son ricos en agua, no todas las fuentes y los reservorios son adecuados para la producción de agua para beber, y muchas fuentes de hoy en día están amenazadas por un deterioro dramático de la calidad del agua. El agua de suministro usada inicialmente para fines de bebida fue principalmente agua de superficie y agua subterránea. Sin embargo, el tratamiento de agua de mar, salmuera, aguas salobres, aguas de deshecho y aguas de efluentes contaminantes está ganando más y más importancia por razones medioambientales y económicas.

50 Para recuperar el agua a partir de agua de mar o agua salobre, para usos potables, se conocen varios procesos, que son de importancia considerable para áreas secas, regiones costeras e islas marinas, y tales procesos comprenden destilación, procesos electrolíticos así como osmóticos u osmóticos inversos. El agua obtenida por tales procesos es muy blanda y tiene un valor de pH bajo debido a la carencia de sales tamponantes de pH, y de esta manera, tiende a ser altamente reactiva y salvo que se trate, puede crear dificultades de corrosión graves durante su transporte en tuberías convencionales. Adicionalmente, el agua desalinizada sin tratar no puede usarse directamente como una fuente de agua para beber. Para prevenir la disolución de sustancias indeseables en sistemas de tuberías, para evitar la corrosión de las obras del agua tales como tuberías y válvulas y para hacer el agua más palatable, es necesario mineralizar el agua.

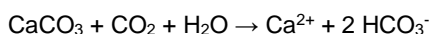
Los procesos convencionales que se usan principalmente para la mineralización del agua son disolución de cal por filtración de dióxido de carbono y de lechos de caliza. Otros procesos de remineralización menos comunes, comprenden, por ejemplo, la adición de cal hidratada y carbonato sódico, la adición de sulfato cálcico y bicarbonato sódico o la adición de cloruro cálcico y bicarbonato sódico.

- 5 El proceso de la cal implica el tratamiento de la solución de lima con agua acidificada con CO₂, en el que está implicada la siguiente reacción:



- 10 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 bicarbonato para la remineralización. Este método es dependiente de la adición de dos equivalentes de CO₂ para convertir los iones de hidróxido alcalino en las especies tamponantes HCO₃⁻. Para la remineralización de agua, se prepara una solución de hidróxido cálcico saturada, comúnmente llamada agua de cal, del 0,1 - 0,2 % en peso basado en el peso total, a partir de una leche de cal (normalmente como mucho al 5 % en peso). Por lo tanto, debe usarse un saturador para producir el agua de cal y son necesarios grandes volúmenes de agua para lograr el nivel diana de remineralización. Un inconveniente adicional de este método es que la cal hidratada es corrosiva y requiere un manejo apropiado y un equipo específico. Adicionalmente, una adición poco controlada de la cal hidratada al agua blanda puede dar lugar a desplazamientos de pH indeseados debido a la ausencia de las propiedades tamponantes de la cal.

- 15 El proceso de filtración de lechos de caliza comprende la etapa de pasar el agua blanda a través de un lecho de caliza granular disolviendo el carbonato cálcico en el flujo de agua. Poner en contacto la caliza con agua acidificada con CO₂ mineraliza el agua de acuerdo con:



A diferencia del proceso de cal, solamente es estequiométricamente necesario un equivalente de CO₂ para convertir un equivalente de CaCO₃ en Ca²⁺ y bicarbonato para la remineralización. Además, la caliza no es corrosiva y debido a las propiedades tamponantes del CaCO₃ se previenen los desplazamientos de pH principales.

- 25 Una ventaja adicional del uso de carbonato cálcico en comparación con la cal es su huella de dióxido de carbono muy baja. Para producir una tonelada de carbonato cálcico 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 carbonatos alcalinotérreos tales como el mármol, la dolomita o solamente la dolomita calcinada en lugar de la cal presentan algunos beneficios medioambientales.

- 30 La velocidad de disolución del carbonato cálcico granular, sin embargo, es lenta y se requieren filtros para este proceso. Esto induce una huella considerable de estos filtros y se requieren superficies de planta grandes para los sistemas de filtración de lechos de caliza.

- 35 Los métodos para la remineralización de agua usando leche de cal o una suspensión de cal se describen en el documento US 7.374.694 y el documento EP 0 520826. El documento US 5.914.046 describe un método para reducir la acidez en descargas efluentes usando un lecho de caliza pulsado.

- 40 El documento WO 2010/12691 desvela un proceso para el tratamiento de agua que contiene al menos sales de calcio y/o de magnesio a través de membranas de tipo ósmosis inversa. El proceso comprende al menos una etapa de recuperación de agua que se desaliniza al menos parcialmente, una etapa de recuperación de un concentrado que se origina a partir de las membranas y que contiene bicarbonatos, una etapa de inyección de CO₂ o un ácido en el agua al menos parcialmente desalinizada y una etapa de remineralización del agua al menos parcialmente desalinizada. El CO₂ se añade a la solución de bicarbonato para descarboxilar la concentración y para formar aglomerados de carbonatos cálcicos fuera de los bicarbonatos.

El presente solicitante también conoce las siguientes Solicitudes de Patente Europea sin publicar en el campo del tratamiento del agua.

- 45 La Solicitud de Patente Europea 11 175 012,1 describe un método para la remineralización de agua desalinizada y fresca que contiene un cierto nivel de dióxido de carbono inyectando una suspensión de carbonato cálcico micronizado en agua de suministro.

La Solicitud de Patente Europea 10 172 771,7 describe un método para la remineralización de agua desalinizada y fresca inyectando una suspensión de carbonato cálcico micronizado.

- 50 Finalmente, la Solicitud de Patente Europea 11 179 541,5 describe un método para la remineralización de agua combinando una solución de carbonato cálcico y agua de suministro.

En las tres Solicitudes de Patente Europea sin publicar del campo del tratamiento de agua no se da indicación acerca del área superficial específica (SSA) de los carbonatos alcalinotérreos usados. A partir del tamaño de partícula medio al que se hace referencia en los ejemplos de estas solicitudes de patentes no es posible calcular el

área superficial específica (SSA) de los productos correspondientes. No se da indicación con respecto a la influencia del área superficial específica en una producción eficiente de una solución de carbonato alcalinotérreo. Además, no se da indicación con respecto a una división de partículas *in situ* en paralelo para mejorar el proceso.

5 De esta manera, considerando los inconvenientes de los procesos conocidos para la mineralización o remineralización del agua, es el objeto de la presente invención proporcionar un proceso alternativo y mejorado para la mineralización del agua.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para la mineralización de agua que no requiera un compuesto corrosivo, y de esta manera, evita el daño de incrustación, elimina la necesidad de equipo resistente a la corrosión y proporciona un ambiente seguro para la gente que trabaja en la planta. También sería deseable proporcionar un proceso que sea medioambientalmente amigable y que requiera bajas cantidades de dióxido de carbono cuando se compara con los procesos de remineralización de agua con cal de hoy en día.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para la mineralización de agua, en el que la cantidad de minerales puede ajustarse a los valores requeridos.

15 Los anteriores y otros objetos se resuelven mediante la provisión de un proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, comprendiendo el proceso las etapas de:

a) proporcionar agua,

20 b) proporcionar al menos una sustancia que comprenda al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa,

c) proporcionar CO₂,

d) combinar bien:

(i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) y el CO₂ de la etapa c), o bien

25 (ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) para obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO₂ de la etapa c) para obtener una suspensión S resultante que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión S resultante partículas,

30 e) filtrar al menos una parte de la suspensión S resultante pasando al menos una parte de la suspensión resultante S a través de un dispositivo de filtración para obtener la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, en el que la solución acuosa obtenida después de la filtración tiene un valor de turbidez menor de 1 NTU y tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 50 a 650 mg/l,

35 f) someter al menos una parte o todas las partículas de las suspensiones S resultantes a una etapa de división de partículas,

en el que la etapa f) tiene lugar antes de y/o paralela a y/o después de la etapa e), y las partículas molidas de la etapa f) se reciclan de vuelta a la etapa d),

en el que las partículas de la suspensión S resultante que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es al menos 1000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, y

40 en el que la suspensión S resultante que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido de sólidos en el intervalo del 1 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión S resultante, con la condición de que una adición del CO₂ de la etapa c) no tenga lugar antes de una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b),

45 en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d₅₀) en el intervalo de 0,1 μm a 1 mm, y

en el que la etapa f) de división de partículas es una etapa de molienda y/o de triturado, y

50 caracterizado por que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, tiza, cal semi calcinada, caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi calcinada, dolomita calcinada y carbonato cálcico precipitado.

5 Cuando se conoce el área superficial específica de la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo, la superficie de partícula total de la suspensión acuosa alcalina de la etapa d) puede después ajustarse fácilmente. De forma alternativa, el área superficial específica de la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo ha de determinarse por el método que se conoce por un experto en la materia y que se indica en la Normativa ISO 9277.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de la presente invención para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado, y en particular para la producción de un carbonato cálcico precipitado.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de la presente invención para la producción de hidromagnesita precipitada.

15 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de la presente invención para la mineralización de agua.

Incluso para otro aspecto de la presente invención se proporciona un proceso para la mineralización de agua, comprendiendo el proceso las siguientes etapas:

I) proporcionar agua de suministro,

20 II) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de la presente invención, y

III) combinar el agua de suministro de la etapa I) y la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) para obtener agua mineralizada.

Un proceso para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado puede comprender las siguientes etapas:

25 IV) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, y

V) calentar la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa IV) para obtener el carbonato alcalinotérreo precipitado y/o

VI) añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo u óxido alcalinotérreo a la solución de la etapa IV) para obtener el carbonato alcalinotérreo precipitado.

30 Las realizaciones ventajosas de la presente invención se definen en las sub-reivindicaciones correspondientes.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, las partículas de la suspensión S resultante representan un área superficial de partícula total (SSA_{total}) que está en el intervalo de 5.000 - 5.000.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, preferiblemente en el intervalo de 10.000 a 5.000.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, y más preferiblemente en el intervalo de 70.000 - 5.000.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, por ejemplo 100.000 a 500.000 m²/tonelada.

40 De acuerdo con la presente invención, la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, tiza, cal semi calcinada, caliza calcinada, caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi calcinada, dolomita calcinada y carbonato cálcico precipitado, por ejemplo de estructura cristalina de mineral calcítico, aragonítico y/o vaterítico, por ejemplo a partir de des-endurecimiento de agua por la adición de Ca(OH)₂. El uso de mármol, caliza, tiza y dolomita se prefiere debido a que son minerales de origen natural y la turbidez de la calidad del agua de bebida final se garantiza usando una solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo que se produce usando estos minerales de origen natural. Los depósitos de mármol natural contienen principalmente impurezas de silicato insoluble ácido. Sin embargo, tales silicatos insolubles ácidos, a veces coloreados, no afectan a la calidad del agua final con respecto a la turbidez cuando se usa el producto que se prepara a través del proceso de la presente invención.

Además, las suspensiones o las soluciones preparadas usando minerales de origen natural tales como mármol, caliza, tiza o dolomita contienen esencialmente elementos traza saludables que mejoran la calidad del agua de bebida.

50 El opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo es preferiblemente hidróxido cálcico y/o hidróxido magnésico. Debido al hecho de la muy baja solubilidad del Mg(OH)₂ en agua en comparación con el Ca(OH)₂ la velocidad de reacción del Mg(OH)₂ con CO₂ es muy limitada y en presencia de Ca(OH)₂ en suspensión la reacción del CO₂ con Ca(OH)₂ se prefiere mucho más. Sorprendentemente, usando el proceso de la presente invención es posible

producir una suspensión de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo rica en $Mg(HCO_3)_2$ también en presencia de $Ca(OH)_2$ en la suspensión.

5 De acuerdo con otra realización la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de 0,7 μm a 100 μm .

La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene preferiblemente un área superficial específica en el intervalo de 0,01 a 200 m^2/g , y más preferiblemente en el intervalo de 1 a 100 m^2/g .

10 La frase "área superficial específica (SSA)" en el significado de la presente invención describe la propiedad material de los pigmentos/minerales/sólidos que mide el área de superficie por gramo de pigmentos. La unidad es m^2/g .

La frase "área superficial de partícula total (SSA_{total})" en el significado de la presente invención describe el área superficial total por tonelada de suspensión S.

15 En una realización preferida de la presente invención, la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un contenido de ácido clorhídrico (HCl) insoluble del 0,02 al 90 % en peso, preferiblemente del 0,05 al 15 % en peso, basado en el peso total de la sustancia seca. El contenido de HCl insoluble pueden ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato, mica y/o piritita.

20 De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, la suspensión **S** resultante que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido de sólidos en el intervalo del 3 al 35 % en peso, preferiblemente en el intervalo del 5 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión **S** resultante.

El agua de la etapa a) se selecciona preferiblemente de agua destilada, agua del grifo, agua desalinizada, salmuera, agua de deshecho tratada o agua natural tal como agua subterránea, agua superficial o agua de lluvia. También puede contener entre 10 y 2.000 mg de NaCl por litro.

25 De acuerdo con una realización de la presente invención el CO_2 se selecciona de dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido o una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos un gas distinto y es preferiblemente dióxido de carbono gaseoso. Cuando el CO_2 es una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas distinto, entonces la mezcla gaseosa es un dióxido de carbono que contiene gas de combustión agotado de procesos industriales como procesos de combustión o procesos de calcinación o similares. El CO_2 también puede producirse haciendo reaccionar un carbonato alcalino y/o alcalinotérreo con ácido. 30 Adicionalmente, puede producirse por la combustión de compuestos orgánicos, tales como alcohol etílico, madera y similares, o por fermentación. Cuando se usa una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos un gas distinto, entonces el dióxido de carbono está presente en el intervalo del 8 a aproximadamente el 99 % en volumen, y preferiblemente en el intervalo del 10 al 25 % en volumen, por ejemplo el 20 % en volumen. De acuerdo con una realización muy preferida, el CO_2 es CO_2 gaseoso puro con una pureza de > 99 %, por ejemplo una pureza de > 99,9 %. 35

A la luz de un concepto ecológico, es deseable seguir tan lejos como sea posible el protocolo de Kioto de la reducción de la combustión de fuentes petroquímicas y reducir el CO_2 derivado de petroquímicos de tal manera que el CO_2 usado para los procesos tenga un decaimiento ^{14}C a ^{12}C de al menos 500, más preferido al menos 800, lo más preferido al menos 850 a 890 de decaimiento por h y por g de C en el CO_2 .

40 Siguiendo el protocolo de Kioto, también es deseable que al menos una parte o toda la potencia eléctrica usada en el proceso de la presente invención derive de potencia solar, por ejemplo a partir de paneles solares térmicos y/o voltamétricos.

45 En una realización adicional preferida de la presente invención siguiendo el protocolo de Kioto, la cantidad de CO_2 usada, en moles, para producir 1 mol del al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo en la solución acuosa está en el intervalo de solamente 0,5 a 4 moles, preferiblemente en el intervalo de solamente 0,5 a 2,5 moles, más preferiblemente en el intervalo de solamente 0,5 a 1,0 moles, y más preferiblemente en el intervalo de solamente 0,5 a 0,65 moles.

50 El proceso de acuerdo con la presente invención contiene una etapa f), en la que toda o una parte de la suspensión **S** resultante se somete a una etapa de división de partículas de las partículas que están contenidas en la suspensión **S** resultante. La etapa f) de división de partículas tiene lugar antes de la etapa e), paralela a la etapa e), después de la etapa e) o antes y después de la etapa e), y las partículas molidas de la etapa f) se recirculan de vuelta a la etapa d). De acuerdo con la presente invención la etapa f) de división de partículas es una etapa de molienda y/o triturado, y es más preferiblemente una etapa de molienda. Esta etapa proporciona el beneficio de que la velocidad de reacción (química) del proceso de la invención se aumenta produciendo continuamente una superficie recientemente preparada y por lo tanto activa de la sustancia que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo. Además, esta etapa de proceso disminuye el tamaño de partículas 55

de la sustancia que comprende el carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b), y de esta manera permite un funcionamiento continuo del proceso.

El término "triturado" en el significado de la presente invención se usa cuando el material de suministro que se somete a esta etapa está en el intervalo de centímetros (cm), por ejemplo 10 cm.

- 5 El término "molienda" en el significado de la presente invención se usa cuando el material de suministro que se somete a esta etapa está en el intervalo de milímetros (mm) o nanómetros (nm), por ejemplo 10 mm.

De acuerdo con otra realización preferida de la invención la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) o la etapa f) tiene una dureza de 5 a 130 °dH, preferiblemente de 10 a 60 °dH y más preferiblemente de 15 a 50 °dH.

- 10 Para el fin de la presente invención la dureza se refiere a la dureza alemana y se expresa en "grados de dureza German, °dH". Con respecto a esto, la dureza se refiere a la cantidad total de iones alcalinotérreos en la solución acuosa que comprenden el carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, y se mide por valoración complejométrica a pH 10 usando ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Eriocromo T como indicador del punto de equivalencia.

- 15 La solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) o la etapa f) tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 6,5 a 9, preferiblemente en el intervalo de 6,7 a 7,9 y más preferiblemente en el intervalo de 6,9 a 7,7, a 20 °C.

- 20 De acuerdo con una realización de la presente invención, la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) o la etapa f) tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 70 a 630 mg/l. De acuerdo con otra realización la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) o la etapa f) tiene una concentración de magnesio, como carbonato magnésico de 1 a 200 mg/l, preferiblemente de 2 a 150 mg/l y más preferiblemente de 3 a 125 mg/l.

- 25 De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) o en la etapa f) tiene un valor de turbidez menor de 0,5 NTU y más preferiblemente menor de 0,3 NTU.

Se prefiere que al menos la etapa d) se lleve a cabo a una temperatura que está en el intervalo de 5 a 55 °C, y preferiblemente en un intervalo de 20 a 45 °C.

- 30 Una mezcla de carbonato de hidrógeno cálcico y magnésico puede obtenerse cuando la dolomita, el material que contiene dolomita semi calcinada y/o totalmente calcinada se usa como la sustancia que comprende el carbonato alcalinotérreo. En el significado de la presente invención la dolomita calcinada comprende óxido cálcico (CaO) y óxido magnésico (MgO), mientras que la dolomita semi calcinada comprende Mg en forma de óxido magnésico (MgO) y Ca en forma de carbonato cálcico (CaCO₃), pero también puede incluir alguna cantidad menor de óxido cálcico (CaO).

- 35 En una realización preferida de la presente invención el proceso es un proceso continuo. Sin embargo, el proceso de la presente invención también puede llevarse a cabo en un modo semi-discontinuo. En este caso, la suspensión S resultante puede, por ejemplo, representar una superficie de partícula total que está alrededor de 1.000.000 m²/tonelada y se somete al proceso de la presente invención. Después, el producto, es decir, la solución acuosa del carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, se descarga del proceso hasta que la suspensión S resultante que queda represente una superficie de partícula total que esté alrededor de 1.000 m²/tonelada, y después una nueva cantidad de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo se introduce en el proceso. Nótese que la superficie de partícula total puede determinarse durante cada punto del proceso continuo determinando el área de superficie específica (SSA) de la suspensión S así como el contenido seco de la suspensión S.

- 45 Más preferiblemente, el proceso continuo se controla por la cantidad de solución acuosa descargada que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y la medición del contenido sólido de la suspensión S o por valoración complejométrica o por medición de la conductividad de la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo.

- 50 Todavía en otra realización de la presente invención el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana, tal como por ejemplo una membrana de microfiltración y/o de ultrafiltración. En una realización preferida, el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana en tubo con un tamaño de poro de entre 0,02 µm y 0,5 µm, y preferiblemente de entre 0,05 y 0,2 µm. Se prefieren filtros en placa y/o en tubo. Los filtros en tubo tienen preferiblemente un diámetro interno del tubo de 0,1 a 10 mm y más preferiblemente de 0,1 a 5 mm. En una forma preferida las membranas son de material sinterizado, porcelana porosa o polímeros sintéticos, tales como polietileno, Teflón® o similares.

Un objeto adicional de la presente invención es el uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido mediante el proceso de la invención para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado y/o hidromagnesita, y en particular para la producción de un carbonato cálcico precipitado y/o hidromagnesita. Tales carbonatos alcalinotérreos precipitados, y en particular un carbonato cálcico precipitado e hidromagnesita son útiles como cargas en muchas aplicaciones industriales, por ejemplo como cargas en papel, pintura o plástico.

Otro objeto de la presente invención es el uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido mediante el proceso de la invención para la mineralización de agua.

Un objeto adicional de la presente invención es un proceso para la mineralización de agua que comprende las siguientes etapas: I) proporcionar agua de suministro, II) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de la invención y III) combinar el agua de suministro de la etapa I) y la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) para obtener agua mineralizada.

De acuerdo con una realización del proceso para la mineralización de agua de la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza que es al menos 3 °dH, y preferiblemente al menos 5 °dH mayor que la dureza del agua de suministro de la etapa I).

De acuerdo con una realización preferida, la solución acuosa que comprende el al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza de al menos 15 °dH.

De acuerdo con otra realización del proceso para la mineralización de agua el agua mineralizada tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 1 a 700 mg/l, preferiblemente de 50 a 650 mg/l, y lo más preferiblemente de 70 a 630 mg/l. De acuerdo con todavía otra realización del proceso para la mineralización de agua el agua mineralizada tiene una concentración de magnesio, como carbonato magnésico de 1 a 200 mg/l, preferiblemente de 2 a 150 mg/l, y más preferiblemente de 3 a 125 mg/l.

Un proceso para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado puede comprender las siguientes etapas:

IV) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, y

V) calentar la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa IV) para obtener el carbonato alcalinotérreo precipitado, y/o

VII) añadir al menos un hidróxido alcalinotérreo u óxido alcalinotérreo a la solución de la etapa IV) para obtener el carbonato alcalinotérreo precipitado.

Calentando la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, se evapora agua a partir de la solución y después de un cierto punto de tiempo el carbonato alcalinotérreo empieza a precipitar de la solución.

De acuerdo con un ejemplo del proceso para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado, el carbonato alcalinotérreo precipitado se selecciona de entre un carbonato alcalinotérreo amorfo, tal como carbonato cálcico o carbonato magnésico amorfos, carbonato cálcico cristalino en la forma calcítica, en la argonítica o en la vaterítica, magnesita e hidromagnesita o es una mezcla de los anteriormente mencionados.

“Conductividad” en el significado de la presente invención se usa como un indicador inverso de cómo está el agua medida libre de sales, libre de iones o libre de impurezas; cuanto más pura es el agua, menor es la conductividad. La conductividad puede medirse con un conductímetro y se especifica en S/m.

“Carbonato cálcico molido (GCC)” en el significado de la presente invención es un carbonato cálcico obtenido a partir de fuentes naturales incluyendo mármol, tiza o caliza, y procesado a través de un tratamiento tal como molienda, tamizado y/o fraccionamiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo, mediante un ciclón.

“Carbonato cálcico precipitado (PCC)” en el significado de la presente invención es un material sintetizado, generalmente obtenido por precipitación siguiendo la reacción de dióxido de carbono y cal en un ambiente acuoso o por precipitación de una fuente de calcio y carbonato en agua o por precipitación de iones calcio y carbonato, por ejemplo CaCl_2 y Na_2CO_3 , fuera de la solución. El carbonato cálcico precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: calcita, aragonita y vaterita, y hay muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos tales como escalenoédrico (S-PCC), romboédrico (R-PCC), prismático hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico y prismático (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales geminados, así como una variedad diversa de formas prismática alargada delgada, de hoja curvada, piramidal empinada, cristales en forma de cincel, de árbol ramificado y coral o tipo gusano.

A lo largo del presente documento, el “tamaño de partícula” de un producto de carbonato cálcico se describe por su distribución de tamaños de partícula. El valor d_x representa el diámetro relativo al que x % en peso de las partículas

tienen diámetros menores de d_x . Esto significa que el valor d_{20} es el tamaño de partícula al que el 20 % de todas las partículas son más pequeñas, y el valor d_{75} es el tamaño de partícula al que el 75 % en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor d_{50} es de esta manera el tamaño de partícula medio en peso, es decir, el 50 % en peso de todos los granos son más grandes o más pequeños que este tamaño de partícula. Para el fin de la presente invención el tamaño de partícula se especifica como el tamaño de partícula medio en peso d_{50} salvo que se indique de otra manera. Estos valores se midieron usando un dispositivo Mastersizer 2000 a partir de la compañía Malvern Instruments GmbH, Alemania.

El término “mineralización” como se usa en la presente invención se refiere al aumento de iones minerales esenciales en el agua que no contiene minerales en total o en cantidad insuficiente para obtener agua que sea palatable. Una mineralización puede lograrse añadiendo al menos carbonato cálcico al agua a tratarse. Opcionalmente, por ejemplo, para los beneficios relacionados con la salud o para asegurar la ingesta apropiada de algunos iones minerales esenciales distintos y elementos traza, pueden mezclarse sustancias adicionales al carbonato cálcico y después añadirse al agua durante el proceso de remineralización. De acuerdo con las directrices nacionales de la salud humana y de la calidad de agua de bebida, el producto remineralizado puede comprender minerales adicionales que contienen magnesio, potasio o sodio, por ejemplo, carbonato magnésico, sulfato magnésico, carbonato de hidrógeno potásico, carbonato de hidrógeno sódico u otros minerales que contienen elementos traza esenciales.

Las sustancias útiles para usar en el proceso de la invención para preparar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo son carbonato cálcico y/o magnésico naturales que contienen sustancias o sales inorgánicas, o carbonato cálcico y/o magnésico sintéticos que contienen sustancias o sales inorgánicas.

Las sustancias inorgánicas de origen natural útiles son por ejemplo mármol, caliza, tiza, mármol dolomítico y/o dolomita. Las sustancias sintéticas son por ejemplo carbonatos cálcicos precipitados en la forma cristalina calcítica, aragonítica y/o vaterítica. Sin embargo, las sustancias inorgánicas de origen natural se prefieren debido a que inherentemente contienen algunos elementos traza esenciales.

“Turbidez” en el significado de la presente invención describe la nubosidad o la brumosidad de un fluido provocadas por las partículas individuales (sólidos suspendidos) que son generalmente invisibles a simple vista. La medición de la turbidez es un ensayo clave de la calidad del agua y puede llevarse 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 Nefelométrica (NTU, por sus siglas en inglés).

El proceso de la invención para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo comprende las etapas de: a) proporcionar agua, b) proporcionar al menos una sustancia que comprenda al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa, c) proporcionar CO₂, d) combinar bien: (i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) y el CO₂ de la etapa c), o bien (ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) para obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO₂ de la etapa c) para obtener una suspensión **S** resultante que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión **S** resultante partículas, e) filtrar al menos una parte de la suspensión **S** resultante pasando al menos una parte de la suspensión **S** resultante a través de un dispositivo de filtración para obtener la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, en el que la solución acuosa obtenida después de la filtración tiene un valor de turbidez menor de 1 NTU y tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 50 a 650 mg/l, f) someter al menos una parte o todas las partículas de la suspensión **S** resultante a una etapa de división de partículas, en el que la etapa f) tiene lugar antes de y/o paralela a y/o después de la etapa e), y las partículas molidas de la etapa f) se recirculan de vuelta a la etapa d), en el que las partículas de la suspensión **S** resultante que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es al menos 1000 m²/tonelada de la suspensión **S** resultante, y en el que la suspensión **S** resultante que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido de sólidos en el intervalo del 1 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión **S** resultante con la condición de que una adición del CO₂ de la etapa c) no tenga lugar antes de una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b), en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de 0,1 μ m a 1 mm, y en el que la etapa f) de división de partículas es una etapa de molienda y/o de triturado, y caracterizado por que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, tiza, cal semi calcinada, caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi calcinada, dolomita calcinada y carbonato cálcico precipitado.

El proceso de acuerdo con la presente invención se lleva a cabo preferiblemente en un sistema reactor que

comprende al menos un tanque, al menos un dispositivo de filtración y medios que conectan el tanque y el al menos un dispositivo de filtración, tales como tuberías o tubos. Además, el sistema reactor puede comprender también equipo de medición, tal como unidades de medición de presión, de temperatura, de pH, de turbidez y similares.

5 El tanque está equipado con un agitador, al menos una entrada para el agua, el dióxido de carbono y la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo. Conectado al tanque, hay también un dispositivo de filtración donde al menos una parte de la suspensión **S** resultante que tiene un pH de entre 6 y 9 y que se prepara en el tanque se pasa a través para obtener la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo.

10 Adicionalmente, el sistema reactor contiene un dispositivo de división (dispositivo de reducción del tamaño de partícula) que se ensambla en una disposición en paralelo o en serie con respecto al dispositivo de filtración o se introduce en el tanque. El tanque se conecta al dispositivo de triturado y/o de molienda donde al menos una parte de las partículas contenidas en la suspensión **S** resultante se someten a una reducción del tamaño de partícula. El dispositivo de molienda y/o de triturado se puede disponer de tal manera que solamente una parte de la suspensión **S** resultante que se contiene en el tanque pasa a través del dispositivo de triturado y/o de molienda antes de circular de vuelta al tanque ("disposición en paralelo"), o se puede disponer en línea (en serie) con el dispositivo de filtrado, de tal manera que toda la suspensión **S** resultante que pasa por el dispositivo de trituración y/o de molienda será filtrada subsecuentemente en el dispositivo de filtrado. El dispositivo de filtrado también se puede disponer en línea antes del dispositivo de trituración y/o de molienda ("disposición en línea o en serie"). Si se introduce el dispositivo de trituración y/o de molienda en el tanque, una parte o la totalidad de la suspensión **S** resultante pasa por el dispositivo de trituración y/o de molienda.

20 Preferiblemente al menos una parte de la solución que deja el dispositivo de filtración se recoge para obtener la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo. Sin embargo, si se observa el valor de turbidez de la solución que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo que existe en el dispositivo de filtración se encuentra que está por encima de 1,0 NTU, después la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo se re-circula en el reactor.

El agua que puede usarse en el proceso de la invención puede derivar de diversas fuentes. El agua tratada preferiblemente por el proceso de la presente invención es agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, agua de deshecho tratada o agua natural tal como agua subterránea, agua superficial o agua de lluvia.

30 De acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente invención, el agua de mar o el agua salobre se bombea en primer lugar desde el mar por tomas de océano abiertas o tomas subsuperficiales tales como pozos, y después se somete a pretratamientos físicos tales como tamizado, sedimentación o procesos de retirada de arena. Dependiendo de la calidad del agua requerida, pueden ser necesarias etapas de tratamiento adicionales tales como coagulación y floculación para reducir la suciedad potencial en las membranas. El agua de mar o el agua salobre pretratadas pueden destilarse después, por ejemplo, usando filtración ultrarrápida de fase múltiple, destilación de efecto múltiple o filtración por membrana tal como ultrafiltración u ósmosis inversa, para retirar los particulados que quedan y las sustancias disueltas.

35 Pueden usarse una válvula de control de flujo u otros medios para controlar la velocidad del flujo de dióxido de carbono hacia la corriente. Por ejemplo, pueden usarse un bloque de dosificación de CO₂ y un dispositivo de medición en línea de CO₂ para controlar la velocidad del flujo de CO₂. De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención, el CO₂ se inyecta usando una unidad combinada que comprende una unidad de dosificación de CO₂, un mezclador estático y un dispositivo de medición en línea de CO₂.

La dosis de dióxido de carbono se controla preferiblemente por el pH de la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo acuoso producido.

45 La suspensión acuosa alcalinas formada en el sistema reactor tienen un contenido de sólidos en el intervalo del 0,1 al 80 % en peso, preferiblemente en el intervalo del 3 al 50 % en peso, más preferiblemente en el intervalo del 5 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión **S** resultante.

50 La sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo que se dosifica en el tanque puede estar en una forma seca o en una forma acuosa. Preferiblemente, la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de 0,1 μm a 1 mm, y preferiblemente en el intervalo de 0,7 μm a 100 μm . De acuerdo con una realización de la presente invención, la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo es preferiblemente un carbonato cálcico molido (GCC) tal como mármol, caliza o tiza; o una dolomita.

55 De acuerdo con otra realización de la presente invención, la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo tiene un contenido de HCl insoluble del 0,02 al 90 % en peso, preferiblemente del 0,05 al 7 % en peso, basado en el peso total de la sustancia seca. El contenido de HCl soluble pueden ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato, mica y/o pirita.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, la suspensión acuosa de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, se prepara recientemente mezclando el agua y la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo. La preparación en el sitio de la suspensión acuosa puede preferirse ya que premezclar las suspensiones acuosas puede requerir la adición de agentes adicionales tales como estabilizantes o biocidas, que pueden ser compuestos indeseados en el agua remineralizada. De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa y la inyección de la suspensión acuosa es lo suficientemente corto para evitar el crecimiento bacteriano en la suspensión acuosa. De acuerdo con una realización de ejemplo, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa y la inyección de la suspensión acuosa es menos de 48 horas, menos de 24 horas, menos de 12 horas, menos de 5 horas, menos de 2 horas o menos de 1 hora. De acuerdo con otra realización de la presente invención, la suspensión acuosa inyectada cumple los requerimientos de calidad microbiológicos especificados por las directrices nacionales para el agua de bebida.

Puede prepararse la suspensión acuosa de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, por ejemplo, usando un mezclador tal como un agitador mecánico para suspensiones diluidas, o un dispositivo mezclador polvo-líquido específico para suspensiones más concentradas. Dependiendo de la concentración de la suspensión acuosa preparada el tiempo de mezcla puede ser de 0,5 a 30 min, de 1 a 20 min, de 2 a 10 min o de 3 a 5 min. De acuerdo con una realización de la presente invención, la suspensión acuosa se prepara usando una máquina mezcladora, en la que la máquina mezcladora permite la mezcla y la dosificación simultáneas de la suspensión acuosa.

El agua usada para preparar la suspensión acuosa puede ser, por ejemplo, agua destilada, agua de suministro o agua industrial. De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el agua usada para preparar la suspensión acuosa es agua de suministro, por ejemplo, el permeado o el destilado obtenidos a partir de un proceso de desalinización.

De acuerdo con una realización la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo se inyecta directamente en una corriente de agua de suministro. Por ejemplo, una solución transparente que comprende carbonato de hidrógeno alcalinotérreo puede inyectarse en la corriente de agua de suministro a una velocidad controlada por medio de una medición de conductividad continua.

De acuerdo con una realización, el valor de parámetro predeterminado es un valor de pH, en el que el valor de pH es de 6,5 a 9, preferiblemente de 7 a 8.

Las **Figuras 1 y 2** se entiende que ilustran el proceso de acuerdo con la presente invención.

La **Figura 1** ejemplifica una realización de la presente invención donde el dispositivo de filtración y el dispositivo de molienda se disponen en una disposición en serie o en línea. El proceso de acuerdo con la presente invención se lleva a cabo preferiblemente en un sistema reactor que comprende un tanque (1) que está equipado con un agitador (2), al menos una entrada (no mostrada) para el agua, el dióxido de carbono y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo así como un dispositivo de medición de pH (no mostrado). La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo puede introducirse en el tanque bien en una forma seca o en una forma acuosa. Conectado al reactor, hay al menos un dispositivo de filtración (4) que tiene una salida para la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo. Cuando hay más de un dispositivo de filtración presente, entonces pueden disponerse bien de una manera en paralelo, o una en línea (en serie), o una en paralelo y una en línea. El dispositivo de filtración (4) es preferiblemente un filtro de membrana. Un dispositivo de molienda (18) se dispone siguiendo el dispositivo de filtración (4) y también se conecta al tanque (1). La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo (6) en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, el agua (14) y el CO₂ se introducen en el tanque (1) a través de la al menos una entrada (no mostrada) y se agitan con un agitador (2) para obtener la suspensión S resultante que tiene un pH de entre 6 y 9. Después, la suspensión S resultante se suministra (8) al dispositivo de filtración (4), donde las partículas gruesas, es decir, las partículas que tienen un tamaño de al menos 0,2 μm, que están contenidas en la suspensión se retienen en el dispositivo de filtración (4). Al menos una parte de la suspensión que sale del dispositivo de filtración (4) se suministra al dispositivo de molienda (18) y desde ahí se recircula de vuelta hacia el tanque (1). Al menos una parte de la solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo se descarga (10) del dispositivo de filtración (4).

En esta realización, el CO₂ (20) se suministra preferiblemente en el sistema reactor antes del dispositivo de molienda (18), pero después del dispositivo de filtración (4). La etapa de molienda proporciona el beneficio de que la velocidad de reacción (química) del proceso de la invención se aumenta produciendo continuamente una superficie recientemente preparada y por lo tanto activa de la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo. Además, esta etapa de proceso disminuye el tamaño de partículas

de la sustancia que comprende el carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa c), y de esta manera permite un funcionamiento continuo del proceso. La velocidad de flujo de la suspensión **S** a través del dispositivo de filtración **(4)** es al menos 1 m/s, y preferiblemente en el intervalo de 1,5 a 10 m/s, y más preferiblemente en el intervalo de 3 a 6 m/s. La velocidad de flujo de la suspensión **S** a través del dispositivo de molienda es 0,01 a 6 m/s, y preferiblemente 0,1 a 0,5 m/s.

Opcionalmente, pueden llevarse a cabo tratamientos **(16)** adicionales, tales como por ejemplo un tratamiento mecánico o la adición de biocidas u otros aditivos para cambiar el pH de la solución (por ejemplo adición de una base tal como NaOH), la conductividad de la solución o la dureza de la solución. Como una opinión adicional, la solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo descargado del dispositivo de filtración puede diluirse con agua **(14)** adicional. Las partículas gruesas contenidas en la suspensión y que se retienen en el dispositivo de filtración pueden recircularse opcionalmente al reactor para estar disponibles para la conversión adicional.

La **Figura 2** ejemplifica otra realización de la presente invención. El proceso de la presente realización difiere del uno de la Figura 1 en que el dispositivo de molienda **(18)** no se dispone siguiendo el dispositivo de filtración sino paralelo al dispositivo de filtración. El dispositivo de molienda **(18)** se conecta al tanque **(1)** de tal manera que el contenido del dispositivo de molienda **(18)** puede recircularse al tanque **(1)**. Una parte de la suspensión **S** resultante que tiene un pH de entre 6 y 9 se suministra **(8)** al dispositivo de filtración, mientras que otra parte de la suspensión **S** resultante que tiene un pH de entre 6 y 9 se suministra al dispositivo de molienda **(18)**. En esta realización, el CO₂ **(22)** se suministra preferiblemente al sistema reactor antes del dispositivo de molienda **(18)**. La suspensión **S** acuosa resultante molida se recircula después **(24)** desde el dispositivo de molienda **(18)** de vuelta al tanque **(1)**. Esta etapa de molienda proporciona el beneficio de que la velocidad de reacción (química) del proceso de la invención se aumenta produciendo continuamente una superficie recientemente preparada y por lo tanto activa de la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo. Además, esta etapa de proceso disminuye el tamaño de partículas de la sustancia que comprende el carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa c), y de esta manera permite un funcionamiento continuo del proceso. La velocidad de flujo de la suspensión **S** a través del dispositivo de filtración **(4)** es al menos 1 m/s, y preferiblemente en el intervalo de 1,5 a 10 m/s, y más preferiblemente en el intervalo de 3 a 6 m/s. La velocidad de flujo de la suspensión **S** a través del dispositivo de molienda es 0,01 a 6 m/s, y preferiblemente 0,1 a 0,5 m/s.

La **Figura 3** ejemplifica otra realización de la presente invención. El proceso de esta realización difiere del uno de las Figuras 1 y 2 en que el dispositivo de molienda **(18)** consiste en perlas de molienda **(3)** que se disponen en el tanque **(1)**. Conectado al reactor, hay al menos un dispositivo de filtración **(4)** que tiene una salida para la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo. Cuando hay más de un dispositivo de filtración presente, pueden Cuando hay más de un dispositivo de filtración presente, entonces pueden disponerse bien de una manera en paralelo, o una en línea (en serie), o una en paralelo y una en línea. El dispositivo de filtración **(4)** es preferiblemente un filtro de membrana. El dispositivo de filtración **(4)** se conecta al tanque **(1)** de tal manera que sea posible, si se requiere, una recirculación de una parte de la suspensión desde el dispositivo de filtración **(4)** hacia el tanque **(1)**. La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo **(6)** en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, el agua **(14)** y el CO₂ se introducen en el tanque **(1)** a través de la al menos una entrada (no mostrada) y se agitan con un agitador **(2)** para obtener la suspensión **S** resultante que tiene un pH de entre 6 y 9. En esta realización una parte o todas las partículas de la suspensión **S** resultante se muelen por las perlas de molienda **(3)** que se contienen en el tanque. Después, la suspensión **S** resultante se suministra **(8)** al dispositivo de filtración **(4)**, donde las partículas gruesas, es decir, las partículas que tienen un tamaño de al menos 0,2 µm, que están contenidas en la suspensión se retienen en el dispositivo de filtración **(4)**, y se obtiene una solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo. Al menos una parte de la solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo se descarga **(10)** del dispositivo de filtración **(4)**.

Opcionalmente, pueden llevarse a cabo tratamientos **(16)** adicionales, tales como por ejemplo un tratamiento mecánico o la adición de biocidas u otros aditivos para cambiar el pH de la solución (por ejemplo adición de una base tal como NaOH), la conductividad de la solución o la dureza de la solución. Como una opinión adicional, la solución acuosa transparente que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo descargado del dispositivo de filtración puede diluirse con agua **(14)** adicional. Las partículas gruesas contenidas en la suspensión y que se retienen en el dispositivo de filtración pueden recircularse **(12)** opcionalmente al reactor para estar disponibles para la conversión adicional.

De acuerdo con una realización la velocidad de flujo del agua suministrada es 20.000 a 500.000 m³ al día.

El proceso de la invención puede usarse para producir agua de bebida, agua de recreación tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de proceso, agua de irrigación o agua para la producción de carbonatos alcalinotérreos purificados.

De acuerdo con una realización la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenida por el proceso de la invención tiene una concentración de calcio de 70 a 630 mg/l como CaCO₃. En el caso en que la suspensión

comprenda una sal de magnesio adicional tal como carbonato de hidrógeno magnésico, o sulfato magnésico, la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenida por el proceso de la invención puede tener una concentración de magnesio, como carbonato magnésico, de 1 a 200 mg/l, preferiblemente de 2 a 150 mg/l, y más preferiblemente de 3 a 125 mg/l.

- 5 De acuerdo con una realización de la presente invención la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo tiene una turbidez menor de 0,3 NTU.

Ejemplos

Área superficial específica (SSA) de un material

- 10 El área superficial específica (SSA) se midió usando un Malvern Mastersizer 2000 (basado en la ecuación de Fraunhofer).

Distribución del tamaño de partícula (partículas en % en masa con un diámetro < X) y diámetro medio en peso (d_{50}) de un material particulado

El diámetro de grano medio en peso y la distribución en masa del diámetro de grano de un material particulado se determinaron usando un Malvern Mastersizer 2000 (basado en la ecuación de Fraunhofer).

- 15 pH de una suspensión acuosa

El pH se midió usando un pH-metro Mettler-Toledo. La calibración del electrodo de pH se realizó usando patrones de valores de pH 4,01, 7,00 y 9,21.

Contenido de sólidos de una suspensión acuosa

- 20 El contenido de sólidos (también conocido como “peso seco”) se determinó usando un Analizador de Humedad HR73 de la compañía Mettler-Toledo, Suiza, con los siguientes ajustes: temperatura de 120 °C, apagado automático 3, secado convencional, 5 a 20 g de suspensión.

Turbidez

La turbidez se midió con un Turbidímetro de Laboratorio Hach Lange 2100AN IS y la calibración se realizó usando patrones de turbidez StabCal (patrones de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 y 7500 NTU.

- 25 Determinación de la dureza (dureza alemana; expresada en “°dH”).

La dureza se refiere a la cantidad total de iones alcalinotérreos en la solución acuosa que comprende el carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, y se mide por valoración complejométrica usando ácido etilendiaminotetraacético (EDTA; nombre comercial Titrplex III) y Eriocromo T como indicador del punto de equivalencia.

- 30 El EDTA (agente quelante) forma con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} complejos quelatos solubles estables. Se añadieron 2 ml de una solución de amoníaco al 25 %, un tampón amoníaco/acetato de amonio (pH 10) e indicador Eriocromo negro T a 100 ml de una muestra de agua a ensayarse. El indicador y el tampón están normalmente disponibles como el denominado “comprimido indicador-tampón”. El indicador, cuando se enmascara con un tinte amarillo, forma un complejo coloreado rojo con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} . Al final de la valoración, que es cuando todos los iones están unidos por el agente quelante, el indicador Eriocromo negro T que queda está en forma libre que muestra un color verde. Cuando el indicador no está enmascarado, entonces el color cambia de magenta a azul. La dureza total
- 35 puede calcularse a partir de la cantidad de EDTA que se ha usado.

La tabla a continuación muestra una conversión de las diferentes unidades de la dureza del agua.

Conversión de las diferentes unidades de la dureza del agua ^[1]							
		°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
Dureza alemana	1 °dH =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Dureza inglesa	1 °e =	0,798	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Dureza francesa	1 °fH =	0,560	0,702	1	10	0,2	0,1
ppm de CaCO ₃ (EE.UU.)	1 ppm =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
mval/l de iones alcalinotérreos	1 mval/l =	2,8	3,51	5	50	1	0,50

Conversión de las diferentes unidades de la dureza del agua ^[1]							
		°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
mmol/l de iones alcalinotérreos	1 mmol/l =	5,6	7,02	10,00	100,0	2,00	1

^[1]Con respecto a esto la unidad ppm se usa en el significado de 1 mg/l de CaCO₃.

El dióxido de carbono usado en los ejemplos está disponible en el mercado como "Kohlendioxid 3.0" de PanGas, Dagmarsellen, Suiza. La pureza fue ≥ 99,9 % en vol.

5 Ejemplos

Los ejemplos de la técnica anterior se prepararon de la siguiente manera

Los ejemplos de la técnica anterior muestran diferentes suspensiones con diversas concentraciones de carbonato cálcico que se prepararon a partir de diferentes rocas de carbonato y se dosificaron en agua de suministro en un modo en lotes.

- 10 El suministro de agua se obtuvo de un proceso de desalinización de ósmosis inversa y se acidificó con aproximadamente 50 mg/l de CO₂. Las suspensiones se prepararon mezclando una cantidad apropiada de carbonato cálcico con 100 ml de agua de suministro a temperatura ambiente usando un agitador magnético, agitando entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de entre 3 y 5 min.

- 15 La remineralización se realizó añadiendo la suspensión en pequeñas cantidades a aproximadamente un litro del agua de suministro acidificada, en la que la suspensión y el agua de suministro se mezclaron usando un agitador magnético, agitando entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de 2 minutos. Después de cada adición de suspensión, se tomó una muestra del agua de suministro tratada para controlar la alcalinidad, la turbidez, la conductividad, el pH, la temperatura. Se eligió una concentración final de calcio de 125 mg/l como CaCO₃ como diana para la remineralización del agua de suministro. 125 mg/l de CaCO₃ representan una concentración del 0,0125 % en peso. Para cada muestra la turbidez del agua remineralizada se midió directamente después de mezclar y después de un periodo de asentamiento de mínimo 60 minutos. La turbidez medida en las muestras asentadas se realizó para observar el impacto de la sedimentación en el proceso de remineralización.

La turbidez se midió con un Turbidímetro de Laboratorio Hach Lange 2100AN y la calibración se realizó usando patrones de turbidez StabCal (patrones de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 y 7500 NTU.

- 25 La alcalinidad total se midió con un Valorador Mettler-Toledo T70 usando el software relacionado LabX Light Titration. Se usó un electrodo de pH DGi111-SG para esta valoración de acuerdo con el correspondiente método de Mettler-Toledo M415 del folleto de aplicación 37 (análisis de agua). La calibración del electrodo de pH se realizó usando patrones Mettler-Toledo de valores de pH 4,01, 7,00 y 9,21.

Ejemplo 1 - Suspensión A

- 30 Dos suspensiones que tienen una concentración de carbonato cálcico del 0,5 y el 5 % en peso basado en el peso total de la suspensión se prepararon a partir de carbonato cálcico micronizado derivado de mármol (Salses, Francia) que tiene un tamaño de partícula medio de 3,5 μm y un contenido de HCl insoluble del 0,2 % en peso basado en el peso total del carbonato cálcico.

- 35 Los resultados compilados en la Tabla 1 muestran valores de turbidez similares para ambos procesos de remineralización con suspensiones de CaCO₃ al 0,5 y al 5 % en peso. Después de un periodo de asentamiento, las muestras presentaron valores de turbidez menores de 0,5 NTU.

Ejemplo 2 - Suspensión B

- 40 Tres suspensiones que tienen una concentración de carbonato cálcico del 0,5, el 1 y el 10 % en peso basado en el peso total de la suspensión se prepararon a partir de carbonato cálcico micronizado derivado de mármol (Bathurst, Australia) que tiene un tamaño de partícula medio de 2,8 μm y un contenido de HCl insoluble del 1,5 % en peso basado en el peso total del carbonato cálcico.

- 45 Los resultados compilados en la Tabla 1 muestran valores de turbidez similares para los tres procesos de remineralización. Sin embargo los valores de turbidez medidos para las muestras asentadas tomados después de dos minutos de la remineralización son mayores que aquellos del ejemplo 1, que puede deberse a la diferencia del contenido de HCl insoluble del carbonato cálcico del mármol.

Ejemplo 3 - Suspensión C

ES 2 630 173 T3

Una suspensión que tiene una concentración de carbonato cálcico del 5 % en peso basado en el peso total de la suspensión se preparó a partir de carbonato cálcico micronizado derivado de caliza (Orgon, Francia) que tiene un tamaño de partícula medio de 3 µm, un área superficial específica (SSA) de 2,6 m²/g y un contenido de HCl insoluble del 0,1 % en peso basado en el peso total del carbonato cálcico.

- 5 Los resultados compilados en la Tabla 1 muestran que el valor de turbidez medido para la muestra asentada es mucho menor en comparación con los valores del ejemplo 1 y 2, que puede deberse a las estructuras geológicas diferentes de las rocas de carbonato.

Tabla 1

Suspensión	Concentración de la suspensión (% en peso)	Turbidez (NTU)		Alcalinidad de la muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
		Muestra reciente	Muestra asentada	
A	0,5	35	0,44	100
A	5,0	32	0,45	120
B	0,5	26	3,90	115
B	1,0	25	3,50	112
B	10,0	24	3,30	119
C	5,0	20	0,21	117

- 10 Los resultados compilados en la Tabla 1 muestran una fuerte turbidez de las muestras frescas, y para la mayoría de las muestras incluso después del asentamiento.

Ejemplo 4 - Diferentes tamaños de partícula

Se prepararon tres suspensiones que tienen una concentración de carbonato cálcico del 5 % en peso basado en el peso total de la suspensión a partir de carbonato cálcico micronizado derivado de mármol que tiene un tamaño de partícula de 3,5, 9 y 20 µm, respectivamente, y un contenido de HCl insoluble del 0,2 % en peso basado en el peso total del carbonato cálcico.

- 15

Los resultados compilados en la Tabla 2 muestran que después de un periodo de asentamiento la turbidez del agua remineralizada con un tamaño de partícula más grande, es decir 20 µm tenía un valor de turbidez menor en comparación con la turbidez del agua remineralizada con un tamaño de partícula más pequeño, es decir, 3,5 µm que es lógico debido al hecho de que las partículas gruesas se asientan mucho más rápido que las partículas finas.

- 20

Tabla 2

Tamaño de partícula medio (µm) SSA (m ² /g) SSA (m ² /m ³)	Turbidez (NTU)		Alcalinidad de la muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
	Muestra reciente	Muestra asentada	
3,5 2,61 326	32	0,45	120
9 1,75 219	22	0,36	78
20 0,94 118	27	0,31	67

Los resultados compilados en la Tabla 2 muestran una turbidez fuerte para las muestras recientes. Después de un periodo de asentamiento el agua que se remineralizó con un tamaño de partícula más grande, es decir 20 µm mostró un valor de turbidez menor en comparación con el agua que se remineralizó con un tamaño de partícula más pequeño, es decir, 3,5 µm que es lógico de alguna manera debido al hecho de que las partículas gruesas se

- 25

asientan mucho más rápido que las unas finas, pero que aumentará la turbidez de la muestra inmediatamente si la muestra se agita.

5 El carbonato cálcico basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d_{50}) de 3,5 μm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 2,61 m^2/g que corresponde a 326,3 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensión a un 0,0125 % en peso de sólidos.

El carbonato cálcico basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d_{50}) de 9 μm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 1,75 m^2/g que corresponde a 218,8 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensión a un 0,0125 % en peso de sólidos.

10 El carbonato cálcico basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d_{50}) de 20 μm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 0,94 m^2/g que corresponde a 117,5 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensión a un 0,0125 % en peso de sólidos.

Puede derivarse de la información anterior que la velocidad de disolución del carbonato cálcico se reduce por la superficie específica reducida de las partículas de carbonato cálcico que están presentes en la suspensión.

Ejemplos que se refieren a la invención

15 Una hoja de flujo del proceso general de acuerdo con la presente invención se muestra en las Figuras 1 a 3.

El agua de suministro usada en los ejemplos de la invención se obtuvo de un equipo de intercambio iónico de Christ, Aesch, Suiza Tipo Elite 1BTH, teniendo el agua de suministro la siguiente especificación de agua después del intercambiador iónico:

Sodio	169 mg/l
Calcio	2 mg/l
Magnesio	< 1 mg/l
°dH	0,3 mg/l

20 Las siguientes rutas de procesos diferentes se usaron para ejemplificar el proceso de acuerdo con la presente invención:

Proceso A La suspensión del reactor pasa a un molino con perlas de molienda en el molino.

Ejemplo 5, Microdol A extra (Dolomita)

25 En el presente ejemplo, se usó una dolomita Microdol A extra obtenida de la Company Norwegian Talc, Knarrevik, como el al menos un carbonato alcalinotérreo. Las condiciones de reacción y de funcionamiento se dan en las Tablas 3 y 4.

Proceso A, 25 °C (temperatura del tanque)

Tabla 3

Sólidos de suministro % en peso	CO ₂ ml/min g/h mol/h	°dH del Permeado	l/h del permeado	l/h del permeado a 10 °dH mol CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
15	100 11,8 0,268	32,5	40,8	133 0,237	1	221	7,8	0,32 μm 1,37 μm 5,10 μm 2,85 m^2/g
15	200 23,6 0,536	40	43	171 0,305	2	285	7,45	
15	250 29,5 0,67	50	40	200 0,356	2	332	7,25	

ES 2 630 173 T3

La superficie mineral total de las partículas en la suspensión de esta prueba representa 427.500 m²/tonelada de suspensión.

Proceso A, 40 °C (temperatura del tanque)

Tabla 4

Sólidos de suministro % en peso	CO ₂ ml/min	°dH del Permeado	l/h del permeado	l/h del permeado a 10 °dH	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀	
	g/h			mol				d ₅₀	
	mol/h			CaCO ₃ /h				d ₉₀	
8	100	38	74	280	1	467	7,7	0,32 µm	
									1,26 µm
	11,8			0,499					3,72 µm
	0,268							2,93 m ² /g	

5

La superficie mineral total de las partículas en la suspensión de esta prueba representa 167.428 m²/tonelada de suspensión.

La relación de moles de CaCO₃ producidos a moles de CO₂ usados en este ejemplo es 1 : 0,54.

Ejemplo 6, Mármol

- 10 En el presente ejemplo, se usó un mármol vendido bajo el nombre comercial "Omycarb 10 AV" obtenido de la compañía Omya International, Suiza, como el al menos un carbonato alcalinotérreo. El contenido de HCl insoluble fue el 0,7 % en peso. Las condiciones de reacción y de funcionamiento se dan en la Tabla 5.

Proceso A, 24 °C (temperatura del tanque)

Tabla 5

Sólidos de suministro % en peso	CO ₂ ml/min	°dH del Permeado	l/h del permeado	l/h del permeado a 10 °dH	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀	
	g/h			mol				d ₅₀	
	mol/h			CaCO ₃ /h				d ₉₀	
15	50	40	41	166	1,5	277	6,7	0,33 µm	
									1,33 µm
	5,9			0,296					4,50 µm
	0,134							2,81 m ² /g	

15

La superficie mineral total de las partículas en la suspensión de esta prueba representa 421.500 m²/tonelada de suspensión.

La relación de moles de CaCO₃ producidos a moles de CO₂ usados en este ejemplo es 1 : 0,45.

Uso de solución acuosa que comprende carbonato de hidrógeno cálcico para la producción de carbonato cálcico precipitado

- 5 Se calentaron 2 litros de permeado transparente obtenido de acuerdo con el proceso B en el presente Ejemplo durante 2 h a 70 °C y el precipitado resultante se recogió filtrando usando un filtro de membrana que tiene un tamaño de poro de 0,2 µm.

El análisis XRD del precipitado resultante muestra lo siguiente:

Carbonato cálcico precipitado aragonítico (PCC)	85,8 % en peso
Carbonato cálcico precipitado calcítico rico en magnesio	14,2 % en peso
Sílice/Silicatos	< 0,1 % en peso

- 10 Por lo tanto, el resultado de XRD muestra que puede prepararse carbonato cálcico precipitado muy limpio fuera del material sin tratar contaminado de silicato.

Ejemplo 7, mezcla Mármol / Silicato, Austria

- 15 En el presente ejemplo, se usó una mezcla de mármol /silicato (“Omyacarb 10 AV” de la compañía Omya International, Suiza, mezcla con mica al 7 % de la compañía Aspanger Kaolin, Austria) como el material de partida. El contenido de HCl insoluble fue el 7,5 % en peso (principalmente mica). Las condiciones de reacción y de funcionamiento se dan en la Tabla 6.

Proceso A, 24 °C (temperatura del tanque)

Tabla 6

Sólidos de suministro % en peso	CO ₂ ml/min	°dH del Permeado	l/h del permeado	l/h del permeado a 10 °dH	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀
	g/h			mol CaCO ₃ /h				d ₅₀
5	250	35	65	226	2	377	6,8	0,30 µm
	29,5			0,403				1,18 µm
	0,67							6,16 µm
								3,07 m ² /g

- 20 La superficie mineral total de las partículas en la suspensión de esta prueba representa 153.500 m²/tonelada de suspensión.

La relación de moles de CaCO₃ producidos a moles de CO₂ usados en este ejemplo es 1 : 1,66.

- 25 Este ejemplo demuestra claramente que la presente invención también puede llevarse a cabo con productos de partida altamente impuros (en este caso la impureza es mica). Esto es una alternativa rentable a los procesos donde solamente pueden usarse productos de partida puros y que puedan tener que transportarse al sitio de producción desde lejos.

Uso de solución acuosa que comprende carbonato de hidrógeno cálcico para la producción de carbonato cálcico precipitado

Se calentaron 2 litros de permeado transparente obtenido de acuerdo con el proceso B en el presente Ejemplo

ES 2 630 173 T3

durante 2 h a 70 °C y el precipitado resultante se recogió filtrando usando un filtro de membrana que tiene un tamaño de poro de 0,2 µm.

El análisis XRD del precipitado resultante muestra lo siguiente:

PCC aragonítico	97,3 % en peso
PCC calcítico rico en magnesio	2,7% en peso
Sílice/Silicatos	< 0,1 % en peso

- 5 Por lo tanto, el resultado de XRD muestra que puede prepararse carbonato cálcico precipitado muy limpio a partir del material de partida que contiene un contenido insoluble (impurezas) del 7,5 % en peso.

Ejemplo 8, dolomita semi calcinada

Proceso A = pasar el molino con batidos de molienda en el molino, T = 20 °C.

- 10 Se dispersó Dolomita alemana molida y parcialmente calcinada con un tamaño de partícula medio de 7,5 µm y un área superficial específica (SSA) de 0,90 m²/g de Dolomitwerk Jettenberg, Schöndorfer GmbH, Oberjettenberg, en agua de suministro (equipo de intercambio iónico de Christ) a un contenido de sólidos del 2 % en peso. La suspensión resultante tuvo una conductividad de 1.104 µS/cm.

- 15 La suspensión se bombeó en un modo de circulación a una velocidad de 2200 l/h y a una temperatura de 20 °C desde el reactor que pasa por 3 módulos de membrana de 0,2 m² cada uno (Módulo Microdyn MD 063 TP 2N) y se bombeó de vuelta al reactor. Los módulos de membrana se dispusieron en una línea en serie.

Cada 15 min se tomaron muestras de la suspensión y se determinaron la conductividad, la dureza alemana así como el pH de las muestras. La Tabla 7 lista los resultados obtenidos.

Tabla 7

Tiempo [min]	Adición de CO ₂ [ml/min]	Temp [°C]	Cantidad de permeado [g/15 min]	Conductividad [µS/cm]	Dureza [°dH]	pH
0	50	18,0				
15	50	19,0	11635,6	1029	15,0	10,96
30	50	19,5	5098,7	1108	20,0	10,45
45	50	19,5	7418	1160	27,5	10,54
60	200	20,0	7940	1195	30,0	10,58
75	200	20,0	7464,9	1311	37,5	10,45
90	500	20,0	7992	1445	50,0	10,28
105	500	20,0	8039,4	1716	75,0	10,11
120	500	20,0	7704,3	1969	95,0	9,99
135	500	20,0	7932,3	2090	120,0	9,92
150	750	20,0	7996,4	2220	120,0	9,82
165	750	20,5	7949,2	2580	145,0	9,59
180	750	20,5	8028,2	2820	160,0	9,45
195	750	20,5	8114,3	3030	165,0	9,28
210	750	20,5	8217,9	3250	165,0	9,10
225	750	21,0	8188,1	3550	150,0	8,78
240	500	21,0	8512,6	3580	135,0	8,63

ES 2 630 173 T3

Tiempo [min]	Adición de CO ₂ [ml/min]	Temp [°C]	Cantidad de permeado [g/15 min]	Conductividad [μS/cm]	Dureza [°dH]	pH
255	500	21,0	8177,7	3610	135,0	8,36
270	500	22,0	9901,2	3670	135,0	7,94
285	500	22,5	7790,3	3660	125,0	7,55

La Tabla 7 muestra un pH por debajo de 9,5 y condiciones estables con respecto a la conductividad después de 3 a 3,5 horas.

5 La Tabla 8 lista los resultados de la cromatografía iónica (882 Compact IC Plus, Metrohm) de las muestras tomadas después de 15, 90, 120, 195 y 285 minutos.

Tabla 8

Muestra tomada después de x minutos	Calcio [ppm] ¹	Magnesio [ppm] ²
15	3	72
90	11	232
120	23	446
195	34	630
285	20	561

^[1] Con respecto a esto la unidad ppm se usa con el significado de 1 mg/l de CaCO₃.

^[2] Con respecto a esto la unidad ppm se usa con el significado de 1 mg/l de MgCO₃.

La Tabla 8 también muestra las condiciones estables con respecto al contenido de magnesio después de 3 a 3,5 horas.

10 La Tabla 9 lista las condiciones de reacción usadas así como el pH, la dureza, el d₁₀, el d₅₀, el d₉₀ y el área superficial específica (SSA) de las muestras tomadas después de 15, 90, 120, 195 y 285 minutos. La localización de la muestra fue el tanque y el valor de pH del permeado se determinó por valoración.

Tabla 9

Muestra tomada después de x minutos	Sólidos suministrados % en peso	CO ₂ ml/min	°dH del Permeado	l/h del permeado a 10 °dH mol CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
15	1,77	50	15	69,8 0,124	0	116	10,2	1,03 μm 7,51 μm 16,57 μm 0,899 m ² /g
90	1,60	500	50	159,8 0,285	0	266	10,3	1,03 μm 5,24 μm 10,88 μm 0,959 m ² /g

ES 2 630 173 T3

Muestra tomada después de x minutos	Sólidos suministrados % en peso	CO ₂ ml/min	°dH del Permeado	l/h del permeado a 10 °dH mol CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
120	1,66	500	95	292,8 0,521	0	488	10,0	0,46 µm 2,64 µm 15,56 µm 1,853 m ² /g
195	1,45	750	750	535,5 0,953	0	893	9,3	0,33 µm 2,20 µm 24,43 µm 2,524 m ² /g
285	1,26	500	125	389,5 0,693	0	649	7,6	0,24 µm 0,74 µm 2,50 µm 4,268 m ² /g

5 Al principio la superficie de partículas total en la suspensión de esta prueba representa 15.912 m²/tonelada de suspensión, y el diámetro medio (d₅₀) se determinó que era 7,5 µm. Después de 195 min el diámetro medio (d₅₀) se determinó que era 0,74 µm y la superficie de partículas total en la suspensión representaba 126.000 m²/tonelada de suspensión.

Uso de solución acuosa que comprende carbonato de hidrógeno cálcico para la producción de carbonato cálcico precipitado

10 Se calentaron 2 litros de permeado transparente muestreado después de 285 minutos durante 2 h a 70 °C y el precipitado (P) resultante se recogió filtrando usando un filtro de membrana de tamaño de poro de 0,2 µm y se analizó por XRD. El filtrado se evaporó y se secó y el residuo (R) se analizó por XRD.

El análisis XRD del precipitado resultante así como del residuo obtenido muestra lo siguiente:

Muestra	Amorfo	Hidromagnesita Mg ₅ (CO ₃) ₄ (OH) ₂ (H ₂ O) ₄	Nortupita Na ₃ Mg(CO ₃) ₂ Cl	Aragonita CaCO ₃	Halita NaCl
P	X	X		x	
R	X	X	X	X	x

Ejemplo 9, PCC Langenau

En esta prueba se usó carbonato cálcico precipitado (PCC).

15 El PCC se produjo añadiendo una solución al 0,1 % en peso de portlandita a agua del grifo de 25 °dH para aumentar el pH del agua de pH 6,4 a pH 7,8. El CaCO₃ precipitado obtenido de esta manera se usó para esta prueba

Proceso A, 20 °C (temperatura del tanque)

ES 2 630 173 T3

Sólidos de suministro % en peso	CO ₂ ml/min g/h mol/h	°dH del Permeado	l/h del permeado	l/h del permeado a 10 °dH mol CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
2	200 23,6 0,54	25	36,2	90,6 0,16	0	151	7,0	0,30 µm 0,87 µm 3,89 µm 3,57 m ² /g

La superficie mineral total de las partículas en la suspensión de esta prueba representa 71.400 m²/tonelada de suspensión.

La relación de moles de CaCO₃ producidos a moles de CO₂ usados en este ejemplo es 1 : 3,38.

5 Ejemplo 10, mezcla de Dolomita / Caliza

Prueba en planta piloto

En el presente ejemplo, una parte de una dolomita Microdol A extra como se describe en el Ejemplo 5 se mezcló con dos partes de caliza de la región de Avignon, Francia, y se usó como la mezcla de carbonatos alcalinotérreos.

10 La meta de la prueba del Ejemplo 10 fue producir una solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de un pH de 6,5 a 6,7 a escala piloto.

La mezcla de carbonatos alcalinotérreos tuvo una d₁₀ de 0,43 µm, una d₅₀ de 2,43 µm y una d₉₀ de 6,63 µm al principio de la prueba.

La mezcla se suministró como una suspensión al 50 % en peso en agua.

Las condiciones de reacción y funcionamiento se dan a continuación.

15 Proceso A = pasar el molino con batidos de molienda en el molino, temperatura del tanque T = 18,5 °C.

Volumen del tanque de suministro: 1,0 m³.

Agua de suministro: agua desionizada obtenida de un equipo de intercambio iónico de Christ, Aesch, Suiza (< 1 mg/l de carbonato alcalinotérreo).

20 Módulo de membrana de polietileno de flujo cruzado de 8,0 m², diámetro interno 5,5 mm, 3 m de longitud, 174 tubos en paralelo. (Módulo de filtro seprodyn SE 150 TP 1L/DF, Microdyn). Diámetro de poro: 1,0 µm.

Flujo de suministro de suspensión S a la unidad de membrana de flujo cruzado: 36 m³/h, velocidad a través de las membranas: 3 m/s.

Presión en la entrada de la membrana de flujo cruzado: 100 kPa (1 bar)

Presión en la salida de la membrana de flujo cruzado: 30 kPa (0,3 bar)

25 Presión en la salida de la solución: 5 kPa (0,05 bar)

Flujo de suministro de suspensión S al dispositivo de división: 0,40 m³/h

Presión en la entrada del molino: 70 a 80 kPa (0,7 a 0,8 bar)

Dosis de CO₂: 1,0 litros/min a una presión de 150 a 160 kPa (1,5 a 1,6 bar).

ES 2 630 173 T3

Sólidos de suministro de suspensión S: 15 % en peso

Resultados medidos a 44 horas de funcionamiento continuo:

°dH del Permeado	m ³ /h del permeado	Concentración de ion alcalinotérreo en el permeado	m ³ /h del permeado a 10 °dH	l/h/m ² de permeado a 10 °dH	pH del permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
33	0,5	Ca ²⁺ : 214 mg/l Mg ²⁺ : 20 mg/l	1,65	0,21	6,7	0,34 µm 1,47 µm 4,11 µm 2,72 m ² /g

5 La superficie de partículas específica de la suspensión S obtenida de acuerdo con el proceso de la invención y tomada después de 44 horas fue 408000 m²/tonelada de suspensión S.

Una primera calidad de agua del grifo que comprendía 45 mg/l de carbonato alcalinotérreo (suma de CaCO₃/MgCO₃) se produjo diluyendo el permeado de esta prueba con agua de suministro. La capacidad resultante de esta prueba corresponde a aproximadamente 6,7 m³/h a una concentración de 45 mg/l de carbonato alcalinotérreo.

10 Una segunda calidad de agua del grifo que comprendía 100 mg/l de carbonato alcalinotérreo 1 (CaCO₃) y 10 - 15 mg/l de carbonato alcalinotérreo 2 (MgCO₃) se produjo diluyendo el permeado de esta prueba con agua de suministro. La capacidad resultante de esta prueba corresponde a aproximadamente 2,7 m³/h a una concentración de 100 mg/l de CaCO₃ y 10 - 15 mg/l de MgCO₃.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la preparación de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, comprendiendo el proceso las etapas de:

a) proporcionar agua,

5 b) proporcionar al menos una sustancia que comprenda al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo en una cantidad menor con respecto al carbonato alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa,

c) proporcionar CO₂,

d) combinar bien:

10 (i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) y el CO₂ de la etapa c), o bien

(ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) para obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO₂ de la etapa c)

15 para obtener una suspensión S resultante que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión S resultante partículas,

20 e) filtrar al menos una parte de la suspensión S resultante pasando al menos una parte de la suspensión resultante S a través de un dispositivo de filtración para obtener la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, en el que la solución acuosa obtenida después de la filtración tiene un valor de turbidez menor de 1 NTU y tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 50 a 650 mg/l,

f) someter al menos una parte o todas las partículas de las suspensiones S resultantes a una etapa de división de partículas,

25 en el que la etapa f) tiene lugar antes de y/o paralela a y/o después de la etapa e), y las partículas molidas de la etapa f) se recirculan de vuelta a la etapa d), en el que las partículas de la suspensión S resultante que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es al menos 1000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, y

en el que la suspensión S resultante que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido de sólidos en el intervalo del 1 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión S resultante,

30 con la condición de que una adición del CO₂ de la etapa c) no tenga lugar antes de una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b), en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de 0,1 μ m a 1 mm, y en el que la etapa f) de división de partículas es una etapa de molienda y/o de triturado, y

35 **caracterizado por que** la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, tiza, cal semi calcinada, caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi calcinada, dolomita calcinada y carbonato cálcico precipitado.

40 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** las partículas de la suspensión S resultante representan un área superficial de partícula total (SSA_{total}) que está en el intervalo de 5.000 - 5.000.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, preferiblemente en el intervalo de 10.000 a 5.000.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante, y más preferiblemente en el intervalo de 70.000 - 500.000 m²/tonelada de la suspensión S resultante.

45 3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de 0,7 μ m a 100 μ m.

4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 0,01 a 200 m²/g, y preferiblemente en el intervalo de 1 a 100 m²/g.

50 5. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo de la etapa b) tiene un contenido de ácido clorhídrico (HCl) insoluble del 0,02 al 90 % en peso, preferiblemente del 0,05

al 15 % en peso, basado en el peso total de la sustancia seca.

6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la suspensión S resultante que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido de sólidos en el intervalo del 3 al 35 % en peso, más preferiblemente en el intervalo del 5 al 35 % en peso, basado en el peso total de la suspensión S resultante.
- 5 7. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el agua de la etapa a) se selecciona de agua destilada, agua del grifo, agua desalinizada, salmuera, agua de deshecho tratada o agua natural tal como agua subterránea, agua superficial o agua de lluvia.
8. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** el CO₂ de la etapa c) se selecciona de dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido o una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos un gas distinto, y es preferiblemente dióxido de carbono gaseoso.
- 10 9. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la cantidad de CO₂ usada, en moles, para producir 1 mol del al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo en la solución acuosa está en el intervalo de 0,5 a 4 moles, preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 2,5 moles, más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 1,0 moles, y más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 0,65 moles.
- 15 10. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** la etapa f) de división de partículas es una etapa de molienda.
11. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene una dureza de 5 a 130 °dH, preferiblemente de 10 a 60 °dH y más preferiblemente de 15 a 50 °dH.
- 20 12. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 6,5 a 9, preferiblemente en el intervalo de 6,7 a 7,9 y más preferiblemente en el intervalo de 6,9 a 7,7, a 20 °C.
13. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene una concentración de calcio, como carbonato cálcico, de 70 a 630 mg/l.
- 25 14. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene una concentración de magnesio, como carbonato magnésico, de 1 a 200 mg/l, preferiblemente de 2 a 150 mg/l y más preferiblemente de 3 a 125 mg/l.
- 30 15. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene un valor de turbidez menor de 0,5 NTU y preferiblemente menor de 0,3 NTU.
16. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por que** al menos la etapa d) se lleva a cabo a una temperatura que está en el intervalo de 5 a 55 °C, y preferiblemente en un intervalo de 20 a 45 °C.
- 35 17. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** es un proceso continuo.
18. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana, y preferiblemente un filtro de membrana en tubo con un tamaño de poro de entre 0,02 µm y 0,2 µm.
- 40 19. Uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 para la producción de un carbonato alcalinotérreo precipitado y/o hidromagnesita, y en particular para la producción de un carbonato cálcico precipitado y/o hidromagnesita.
- 45 20. Uso de una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 para la mineralización de agua.
21. Proceso para la mineralización de agua que comprende las siguientes etapas:
- I) proporcionar agua de suministro,
- 50 II) proporcionar una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo obtenido por el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, y

III) combinar el agua de suministro de la etapa I) y la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) para obtener agua mineralizada.

22. Proceso de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza que es al menos 3 °dH, y preferiblemente al menos 5 °dH mayor que la dureza del agua de suministro de la etapa I).

23. Proceso de acuerdo con la reivindicación 21 o 22, **caracterizado por que** la solución acuosa que comprende el al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza de al menos 15 °dH.

Fig. 1

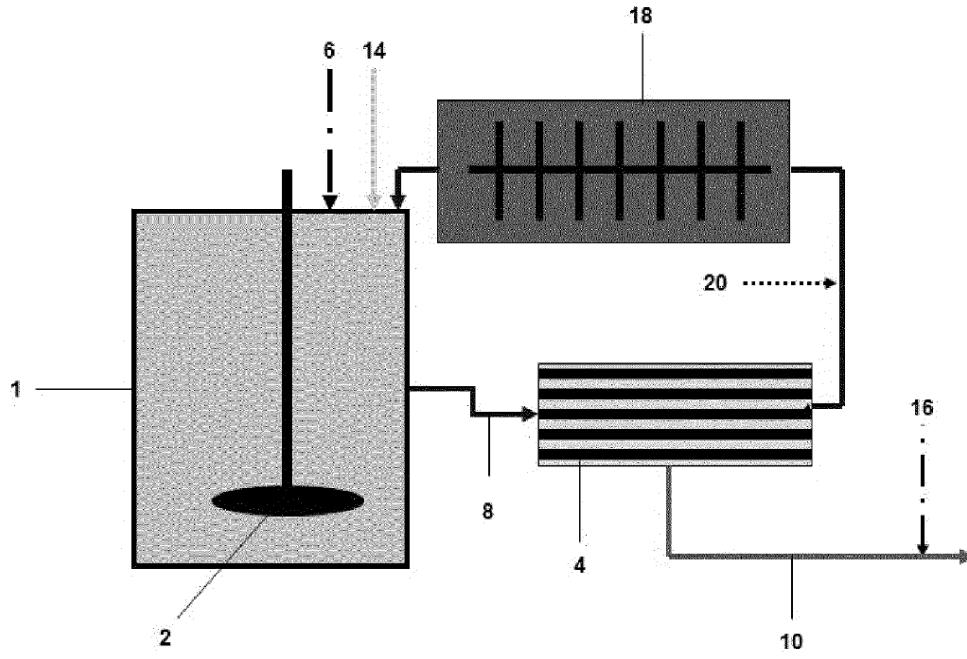


Fig. 2

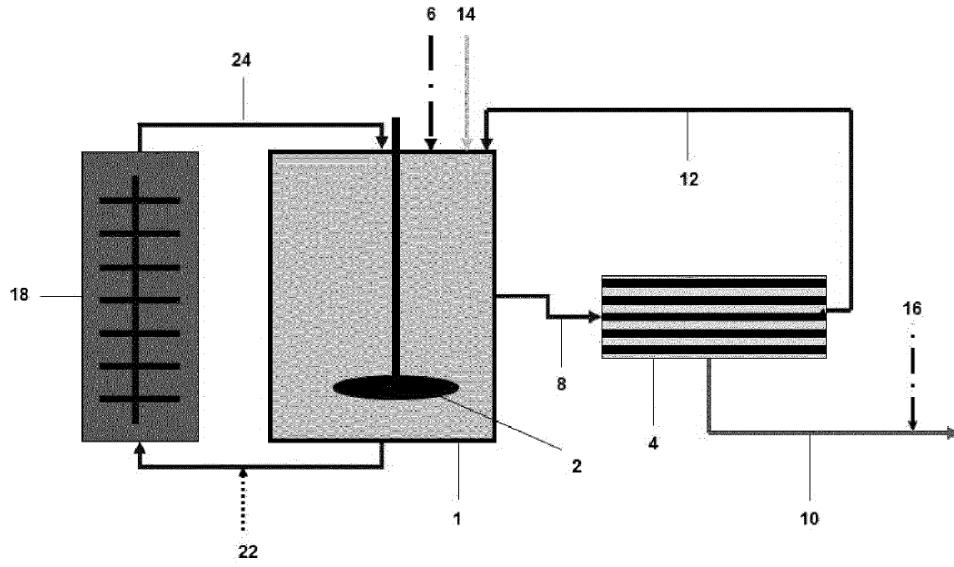


Fig. 3

