(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 617 516**

(51) Int. CI.:

C09C 1/02 (2006.01)
C09C 3/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2013 PCT/EP2013/051331**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO2013113614**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2013 E 13701255 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2809732**

(54) Título: **Instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonatos alcalinotérreos precipitados**

(30) Prioridad:

03.02.2012 EP 12153877
10.02.2012 US 201261597201 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2017

(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

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

DESCRIPCIÓN

Instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonatos alcalinotérreos precipitados

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a una instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado y/o mineralización del agua y al uso de tal instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o mineralización del agua y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado.

Minerales puros, pigmentos y/o agentes de relleno son usados extensivamente en papel, recubrimientos de papel, plásticos y pinturas pero también en la industria de alimentos y piensos, mineralización del agua e industria farmacéutica. Por ejemplo, el carbonato de calcio, un agente de relleno de bajo coste y alto brillo, es ampliamente usado para incrementar el brillo y opacidad de la hoja en productos de papel. Su uso se ha incrementado dramáticamente en las últimas décadas debido a la conversión de la fabricación de papel de ácido a alcalino en las fábricas de papel. Los carbonatos de calcio tanto naturales como sintéticos son usados en la industria del papel. Por ejemplo, el carbonato de calcio natural, tal como mármol, tiza y piedra caliza, es triturado a un tamaño de partícula pequeño previo a su uso en los productos de papel, mientras el carbonato de calcio sintético es manufacturado por una reacción de precipitación y es por lo tanto llamado carbonato de calcio precipitado.

Además de su uso en la industria de elaboración de papel, los carbonatos de calcio naturales y sintéticos son también usados para diversos otros propósitos, por ejemplo, como agente de relleno o pigmento en las industrias de pintura, y como agente de relleno funcional para la manufactura de materiales plásticos, pastisoles, compuestos de sellado, tintas de impresión, goma, pasta dental, cosméticos, alimentos, productos farmacéuticos, etc. Además de esto, el carbonato de calcio también puede ser usado para el tratamiento y mineralización del agua.

Debido a los comentarios anteriores, la industria tiene una fuerte demanda para dispositivos y sistemas eficientes y económicos para preparar minerales puros, pigmentos y/o agentes de relleno. El término minerales “puros”, pigmentos y/o agentes de relleno se refiere especialmente al mineral correspondiente, pigmento y/o fase de agente de relleno estando libre de aditivos químicos o impurezas indeseadas las cuales están limitando el uso en muchas aplicaciones debido al bajo brillo de las impurezas coloreadas. Tales impurezas se derivan de silicatos y/o procesos aditivos tales como compuestos de aminas grasas o amonio cuaternarios usados en flotación.

En cuanto a esto, el solicitante está consciente de varias instalaciones para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno. Por ejemplo, se hace referencia a instalaciones usadas para proceso de flotación de espuma por ejemplo, como se describe en el libro “FLOTACIÓN DE ESPUMA”, Un Siglo de Innovación por Maurice C. Fuerstenau, publicado por la Society for Mining, Littleton, Corado, USA, 2007, en las páginas 635 a 757.

Sin embargo, las instalaciones y procesos descritos tienen la desventaja que aditivos específicos tales como colectores, espumantes o depresores son requeridos, los cuales nuevamente contaminan la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno obtenida. Tales impurezas típicamente prohíben el uso de tal fase de mineral, pigmento, y/o agente de relleno obtenida, por ejemplo debido a que los nutrientes en el alimento o pienso o, alternativamente, requieren una etapa de limpieza que consume tiempo y coste adicional.

Se debe observar además que la eficiencia de tales instalaciones y procesos rápidamente disminuye con el aumento de la finura de las partículas de impurezas respectivas en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno de manera que la extracción de una parte específica de minerales de una mezcla de minerales, por ejemplo, carbonato de calcio de una mezcla de mármol puro, es más complicada. En particular, la selectividad de tales instalaciones y procesos disminuye debido a la separación de diferentes fases minerales de entre sí depende fuertemente del grado de partícula de intercrecimiento en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno.

El término “grado de intercrecimiento de partícula” (tamaño de partícula de liberación) en el significado de la presente solicitud se refiere al tamaño de partículas donde las diferentes fases minerales, de pigmento y/o agente de relleno, son separadas de entre sí.

También, los dispositivos de separación física se conocen en la técnica. Sin embargo, por ejemplo, el acortamiento óptico también tiene la desventaja de selectividad limitada debido al grado de intercrecimientos de partículas y, adicionalmente, que se requiere suficiente contraste de color de las partículas para ser separadas. Otros dispositivos de separación física incluyen clasificación de rayos-X, clasificación eléctrica, selección y/o filtración que enfrentan los mismos problemas.

En este sentido, una instalación típica de la técnica anterior se muestra en el diagrama esquemático de acuerdo con la Fig. 1. La instalación de ejemplo comprende una unidad de mezclado (1) tal como un tanque equipado con un agitador, una entrada para la introducción de agua (14), una entrada de gas (no mostrada), por ejemplo, una entrada de CO_2, y una entrada adicional para la introducción de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno para ser purificados (6) los cuales son preferiblemente proporcionados en la forma de una suspensión. La unidad de

mezclado comprende además una entrada y una salida que se conectan independientemente a una unidad de filtración (4). De acuerdo con lo anterior, también la unidad de filtración (4) comprende una salida y una entrada conectadas independientemente a la unidad de mezclado (1). En otras palabras, la unidad de filtración (4) y la unidad de mezclado (1) se proporcionan en un arreglo circular, es decir, ambas unidades están en una comunicación fluida entre sí. Además, la unidad de filtración (4) está equipada con una salida adicional (no mostrada) para a descarga del filtrado (10) obtenido por el proceso de filtración. El filtrado descargado (10) puede ser sometido a tratamientos adicionales (16) tales como tratamientos físicos y/o químicos y/o la adición de aditivos. Por el contrario, lo filtrante o retenido obtenido en la unidad de filtración de membrana (4) se hace circular nuevamente en la unidad de mezclado (1).

En la presente, los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno que se van a purificar podrían, sin embargo, no ser limpiados o solamente no ser efectivamente limpiados hasta ahora. En particular, los intercrecimientos de partícula en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno limitan la selectividad y, de este modo, la eficiencia de purificación de la instalación descrita. Por lo tanto, para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno solamente materiales particulados que tienen una finura particular podrían ser usados como materiales de partida los cuales, sin embargo, están solamente disponibles a una extensión limitada.

Nuevamente, los dispositivos de separación física anteriores tienen la limitación de que su eficiencia depende fuertemente del grado de intercrecimiento de partícula en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno. De este modo, la selectividad de tales dispositivos también disminuye con un grado incrementado de intercrecimiento de partículas.

Adicionalmente, el experto también enfrenta desventajas si el intercrecimiento de la partícula en la fase de mineral, de pigmento y/o agente de relleno se divide en una sola vez y/o por debajo de su grado de intercrecimiento de partícula ya que las partículas resultantes en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno son ultrafinas. En particular, una separación de partícula súbita puede conducir a problemas de selectividad en por ejemplo, un proceso de flotación debido a que el fango mineral puede caracterizar un comportamiento de sedimentación disminuido. Como una consecuencia, esto puede conducir a desbordamiento no controlado de los finos con el concentrado de espuma. En este sentido, una recuperación mineral de solamente 50% en peso o aún menos es frecuentemente observada. Lo anterior es bien conocido en la industria hoy día y tiene que ser superado por una etapa de proceso llamada “desenlodado” de la suspensión correspondiente. El desenlodado de una suspensión significa que la parte ultrafina de partículas en la suspensión es mecánicamente extraída, separada del todo y descargada. Hasta la mitad de los minerales valiosos, los cuales son consumidores de coste y tiempo para extraer, terminan hasta en las pilas de relaves. Como un resultado, el concentrado recuperado provoca altos costes de producción.

Para mejor entendimiento del problema de intercrecimientos en fases de mineral, pigmento y/o agente de relleno, se hace referencia a Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Potassium Compounds, Parte 4.1. Inter-growth and Degree of Liberation, Junio 2002, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA.

De este modo, la principal desventaja de los dispositivos e instalaciones existentes hoy día es el hecho de que la selectividad es todavía muy limitada. En particular, el grado de intercrecimiento de partícula en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno representa un factor limitante decisivo. Además de esto, la reactividad de las partículas sólidas depende fuertemente de la química de superficie de partículas. Por ejemplo, la superficie de partícula puede ser modificada si se expone a la atmósfera (por ejemplo, aire), agua u otras influencias ambientales, tales como por ejemplo, electro esmog, y de este modo tiene influencia en la velocidad de reacción, adsorción y/o propiedades de superficie de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno. Este aspecto es especialmente relevante si, por ejemplo, los minerales dolomíticos están siendo usados para remineralizar agua de mar desalinada ya que la reactividad entre la dolomita y el CO_2 es preferentemente baja. Los procesos industriales correspondientes conocidos en la técnica no son capaces de superar los problemas asociados con tal superficie de partícula modificada.

Además de esto, el solicitante también está consciente de dispositivos e instalaciones para la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado tal como carbonato de calcio precipitado (PCC, por sus siglas en inglés) el cual se puede obtener por la precipitación de óxido de calcio/hidróxido de calcio en un ambiente acuoso usando CO_2 gaseoso. La instalación de la técnica anterior mostrada en el diagrama esquemático de acuerdo con la Figura 1 puede también ser usado para la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado tal como carbonato de calcio precipitado (PCC). Sin embargo, tales reacciones de precipitación en tales instalaciones son a menudo no satisfactorias debido a que el $Ca(OH)_2$ y CaO encapsulados o las especies respectivas se pueden encontrar en los agregados de PCC producidos o carbonatos alcalinotérreos precipitados. En particular, las interfases gaseosas/sólidas/líquidas obtenidas durante el proceso de precipitación en contenido de sólidos de por ejemplo 15% en peso y por encima son difíciles de controlar. En este contexto, se debe notar además que después de la precipitación y formación de carbonato alcalinotérreo precipitado como PCC en un ambiente acuoso tales especies residuales alcalinas encapsuladas pueden migrar durante el almacenamiento de los agregados de carbonatos alcalinotérreos precipitados en la fase acuosa lo cual puede conducir a un pH incrementado de la suspensión en una forma no controlada aún por arriba de un pH de 12. Tal incremento de pH, sin embargo, puede dañar el desempeño de la suspensión de carbonato alcalinotérreo precipitado y puede influenciar las aplicaciones posteriores, tales como

en recubrimientos y rellenos de papel. Los dispositivos e instalaciones de precipitación conocidos en la técnica no son capaces de resolver estos problemas.

En la técnica, se proponen varios procedimientos para resolver los problemas anteriores. Por ejemplo, el documento EP 1764346 A1 describe un dispositivo y proceso para trituración de PCC después de la precipitación. Durante este proceso residual, el $Ca(OH)_2$ y CaO encapsulados en los agregados es liberado e incrementa el pH de la suspensión resultante. Esto no puede solamente resultar nuevamente en un desempeño reducido de la suspensión de PCC en aplicaciones posteriores, tales como recubrimientos y rellenos de papel, sino también puede dañar y disolver las perlas de trituración usadas durante el proceso. El documento FR 1 068 403 A se refiere a un método de reducción de roca blanda, en particular de tiza, en un polvo fino y homogéneo. El documento US 4 615 868 A se refiere a un aparato para purificar pigmentos de ftalocianina de cobre en un proceso continuo sin el uso de ácido. El aparato comprende un recipiente para preparar una pasta aguada de dicho pigmento en agua, una bomba y un conducto para conducir la pasta aguada desde el recipiente a la entrada de la bomba, un primer aparato de calentamiento capaz de calentar la pasta aguada a una temperatura de al menos aproximadamente 75 ºC, un conducto para conducir la pasta aguada de la bomba al primer aparato de calentamiento, un filtro de presión de película delgada y un conducto para conducir la pasta aguada desde el primer aparato de calentamiento al filtro de presión de película delgada. El aparato está dispuesto de tal manera que la temperatura de la pasta aguada que pasa a través del filtro de presión de película fina está próxima a la temperatura de salida de la pasta aguada desde el primer aparato de calentamiento. Se proporciona una salida de producto para el filtro y una válvula de control se coloca en la salida del producto. El aparato incluye una estructura para lavar la torta de filtro que comprende una fuente de agua de lavado, una bomba y un conducto desde la fuente de agua de lavado hasta la entrada de la bomba, el dispositivo de calentamiento y un conducto para conducir el agua de lavado desde la salida de la bomba al dispositivo de calentamiento. El dispositivo de calentamiento tiene capacidad suficiente para proporcionar agua de lavado a una temperatura próxima a la de la pasta aguada que entra en el filtro. Se proporciona un conducto para conducir el agua de lavado desde el dispositivo de calentamiento al filtro de presión de película delgada. El aparato también incluye un aparato de control adaptado para controlar la velocidad de ambos motores en ambas bombas que a su vez controlan la presión de la pasta aguada que entra en el filtro y la presión del agua de lavado que entra en el filtro. El documento EP 2 447 213 A1 se refiere a un proceso para la preparación de carbonato de calcio precipitado que comprende las etapas de a) proporcionar y calcinar material que comprende carbonato cálcico; b) agitar el producto de reacción obtenido de la etapa a) con una solución acuosa de cloruro de amonio; c) separar componentes insolubles de la solución de cloruro de calcio obtenida de la etapa b); d) carbonatar la solución de cloruro de calcio obtenida de la etapa c); e) separar el carbonato de calcio precipitado obtenido de la etapa d); el carbonato de calcio precipitado obtenido mediante este procedimiento, así como sus usos.

En vista de lo mencionado anteriormente, el mejoramiento de purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado todavía permanece de interés para el experto. Podría ser especialmente deseable proporcionar un sistema alternativo y mejorado para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado y/o mineralización del agua lo cual puede ser aplicado en una forma más eficiente, económica y ecológica y especialmente proporciona una selectividad y/o reactividad suficiente para la preparación de minerales puros, pigmentos y/o agentes de relleno y/o carbonato alcalinotérreo precipitado.

Lo mencionado anteriormente y otros objetos son resueltos por la provisión de una instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado y/o mineralización del agua, la instalación comprende en comunicación fluida

a) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos dos entradas y al menos una salida,

b) al menos una unidad de división que comprende medios de división, y

c) al menos una unidad de filtración de membrana proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida,

en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de la al menos una unidad de mezclado.

Como se usa en la presente, el término “en comunicación fluida” significa que las unidades y/o dispositivos que son parte de la instalación inventiva están acopladas entre sí de manera que un flujo de fluido tal como de una suspensión opcionalmente en combinación con al menos un aerosol inverso (tal como una espuma muy fina) a partir de una unidad y/o dispositivo de la instalación inventiva a otra unidad y/o dispositivo de la instalación inventiva es posible; tal flujo se puede lograr por medio de uno o más componentes intermediarios, (y no mencionados o descritos específicamente), aparatos, dispositivos u otros artículos como tubos, tuberías y bombas. El término “aerosol inverso” está siendo interpretado ampliamente y significa cualquier gas suspendido en un líquido, por ejemplo, burbujas de gas de CO_2 muy pequeñas en agua.

El término “purificación” está siendo interpretado ampliamente y significa cualquier eliminación de compuestos no tolerados o deseados en la fase de mineral, pigmento y/o agente de relleno.

El término “mineralización” como se usa en la presente invención se refiere al incremento de iones minerales esenciales en agua que no contienen iones de agua en toda o en cantidad insuficiente para obtener agua que es agradable al paladar. Una mineralización se puede lograr agregando al menos carbonato de calcio al agua a ser tratada. Opcionalmente, por ejemplo, para beneficios relacionados con la salud o para asegurar la absorción apropiada de algunos otros iones minerales esenciales y microelementos, sustancias adicionales pueden ser mezcladas con el carbonato de calcio y después agregadas al agua durante el proceso de remineralización. De acuerdo con las directrices nacionales en salud humana y calidad de agua potable, el producto remineralizado puede comprender minerales adicionales que contienen magnesio, potasio o sodio, por ejemplo, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, carbonato hidrógeno de potasio, carbonato hidrógeno de potasio u otros minerales que contienen microelementos esenciales.

“Carbonato de calcio triturado (GCC, por sus siglas en inglés)” en el significado de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido a partir de fuentes naturales que incluyen mármol, tiza o cal, y procesado a través de un tratamiento tal como trituración, selección y/o fraccionamiento húmedo y/o seco, por ejemplo, por una ciclona.

“Carbonato alcalinotérreo precipitado” en el significado de la presente invención es un material sintetizado, en general obtenido por precipitación después de la reacción de dióxido de carbono y por ejemplo, cal en un ambiente acuoso o por precipitación de una fuente de carbonato y álcali térreo en agua o por precipitación de iones de carbono y alcalinotérreos, por ejemplo $CaCl_2$ y Na_2CO_3, de la suspensión. Por ejemplo, el carbonato de calcio precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: calcita, argonita y vaterita, y existen muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas tres formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos tales como escalenohédricos (S-PCC), rombohédricos (R-PCC), hexagonal prismático, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico, y prismático (P-PCC). La argonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales emparejados, así como también una variedad diversa de cristales en forma prismática alargada delgada, doblada curada, piramidal escalonada, en forma de cincel, árbol de ramificación, y coral o en formas similares a gusanos.

Los inventores de la presente invención encontraron de manera sorprendente que tal instalación permite a la persona experta preparar minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o carbonato alcalinotérreo precipitado con alta pureza en una manera eficiente, económica y ecológica. Los inventores de la presente invención encontraron además de manera sorprendente que tal instalación permite a la persona experta mineralizar el agua con alta eficiencia en una forma económica y ecológica. En particular, esto se logra proporcionando al menos una unidad de mezclado, al menos una unidad de división, y al menos una unidad de filtración de membrana las cuales están conectadas en comunicación fluida. Además, al menos una entrada y al menos una salida de la unidad de filtración de membrana están conectadas de manera independiente con al menos una unidad de mezclado.

De este modo, la presente instalación permite un incremento de la selectividad total de un proceso de purificación a lograr para instalación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de tal instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o mineralización del agua. De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de tal instalación para la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado.

Realizaciones ventajosas de la presente invención están definidas en las sub-reivindicaciones correspondientes.

Cuando en lo siguiente se hace referencia a las realizaciones preferidas o detalles técnicos de la instalación inventiva, se entiende que estas realizaciones preferidas o detalles técnicos también se refieren a los usos inventivos de la instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o mineralización del agua y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado como se define en la presente y vice versa (en la medida en que se aplicable). Sin, por ejemplo, se expone que al menos una unidad de mezclado de la instalación inventiva comprende un dispositivo de agitación también al menos una unidad de mezclado de los usos inventivos comprende un dispositivo de agitación.

La presente invención será descrita con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertas figuras pero la invención no está limitada a esta sino solamente por las reivindicaciones. Los términos como se exponen aquí posteriormente están en general siendo entendidos en su sentido común a menos que se indique de otro modo.

Donde el término “que comprende” se usa en la presente descripción y reivindicaciones, no excluye otros elementos no especificados de mayor o menor importancia funcional. Para los propósitos de la presente invención, el término “que consiste en” es considerado por ser una realización preferida del término “comprendido de”. Si posteriormente un grupo es definido por comprender al menos un cierto número de realizaciones, esto es también entendido por describir un grupo, el cual preferiblemente consiste solamente de estas realizaciones.

Siempre que los términos “que incluyen” o “que tienen” sean usados, estos términos están significando ser equivalentes a “que comprenden” como se define anteriormente.

Donde un artículo indefinido o definido se usa cuando se refiere a un sustantivos singular, por ejemplo, “un”, “uno”, o “el”, este incluye un plural de tal sustantivo a menos que algo más sea específicamente declarado.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de agitación.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de calentamiento capaz de calentar el contenido de al menos una unidad de mezclado a una temperatura de entre 5 °C y 90 °C, y preferiblemente entre 20 °C y 50 °C.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, al menos una unidad de división es al menos un dispositivo de trituración y/o al menos un dispositivo de aplastamiento, y preferiblemente es al menos un dispositivo de trituración.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de división es al menos un dispositivo de trituración vertical y/o al menos un dispositivo de aplastamiento vertical o al menos un dispositivo de trituración horizontal y/o al menos un dispositivo de aplastamiento horizontal.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una unidad de división es un molino de bolas de abertura anular cónica.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, al menos una unidad de división comprende medios de división que tienen un valor d_{50} de diámetro de partícula de peso medio desde 0.01 mm hasta 100 mm, preferiblemente desde 0.1 mm hasta 75 mm y muy preferiblemente desde 0.5 mm hasta 5 mm.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de división comprende mover perlas como medios de división hechos de un material seleccionado a partir del grupo que comprende arenas de cuarzo, vidrio, porcelana, óxido de zirconio, silicato de zirconio y mezclas de los mismos, que comprende opcionalmente cantidades menores de minerales adicionales.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, los medios de división de al menos una unidad de división son elaborados de un material mineral, pigmento y/o agente de relleno, preferiblemente los medios de división y los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o a ser preparados son del mismo material.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado, y preferiblemente es un dispositivo de filtración de micromembrana de flujo cruzado y/o es un dispositivo de ultrafiltración de membrana de flujo cruzado. Se prefiere que el dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado comprenda al menos un tubo de membrana de filtro que tiene un diámetro interno del tubo desde 0.01 mm hasta 25 mm, preferiblemente desde 0.1 mm hasta 10 mm.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana que tiene un tamaño de poro de entre 0.01 µm y 10 µm, preferiblemente entre 0.05 y 5 µm y muy preferiblemente entre 0.1 y 2 µm. Se prefiere que el material de membrana se seleccione a partir del grupo que comprende un material sinterizado, porcelana porosa, polímeros sintéticos, como polietileno, polipropileno o Teflon®, y mezclas de los mismos.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, la velocidad del flujo a través de al menos una membrana del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0.1 m/s y 10 m/s, preferiblemente entre 0.5 m/s y 5 m/s y muy preferiblemente entre 1 m/s y 4 m/s y/o la presión en la entrada del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0 bar y 30 bar, preferiblemente entre 0.2 bar y 10 bar y muy preferiblemente entre 0.5 y 5 bar.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, la instalación comprende al menos tres salidas, preferiblemente al menos cuatro salidas y más preferiblemente al menos cinco salidas y/o la instalación comprende al menos cuatro entradas, preferiblemente al menos cinco entradas y más preferiblemente al menos seis entradas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos salidas y/o al menos tres entradas, preferiblemente al menos cuatro entradas.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una entrada proporcionada con la instalación es una entrada de gas, preferiblemente una entrada de CO_2.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos entradas siendo entradas de líquido, preferiblemente al menos tres entradas de líquido, y más preferiblemente al menos cuatro entradas de líquido.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, la instalación comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado de al menos una unidad de mezclado, velocidad de la bomba, pH, conductividad, concentración de iones de calcio (por ejemplo, por electrodo sensible al ión) y/o temperatura.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, la instalación comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de división y al menos una salida de al menos una unidad de división está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, la instalación además comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de filtración de membrana es 0.01 hasta 100 veces el volumen de al menos una unidad de mezclado y/o la relación de la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de división con la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos la unidad de filtración de membrana es entre 1:1 y 1:1000 y preferiblemente entre 1:5 y 1:250.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división, más preferiblemente entre una bomba de alimentación de al menos una unidad de división y al menos una unidad de división, y muy preferiblemente en la entrada de la unidad de división.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, al menos una entrada siendo una entrada de gas que es un inyector venturi que está localizado entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. Preferiblemente, el inyector venturi está localizado entre la salida de al menos una unidad de mezclado y la entrada de al menos una unidad de división.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación de al menos una unidad de mezclado.

La presente invención es ahora descrita en más detalle:

De este modo, la presente invención proporciona una instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o mineralización del agua y/o la preparación de carbonato de calcio precipitado, la instalación comprende en comunicación fluida

a) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos dos entradas y al menos una salida,

b) al menos una unidad de división que comprende medios de división, y

c) al menos una unidad de filtración de membrana proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida,

en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

La instalación de la presente invención es aplicable a cualquier proceso de purificación llevado a cabo en un sistema de reactor utilizando minerales, pigmentos y/o agentes de relleno irrespectivo del grado de intercrecimientos de partícula y/o a la mineralización del agua y/o a la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado.

Por ejemplo, el carbonato alcalinotérreo precipitado casi puro puede ser preparado en la instalación inventiva de un material impuro.

El carbonato alcalinotérreo precipitado que puede ser preparado es preferiblemente seleccionado de entre, carbonato de calcio cristalino en la forma calcítica, aragonítica o vaterítica, magnesita e hidromagnesita, o es una mezcla de los mencionados anteriormente.

La purificación y preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado puede llevarse a cabo preferiblemente en tal agua, al menos una sustancia que comprende por ejemplo, al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo, en donde se combinan al menos una sustancia es preferiblemente proporcionada en forma seca o en forma suspendida acuosa, y CO_2.

Al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo es preferiblemente seleccionada a partir de calcio natural y/o carbonato de magnesio que contiene sustancias o sales inorgánicas, o calcio sintético y/o carbonato de magnesio que contiene sustancias o sales inorgánicas.

Por ejemplo, al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo es preferiblemente seleccionada a partir del grupo que comprende mármol, piedra caliza, tiza, cal semi quemada, cal quemada, piedra caliza dolomítica, dolomita calcárea, dolomita semi quemada, dolomita quemada, y carbonatos alcalinotérreos precipitados tales como carbonato alcalinotérreo precipitado, por ejemplo de estructura cristalina mineral calcítica, argonítica y/o mineral vaterítica, por ejemplo de agua des-endurecida por la adición de $Ca(OH)_2$.

Las sustancias inorgánicas que se originan naturalmente útiles son por ejemplo mármol, piedra caliza, tiza, mármol dolomítico y/o dolomita. Las sustancias sintéticas son por ejemplo carbonatos de calcio precipitados en la forma cristalina calcítica, argonítica y/o vaterítica. Sin embargo, sustancias inorgánicas que se originan naturalmente tales como, por ejemplo, mármol, piedra caliza, tiza, mármol dolomítico y/o dolomita son preferidas.

El opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo es preferiblemente hidróxido de calcio y/o hidróxido de magnesio. Debido al hecho de la muy baja solubilidad del $Mg(OH)_2$ en agua comparado con $Ca(OH)_2$, la velocidad de reacción de $Mg(OH)_2$ con CO_2 está muy limitada y en la presencia de $Ca(OH)_2$ en suspensión, la reacción de CO_2 con $Ca(OH)_2$ es mucho más preferida. De manera sorprendente, usando la instalación inventiva es posible producir $Mg(HCO_3)_2$ rico en suspensión de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo también en la presencia de $Ca(OH)_2$ en la suspensión.

Al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo preferiblemente tiene un tamaño de partícula mediano en peso (d_{50}) en el intervalo de 0.1 µm hasta 1 mm, y preferiblemente en el intervalo de 0.2 µm hasta 100 µm, más preferiblemente en el intervalo de 0.5 hasta 25 µm, por ejemplo 0.7 hasta 3 µm.

Adicional o alternativamente, al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo tiene preferiblemente un área de superficie específica (SSA, por sus siglas en inglés) en el intervalo de 0.01 hasta 200 m^2/g, y más preferiblemente en el intervalo de 1 hasta 100 m^2/g, por ejemplo 1 hasta 15 m^2/g. Para determinar el área de superficie específica, se usó un dispositivo Mastersizer 2000 de la compañía Malvern Instruments GmbH, Alemania.

El término “área de superficie específica (SSA)” en el significado de la presente invención describe la propiedad material de los pigmentos/minerales/sólidos que miden el área de superficie por gramo de pigmentos. La unidad es m^2/g.

El término “área de superficie de partícula total (SSA_{total})” en el significado de la presente invención describe el área de superficie total por tonelada de suspensión S.

A través de la presente solicitud, el “tamaño de partícula” de un producto mineral, pigmento y/o agente de relleno se describe por su distribución de tamaños de partículas. El valor d_x representa el diámetro relativo en el cual los % de x en peso de las partículas tienen diámetros menores de d_x. Esto significa que el valor d_{20} es el tamaño de partícula en el cual el 20% en peso de todas las partículas son más pequeñas, y el valor d_{75} es el tamaño de partícula en el cual el 75% en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor d_{50} es de este modo el tamaño de partícula mediano en peso, es decir, 50% en peso de todos los granos son más grandes o más pequeños que este tamaño de partícula. Para los propósitos de la presente invención, el tamaño de partícula es especificado como el tamaño de partícula mediano en peso d_{50} a menos que se indique de otro modo. Estos valores se midieron usando un dispositivo Mastersizer 2000 de la compañía Malvern Instruments GmbH, Alemania.

Además, al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo puede tener un contenido de ácido clorhídrico (HCl) insoluble desde 0.02 hasta 90% en peso, preferiblemente desde 0.05 hasta 15% en peso, con base en el peso total de la sustancia seca. El contenido de HCl insoluble puede ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato, mica y/o pirita.

El agua es preferiblemente seleccionada a partir de agua destilada, agua de grifo, agua desalada, salmuera, agua salobre, agua residual tratada o agua natural tal como agua del suelo, agua de la superficie, agua de mar o agua de lluvia. El agua puede contener NaCl en una cantidad entre 0 y 200 mg por litro.

El agua de mar o agua salobre puede ser primeramente bombeada del mar por tomas de mar abierto o tomas de la subsuperficie tales como pozos, y después sometida a pretratamientos físicos tales como procesos de selección, sedimentación o remoción de arenas. Las etapas de tratamiento adicional tales como coagulación y floculación pueden ser necesarias con el fin de reducir la incrustación potencial en membranas usadas en la instalación inventiva. El agua de mar o agua salubre pretratada puede ser además destilada, por ejemplo, usando impulsos de etapas múltiples, destilación de efecto múltiple, o filtración de membrana tal como ultrafiltración u ósmosis inversa, para remover partículas restantes y sustancias disueltas.

El CO_2 es preferiblemente seleccionado a partir de dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido o una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, y es preferiblemente dióxido de carbono gaseoso. Cuando el CO_2 es una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, entonces la mezcla gaseosa es un dióxido de carbono que contiene gas de combustión de escape de procesos industriales

como, procesos de combustión o calcinación, procesados o semejantes. El CO_2 también puede ser producido haciendo reaccionar un carbonato álcali y/o alcalinotérreo con ácido. El ácido usado en la presente invención es preferiblemente un ácido inorgánico tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico, y es preferiblemente ácido sulfúrico o ácido fosfórico. Preferiblemente el carbonato álcali y/o alcalinotérreo para producir el CO_2 es un carbonato de calcio que comprende carbonato alcalinotérreo, más preferiblemente el carbonato álcali y/o alcalinotérreo es de la misma calidad como al menos un carbonato alcalinotérreo. Si el CO_2 se produce haciendo reaccionar un carbonato álcali y/o alcalinotérreo con ácido, entonces el ácido es preferiblemente dosificado directamente en la unidad de mezclado (en el caso donde la unidad de división está integrada en la unidad de mezclado) o en el sistema después de la salida de la unidad de mezclado y antes de la entrada de la unidad de división (por ejemplo, por un sistema mostrado en la Figura 2) Además, puede ser producido por combustión de orgánicos, tales como alcohol etílico, madera y similares, o por fermentación. Cuando una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas se usa, entonces el dióxido de carbono está presente en el intervalo de 8 hasta aproximadamente 99% en vol., y preferiblemente en el intervalo de 10 hasta 98% en vol., por ejemplo 95% en vol. El gas de CO_2 también puede contener > 99% en vol., por ejemplo > 99.9% en vol.

Adicional o alternativamente, el CO_2 preferiblemente tiene una desintegración de ^{14}C de al menos 500, más preferiblemente al menos 800 y muy preferiblemente al menos 850 hasta 890 desintegraciones por h y por g de C en el CO_2.

En una realización preferida de la presente invención, la cantidad de CO_2 usada, en mol, para producir 1 mol de al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo en la suspensión acuosa de carbonato de calcio que contiene material está en el intervalo de solamente 0.5 hasta 4 mol, preferiblemente en el intervalo de solamente 0.5 hasta 2.5 mol, más preferiblemente en el intervalo de solamente 0.5 hasta 1.0 mol, y muy preferiblemente en el intervalo de solamente 0.5 hasta 0.65 mol.

En particular, el agua, al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo y el CO_2 pueden ser combinados con el fin de obtener una suspensión S que tiene un pH de entre 6 y 9, en donde la suspensión resultante S contiene partículas. Alternativamente, el agua y al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato térreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo se combinan con el fin de obtener una suspensión acuosa alcalina de al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo, y subsecuentemente la suspensión acuosa alcalina es combinada con el CO_2 con el fin de obtener una suspensión S que tiene un pH de entre 6 y 9, en donde la suspensión S contiene partículas.

En una realización preferida de la presente invención, la suspensión acuosa de 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, es recientemente preparada 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.

El término “suspensión” acuosa en el significado de la presente invención comprende esencialmente sólidos insolubles y agua y opcionalmente aditivos adicionales y usualmente contiene grandes cantidades de sólidos y, de este modo, es más viscosa y en general de densidad superior que el líquido a partir del cual se forma. Sin embargo, el término “esencialmente insoluble” no excluye que al menos una parte de los materiales sólidos se disuelve en agua bajo ciertas condiciones, por ejemplo, para tratamiento de agua.

La preparación en sitio de la suspensión acuosa puede ser preferida puesto que premezclar las suspensiones acuosas puede requerir la adición de agentes adicionales tales como estabilizadores o desinfectantes. Si la desinfección es necesaria, preferiblemente es necesaria una entrada para dosificaciones de peróxido de hidrógeno. Si la suspensión contiene NaCl residual, la desinfección se puede lograr preferiblemente instalando un equipo de electrólisis de voltaje directo (DC) formando rastros de Cl_2 como desinfectantes. Además, el equipo de electrólisis de voltaje directo (DC) puede ser conectado a y controlado por un detector de Cl_2.

Combinar y mezclar el agua y la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el al menos un hidróxido alcalinotérreo opcional de manera que una suspensión acuosa de al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo es preferiblemente realizada en al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos dos entradas y al menos una salida como se requiere para la instalación inventiva.

En este sentido, se aprecia que al menos una unidad de mezclado puede ser cualquier tipo de tanque y/o recipiente bien conocido por la persona experta en la técnica para combinar y/o mezclar y/o agitar suspensiones que comprenden minerales, pigmentos y/o agentes de relleno.

Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado puede ser un tanque y/o recipiente que varía desde 101 hasta 100,000 kl, preferiblemente desde 50 l hasta 50,000 kl y más preferiblemente desde 1,000 l hasta 25,000 kl.

Adicional o alternativamente, la instalación de la presente invención comprende una unidad de mezclado.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de agitación. Por ejemplo, el dispositivo de agitación es seleccionado a partir de dispositivos de agitación mecánica tales como una cuchilla de agitación típicamente usada para agitar y mezclar suspensiones que comprenden minerales, pigmentos y/o agentes de relleno en un tanque y/o recipiente. Alternativamente, el dispositivo de agitación es seleccionado a partir de dispositivos de mezclado de polvo-líquido típicamente usados para agitar y mezclar más suspensiones concentradas que comprenden minerales, pigmentos y/o agentes de relleno en un tanque y/o recipiente.

En una realización preferida de la presente invención, el dispositivo de agitación es una máquina de mezclado, en donde la máquina de mezclado permite el mezclado simultáneo de la suspensión acuosa y dosificación de gas, por ejemplo, CO_2.

En otra realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado puede ser equipada con una entrada de gas la cual puede ser localizada de manera que la introducción de gas, por ejemplo, CO_2, en al menos una unidad de mezclado resulta en una agitación suficiente de la suspensión acuosa. En una realización preferida de la presente invención, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación de al menos una unidad de mezclado. Cuando la entrada de gas está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación, el gas, por ejemplo, CO_2, se introduce en la unidad de mezclado por el vacío que es causado por la rotación de las cuchillas de agitación. Sin embargo, el gas, por ejemplo, CO_2, también puede ser introducido en la unidad de mezclado a través de la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación aplicando al menos alguna presión. Se observa que la realización preferida para la introducción del gas es una donde el gas se introduce en la unidad de mezclado por el vacío que es provocado por la rotación de las cuchillas de agitación. Además, al menos una unidad de mezclado puede comprender medios de agitación tales como perlas de agitación.

Dependiendo de la concentración de la suspensión acuosa resultante S, el tiempo de mezclado puede ser desde 5 hasta 600 min, desde 10 hasta 200 min, desde 20 hasta 100 min, o des 30 hasta 50 min.

La suspensión acuosa resultante S tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 6.5 hasta 9, preferiblemente en el intervalo de 6.7 hasta 7.9, y muy preferiblemente en el intervalo de 6.9 hasta 7.7, a 20°C.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la fase acuosa de la “suspensión S” acuosa resultante tiene una concentración de iones de calcio desde 1 hasta 700 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 650 mg/l, y muy preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. De acuerdo con otra realización de la presente invención, la fase acuosa de la “suspensión S” acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo tiene una concentración de iones de magnesio desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l, y muy preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la solución acuosa resultante después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene una concentración de calcio desde 1 hasta 700 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 650 mg/l, y muy preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. De acuerdo con otra realización de la presente invención, la solución acuosa después de al menos una unidad de filtración de membrana que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo tiene una concentración de magnesio desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l, y muy preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.

Adicional o alternativamente, la solución acuosa resultante después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene un valor de turbidez de menos de 1.0 NTU, preferiblemente de menos de 0.5 NTU, y muy preferiblemente de menos de 0.3 NTU.

“Turbidez” en el significado de la presente invención describe la nubosidad o nebulosidad de un fluido causado por partículas individuales (sólidos suspendidos) que son en general invisibles a simple vista. La medición de turbidez es un ensayo clave de calidad de agua y se puede llevar a cabo con un nefelómetro. Las unidades de turbidez de un nefelómetro calibrado como se usa en la presente invención son especificadas como Unidades de Turbidez Nefelométricas (NTU).

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de calentamiento capaz de calentar el contenido de al menos una unidad de mezclado a una temperatura deseada. El contenido de al menos una unidad de mezclado es típicamente ajustado con el dispositivo de calentamiento a una temperatura desde 5 °C hasta 90 °C y preferiblemente desde 20 °C hasta 50 °C. Por ejemplo, el contenido de al menos una unidad de mezclado se ajusta con el dispositivo de calentamiento a una temperatura desde 20 °C hasta 40 °C y preferiblemente desde 20 °C hasta 30 °C.

Se aprecia que el dispositivo de calentamiento puede ser cualquier tipo de medio de calentamiento conocido por los expertos en la técnica para controlar y ajustar la temperatura en un recipiente y/o tanque.

La suspensión acuosa S formada en al menos una unidad de mezclado tiene un contenido de sólidos en el intervalo desde 0.1 hasta 50% en peso, preferiblemente en el intervalo de 3 hasta 35% en peso, más preferiblemente en el intervalo de 5 hasta 25% en peso, con base en el peso total de la suspensión resultante S. Las partículas obtenidas

en la suspensión resultante S representan un área de superficie de partícula total (SSA_{total}) que es al menos 5 000 m^2/tonelada de la “suspensión S” resultante. La suspensión S puede ser preparada en la unidad de mezclado mezclando agua, polvo mineral y/o una suspensión (también llamada pasta aguada) de carbonato de calcio.

Al menos una parte de la suspensión resultante S obtenida en al menos una unidad de mezclado es filtrada pasando al menos una parte de la suspensión resultante S a través de al menos una unidad de filtración de membrana con el fin de obtener una solución acuosa que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo y, además, al menos una parte de las partículas de la suspensión resultante S es sometida a una etapa de división de partículas. Se ha observado que al menos una parte de la filtración de la suspensión resultante S toma lugar paralela a la etapa de división de partículas.

La suspensión resultante S puede ser retirada intermitentemente o continuamente a partir de al menos una unidad de mezclado a través de al menos una salida localizada en al menos una unidad de mezclado. El retiro intermitente puede ser arreglado, por ejemplo, usando válvulas que se abren periódicamente, válvulas de rotación, columnas de sedimentación y similares. El retiro continuo es típicamente arreglado usando una válvula de control continuamente operante. La posición de una o más válvulas usadas para el retiro intermitente o continuo se ajusta de manera que está por detrás de la altura de llenado típica de la suspensión resultante en al menos una unidad de mezclado. Preferiblemente, una o más válvulas usadas para el retiro intermitente o continuo son posicionadas en el fondo de al menos una unidad de mezclado.

Un requerimiento específico de la presente inventiva es de este modo que la instalación comprende al menos una unidad de división que comprende medios de división.

Se aprecia que al menos una unidad de división se refiere a un dispositivo capaz de dividir partículas sólidas y burbujas de gas de manera que se observa un tamaño reducido de partículas y/o burbujas gaseosas en la suspensión obtenida.

Al menos una unidad de división puede ser cualquier tipo de dispositivo bien conocido por el experto en la técnica y típicamente usado para dividir o reducir el tamaño de partícula de partículas sólidas en suspensiones que comprenden minerales, pigmentos y/o agentes de relleno.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de división es cualquier tipo de dispositivo de trituración y/o dispositivo de aplastamiento. En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de división es un dispositivo de trituración. Por ejemplo, al menos una unidad de división puede ser cualquier dispositivo de trituración convencional en el cual el refinamiento resulta predominantemente a partir de impactos con un cuerpo secundario, por ejemplo, un molino de bolas, un molino de barras, un molino de vibración, un molino de impacto centrífugo, un molino de perlas de apertura anular, un molino de perillas vertical, un molino de abrasión, u otro de tal equipo conocido por la persona experta.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de división es seleccionada a partir de un dispositivo de trituración vertical y/o dispositivo de aplastamiento vertical. Alternativamente, al menos una unidad de división es un dispositivo de trituración horizontal y/o dispositivo de aplastamiento horizontal.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, al menos una unidad de división es al menos un dispositivo de división capaz de reducir tanto el tamaño de las partículas sólidas como aquél de las burbujas gaseosas. Esta realización tiene la ventaja de que dos etapas de proceso, es decir, la reducción del tamaño de las partículas sólidas y el tamaño de las burbujas gaseosas, puede llevarse a cabo en solamente un componente de la instalación, en este caso la unidad de división. Como una consecuencia, no existe necesidad de dos componentes diferentes para lograr la reducción del tamaño de las partículas sólidas y el tamaño de las burbujas gaseosas, lo cual resulta en ahorros de coste y espacio así como también de un tamaño de partícula óptimo para ambos reactivos al mismo tiempo.

Una unidad de división que puede ser particularmente incorporada en la instalación inventiva es un molino de bolas de abertura anular cónica. Es preferido un molino de bolas de abertura anular cónica en el cual la zona de molienda es creada en la abertura entre un recipiente de trabajo cónico -el estator- y un rotor cónico. La abertura está preferiblemente en el intervalo de 4 mm hasta 25 mm, más preferiblemente en el intervalo de 5 mm hasta 20 mm y muy preferiblemente en el intervalo de 6 mm hasta 15 mm, en el intervalo de 6.5 mm hasta 13 mm. El movimiento del rotor crea el movimiento radial del medio de trituración (perlas de metal, vidrio o cerámica). El momento amplifica el movimiento hacia afuera, de manera que la fuerza de corte del producto se incrementa sostenidamente durante la operación de molienda. Los medios de división tales como perlas de molienda (o trituración) son automáticamente reintroducidas en el flujo del producto conforme entran a la cámara de molienda, de manera que se logra la circulación continua del medio en la cámara de molienda. La geometría de la cámara de trituración asegura el tamaño y distribución de partícula uniforme. El producto es alimentado por una bomba externa con velocidad de flujo variable. La velocidad periférica del rotor, la anchura de la abertura de molienda, el material y el diámetro del medio de trituración, el volumen de llenado del medio y la velocidad de flujo pueden ser usados para tener influencia en el resultado de la reducción del tamaño de partícula. Cada uno de estos parámetros se puede variar a voluntad para crear las condiciones óptimas para cada producto.

Los molinos de perlas de abertura anular se conocen por la persona experta. Un molino de perlas de abertura anular que puede ser adecuado para la instalación inventiva incluye los molinos de perlas de abertura anular disponibles de Romaco FrymaKoruma, Alemania como FrymaKoruma CoBall MS 12, FrymaKoruma CoBall MS18, FrymaKoruma CoBall MS32 o FrymaKoruma CoBall MS50.

Se aprecia que al menos una unidad de división comprende medios de división. Los medios de división pueden ser seleccionados a partir de cualquier tipo de medios de trituración conocidos por la persona experta y típicamente usados para trituración húmeda. En particular, cualquier tipo de medio de trituración es adecuado que sea resistente al agua bajo condiciones típicas usadas para trituración, especialmente bajo condiciones neutrales a alcalinas (más precisamente a un pH de 6 o superior, preferiblemente a un pH entre 6 y 13 y más preferiblemente a un pH entre 6 y 11) y/o a temperaturas arriba de 10 °C (más precisamente a una temperatura entre 10 y 90°C, preferiblemente a una temperatura entre 15 y 70 °C y más preferiblemente a una temperatura entre 20 y 50 °C).

En una realización preferida de la presente invención, los medios de división son perlas de movimiento, preferiblemente perlas de movimiento de forma principalmente irregular. En este sentido, se aprecia que los medios de división que son parte de al menos una unidad de división tienen un valor d_{50} de diámetro de partícula de peso medio desde 0.01 mm hasta 100 mm, preferiblemente desde 0.1 mm hasta 75 mm y muy preferiblemente desde 0.5 mm hasta 5 mm.

Los medios de división, preferiblemente en forma de perlas de movimiento, que son parte de al menos una unidad de división son elaborados de un material mineral, pigmento y/o agente de relleno. En una realización preferida de la presente invención, los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o preparados son preferiblemente elaborados del mismo material.

Por ejemplo, si los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados son mármol, los medios de división también son elaborados de mármol. Si los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados son piedra caliza, los medios de división también son elaborados de piedra caliza. Si los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados son tizas, los medios de división también son elaborados de tiza. Si los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados son dolomita, los medios de división también son elaborados de dolomita. De este modo se aprecia que los medios de división son preferiblemente elaborados de mármol, piedra caliza, tiza, dolomita y mezclas de los mismos.

Alternativamente, los medios de división, preferiblemente en forma de perlas de movimiento, que son parte de al menos una unidad de división y los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o a ser preparados son preferiblemente elaborados de diferentes materiales. En este caso, el material de las perlas puede ser seleccionado independientemente a partir del material de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o preparados.

Por consiguiente, se aprecia que los medios de división, preferiblemente en forma de perlas de movimiento, que son parte de al menos una unidad de división son elaborados de un material seleccionado a partir del grupo que comprende arenas de cuarzo, vidrio, porcelana, óxido de zirconio, silicato de zirconio y mezclas de los mismos, que comprende opcionalmente cantidades menores de minerales adicionales.

En una realización preferida de la presente invención, los medios de división son mezclas fundidas de óxido de zirconio y óxido de cerio y/u óxido de itrio, muy preferiblemente los medios de división consisten de una mezcla de 80 hasta 84% en peso óxido de zirconio y 20 hasta 16% en peso óxido de cerio.

En este sentido, al menos una parte de la suspensión S preparada en al menos una unidad de mezclado es sometida a tal al menos una unidad de división para la reducción de tamaño de las partículas contenidas en la suspensión S y las burbujas gaseosas. En una realización preferida al menos una unidad de división es un dispositivo de trituración y/o aplastamiento, y es muy preferiblemente un dispositivo de trituración. La reducción de tamaño de las partículas contenidas en la suspensión S y las burbujas gaseosas en al menos una unidad de división, proporcionan el beneficio de que la velocidad de reacción (química) en la instalación inventiva es incrementada produciendo continuamente una superficie recientemente preparada y de este modo activa de la sustancia que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y el opcional al menos un hidróxido alcalinotérreo. Además, esta reducción de tamaño de las partículas contenidas en la suspensión S y las burbujas gaseosas en al menos una unidad de división permite una operación continua del proceso.

En una realización preferida de la invención, la suspensión acuosa obtenida después de al menos una unidad de división tiene una dureza desde 5 hasta 130 °dH, preferiblemente desde 10 hasta 60 °dH, y muy preferiblemente desde 15 hasta 50 °dH.

Para los propósitos de la presente invención, la dureza se refiere a la dureza Alemana y es expresada en “grados de dureza Alemana, °dH”. En este sentido, la dureza se refiere a la cantidad total de iones alcalinotérreos en la solución acuosa que comprende el carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, y es medida por titulación complexométrica a pH 10 usando ácido etilen-diamina-tetra-acético (EDTA) y Eriocromo T como indicador de punto equivalente.

La suspensión acuosa obtenida después de al menos una unidad de división tiene preferiblemente un pH en el

intervalo de 6.5 hasta 9, preferiblemente en el intervalo de 6.7 hasta 7.9, y muy preferiblemente en el intervalo de 6.9 hasta 7.7, a 20°C.

Adicional o alternativamente, la fase acuosa de la suspensión acuosa obtenida después de al menos una unidad de división tiene una concentración de iones de calcio desde 1 hasta 700 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 650 mg/l, y muy preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. De acuerdo con otra realización, la fase acuosa de la suspensión acuosa obtenida después de al menos una unidad de división tiene una concentración de iones de magnesio desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l, y muy preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, la fase acuosa de la suspensión acuosa obtenida después de al menos una unidad de división tiene un valor de turbidez de menos de 1.0 NTU, preferiblemente de menos de 0.5 NTU, y muy preferiblemente de menos de 0.3 NTU.

La instalación inventiva comprende al menos una unidad de división de manera que es ensamblada en un arreglo paralelo con respecto al menos a una unidad de filtración de membrana o introducida en al menos una unidad de mezclado. Al menos una unidad de división puede ser arreglada en tal forma que solamente una parte de la suspensión resultante S que está contenida en al menos una unidad de mezclado pasa a través de al menos una unidad de división antes de circular nuevamente en al menos una unidad de mezclado (“arreglo paralelo”). Si al menos una unidad de división es introducida en al menos una unidad de mezclado, una parte o toda la suspensión resultante S pasa al menos a una unidad de división.

Antes y/o mientras a y/o después que la suspensión resultante S de al menos una unidad de mezclado pasa en al menos una unidad de división, la suspensión S pasa al menos a una unidad de filtración de membrana.

Un requerimiento específico de la presente inventiva es de este modo que la instalación comprende al menos una unidad de filtración de membrana proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida.

Se aprecia que al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una unidad de mezclado. Preferiblemente, al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una unidad de mezclado de manera que el filtrante o retenido obtenido en al menos una unidad de filtración de membrana es circulado nuevamente en al menos una unidad de mezclado de la instalación inventiva.

El término “filtrante o retenido” en el significado de la presente solicitud se refiere a la parte de la suspensión S que es retenida en al menos una unidad de filtración de membrana debido a que no puede pasar a través de los poros de la membrana que son parte de la unidad de filtración de membrana y de este modo no han pasado a través del sistema de filtro de al menos una unidad de filtración de membrana.

Al menos una unidad de filtración de membrana que es parte de la instalación puede ser cualquier tipo de filtro de membrana conocido por la persona experta y típicamente usado para filtrar suspensiones acuosas que comprenden minerales, pigmentos y/o agentes de relleno. Por ejemplo, una membrana de microfiltración y/o una membrana de ultrafiltración pueden ser usadas.

Se aprecia que existe una diferencia de presión entre el interior de la unidad de filtración de membrana y el ambiente circundante de manera que las partículas suspendidas son separadas de la suspensión y se obtiene una solución clara. Preferiblemente, la presión dentro de la unidad de filtración de membrana es superior que la presión del ambiente circundante.

Una membrana de microfiltración es una membrana que tiene un tamaño de poro entre 0.1 y 10 µm y es típicamente usada para separar partículas suspendidas a partir de la suspensión. Las membranas de microfiltración pueden ser de cerámica, polímero, u otros materiales sintéticos. Preferiblemente, tales membranas tienen capacidad de impulso inverso, es decir, un flujo inverso del filtrado por presión a través de la membrana al lado concentrado de la suspensión acuosa elimina la acumulación de contaminantes los cuales tienden a reducir la velocidad de flujo de la membrana. En contraste a esto, una membrana de ultrafiltración es una membrana que tiene un tamaño de poro entre 0.001 y 0.1 µm y se usa para separar emulsiones, proteínas y macromoléculas a partir de la suspensión. Los materiales de construcción son típicamente los mismos como para las membranas de microfiltración. Las membranas de ultrafiltración ya sea de impulso inverso como se describe anteriormente, o lavadas nuevamente cerrando una válvula de filtrado por un periodo de tiempo.

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

Los dispositivos de filtración de membrana de flujo cruzado se conocen por el experto en la técnica. Un dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado que puede ser adecuado para la instalación inventiva incluye el dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado disponible de Microdyn-Nadir GMBH, Alemania como Mycrodyn Modul CMB 150.

Se aprecia que al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos un filtro escamoso y/o filtro de tubo y/o membrana de filtro capilar. Preferiblemente, al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro de tubo. Si al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro de tubo, la membrana de filtro de tubo preferiblemente tiene un diámetro interno del tubo de 0.01 mm hasta 25 mm, más preferiblemente de 0.1 mm hasta 10 mm y muy preferiblemente de 0.1 hasta 7.5 mm. Por ejemplo, la membrana de filtro de tubo tiene un diámetro interno del tubo de 1 mm hasta 7.5 mm y preferiblemente de 2.5 mm hasta 7.5 mm.

Si al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana de filtro capilar, la membrana de filtro capilar preferiblemente tiene un diámetro interno del capilar de 0.01 mm hasta 0.5 mm, y más preferiblemente de 0.05 mm hasta 0.2 mm.

Las membranas de filtro de tubo son preparadas ya que proporcionan excelentes condiciones de flujo para la separación de sólidos a presiones de operación relativamente bajas y una alta velocidad de flujo de recirculación, ya que se produce el flujo turbulento en la superficie de la membrana.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana que tiene un tamaño de poro de entre 0.01 µm y 10 µm, preferiblemente entre 0.05 y 5 µm y muy preferiblemente entre 0.1 y 2 µm.

Se aprecia además que la velocidad del flujo a través de al menos una membrana del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0.1 m/s y 10 m/s, preferiblemente entre 0.5 m/s y 5 m/s y muy preferiblemente entre 1 m/s y 2 m/s.

Adicional o alternativamente, la presión en la entrada del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0 bar y 30 bar, preferiblemente entre 0.2 bar y 10 bar y muy preferiblemente entre 0.5 y 5 bar.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una membrana es elaborada de un material seleccionado una partir del grupo que comprende un material sinterizado, porcelana porosa, polímeros sintéticos, como polietileno, polipropileno o Teflon® y mezclas de los mismos.

En una realización preferida de la invención, la solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene una dureza desde 5 hasta 130 °dH, preferiblemente desde 10 hasta 60 °dH, y muy preferiblemente desde 15 hasta 50 °dH.

La solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 6.5 hasta 9, preferiblemente en el intervalo de 6.7 hasta 7.9, y muy preferiblemente en el intervalo de 6.9 hasta 7.7, a 20°C.

Adicional o alternativamente, la solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene una concentración de calcio desde 1 hasta 700 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 650 mg/l, y muy preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. De acuerdo con otra realización, la solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene una concentración de magnesio desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l, y muy preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, la solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de filtración de membrana tiene un valor de turbidez de menos de 1.0 NTU, preferiblemente de menos de 0.5 NTU, y muy preferiblemente de menos de 0.3 NTU.

La instalación inventiva comprende al menos una unidad de filtración de membrana de manera que es ensamblada en un arreglo paralelo con respecto al menos a una unidad de división y/o en arreglo serial si al menos una unidad de división es introducida en al menos una unidad de mezclado. Al menos una unidad de filtración de membrana puede ser arreglada de manera que solamente una parte de la suspensión resultante S que está contenida en al menos una unidad de mezclado es alimentada en al menos una unidad de filtración de membrana antes de que el filtrante o retenido obtenido (es decir la parte de la suspensión S que es retenida en al menos una unidad de filtración de membrana debido a que no puede pasar a través de los poros de la membrana que son parte de la unidad de filtración de membrana) sea circulado nuevamente en al menos una unidad de mezclado. Si al menos una unidad de división es introducida en al menos una unidad de mezclado, una parte o toda la suspensión resultante S es alimentada en al menos una unidad de filtración de membrana de manera que el filtrante o retenido obtenido es circulado nuevamente en al menos una unidad de división que es introducida en al menos una unidad de mezclado.

Un requerimiento específico de la instalación inventiva es que las unidades requeridas que son parte de la instalación están conectadas en comunicación fluida. En otras palabras, las unidades individuales de la instalación están conectadas directamente o indirectamente por uno o más tubos o tuberías proporcionados dentro, a través y/o entre las unidades de manera que el conducto (o tubería) que conecta el fluido se extiende desde una salida de la unidad y se conecta con una entrada de la otra unidad.

De este modo se aprecia que la instalación comprende al menos tres salidas, preferiblemente al menos cuatro

salidas y más preferiblemente al menos cinco salidas. En una realización preferida de la presente invención, la instalación comprende al menos tres salidas o al menos cinco salidas. Adicional o alternativamente, la instalación comprende al menos cuatro entradas, preferiblemente al menos cinco entradas y más preferiblemente al menos seis entradas. En una realización preferida de la presente invención, la instalación comprende al menos cinco entradas o al menos seis entradas.

Por ejemplo, la instalación comprende al menos tres salidas, preferiblemente al menos cuatro salidas y más preferiblemente al menos cinco salidas o al menos cuatro entradas, preferiblemente al menos cinco entradas y más preferiblemente al menos seis entradas. Alternativamente, la instalación comprende al menos tres salidas, preferiblemente al menos cuatro salidas y más preferiblemente al menos cinco salidas y al menos cuatro entradas, preferiblemente al menos cinco entradas y más preferiblemente al menos seis entradas. In particular, la instalación comprende al menos tres salidas y al menos cinco entradas, por ejemplo, tres salidas y cinco entradas. Alternativamente, la instalación comprende al menos cinco salidas y al menos seis entradas, por ejemplo, cinco salidas y seis entradas.

Preferiblemente, todas las salidas proporcionadas con la instalación son salidas de líquido.

Un requerimiento específico de la instalación inventiva es que al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos dos entradas y al menos una salida.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos dos salidas. Adicional o alternativamente, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos tres entradas, preferiblemente al menos cuatro entradas. Preferiblemente, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos una salida y al menos tres entradas, preferiblemente al menos cuatro entradas. Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con una salida y tres entradas, preferiblemente cuatro entradas. En otra realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos dos salidas y al menos tres entradas, preferiblemente al menos cuatro entradas. Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con dos salidas y tres entradas, preferiblemente cuatro entradas. En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con entradas múltiples y salidas múltiples.

Se prefiere que al menos una entrada localizada en al menos una unidad de mezclado sea una entrada de polvo.

Se aprecia además que al menos una unidad de filtración de membrana es proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida. Preferiblemente, al menos una unidad de filtración de membrana es proporcionada con al menos una entrada y al menos dos salidas. Más preferiblemente, al menos una unidad de filtración de membrana es proporcionada con entradas múltiples y salidas múltiples.

Un requerimiento específico es que al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado. En este sentido, se aprecia que el filtrante o retenido obtenido en al menos una unidad de filtración de membrana es recirculado nuevamente en al menos una unidad de mezclado de la instalación inventiva.

En una realización de la presente invención, al menos una parte del filtrado, es decir, la solución acuosa filtrada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno obtenida pasando la suspensión resultante S a través del sistema de filtro de al menos una unidad de filtración de membrana, puede ser descargado de al menos una unidad de filtración de membrana. Por consiguiente, al menos una unidad de filtración de membrana está preferiblemente equipada con una salida adecuada para la descarga de al menos una parte de la solución acuosa filtrada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno.

La purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o preparación de carbonatos alcalinotérreos precipitados y/o mineralización del agua puede ser llevada a cabo en que el CO_2 se introduce en la instalación. En una realización preferida de la presente invención, al menos una entrada proporcionada con la instalación es una entrada de gas. Preferiblemente, al menos una entrada de gas es una entrada de CO_2. Por ejemplo, la instalación inventiva comprende una entrada de gas.

Se aprecia que al menos una entrada de gas puede ser localizada en la unidad de mezclado y/o entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. En una realización preferida de la presente invención, al menos una entrada de gas es localizada en la unidad de mezclado o entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división.

Si al menos una entrada de gas es localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división, la entrada de gas es preferiblemente un inyector venturi. Más preferiblemente, el inyector venturi está localizado entre la salida de al menos una unidad de mezclado y la entrada de al menos una unidad de división. En el significado de la presente solicitud de patente un inyector venturi es un dispositivo similar a bomba que usa el efecto Venturi de una boquilla divergente-convergente para convertir la energía de presión de un fluido de motor a energía de velocidad la cual crea una zona de baja presión que extrae y arrastra un fluido por succión. Después de

pasar a través de la garganta del inyector, el fluido mezclado se expande y la velocidad se reduce lo cual resulta en recompensación de los fluidos mezclados convirtiendo la energía de velocidad nuevamente en energía de presión. El fluido de motor puede ser un líquido, vapor o cualquier otro gas. El fluido atrapado por succión puede ser un gas, un líquido, una pasta aguada, o una corriente de gas cargada de polvo.

El inyector venturi puede ser localizado antes (es decir, cercano a la unidad de mezclado) o después (es decir, cercano a la unidad de división) de al menos una bomba que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. Una ventaja del uso de un inyector venturi es que un gas, por ejemplo, CO_2 que se produce por la generación de polvo puede ser introducido en el proceso que se puede llevar a cabo con la instalación inventiva, de manera que el proceso puede estar casi corriendo a CO_2 neutral.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una entrada de gas está localizada en al menos una unidad de mezclado. Por ejemplo, al menos una entrada de gas puede ser localizada de manera que se obtiene la introducción de gas en la suspensión acuosa que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo.

En otra realización preferida de la presente invención el dispositivo de agitación se combina con una entrada de gas de manera que se obtiene un mezclado suficiente o agitación en la suspensión acuosa que comprende al menos un carbonato alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido alcalinotérreo.

Por ejemplo, si al menos una unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación de al menos una unidad de mezclado.

Una válvula de control de flujo u otro medio pueden ser usados para controlar la velocidad de flujo del dióxido de carbono en la suspensión que comprende minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados. Por ejemplo, un bloqueo de dosificación de CO_2 y un dispositivo de medición en línea de CO_2 pueden ser usados para controlar la velocidad del flujo de CO_2. La dosificación de dióxido de carbono es preferiblemente controlada por el pH de la solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo acuosa producida.

Por consiguiente, se aprecia que al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos entradas siendo entradas de líquido. Preferiblemente, al menos una unidad de mezclado comprende al menos tres entradas de líquido y más preferiblemente al menos cuatro entradas de líquido.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos entradas siendo entradas de líquido, más preferiblemente al menos tres entradas siendo entradas de líquido y al menos una entrada siendo una entrada de gas. Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado comprende dos entradas siendo entradas de líquido, más preferiblemente tres entradas siendo entradas de líquido y una entrada siendo una entrada de gas. Preferiblemente, al menos una unidad de mezclado comprende tres entradas siendo entradas de líquido y una entrada siendo una entrada de gas.

En otra realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de mezclado comprende al menos tres entradas siendo entradas de líquido, más preferiblemente al menos cuatro entradas siendo entradas de líquido.

En el caso de que al menos una entrada de gas esté localizada en al menos una unidad de mezclado, al menos una unidad de mezclado es preferiblemente además proporcionada con al menos tres entradas siendo entradas de líquido. Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con una entrada siendo una entrada de gas y tres entradas siendo entradas de líquido.

Adicional o alternativamente, al menos una unidad de mezclado además comprende al menos una entrada siendo una entrada de polvo.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una unidad de división comprende al menos una entrada y al menos una salida. Preferiblemente, al menos una unidad de división comprende una entrada y una salida. En una realización preferida de la presente invención, al menos una unidad de división es proporcionada con entradas múltiples y salidas múltiples.

En una realización preferida de la presente invención, al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de división y al menos una salida de al menos una unidad de división está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

Alternativamente, al menos una unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado. Preferiblemente, si al menos una unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación de al menos una unidad de mezclado.

Preferiblemente, si al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de división y al menos una salida de al menos una unidad de división está

conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. Más preferiblemente, si al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de división y al menos una salida de al menos una unidad de división está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada entre una bomba de alimentación de al menos una unidad de división y al menos una unidad de división. Muy preferiblemente, al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada a la entrada de al menos una unidad de división.

Si al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división, al menos una unidad de mezclado es preferiblemente solamente proporcionada con entradas de líquido. Preferiblemente, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con al menos tres entradas de líquido, más preferiblemente al menos cuatro entradas de líquido. Por ejemplo, al menos una unidad de mezclado es proporcionada con cuatro entradas de líquido.

En una realización preferida de la presente invención, la instalación comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado de al menos una unidad de mezclado, velocidad de la bomba, pH, conductividad, concentración de iones de calcio (por ejemplo, por electrodo sensible al ión) y/o temperatura. Al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado de al menos una unidad de mezclado, velocidad de la bomba, pH, conductividad, concentración de iones de calcio (por ejemplo, por electrodo sensible al ión) y/o temperatura puede ser operada colectivamente o de manera separada.

Se puede lograr el flujo del fluido de una unidad que es parte de la instalación con otra unidad que es parte de la instalación por medio de uno o más dispositivos intermediarios (y no descritos o mencionados específicamente), bombas o aparatos. Además, tal flujo puede o no puede ser selectivamente interrumpible tal como por válvulas, conmutadores, unidades de control y/u otros componentes adecuados.

En una realización preferida de la presente invención, la instalación comprende al menos una bomba, preferiblemente al menos dos bombas y muy preferiblemente al menos tres bombas para dirigir la suspensión acuosa S de una unidad de la instalación a otra unidad que son parte de la instalación. Por ejemplo, la instalación comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana. La bomba es preferiblemente diseñada de manera que la suspensión acuosa S se dirige de al menos una unidad de mezclado al menos a una unidad de filtración de membrana.

Adicional o alternativamente, la instalación comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. La bomba es preferiblemente diseñada de manera que la suspensión acuosa S se dirige de al menos una unidad de mezclado al menos a una unidad de división. Se aprecia que al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana es preferiblemente un inyector venturi. Más preferiblemente, el inyector venturi está localizado entre la salida de al menos una unidad de mezclado y la entrada de al menos una unidad de división. Por ejemplo, el inyector venturi está localizado en la conexión tal como los tubos o tuberías entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. Se observa que lo mencionado anteriormente solamente aplica a las realizaciones donde al menos una unidad de división no está integrada en la unidad de mezclado.

En una realización preferida de la presente invención, la instalación comprende al menos dos bombas, una localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana y una localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división.

Por ejemplo, si al menos una unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado, la instalación preferiblemente comprende solamente una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana. De otro modo, la instalación preferiblemente comprende dos bombas. Si la instalación comprende dos bombas, una bomba es preferiblemente localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana mientras la otra está preferiblemente localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división.

Se aprecia además que la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de filtración de membrana es 0.01 hasta 100 veces el volumen de al menos una unidad de mezclado.

Adicional o alternativamente, la relación de la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de división a la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos la unidad de filtración de membrana es entre 1:1 y 1:1000. Preferiblemente, la relación de la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de división a la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos la unidad de filtración de membrana es entre 1:5 y 1:250.

En una realización preferida de la presente invención, se proporciona la instalación de manera que se logra una purificación continua de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o preparación de carbonato alcalinotérreo

precipitado. Sin embargo, la instalación de la presente invención también puede ser proporcionada de manera que se logra un modo de semi-lote para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado. En este caso, la suspensión resultante S puede, por ejemplo, representar una superficie de partícula total que es aproximadamente de 1 000 000 m^2/tonelada y se proporciona con la instalación de la presente invención. Entonces, el producto, es decir, la solución acuosa del carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, se descarga de la instalación hasta que la suspensión resultante S permanente representa una superficie de partícula total que es aproximadamente de 1 000 m^2/tonelada, y entonces una nueva cantidad de 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 proporciona con la instalación de la presente invención. Se observa que la superficie de partícula total puede ser determinada durante cada punto de la instalación continua determinando el área de superficie específica (SSA_{total}) de la suspensión acuosa S así como también el contenido seco de la suspensión acuosa S.

Si la instalación se proporciona en un modo continuo, la instalación es preferiblemente controlada por la cantidad de solución acuosa descargada que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo. La cantidad de solución acuosa descargada que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo puede ser determinada por un método volumétrico, por ejemplo, por un medidor de flujo, o por un método gravimétrico, por ejemplo, usando una escala. Este valor, es decir la cantidad de solución acuosa descargada que comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo, es preferiblemente usada para controlar la válvula de agua de alimentación (fresca).

La medición del contenido de sólido de la suspensión acuosa S se lleva a cabo gravimétricamente.

En una realización preferida de la presente invención, las varias unidades de la instalación pueden ser colectivamente o separadamente suministradas con electricidad para operación. Preferiblemente, al menos una parte o de todo el polvo eléctrico requerido para la presente instalación se deriva de energía solar, por ejemplo de paneles solares voltamétricos y/o térmicos.

La suspensión resultante S que se obtiene tiene preferiblemente un contenido de sólidos en el intervalo desde 0.1 hasta 80% en peso, preferiblemente en el intervalo desde 3 hasta 50% en peso, más preferiblemente en el intervalo desde 5 hasta 35% en peso, con base en el peso total de la suspensión resultante S. Adicional o alternativamente, las partículas en la suspensión S que se obtienen después de al menos una unidad de división representan un área de superficie específica (SSA_{total}) desde 5 000 hasta 5 000 000 m^2/tonelada de la suspensión resultante S, preferiblemente desde 10 000 hasta 5 000 000 m^2/tonelada de la suspensión resultante S, y más preferiblemente desde 70 000 hasta 500 000 m^2/tonelada de la suspensión resultante S, por ejemplo 100 000 hasta 500 000 m^2/tonelada.

La suspensión resultante S y/o solución acuosa que se obtiene después de al menos una unidad de división y/o al menos una unidad de filtración de membrana preferiblemente comprende al menos un carbonato de hidrógeno alcalinotérreo.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la suspensión acuosa S y/o solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de división y/o al menos una unidad de filtración de membrana preferiblemente comprende un carbonato de hidrógeno de calcio, preferiblemente en una cantidad de 25 hasta 150 mg/l y/o un carbonato de hidrógeno de magnesio, preferiblemente en una cantidad de > 0 hasta 50 mg/l. Adicional o alternativamente, la suspensión acuosa S y/o solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de división y/o al menos una unidad de filtración de membrana preferiblemente comprende una mezcla de un carbonato hidrógeno de magnesio y calcio, preferiblemente en una cantidad total de 25 - 200 mg/l.

En una realización preferida de la presente invención, la suspensión acuosa S y/o solución acuosa obtenida después de al menos una unidad de división y/o al menos una unidad de filtración de membrana preferiblemente comprende 45 mg/l de carbonato hidrógeno de calcio, o 80 hasta 120 mg/l de carbonato hidrógeno de calcio y 20 hasta 30 mg/l de carbonato hidrógeno de magnesio.

Una mezcla de calcio y un carbonato de hidrógeno de magnesio se pueden obtener cuando la dolomita, dolomita semi quemada y/o completamente quemada que contiene material se usan como la sustancia que comprende el carbonato alcalinotérreo. En el significado de la presente invención la dolomita quemada comprende óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO), mientras la dolomita semi quemada comprende Mg en la forma de óxido de magnesio (MgO) y Ca en la forma de carbonato de calcio ($CaCO_3$), pero también puede incluir alguna cantidad menor de óxido de calcio (CaO).

Calentando la solución de permeado resultante que se obtiene después de al menos una unidad de división y al menos una unidad de filtración de membrana, se evapora el agua a partir de la solución y después de un cierto punto de tiempo de que el carbonato alcalinotérreo comienza a precipitar de la solución.

Tal calentamiento de la solución permeada resultante que se obtiene después de al menos una unidad de división y al menos una unidad de filtración de membrana se puede lograr en al menos una unidad de mezclado que comprende un dispositivo de calentamiento. Alternativamente, la solución de permeado resultante obtenida después

de al menos una unidad de división y al menos una unidad de filtración de membrana puede ser dirigida a otra unidad de mezclado que comprende un dispositivo de calentamiento.

En una realización preferida de la presente invención, la solución del permeado es típicamente ajustada con el dispositivo de calentamiento a una temperatura desde 45 °C hasta 90 °C, y preferiblemente desde 55 °C hasta 80 °C.

La invención es explicada en lo siguiente en más detalle en conjunto con los dibujos con referencia a dos realizaciones de instalaciones.

Como se muestra en la Figura 2, una realización de la instalación inventiva comprende una unidad de mezclado (1) equipada con un agitador (2), al menos una entrada para el agua (14) y los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno (6) a ser purificados y/o preparados, ya sea en una forma seca o acuosa. Conectada con una salida de la unidad de mezclado (1), existe una unidad de filtración de membrana (4) proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, donde al menos una parte de la suspensión resultante S obtenida en la unidad de mezclado (1) es alimentada. La unidad de filtración de membrana (4) preferiblemente retiene partículas gruesas que están contenidas en la suspensión acuosa S, es decir, todas las partículas que tienen un tamaño de al menos 0.2 µm. Al menos una parte de la suspensión resultante S que sale a la unidad de filtración de membrana (4) es recirculada nuevamente a través de una conexión (12) tal como tubos o tuberías en la unidad de mezclado (1). Por consiguiente, la unidad de filtración de membrana (4) se conecta a la unidad de mezclado de manera que el contenido de la unidad de filtración de membrana (4) puede ser recirculado a la unidad de mezclado (1). En particular, se observa que el filtrante o retenido obtenido en la unidad de filtración de membrana (4) es recirculado nuevamente en la unidad de mezclado (1). Un requerimiento específico de la instalación inventiva de este modo es que al menos una salida de la unidad de mezclado (1) está conectada con al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana (4) y al menos una salida de la unidad de filtración de membrana (4) está conectada con al menos una entrada de la unidad de mezclado (1).

Opcionalmente, al menos una parte de la solución acuosa filtrada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o preparados, es decir, el filtrado (10), puede ser descargada a través de una salida de la unidad de filtración de membrana (4). Por consiguiente, la unidad de filtración de membrana (4) puede estar equipada con otra salida para la descarga de al menos una parte de la solución acuosa que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno, es decir, el filtrado (10) obtenido pasando la suspensión resultante S a través del sistema de filtro de al menos una unidad de filtración de membrana (4).

La solución descargada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno, es decir, el filtrado (10), puede, opcionalmente, ser sometida a tratamientos adicionales (16) tales como por ejemplo un tratamiento mecánico, preferiblemente por un dispositivo desgasificante, tal como por ejemplo por un dispositivo ultrasónico y/o de vacío. Muy preferiblemente la fase de gas resultante obtenida por el dispositivo desgasificante es re-inyectada mediante un tubo de gas en el proceso por un inyector venturi, tal como tubos o tuberías, entre la unidad de mezclado (1) y la unidad de división (18) y el vacío es preferiblemente producido por este inyector venturi. Además, biocidas u otros aditivos pueden ser agregados al proceso con el fin de 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 opción adicional, la solución acuosa clara que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno, es decir, el filtrado (10), descargado de la unidad de filtración de membrana (4) puede ser diluido con agua adicional. Las partículas gruesas de mineral, pigmento y/o agentes de relleno contenidas en la suspensión acuosa S y que son retenidas en el dispositivo de filtración pueden opcionalmente ser recirculadas al reactor, es decir, en al menos una unidad de mezclado (1), con el fin de estar disponibles para conversión y/o purificación adicional.

En paralelo a la unidad de filtración de membrana (4), la instalación comprende una unidad de división (18) que comprende medios de división. El dispositivo de trituración (18) se conecta a la unidad de mezclado (1) en tal forma que al menos una parte del contenido de la unidad de división (18) puede ser recirculado a la unidad de mezclado (1). Por consiguiente, al menos una salida de la unidad de mezclado (1) está conectada con al menos una entrada de la unidad de división (18). Además, al menos una salida de la unidad de división (18) está conectada con al menos una entrada de la unidad de mezclado (1).

Una parte de la suspensión resultante S obtenida en la unidad de mezclado (1) que tiene un pH de entre 6 y 9 es alimentada a través de una conexión (8), tal como tubos o tuberías, a la unidad de filtración de membrana (4), mientras otra parte de la suspensión resultante S obtenida en la unidad de mezclado (1) que tiene un pH de entre 6 y 9 es alimentada a la unidad de división (18). En esta realización, el CO_2 (22) es preferiblemente alimentado en la instalación antes de la unidad de división (18). La suspensión acuosa triturada resultante obtenida después de la unidad de división (18) es entonces circulada (24) a partir de la unidad de división (18) nuevamente a la unidad de mezclado (1).

Como se muestra en la Figura 3, una realización de la instalación inventiva comprende una unidad de mezclado en la cual una unidad de división (1) está integrada. La unidad de mezclado/división combinada (1) está equipada con

un agitador (2) y medios de división adicionales tales como perlas de trituración. Además, la instalación comprende al menos una entrada para el agua (14) y los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno (6) a ser purificados y/o preparados, ya sea en una forma seca o acuosa. Conectada con una salida de la unidad de división/mezclado combinada (1), existe una unidad de filtración de membrana (4) proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida, donde al menos una parte de la suspensión resultante S obtenida en la unidad de división/mezclado combinada (1) se pasa a través de esta. La unidad de filtración de membrana (4) preferiblemente retiene partículas gruesas que están contenidas en la suspensión acuosa, es decir, todas las partículas que tienen un tamaño de al menos 0.2 µm. Al menos una parte de la suspensión resultante S que sale a la unidad de filtración de membrana (4) es recirculada nuevamente a través de una conexión (12), tal como tubos o tuberías, en la unidad de división/mezclado combinada (1). Por consiguiente, la unidad de filtración de membrana (4) se conecta a la unidad de división/mezclado combinada (1) de manera que el contenido de la unidad de filtración de membrana (4) puede ser recirculado a la unidad de división/mezclado combinada (1). En particular, se observa que el filtrante o retenido obtenido en la unidad de filtración de membrana (4) es circulado nuevamente en la unidad de división/mezclado combinada (1). Un requerimiento específico de la instalación inventiva de este modo es que al menos una salida de la unidad de división/mezclado combinada (1) está conectada con al menos una entrada de la unidad de filtración de membrana (4) y al menos una salida de la unidad de filtración de membrana (4) está conectada con al menos una entrada de la unidad de división/mezclado combinada (1).

Opcionalmente, al menos una parte de la solución acuosa filtrada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno a ser purificados y/o preparados, es decir, el filtrado (10), puede ser descargado a través de una salida de la unidad de filtración de membrana (4). Por consiguiente, la unidad de filtración de membrana (4) puede estar equipada con otra salida para la descarga de al menos una parte de la solución acuosa que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno, es decir, el filtrado (10) obtenido pasando la suspensión resultante S a través del sistema de filtro de al menos una unidad de filtración de membrana (4).

La solución descargada que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno, es decir, el filtrado (10) puede, opcionalmente, ser sometida a tratamientos adicionales (16) tales como por ejemplo un tratamiento mecánico o la adición de biocidas u otros aditivos con el fin de 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 opción adicional, la solución acuosa clara que comprende una sal soluble de los minerales, pigmentos y/o agentes de relleno descargada de la unidad de filtración de membrana (4) puede ser diluida con agua adicional. Las partículas gruesas de mineral, pigmento y/o agentes de relleno contenidas en la suspensión y que son retenidas en el dispositivo de filtración pueden opcionalmente ser recirculadas en el reactor, es decir, en la unidad de división/mezclado combinada (1), con el fin de estar disponibles para conversión y/o purificación adicional.

Por consiguiente, al menos una parte de la suspensión resultante S obtenida en la unidad de división/mezclado combinada (1) que tiene un pH de entre 6 y 9 es alimentada a través de una conexión (8), tal como tubos o tuberías, a la unidad de filtración de membrana (4). En esta realización, el CO_2 (22) es preferiblemente alimentado en la unidad de división/mezclado combinada (1) de la instalación. Preferiblemente, el agitador (2) es una máquina de mezclado, en donde un mezclado simultáneo de la suspensión acuosa y dosificación del CO_2 (4) es posible.

La Figura 4 muestra un inyector venturi (26) que puede ser usado como entrada de gas con la instalación de acuerdo con la presente invención. El inyector venturi es un dispositivo similar a bomba que usa el efecto Venturi de una boquilla convergente-divergente para convertir la energía de presión de un fluido de motor a energía de velocidad la cual crea una zona de baja presión que extrae y arrastra un fluido por succión. Después de pasar a través de la garganta del inyector, el fluido mezclado se expande y la velocidad se reduce lo cual resulta en la recompresión de los fluidos mezclados convirtiendo la energía de velocidad nuevamente en la energía de presión. El fluido de motor puede ser un líquido, vapor o cualquier otro gas. El fluido que entra por succión puede ser un gas, un líquido, una suspensión, o una corriente de gas cargado con polvo.

En el presente caso, el inyector venturi se usa para succionar gas de CO_2 en la suspensión S que está entrando de la unidad de mezclado con el fin de obtener la suspensión acuosa S que contiene burbujas de CO_2.

El inyector venturi puede ser localizado antes (es decir, más cercano a la unidad de mezclado) o después (es decir, más cercano a la unidad de división) de al menos una bomba que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división. Una ventaja del uso de un inyector venturi es que un gas, por ejemplo, CO_2 que se produce por la generación de energía puede ser introducido en el proceso que se puede llevar a cabo con la instalación inventiva, de manera que el proceso puede ser ejecutado casi a CO_2 neutral.

El alcance e interés de la invención será mejor entendido con base en los siguientes ejemplos los cuales están propuestos para ilustrar ciertas realizaciones de la invención y no son limitativos.

Figuras

La Figura 1 ilustra una instalación como se describe en la técnica anterior.

La Figura 2 ilustra una realización de la presente instalación que comprende una unidad de mezclado, una unidad de

división y una unidad de filtración de membrana, en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

La Figura 3 ilustra una realización de la presente instalación que comprende una unidad de división integrada en la unidad de mezclado y una unidad de filtración de membrana, en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

La Figura 4 ilustra un inyector venturi que puede ser usado como entrada de gas con la instalación de acuerdo con la presente invención.

El alcance y el interés de la invención se comprenderán mejor con base en los siguientes ejemplos que pretenden ilustrar ciertas realizaciones de la invención y no son limitativos.

Ejemplos

Área de superficie específica (SSA) de un material

El área de superficie específica (SSA) se midió usando un Malvern Mastersizer 2000 (con base en la ecuación Fraunhofer).

Distribución de tamaño de partícula (% en pasa de partículas con un diámetro < *X*) y diámetro mediano en peso (d_{50}) de un material particulado

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

pH de una suspensión o solución acuosa

El pH se midió usando un medidor de pH Mettler-Toledo. La calibración del electrodo de pH se realizó usando estándares de valores de pH 4.01, 7.00 y 9.21.

Contenido de sólidos de una suspensión acuosa

El contenido de sólidos de la suspensión (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 estándar, 5 hasta 20 g de suspensión.

Turbidez

La turbidez se midió con un Trubidímetro de Laboratorio Hach Lange 2100AN IS y la calibración se realizó usando estándares de turbidez StabCal (estándares de formazina) de < 0.1, 20, 200, 1000, 4000 y 7500 NTU.

Determinación de la dureza (dureza Alemana; expresada en “°dH”)

La dureza se refiere a la cantidad total de iones alcalinotérreos en la suspensión acuosa que comprende el carbonato hidrógeno alcalinotérreo, y es medida por titulación complexométrica usando ácido etilen-diamina-tetra-acético (EDTA; nombre comercial Titriplex III) y Eriocromo T como indicador de punto equivalente.

El EDTA (agente quelante) forma con los iones de Ca^{2+} y Mg^{2+}, complejos quelatos estables. 2 ml de una suspensión de amoníaco al 25%, un amortiguador de acetato de amonio/amoníaco (pH 10) e indicador de Eriocromo negro T se agregaron hasta 100 ml de una muestra de agua a ser ensayada. El indicador y el amortiguador son usualmente disponibles como el así llamado “tableta indicadora-amortiguadora”. El indicador, cuando se enmascara con un tinte amarillo, forma un complejo de color rojo con los iones de Ca^{2+} y Mg^{2+}. Al final de la titulación, es decir cuando todos los iones están unidos por el agente quelante, el indicador restante de Eriocromo negro T está en su forma libre la cual muestra un color verde. Cuando el indicador no está enmascarado, entonces el color cambia de magenta a azul. La dureza total puede ser calculada a partir de la cantidad de EDTA que ha sido usada.

La Tabla 1 abajo muestra una conversión para las diferentes unidades de la dureza del agua.

Tabla 1

Conversión para 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

Conversión para las diferentes unidades de la dureza del agua[1]							
		°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
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 $CaCO_3$ (USA)	1 ppm =	0.056	0.07	0.1	1	0.02	0.01
mval/l de iones alcalino térreos	1 mval/l =	2.8	3.51	5	50	1	0.50
mval/l de iones alcalino térreos	1 mmol/l=	5.6	7.02	10.00	100.0	2.00	1
[1]En este sentido la unidad ppm es usada en el significado de 1 mg/l de $CaCO_3$.							

Instalación comparativa

Un diagrama de flujo de proceso general de la instalación usado para el ejemplo comparativo se muestra en la Figura 1 (Dispositivo A). La instalación comprende un tanque de alimentación que tiene un volumen de tanque de alimentación de 50 l, el cual se alimentó con 45 l de suspensión, como unidad de mezclado que incluye un agitador y un microfiltro de membrana de flujo cruzado, en donde la suspensión que comprende minerales, pigmentos y/o agentes de relleno introducidos en la unidad de mezclado se extrae a través de una salida localizada en la unidad de mezclado y se dirige y pasa a través del microfiltro de membrana de flujo cruzado. Al menos una parte del filtrado que sale del microfiltro de membrana de flujo cruzada se dirige nuevamente a la unidad de mezclado. El microfiltro de membrana de flujo cruzado tiene un área de membrana total de 0.6 m^2 (3 módulos seriales de 0.2 m^2/módulo) y un diámetro de tubo interno de 6 mm.

Instalaciones inventivas

Un diagrama de flujo de proceso general de una instalación de acuerdo con la presente invención se muestra en la Figura 2 (Dispositivo B). La instalación comprende un tanque de alimentación que tiene un volumen de tanque de alimentación de 50 l, el cual se alimentó con 45 l de suspensión, como unidad de mezclado que incluye un agitador y un microfiltro de membrana de flujo cruzado y una unidad de división las cuales están instaladas en paralelo. La suspensión que comprende minerales, pigmentos y/o agentes de relleno introducidos en la unidad de mezclado puede de este modo ser retirada simultáneamente o independientemente a través de al menos dos salidas localizada en la unidad de mezclado y dirigidas y pasadas a través del microfiltro de membrana de flujo cruzado y/o unidad de división. Al menos una parte del filtrado que sale del microfiltro de membrana de flujo cruzado y/o la suspensión que sale de la unidad de división se dirige nuevamente a la unidad de mezclado. El microfiltro de membrana de flujo cruzado tiene un área de membrana total de 0.6 m^2 (3 módulos seriales de 0.2 m^2/módulo) y un diámetro de tubo interno de 6 mm.

Un diagrama de flujo de proceso general de otra instalación de acuerdo con la presente invención se muestra en la Figura 3 (Dispositivo C). La instalación comprende una unidad de mezclado en la cual, la unidad de división está integrada y equipada con un agitador y perlas de trituración elaboradas de óxido de zirconio. La instalación además comprende un microfiltro de membrana de flujo cruzado de manera que la suspensión que comprende minerales, pigmentos y/o agentes de relleno introducida en la unidad de mezclado/división es extraída a través de una salida localizada en la unidad de mezclado/división y dirigida y pasada a través del microfiltro de membrana de flujo cruzado. Al menos una parte del filtrado que sale del microfiltro de membrana de flujo cruzado es dirigido nuevamente a la unidad de mezclado/división.

El agua alimentada usada en los ejemplos inventivos se obtuvo a partir de un equipo de intercambio iónico de Christ, Aesch, Suiza Tipo Elite IBTH, el agua alimentada tiene la siguiente especificación de agua después del intercambiador iónico:

Sodio 169 mg/l

Calcio 2 mg/l

Magnesio < 1 mg/l

°dH 0.3

Ejemplo 1, Microdol A extra (Dolomita)

En el presente ejemplo, Microdol A extra, una dolomita obtenida de la Company Norwegian Talc, Knarrevik, se usó como al menos un carbonato alcalinotérreo.

La meta de los ensayos en el Ejemplo 1 fue producir una suspensión de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de un pH de 7.2 ± 0.1 de una dolomita a temperatura ambiente. El material de alimentación de dolomita al comienzo del ensayo tiene un d_{90} de 0.35 µm, un d_{50} de 2.75 µm y un d_{50} de 10.53 µm.

Las condiciones de reacción y operación se proporcionan en las Tablas 2 y 3

Comparativo:

Ensayo a) Dispositivo A, (temperatura del tanque 23 °C)

Flujo de alimentación al micro filtro de flujo cruzado: 2.0 m^3/h

Tabla 2

% en peso de Sólidos alimentados/ tiempo de ejecución en minutos	ml/min de CO_2	°dH de Permeado	l/h de Permeado	l/h de Permeado a 10°dH	Presión de membrana [bar]	1/h/m^2 de Permeado a 10°dH	pH de Permeado	d_{10} d_{50} d_{90}
15% en peso 180 minutos	200	32.5	43	138	2	231	7.14	0.35 µm 2.68 µm 10.5 µm

Inventiva:

Ensayo b) Dispositivo B, (temperatura del tanque 25°C)

Flujo de alimentación al microfiltro de membrana de flujo cruzado: 2.0 m^3/h

Flujo de alimentación al dispositivo de división: 0.20 m^3/h

Tabla 3

% en peso de Sólidos alimentados/ tiempo de ejecución del ensayo	ml/min de CO_2	°dH de Permeado	l/h de Permeado	l/h de Permeado a 10°dH	Presión de membrana [bar]	1/h/m^2 de Permeado a 10°dH	pH de Permeado	d_{10} d_{50} d_{90}
15% en peso 165 minutos	250	50	40	209	2	349	7.3	0.28 µm 1.05 µm 3.74 µm

A partir de la Tabla 3 (invención) se obtiene que la capacidad de permeado en l/h/m^2 usando el equipo inventivo se incrementa por un factor de 1.5 comparado con la capacidad del permeado obtenido en un equipo de la técnica anterior como se resume en la Tabla 2 (técnica anterior). En particular, el diámetro de partícula medio (d_{50}) de las partículas en la suspensión S obtenido en el equipo inventivo se determinó por ser 1.05 µm, mientras el diámetro medio (d_{50}) de partículas en la suspensión S usando el equipo de la técnica anterior permanece casi constante. La turbidez de la muestra de permeado obtenida en el equipo inventivo y después de 165 min. fue < 0.3 NTU.

Ejemplo 2, Microdol A extra (Dolomita)

En el presente ejemplo, Microdol A extra una dolomita como se describe en el Ejemplo 1 se usó como al menos un carbonato alcalinotérreo.

La meta de los ensayos en el Ejemplo 2 fue producir una suspensión de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de un pH de 7.8 ± 0.1 de la dolomita a una temperatura incrementada de 40°C.

El material de alimentación de dolomita al comienzo del ensayo tiene un d_{10} de 0.35 µm, un d_{50} de 2.75 µm y un d_{90} de 10.53 µm.

Las condiciones de reacción y operación se proporcionan en la Tabla 4.

Inventiva:

Ensayo c) Dispositivo B, (temperatura del tanque 40°C)

Flujo de alimentación al microfiltro de membrana de flujo transversal: 2.0 m^3/h

Flujo de alimentación al dispositivo de división: 0.20 m^3/h

Tabla 4

% en peso de Sólidos alimentados/ tiempo de ejecución del ensayo	ml/min de CO_2	°dH de Permeado	l/h de Permeado	l/h de Permeado a 10°dH	Presión de membrana [bar]	1/h/m^2 de Permeado a 10°dH	pH de Permeado	d_{10} d_{50} d_{90}
8% en peso 165 minutos	100	38	74	280	1	467	7.7	0.32 µm 1.26 µm 3.72 µm

A partir de la Tabla 4 se puede obtener que la capacidad del permeado en l/h/m^2 usando el equipo inventivo a 40°C se incrementa por un factor de 1.33 comparado con la capacidad de permeado obtenido en el equipo inventivo a 25 °C y comparado con el equipo de la técnica anterior como se resume en la Tabla 2 (técnica previa) aún por un factor de 2.0. Los ejemplos muestran claramente el mejoramiento de la eficiencia de la instalación inventivas del Ensayo b) y c) contra el Ensayo a).

Ejemplo 3, Mármol puro, Carinthia, Austria

En el presente ejemplo, se usó un mármol puro de la región de Carinthia, Austria. El contenido de HCl insoluble fue 7.5% en peso (aprox. 90% en peso de mica y 10% en peso de cuarzo, determinado por XRD).

El material alimentado de Mármol al comienzo del ensayo tiene un d_{10} de 1.0 µm, un d_{50} de 24.5 µm y un d_{90} de 104 µm. El área de superficie específica (SSA) fue < 0.1 m^2/g.

Las condiciones de reacción y operación de la instalación se pueden obtener a partir de la Tabla 5.

Ensayo d), Dispositivo B, (temperatura de tanque de mezcla 24 °C)

Flujo alimentado al microfiltro de membrana de flujo transversal: 2.0 m^3/h

Flujo de alimentación al dispositivo de división: 0.065 m^3/h

Tabla 5

% en peso de Sólidos alimentados/ tiempo de ejecución del ensayo	ml/min de CO_2	°dH de Permeado	l/h de Permeado	l/h de Permeado a 10°dH	Presión de membrana [bar]	1/h/m^2 de Permeado a 10°dH	pH de Permeado	d_{10} d_{50} d_{90} SSA
5% en peso 105 minutos	200	25	5.4	13.5	0	23	7.17	0.30 µm 1.18 µm 6.16 µm 3.07 m^2/g
5% en peso 165 minutos	300	42.5	42.2	179	1	299	6.7	0.32 µm 1.2 µm 5.56 µm no determinado
5% en peso 180 minutos	300	40.0	79.6	318	2	351	6.7	no determinado

El área de superficie de partícula total (SSA_{total}) de la suspensión S obtenida en el equipo inventivo y tomada después de 105 min. representa 185000 m^2/tonelada de suspensión S.

La turbidez de la muestra de permeado obtenida en el equipo inventivo tomada después de 165 min. fue < 0.3 NTU.

2 litros de permeado claro obtenido después de 180 min se calentaron por 2 h a 70°C, y el precipitado resultante se recolectó por filtración usando un disco de filtro de membrana de laboratorio que tiene un diámetro de 50 mm y un tamaño de poro de 0.2 µm (producido por Millipore).

El análisis de XRD del precipitado resultante muestra lo siguiente:

PCC Aragonítico	97.3% en peso
PCC Calcítico	2.7% en peso
Sílice/Silicatos (Mica)	< 0.1% en peso
HCl insol.	< 0.1% en peso

Por lo tanto, los resultados de XRD y el contenido de HCl insoluble muestra que una solución de $CaHCO_3$ muy limpia

así como también muy pura de carbonato de calcio precipitado se obtiene a partir de un material de partida que contiene un contenido de HCl insoluble (impurezas) de 7.5% en peso.

Este ejemplo demuestra claramente que la instalación inventiva produce soluciones de extracción muy puras así como también minerales, pigmentos y/o agentes de relleno de material de partida impuro. Este ejemplo muestra el uso de la instalación inventiva como una alternativa redituable a procesos donde son usados químicos para separar las fases minerales, de pigmento y/o de relleno.

Ejemplo 4, mezcla de Dolomita/Piedra caliza

Ensayo de Planta Piloto

En el presente ejemplo, una parte de Microdol A extra, una dolomita como se describe en el Ejemplo 1 se mezcló con dos partes de piedra caliza de la región de Avignon, Francia, y se usó como la mezcla de carbonatos alcalinotérreos.

La meta del ensayo en el Ejemplo 4 fue producir una solución de carbonato de hidrógeno alcalinotérreo de un pH de 6.5 hasta 6.7 a escala piloto.

La mezcla de carbonatos alcalinotérreos tiene un d_{10} de 0.43 µm, un d_{50} de 2.43 µm y un d_{90} de 6.63 µm al comienzo del ensayo.

La mezcla fue alimentada como 50% en peso de suspensión en agua.

Las condiciones de reacción y operación de la instalación se pueden obtener a partir de la Tabla 6.

Inventiva:

Ensayo e) Dispositivo B, (temperatura del tanque 18.5°C)

La instalación comprende un tanque de alimentación que tiene un volumen de tanque de alimentación de 1,000 l como unidad de mezclado que incluye un agitador y un microfiltro de membrana de polietileno de flujo cruzado como la unidad de microfiltración de membrana de flujo cruzado y una unidad de división las cuales están instaladas en paralelo. La suspensión que comprende minerales, pigmentos y/o agentes de relleno introducida en la unidad de mezclado puede de este modo ser extraída simultáneamente o independientemente a través de al menos dos salidas localizadas en la unidad de mezclado y dirigida y pasada a través de la unidad de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o unidad de división. Al menos una parte del filtrado que sale de la unidad de microfiltración de membrana de flujo cruzado y/o la suspensión que sale de la unidad de división se dirige nuevamente a la unidad de mezclado. El microfiltro de membrana de polietileno de flujo cruzado tiene un área de membrana total de 8 m^2, un diámetro de tubo interno de 5.5 mm y es de 3 m de largo. Además, el microfiltro tiene un diámetro de poro de 1.0 µm y comprende 174 tubos en paralelo (módulo de filtro Seprodyn SE 150 TP 1L/DF, Microdyn).

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

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

Presión en la entrada de la membrana de flujo cruzado: 1 bar

Presión en la salida de la membrana de flujo cruzado: 0.3 bar

Presión en la salida de la solución: 0.05 bar

Flujo alimentado de la suspensión S al dispositivo de división: 0.40 m^3

Presión en la entrada de la unidad de división: 0.7 hasta 0.8 bar

Dosis de CO_2: 2.0 litros/min a una presión de 1.5 hasta 1.6 bar.

Sólidos alimentados de la suspensión S: 15% en peso

Los resultados son medidos después de 44 horas de corridas continuas.

Tabla 6

°dH de permeado	m^3/h de permeado	concentración de ión alcalino térreo en el permeado	m^3/h de permeado a 10 °dH	l/h/m^2 de permeado a 10 °dH	pH de 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

La superficie de partícula específica de la suspensión S obtenida en la instalación inventiva y tomada después de 44 horas fue 408,000 m^2/tonelada de suspensión S.

Una primera cantidad de agua de grifo que comprende 45 mg/l de carbonato alcalinotérreo (suma de $CaCO_3$/$MgCO_3$) se produjo diluyendo el permeado de este ensayo con el agua de alimentación. La capacidad resultante de este ensayo corresponde a aproximadamente 6.7 m^3/h a una concentración de 45 mg/l de carbonato alcalinotérreo.

Una segunda calidad de agua de grifo que comprende 100 mg/l de carbonato alcalinotérreo 1 ($CaCO_3$) y 10 - 15 mg/l de carbonato alcalinotérreo 2 ($MgCO_3$) se produjo diluyendo el permeado de este ensayo con el agua de alimentación. La capacidad resultante de este ensayo corresponde a aproximadamente 2.7 m^3/h a una concentración de 100 mg/l de $CaCO_3$ y 10 - 15 mg/l de $MgCO_3$.

El consumo de energía eléctrica total de la instalación inventiva para obtener 1 m^3 de la segunda calidad de agua de grifo fue 0.07 hasta 0.12 kWh por m^3 de calidad de agua de grifo 2.

El consumo de energía eléctrica para la parte del molino de la instalación inventiva para obtener 1 m^3 de la segunda calidad de agua de grifo fue 0.06 - 0.09 kWh por m^3 de calidad de agua de grifo 2.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado y/o mineralización del agua, comprendiendo en comunicación fluida

a) al menos una unidad de mezclado proporcionada con al menos dos entradas y al menos una salida,

b) al menos una unidad de división que comprende medios de división, y

c) al menos una unidad de filtración de membrana proporcionada con al menos una entrada y al menos una salida,

en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de filtración de membrana y al menos una salida de al menos una unidad de filtración de membrana está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

2. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de agitación.

3. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una unidad de mezclado comprende un dispositivo de calentamiento capaz de calentar el contenido de al menos una unidad de mezclado a una temperatura de entre 5 °C y 90 °C, y preferiblemente entre 20 °C y 50 °C.

4. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de división es al menos un dispositivo de trituración y/o al menos un dispositivo de aplastamiento, y preferiblemente es al menos un dispositivo de trituración.

5. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de división es al menos un dispositivo de trituración vertical y/o al menos un dispositivo de aplastamiento vertical o al menos un dispositivo de trituración horizontal y/o al menos un dispositivo de aplastamiento horizontal.

6. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de división es un molino de bolas de abertura anular cónica.

7. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de división comprende medios de división que tienen un valor d_{50} de diámetro de partícula de peso medio desde 0.01 mm hasta 100 mm, preferiblemente desde 0.1 mm hasta 75 mm y muy preferiblemente desde 0.5 mm hasta 5 mm.

8. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de división comprende perlas de movimiento como medios de división hechos de un material seleccionado una partir del grupo que comprende arenas de cuarzo, vidrio, porcelana, óxido de zirconio, silicato de zirconio y mezclas de los mismos, que comprende opcionalmente cantidades menores de minerales adicionales.

9. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde los medios de división de al menos una unidad de división son elaborados de un material mineral, pigmento y/o de relleno, preferiblemente los medios de división y los minerales, pigmentos y/o de relleno a ser purificados y/o a ser preparados son del mismo material.

10. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de filtración de membrana es un dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado, y preferiblemente es un dispositivo de filtración de micromembrana de flujo cruzado y/o es un dispositivo de ultrafiltración de membrana de flujo cruzado.

11. Instalación de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado comprende al menos un tubo de membrana de filtro que tiene un diámetro interno del tubo desde 0.01 mm hasta 25 mm, preferiblemente desde 0.1 mm hasta 10 mm.

12. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de filtración de membrana comprende al menos una membrana que tiene un tamaño de poro de entre 0.01 µm y 10 µm, preferiblemente entre 0.05 µm y 5 µm y muy preferiblemente entre 0.1 µm y 2 µm.

13. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el material de membrana se selecciona a partir del grupo que comprende un material sinterizado, porcelana porosa, polímeros sintéticos, como polietileno, polipropileno o Teflon®, y mezclas de los mismos.

14. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 hasta 13, en donde la velocidad del flujo a través de al menos una membrana del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0.1 m/s y 10 m/s, preferiblemente entre 0.5 m/s y 5 m/s y muy preferiblemente entre 1 m/s y 4 m s y/o la presión en la entrada del dispositivo de filtración de membrana de flujo cruzado es entre 0 bar y 30 bar, preferiblemente entre 0.2 bar y 10 bar y muy preferiblemente entre 0.5 y 5 bar.

15. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la instalación comprende al menos tres salidas, preferiblemente al menos cuatro salidas y más preferiblemente al menos cinco salidas y/o la instalación comprende al menos cuatro entradas, preferiblemente al menos cinco entradas y más preferiblemente al menos seis entradas

16. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos salidas y/o al menos tres entradas, preferiblemente al menos cuatro entradas.

17. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la instalación comprende al menos una entrada de gas, preferiblemente una entrada de CO_2.

18. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una unidad de mezclado comprende al menos dos entradas siendo entradas de líquido, preferiblemente al menos tres entradas de líquido, y más preferiblemente al menos cuatro entradas de líquido.

19. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la instalación comprende al menos una unidad de control que regula el nivel de llenado de al menos una unidad de mezclado, velocidad de la bomba, pH, conductividad, concentración de iones de calcio (por ejemplo, por electrodo sensible al ión) y/o temperatura.

20. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la instalación comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de filtración de membrana.

21. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una salida de al menos una unidad de mezclado está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de división y al menos una salida de al menos una unidad de división está conectada con al menos una entrada de al menos una unidad de mezclado.

22. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la instalación además comprende al menos una bomba localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división.

23. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 20 hasta 22, en donde la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de filtración de membrana es 0.01 hasta 100 veces el volumen de al menos una unidad de mezclado y/o la relación de la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos una unidad de división a la capacidad de bombeo de al menos una bomba (en m^3/h de la suma) que alimenta al menos la unidad de filtración de membrana es entre 1:1 y 1:1000 y preferiblemente entre 1:5 y 1:250.

24. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 20, en donde al menos la unidad de división está integrada en al menos una unidad de mezclado.

25. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una entrada siendo una entrada de gas que está localizada entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división, más preferiblemente entre una bomba de alimentación de al menos una unidad de división y al menos una unidad de división, y muy preferiblemente en la entrada de la unidad de división.

26. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde al menos una entrada siendo una entrada de gas que es un inyector venturi que está localizado entre al menos una unidad de mezclado y al menos una unidad de división, y preferiblemente está localizada entre la salida de al menos una unidad de mezclado y la entrada de al menos una unidad de división.

27. Instalación de acuerdo con la reivindicación 24, en donde al menos una entrada es una entrada de gas que está localizada en la parte superior del eje hueco del dispositivo de agitación de al menos una unidad de mezclado.

28. Uso de una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 27, para la purificación de minerales, pigmentos y/o agentes de relleno y/o la mineralización del agua.

29. Uso de una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 27, para la preparación de carbonato alcalinotérreo precipitado.

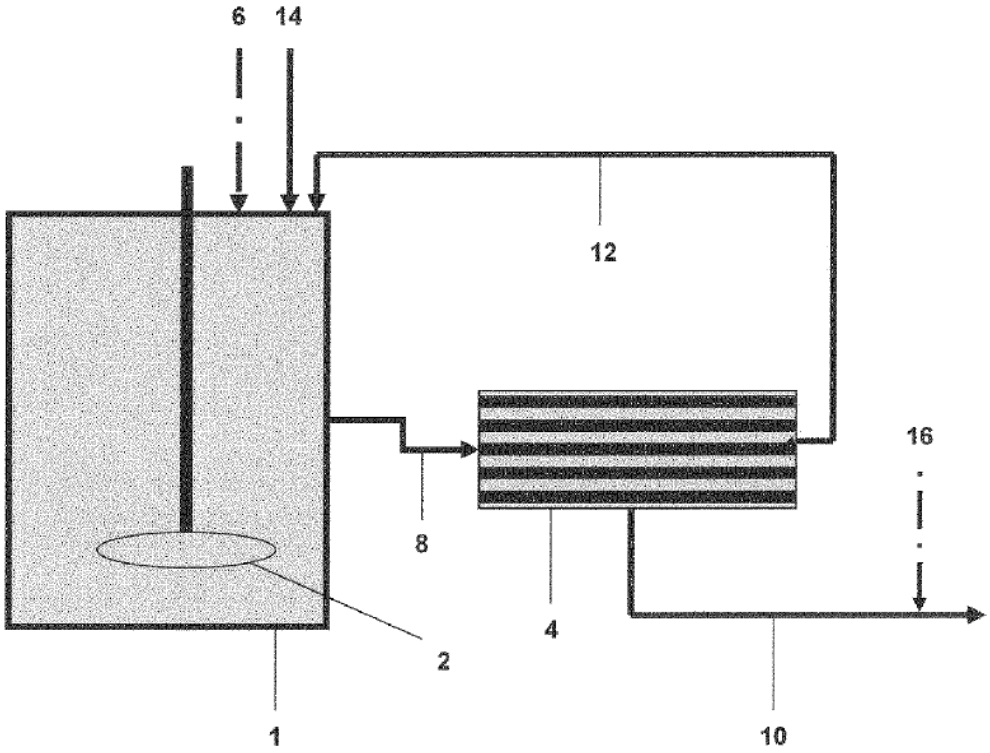

Fig. 1

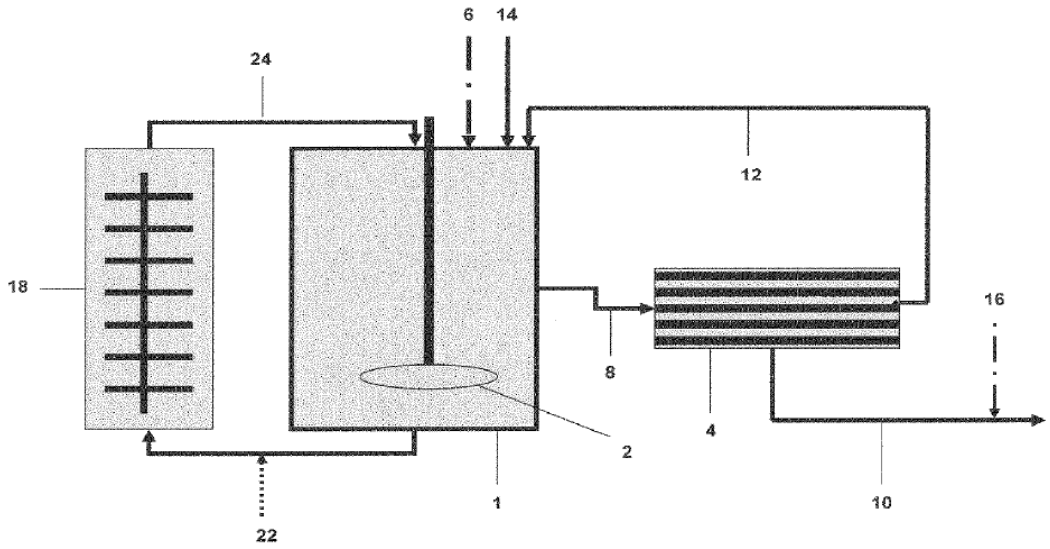

Fig. 2

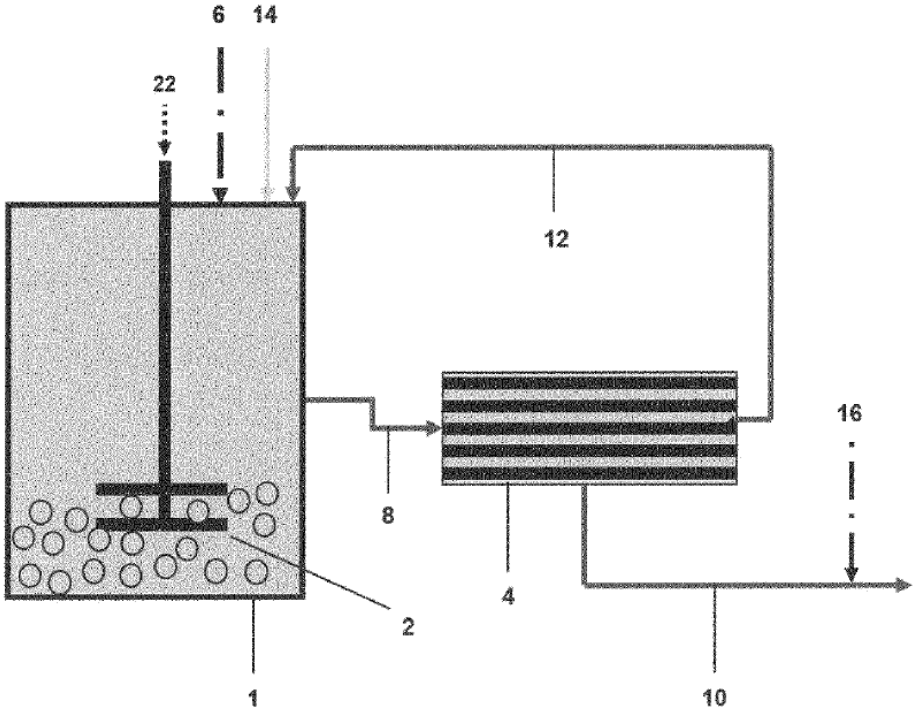

Fig. 3

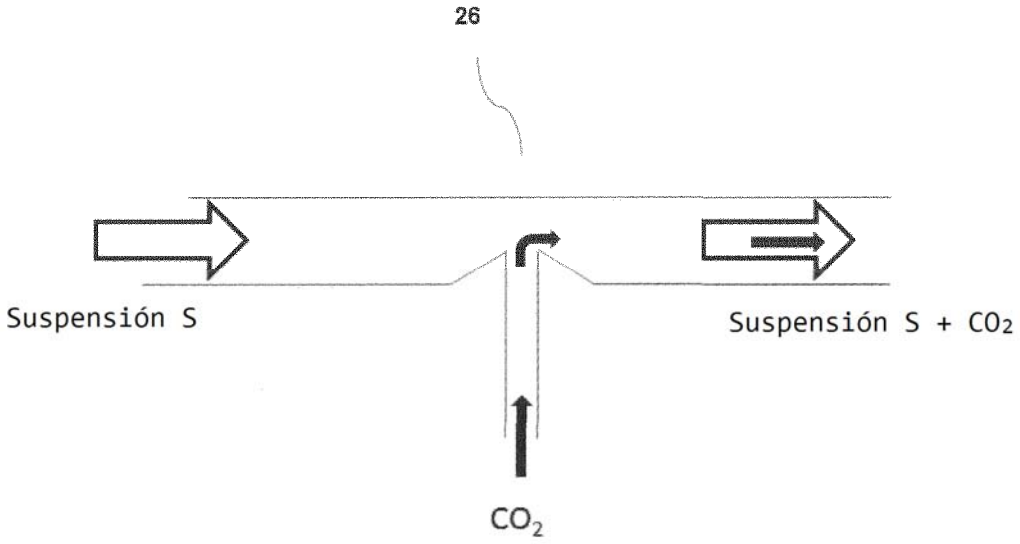

Fig. 4