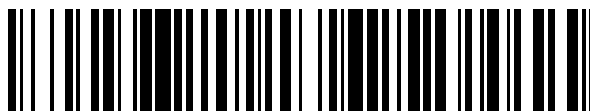


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 684**

51 Int. Cl.:

C02F 11/14 (2006.01) **C02F 101/10** (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01) **C02F 103/00** (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 103/32 (2006.01)

C02F 103/28 (2006.01)

C02F 103/22 (2006.01)

C02F 103/24 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

C02F 1/56 (2006.01)

C02F 101/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2013** **E 13166922 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016** **EP 2801555**

54 Título: **Purificación de agua y deshidratación de lodos empleando carbonato de calcio de superficie tratada y filosilicato, uso de la combinación de carbonato de calcio de superficie tratada y filosilicato y material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.05.2017

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

72 Inventor/es:
GERARD, DANIEL EDWARD;
POFFET, MARTINE;
SCHÖLKOPF, JOACHIM;
SKOVBY, MICHAEL y
GANE, PATRICK ARTHUR CHARLES

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 612 684 T3

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

DESCRIPCIÓN

Purificación de agua y deshidratación de lodos empleando carbonato de calcio de superficie tratada y filosilicato, uso de la combinación de carbonato de calcio de superficie tratada y filosilicato y material compuesto

5 La invención se refiere a un procedimiento para la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o sedimentos, al uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o la deshidratación de lodos y/o sedimentos, así como al uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad adyuvantes poliméricos de floculación en agua y/o lodos y/o sedimentos y un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas originadas a partir de diferentes fuentes obtenibles mediante dicho procedimiento.

10 La contaminación del agua ha planteado un serio problema en todo el mundo. A este respecto, se sugiere que la contaminación del agua es la principal causa de muerte y enfermedades en los países en desarrollo, pero también los países industrializados siguen luchando con esos problemas de contaminación. En general, el agua, los lodos y los sedimentos se consideran contaminados cuando están alterados por contaminantes antropogénicos y no sirven para uso humano, tal como servir como agua potable, y/o tienen efectos negativos sobre la flora y la fauna acuática y/o terrestre.

15 Los contaminantes específicos o impurezas que conducen a la contaminación en agua, lodos y sedimentos, incluyen una amplia variedad de sustancias químicas, patógenos y cambios físicos o sensoriales tales como temperatura elevada y decoloración. A este respecto, los contaminantes químicos pueden incluir sustancias orgánicas, así como sustancias inorgánicas. En particular, muchos de los componentes inorgánicos también pueden ser naturales (sales de calcio, sales de sodio, sales de manganeso, etc.) de manera que su concentración es a menudo la clave para determinar que es un componente natural del agua, lodo o sedimento y que es un contaminante. Las fuentes de estas contaminaciones de agua, lodos o sedimentos suelen originarse en aguas residuales urbanas, es decir, aguas residuales domésticas o una mezcla de aguas residuales domésticas con aguas residuales industriales y/o aguas pluviales de escorrentía, así como aguas residuales industriales, es decir cualquier agua residual que se descarga de los locales utilizados para llevar a cabo cualquier actividad comercial o industrial.

20 En el estado de la técnica, se han propuesto varios enfoques para la purificación de aguas contaminadas, lodos o sedimentos. Por ejemplo, un enfoque implica la adición de floculantes para eliminar o al menos reducir la cantidad de contaminantes tales como sólidos finos, microorganismos y materiales inorgánicos y orgánicos disueltos. La floculación se refiere a un procedimiento en el que los compuestos disueltos y/o las partículas coloidales se eliminan de la solución en forma de flóculos o "escamas". El término también se utiliza para referirse al procedimiento mediante el cual se hace que las partículas finas se agrupen en flóculos. Los flóculos pueden entonces flotar hasta la parte superior del líquido, depositarse en el fondo del líquido, o pueden filtrarse fácilmente del líquido.

25 Los floculantes, o agentes floculantes, son sustancias químicas que se usan para promover la floculación. Los floculantes se usan en procedimientos de tratamiento de agua para mejorar la sedimentación o filtrabilidad de partículas pequeñas. Muchos floculantes son cationes multivalentes tales como aluminio, hierro, calcio o magnesio. Estos iones cargados positivamente interactúan con partículas y moléculas cargadas negativamente para reducir las barreras para la agregación. Además, muchas de estas sustancias químicas, en condiciones adecuadas de pH y otras condiciones, reaccionan con agua para formar hidróxidos insolubles que, al precipitarse, se unen para formar cadenas largas o mallas, atrapando físicamente pequeñas partículas en el flóculo más grande.

30 Los floculantes o coagulantes comunes usados son sulfato de aluminio o cloruro de polialuminio (PAC). El sulfato de aluminio reacciona con el agua para formar flóculos de hidróxido de aluminio. La coagulación con compuestos de aluminio puede dejar un residuo de aluminio en el agua procesada, que puede ser tóxico para los seres humanos en altas concentraciones. En soluciones de cloruro de polialuminio (PAC), se han formado iones de aluminio en polímeros que consisten en agrupaciones de iones puenteados por átomos de oxígeno. El PAC se utiliza por ejemplo, para el tratamiento de agua potable marrón que contiene materiales orgánicos tales como hojas y/o materiales inorgánicos tales como compuestos de hierro y manganeso que causan la decoloración marrón. Sin embargo, el PAC generalmente no es suficiente para eliminar toda la decoloración marrón del agua.

35 El cloruro de hierro (III) es otro coagulante común. Los coagulantes de hierro (III) trabajan sobre un rango de pH mayor que el sulfato de aluminio, pero no son efectivos con muchas fuentes de aguas. La coagulación con compuestos de hierro típicamente deja un residuo de hierro en el agua terminada. Esto puede impartir un ligero sabor al agua, y puede causar manchas marrones en los artículos de porcelana. Además, el cloruro de hierro (III) produce riesgos de corrosión en el sistema de tratamiento de agua.

40 Otros floculantes bien conocidos para el tratamiento del agua, basados en un área superficial específica elevada tal como carbón activado o bentonita, tienen el inconveniente general de que son muy difíciles de separar después de la adsorción de la sustancia que se va a eliminar del medio debido a su estado finamente dividido.

El experto en la materia conoce también el documento US 2006/0273039 A1, que se refiere a un producto y un aparato para limpiar agua o aguas residuales industriales y residuales, que incluye una mezcla de diatomita que se calienta y se agita para impartir una mayor carga eléctrica negativa a la diatomita. El documento EP 2 0111 766 A1 se refiere a un procedimiento para reducir la cantidad de componentes orgánicos en el agua, en el que se pone en contacto un carbonato de calcio natural de superficie reactiva y un adsorbente hidrófobo, seleccionado del grupo que consiste en talco, carbonato de calcio hidrófobo, bentonita hidrófoba, caolinita hidrófoba, vidrio hidrófobo o cualquier mezcla de los mismos, con el agua a purificar, siendo el carbonato de calcio natural de superficie reactiva el producto de reacción de un carbonato de calcio natural con un ácido y dióxido de carbono, que se forma in situ por el tratamiento con ácido y/o suministrado externamente, y el carbonato de calcio natural de superficie reactiva se prepara como una suspensión acuosa que tiene un pH superior a 6,0, medido a 20°C. El documento EP 1 982 759 A1 se refiere a un procedimiento para la purificación de agua, en el que un carbonato de calcio natural de superficie reactiva se pone en contacto con el agua a purificar, siendo el carbonato de calcio natural de superficie reactiva el producto de reacción de un carbonato de calcio natural con un ácido y dióxido de carbono, que se forma in situ por el tratamiento con ácido y/o se suministra externamente. El documento EP 1 974 807 A1 se refiere a la eliminación de compuestos disruptores endocrinos de un medio acuoso mediante la adición de carbonato de calcio natural de superficie reactiva o una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio de superficie reactiva y que tiene un pH superior a 6,0 medido a 20°C, en el que el carbonato de calcio de superficie reactiva es un producto de reacción de carbonato de calcio natural con dióxido de carbono y uno o más ácidos. El documento EP 1 974 806 A1 se refiere a un procedimiento para la purificación de agua mediante la adición al medio de carbonato de calcio natural de superficie reactiva o una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio de superficie reactiva y que tiene un pH superior a 6,0 medido a 20°C, donde el carbonato de calcio de superficie reactiva es un producto de reacción de carbonato de calcio natural con dióxido de carbono y uno o más ácidos. El documento EP 1 493 716 A1 se refiere a un procedimiento de tratamiento de aguas residuales, en el que se añade al agua residual que contiene ion ión fluoruro y/o ión fosfato un compuesto que contiene calcio, y a continuación se añade con un agente formador de película y un agente complejante.

Sin embargo, un problema con la adición de tales floculantes es que tiende simplemente a unir y aglomerar contaminantes orgánicos, mientras que las impurezas inorgánicas están aún finamente dispersas en la muestra de agua. Además, el material floculado debe eliminarse de la fase acuosa mediante un procedimiento de deshidratación tal como filtración o centrifugación, de modo que pueda disponerse posteriormente de la torta de filtración obtenida, por ejemplo, quemándola. Sin embargo, debido al procedimiento total de floculación incompleta, el contenido de agua en dicha torta de filtración obtenida es comparativamente alto, lo que da lugar a un aumento dramático del consumo de energía en la combustión.

Otra estrategia implica el uso de adyuvantes de floculación poliméricos junto con otros floculantes inorgánicos. Sin embargo, cuando se usan en combinación con uno de los floculantes inorgánicos mencionados anteriormente, tal como cloruro de hierro (III), adyuvante polimérico de floculación debe ser catiónico, es decir, debe tener una carga total positiva para actuar eficazmente como adyuvante de floculación. Las largas cadenas de polímeros cargados positivamente pueden ayudar a fortalecer el flóculo haciendo que sea más grande, se sedimente más rápido y sea más fácil de filtrar. Debido a la restricción a los polímeros catiónicos, se reduce la flexibilidad del procedimiento.

Un adyuvante polimérico de floculación conocido es poliacrilamida. Mediante el uso de comonomeros específicos, pueden proporcionarse poliacrilamida tanto aniónica como catiónica. Sin embargo, como ya se ha indicado anteriormente, cuando se usa en combinación con floculantes inorgánicos tales como cloruro de hierro (III), sólo es eficaz la poliacrilamida catiónica.

Sin embargo, un problema con este enfoque es que estos adyuvantes poliméricos de floculación suelen ser dosificados en exceso con el fin de asegurar la aglomeración de todas las partículas sólidas finas en el agua a tratar. Por lo tanto, después de la separación del material floculado de la fase acuosa, aumenta el contenido de poliacrilamida en el filtrado habitualmente debido a las altas cantidades de adyuvantes de floculación poliméricos utilizados. Sin embargo, dado que existen consideraciones ambientales severas con respecto al agua que contiene adyuvantes poliméricos de floculación, y especialmente poliacrilamida, el filtrado no se puede disponer fácilmente en la naturaleza y, por lo tanto, se requieren más etapas de purificación que consumen tiempo y recursos para eliminar el adyuvante polimérico de floculación del filtrado.

Por lo tanto, existe una necesidad continua de procedimientos alternativos de tratamiento de agua, que permitan un mejor rendimiento que los procedimientos existentes y disminuyan eficazmente la concentración de impurezas y especialmente impurezas inorgánicas y la concentración de adyuvantes poliméricos de floculación en aguas residuales a tratar, pero que todavía permita un funcionamiento sencillo de bajo coste.

Este y otros objetivos son resueltos por el contenido de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, un procedimiento para la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o sedimentos, comprende las siguientes etapas:

- a) proporcionar agua a purificar y/o lodo y/o sedimento que se va a deshidratar que contiene impurezas;
- b) proporcionar al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, en el que al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico,
- c) proporcionar al menos un filosilicato, y
- 5 d) poner en contacto el agua y/o lodo y/o sedimento de la etapa a) con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) para obtener un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato y las impurezas.

10 Los inventores encontraron sorprendentemente que el procedimiento anterior de acuerdo con la presente invención conduce a una calidad mejorada del agua purificada utilizando una cantidad menor de adyuvantes poliméricos de floculación que el agua, lodos y/o sedimentos tratados de la misma manera pero sin ponerlos en contacto con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada y al menos un filosilicato (etapa c)). Más precisamente, los inventores encontraron que la calidad del agua obtenida mediante un procedimiento de purificación puede mejorarse mediante la adición definida de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con polímeros catiónicos en combinación con al menos un filosilicato. Además, los inventores encontraron que se puede mejorar o facilitar la deshidratación de lodos

15 y/o sedimentos mediante la adición definida de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con polímeros catiónicos en combinación con al menos un filosilicato.

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

20 El término "purificación" en el sentido de la presente invención se refiere a la eliminación de compuestos nocivos y/o otros compuestos no tolerados en el agua. Además, el término se refiere a la reducción en la concentración de compuestos naturales en el agua.

El término "deshidratación" en el sentido de la presente invención se refiere a la eliminación del líquido residual de los lodos y/o sedimentos.

25 El término "impurezas" en el sentido de la presente invención se refiere a compuestos naturales, en donde su concentración en el agua y/o lodo y/o sedimento está por encima de la concentración natural y/o de compuestos que no se encuentran naturalmente.

30 El término "carbonato de calcio" en el sentido de la presente invención se refiere a carbonato de calcio molido o natural (GCC), y/o carbonato de calcio sintético o precipitado (PCC) y/o carbonato de calcio de superficie modificada (MCC). "Carbonato de calcio molido" (GCC) en el sentido de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido a partir de fuentes naturales, tales como piedra caliza, mármol o tiza o dolomita, y procesado a través de un tratamiento tal como trituración, cribado y/o fraccionamiento mediante un procedimiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo, por medio de un ciclón o clasificador. El "carbonato de calcio precipitado" (PCC) en el sentido de la presente invención es un material sintetizado, obtenido generalmente por precipitación después de la reacción de dióxido de carbono y cal en un entorno acuoso o por precipitación de una fuente de iones de calcio y carbonato en agua. "Carbonato de calcio de superficie modificada" (MCC) en el sentido de la presente invención se refiere a un carbonato de calcio natural y/o carbonato de calcio precipitado obtenido haciéndolo reaccionar con un ácido o un ion y con dióxido de carbono antes de la preparación del carbonato de calcio de superficie tratada, en donde el dióxido de carbono se forma in situ mediante el tratamiento con ácido y/o se suministra desde una fuente externa.

40 El término carbonato de calcio de "superficie tratada" en el sentido de la presente invención se refiere a un carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada que ha sido procesado con polímeros catiónicos a través de una etapa de tratamiento adicional con el fin de volver más catiónica la superficie de las partículas de carbonato de calcio.

45 El término "polímero catiónico" en el sentido de la presente invención se refiere a cualquier polímero que proporcione una carga total positiva cuando está unido a partículas de carbonato de calcio. De este modo, no se excluye la presencia de unidades de monómeros aniónicos siempre que existan todavía suficientes unidades de monómeros catiónicos que proporcionen una carga total positiva. Lo mismo aplica a los polímeros anfóteros que proporcionan una carga total positiva cuando se unen a las partículas de carbonato de calcio.

50 El término "área superficial accesible" en el sentido de la presente invención se refiere a la superficie de la partícula de carbonato de calcio que es accesible o está expuesta al polímero catiónico aplicado mediante técnicas de mezcla y/o recubrimiento conocidas por el experto y, por tanto, formando una monocapa de polímero catiónico sobre la superficie de la partícula de carbonato de calcio. A este respecto, debe observarse que la cantidad de polímero catiónico requerida para la saturación completa del área superficial accesible se define como una concentración de monocapa. Por lo tanto, pueden elegirse concentraciones más altas formando de este modo estructuras bicapa o multicapa sobre la superficie

de la partícula de carbonato de calcio. Tales concentraciones de monocapa pueden ser fácilmente calculadas por el experto en la materia, basándose en la publicación de Papirer, Schultz y Turchi (Eur. Polym. J., Vol. 20, Núm. 12, páginas 1155-1158, 1984).

El término "filosilicato" en el sentido de la presente invención se refiere a cualquier lámina de mineral de silicato.

5 Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o sedimentos, en donde al menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico. Un aspecto adicional de la presente invención se refiere al uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de adyuvantes de floculación poliméricos en agua y/o lodos y/o sedimentos, en donde al menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico.

10 Se prefiere que el carbonato de calcio de superficie tratada contenga carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, preferiblemente carbonato de calcio de superficie modificada. Se prefiere aún más que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada comprenda al menos un polímero catiónico a) que tenga una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y lo más preferiblemente en el intervalo de 5 mEq/g y 10 mEq/g y/o b) en el que al menos 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, preferiblemente al menos 70%, más preferiblemente al menos 80%, incluso más preferiblemente al menos 90% y más preferiblemente igual a 100%, y/o c) que tiene un peso molecular promedio en peso M_w inferior a 1.000.000 g/mol, más preferiblemente de 50.000 a 750.000 g/mol, incluso más preferiblemente de 50.000 a 650.000 g/mol y lo más preferiblemente de 100.000 a 300.000 g/mol, y/o d) que es un homopolímero a base de unidades monoméricas seleccionadas del grupo que consiste en sales de dialildialquil amonio; aminas terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas; acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo y acetato de vinilo, preferiblemente sales de dialildialquil amonio y ácido acrílico y más preferiblemente cloruro de dialil-dimetil-amonio y ácido acrílico, e) estando un copolímero con base en unidades monoméricas seleccionadas entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades comonomeras seleccionadas del grupo consistente en acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos; preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonomero seleccionadas entre acrilamida y ácido acrílico. Se prefiere además que al menos el 10% del área superficial accesible del carbonato de calcio esté cubierta por un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, preferiblemente al menos el 20% del área superficial accesible, más preferiblemente al menos el 30%, aún más preferiblemente al menos el 40% y más preferiblemente al menos el 50% del área superficial accesible. Se prefiere aún más que el filosilicato sea bentonita, preferiblemente bentonita que comprende minerales arcillosos seleccionados entre montmorillonitas y minerales concomitantes seleccionados del grupo que comprende cuarzo, mica, caolinita, feldespato, pirita, calcita, cristobalita y mezclas de los mismos. También se prefiere que la relación en peso del carbonato de calcio de superficie tratada con respecto al filosilicato sea de 10:1 a 1:10, más preferiblemente de 5:1 a 1:5 e incluso más preferiblemente de 2:1 a 1:2.

40 Un aspecto adicional de la presente invención está dirigido a un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas obtenibles mediante el procedimiento.

45 Cuando a continuación se hace referencia a realizaciones preferidas o detalles técnicos del procedimiento de la invención para la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o sedimentos, debe entenderse que estas realizaciones preferidas o detalles técnicos también se refieren al uso inventivo de la combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o la deshidratación de lodos y/o sedimentos, al uso inventivo de la combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de adyuvantes poliméricos de floculación en agua y/o lodos y/o sedimentos así como al material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas definidos aquí y viceversa (en la medida en que sea aplicable). Si, por ejemplo, se establece que el carbonato de calcio de superficie tratada proporcionado en el procedimiento de acuerdo con la invención comprende preferiblemente carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, también la invención utiliza igualmente el material compuesto de la invención que comprende preferiblemente carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada.

55 De acuerdo con una realización del procedimiento de la invención, el agua y/o lodo y/o sedimento de la etapa a) se seleccionan de aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales urbanas, lodos tales como lodos portuarios, lodos fluviales, lodos costero o lodos digeridos, aguas residuales o aguas de proceso de cervecerías u otras industrias de bebidas, aguas residuales o aguas de proceso en la industria del papel, de colorantes, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, aguas residuales de la industria del cuero y de la industria de curtido de cueros.

De acuerdo con otra realización del procedimiento de la invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) comprende carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, preferiblemente carbonato de calcio de superficie modificada o carbonato de calcio molido.

5 De acuerdo con otra realización del procedimiento de la invención, la fuente de carbonato de calcio molido (GCC) se selecciona entre mármol, cal, calcita, dolomita, caliza y mezclas de los mismos y/o el carbonato de calcio precipitado (PCC) se selecciona de una o más de las formas cristalinas mineralógicas aragoníticas, vateríticas y calcíticas.

10 De acuerdo con una realización del procedimiento de la invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico a) que tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y lo más preferiblemente en el intervalo de 5 mEq/g y 10 mEq/g, y/o b) en el que al menos 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, preferiblemente al menos 70%, más preferiblemente al menos 80%, aún más preferiblemente al menos 90% y lo más preferiblemente igual a 100%, y/o c) que tiene un peso molecular promedio en peso Mw inferior a 1.000.000 g/mol, más preferiblemente de 50.000 a 750.000 g/mol, aún más preferiblemente de 15 50.000 a 650.000 g/mol y más preferiblemente de 100.000 a 300.000 g/mol, y/o d) siendo un homopolímero a base de unidades monoméricas seleccionadas del grupo que consiste en sales de dialildialquil amonio; aminos terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas; acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo y acetato de vinilo, preferiblemente sales de dialildialquil amonio y ácido acrílico y más preferiblemente cloruro de dialil-dimetil-amonio y ácido acrílico, o e) siendo un copolímero a base de unidades monoméricas seleccionadas entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades comonomeras seleccionadas del grupo que consiste en acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos, preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonomero seleccionadas entre acrilamida y ácido acrílico.

25 De acuerdo con otra realización del procedimiento de la invención, al menos el 10% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, preferiblemente al menos el 20% del área superficial accesible, más preferiblemente al menos 30%, incluso más preferiblemente al menos 40% y más preferiblemente al menos 50% del área superficial accesible.

30 De acuerdo con incluso otra realización del procedimiento de la invención, al menos un filosilicato es bentonita, preferiblemente bentonita que comprende minerales de arcilla seleccionados entre montmorillonitas y minerales concomitantes seleccionados del grupo que comprende cuarzo, mica, caolinita, feldespato, pirita, calcita, cristobalita y mezclas de los mismos.

35 De acuerdo con una realización del procedimiento de la invención, la puesta en contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) antes y/o durante y/o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a).

De acuerdo con otra realización del procedimiento de la invención, la puesta en contacto de la etapa d) se lleva a cabo añadiendo una mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a).

40 De acuerdo con incluso otra realización del procedimiento de la invención, la puesta en contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de 10:1 a 1:10, más preferiblemente de 5:1 a 1: 5 y aún más preferiblemente de 2:1 a 1:2.

45 De acuerdo con una realización del procedimiento de la invención, la etapa de puesta en contacto d) se lleva a cabo recubriendo al menos parcialmente la superficie del agua y/o lodo y/o sedimento a tratar de la etapa a) con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) y/o mezclar el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar de la etapa a) con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c).

50 Como se ha expuesto anteriormente, el procedimiento de la invención para la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o sedimentos comprende las etapas a), b), c) y d). A continuación, se hace referencia a más detalles de la presente invención y especialmente a las etapas anteriores del procedimiento de la invención para la purificación de agua que proporciona una torta de filtrado mejorada y calidad del agua en donde se reduce la cantidad de auxiliares poliméricos de floculación.

Etapa a): suministro de agua y/o lodos y/o sedimentos a purificar

De acuerdo con la etapa a) del procedimiento de la presente invención, se proporciona agua a purificar y/o lodo y/o sedimento a deshidratar, en donde el agua y/o lodo y/o sedimento comprenden impurezas.

5 El agua y/o lodo y/o sedimento tratados mediante el procedimiento de la presente invención se seleccionan preferiblemente entre aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales urbanas, lodos tales como lodos portuarios, lodos fluviales, o lodos digeridos, aguas residuales o aguas de proceso de cervecerías u otras industrias de bebidas, aguas residuales o aguas de proceso en la industria del papel, de colorantes, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, aguas residuales de la industria del cuero y de la industria de curtido de cueros.

10 Dentro del contexto de la presente invención, el término "agua de proceso" se refiere a cualquier agua que sea necesaria para ejecutar o mantener un procedimiento industrial. El término "agua residual" se refiere a cualquier agua drenada desde su lugar de uso, por ejemplo una planta industrial.

15 El término "lodo" en el sentido de la presente invención se refiere a cualquier tipo de lodo, por ejemplo lodo primario, lodo biológico, lodo mixto, lodo digerido, lodo fisicoquímico y lodo mineral. A este respecto, el lodo primario proviene del procedimiento de sedimentación y por lo general comprende partículas grandes y/o densas. El lodo biológico proviene del tratamiento biológico de las aguas residuales y generalmente está hecho de una mezcla de microorganismos. Estos microorganismos, principalmente bacterias, se amalgaman en flóculos bacterianos a través de la síntesis de exopolímeros. El lodo mixto es una mezcla de lodos primarios y biológicos y generalmente comprende 35% en peso a 45% en peso de lodo primario y 65% en peso a 55% en peso de lodo biológico. El lodo digerido proviene de una etapa de estabilización biológica en el procedimiento llamado digestión y se realiza generalmente en lodos biológicos o mixtos. Puede realizarse bajo diferentes temperaturas (mesófilas o termófilas) y con o sin presencia de oxígeno (aeróbico o anaeróbico). El lodo fisicoquímico es el resultado de un tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales y se compone de flóculos producidos por el tratamiento químico. Los lodos minerales se administran a los lodos producidos durante los procedimientos minerales tales como canteras o los procedimientos de beneficio minero y comprenden esencialmente 25 partículas minerales de diversos tamaños.

Dentro del contexto de la presente invención, el término "sedimento" se refiere a cualquier agua que contiene partículas de material de origen natural.

Preferiblemente, el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar comprende impurezas orgánicas y/o impurezas inorgánicas.

30 De acuerdo con el procedimiento de la presente invención, el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar comprende impurezas inorgánicas. El término "impurezas inorgánicas" en el sentido de la presente invención se refiere a compuestos naturales, donde su concentración en el agua y/o lodo y/o sedimento está por encima de la concentración natural típicamente observada en agua y/o compuestos que no son de origen natural.

35 En particular, muchas impurezas inorgánicas están típicamente presentes como sustancias inorgánicas disueltas, es decir, sustancias inorgánicas en solución, tales como bicarbonatos de calcio y/o magnesio, que dan lugar a una dureza temporal, mientras que los sulfatos y cloruros causan dureza permanente. Otras impurezas inorgánicas presentes en el agua y/o los lodos y/o sedimentos incluyen dióxido de carbono, que se disuelve en agua para producir ácido carbónico débilmente ácido, sales de sodio, silicatos lixiviados de lechos de ríos arenosos, cloruros de intrusión salina, aluminio de productos químicos de dosificación y minerales, fosfatos de fertilizantes, compuestos de fluoruro derivados de aditivos que promueven dientes fuertes y como descarga de fábricas de fertilizantes y aluminio, compuestos de nitrato y nitrito 40 derivados de escorrentía del uso de fertilizantes así como fugas de tanques sépticos, aguas residuales o cloradas derivadas de la cloración del sistema municipal para combatir las enfermedades transmitidas por el agua y los compuestos de cianuro derivados de la descarga de las fábricas de acero y metal, así como de las fábricas de plásticos y fertilizantes.

45 Si el agua y/o lodos y/o sedimentos a tratar comprenden impurezas de metales pesados, son típicamente compuestos ferrosos y de hierro férrico derivados de minerales y tuberías de hierro oxidadas; compuestos de antimonio derivados de la descarga de refinерías de petróleo, retardantes de fuego o productos electrónicos; compuestos de arsénico derivados de la erosión de depósitos naturales, escorrentía de huertos, escorrentía de residuos de producción de vidrio y productos electrónicos; compuestos de bario como descarga de residuos de perforación y de refinерías de metales; compuestos de berilio derivados de las refinерías de metales y de las fábricas de carbón, así como de las industrias 50 eléctrica, aeroespacial y de defensa; compuestos de cadmio procedentes de procesos de corrosión de tuberías galvanizadas, descarga de refinерías de metales y escorrentía de baterías usadas y pinturas; compuestos de cromo derivados de la descarga de molinos de acero y de pasta de papel; compuestos de cobalto y níquel derivados de la descarga de refinерías de metales y escorrentía de baterías usadas; compuestos de cobre y plomo derivados de procesos de corrosión de sistemas domésticos de fontanería; compuestos de selenio derivados de las descargas de refinерías de petróleo y minas tales como minas para la extracción de metales o menas o cualquier otra mina que 55

produzca lodos contaminados; compuestos de talio derivados como lixiviación de sitios de procesamiento de minería, así como descarga de productos electrónicos, vidrio, y fábricas de productos farmacéuticos o compuestos de cinc, o mercurio derivados de minería, fundición de metales (como el zinc, plomo y cadmio) y la producción de acero, así como la quema de carbón y ciertos residuos pueden liberar zinc en el medio ambiente.

5 Además, el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar también pueden comprender impurezas orgánicas. En el contexto de la presente invención, el término "impurezas orgánicas" tiene que ser interpretado ampliamente y abarca compuestos orgánicos específicos tales como surfactantes, compuestos policíclicos, colesterol o compuestos disruptores endocrinos así como materiales orgánicos más complejos (por ejemplo, material orgánico de microorganismos).

10 Las impurezas dentro del significado de la presente invención abarcarán impurezas minerales orgánicas, inorgánicas, biológicas o combinaciones de las mismas, en donde dichas impurezas pueden estar presentes en formas disueltas, dispersas o emulsionadas así como en forma coloidal o adsorbidas en sólidos, así como en combinación de los mismos, o aún otras formas.

15 Preferiblemente, el agua y/o lodo y/o sedimento a purificar incluye al menos una de las siguientes impurezas orgánicas que se seleccionan del grupo que consiste en surfactantes; colesterol; compuestos disruptores endocrinos; aminoácidos; proteínas; carbohidratos; antiespumantes; agentes de encolado seleccionados del grupo que consiste en dímero de alquil ceteno (AKD), anhídrido alquenil succínico (ASA), o mezclas de los mismos; acetatos de polivinilo; poliacrilatos, en particular látex de poliacrilato; copolímeros de estireno butadieno, en particular látex de estireno butadieno; microorganismos; aceites minerales; aceites y grasas vegetales; o cualquier mezcla de los mismos.

20 En otra realización del procedimiento de la presente invención, las impurezas orgánicas también comprenden resina. El término "resina", tal como se utiliza en la presente invención, se refiere a un tipo específico de material orgánico generado en el procedimiento de elaboración de papel o conversión en pasta. La fuente de fibra primaria en la elaboración de papel es la madera, que se reduce a sus fibras constituyentes durante la elaboración de la pasta por combinaciones de trituración, tratamiento térmico y químico. Durante este procedimiento, la resina natural contenida dentro de la madera se libera en el agua de procedimiento en forma de gotitas microscópicas. Estas gotitas se denominan resina. La composición química de la resina se divide generalmente en cuatro clases de componentes lipofílicos: grasas y ácidos grasos; ésteres de esterilo y esteroides; terpenoides; y ceras. La composición química depende de la fuente de la fibra, tal como la variedad del árbol, y del crecimiento estacional del cual se produce la muestra.

30 Si el componente orgánico es un surfactante, el surfactante puede ser iónico o no iónico. Si el surfactante es aniónico, puede tener un grupo funcional seleccionado entre carboxilato, sulfato o sulfonato. Si el surfactante es catiónico, su grupo funcional puede ser un grupo amonio cuaternario.

35 Si el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar comprenden compuestos disruptores endocrinos, se seleccionan preferiblemente del grupo que comprende, por ejemplo, hormonas endógenas tales como 17 β -estradiol (E2), estrona (E1), estriol (E3), testosterona o dihidrotestosterona; fitohormonas y micohormonas tales como β -sitosterol, genisteína, daidzeína o zeraleón; fármacos tales como 17 β -etinilestradiol (EE2), mestranol (ME), dietilestilbestrol (DES) y productos químicos industriales tales como 4-nonilfenol (NP), 4-terc-octilfenol (OP), bisfenol A (BPA) Tributilestaño (TBT), metilmercurio, ftalatos, PAK o PCB.

40 Si el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar comprende antiespumante, puede ser óxido de etileno glicol éter, un antiespumante con en base de aceite de silicona, un antiespumante de éster de ácido graso o cualquier mezcla de los mismos. El antiespumante se puede seleccionar preferiblemente a partir de adhesivos. Los adhesivos son componentes potencialmente formadores de depósitos que provienen de papel reciclado. En general, los ejemplos son colas, plásticos de fusión en caliente, tintas de impresión y látex. La industria papelera utiliza diversas cantidades de fibra reciclada o papeles como una fuente de fibra de papel en la producción de productos de papel terminados. Los papeles reciclados están a menudo contaminados con los materiales poliméricos sintéticos descritos anteriormente y estos materiales poliméricos se denominan adhesivos en la técnica de fabricación de papel. Los adhesivos son diferentes de la resina que es un material resinoso de origen natural de la fracción extractiva de la madera. Se hace referencia a E.L. Back y L.H. Allen, "Pitch Control, Wood Resin and Deresination", Tappi Press, Atlanta, 2000, donde se describen los adhesivos con mayor detalle.

50 Si el agua y/o lodo y/o sedimento a tratar comprenden microorganismos, se seleccionan preferiblemente de bacterias, hongos, arqueas o protistas.

Los aceites vegetales preferidos son aceites comestibles tales como aceite de coco, aceite de maíz, aceite de semilla de algodón, aceite de canola, aceite de palma, aceite de soja, aceite de girasol o aceite de linaza.

La composición exacta del agua y/o lodo y/o sedimento a purificar y especialmente la cantidad de impurezas inorgánicas y/o orgánicas varía dependiendo del origen del agua contaminada y/o lodo y/o sedimento.

Etapa b): suministro de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada

De acuerdo con la etapa b) del procedimiento de la presente invención, se proporciona al menos un carbonato de calcio de superficie tratada.

5 De acuerdo con el procedimiento de la invención, al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico.

La expresión "al menos un" carbonato de calcio de superficie tratada significa que en el presente procedimiento pueden proporcionarse uno o más tipos de carbonatos de calcio de superficie tratada.

10 De acuerdo con una realización de la presente invención, en el presente procedimiento sólo se proporciona un tipo de carbonato de calcio de superficie tratada. Según otra realización de la presente invención, en el presente procedimiento se proporciona una mezcla de al menos dos tipos de carbonatos de calcio de superficie tratada.

En una realización de la presente invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada es un tipo de carbonato de calcio de superficie tratada.

15 En una realización de la presente invención, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido (o natural) (GCC) o carbonato de calcio precipitado (o sintético) (PCC) o carbonato de calcio de superficie modificada (MCC). En otra realización preferida, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de al menos dos carbonatos de calcio seleccionados de GCC, PCC y MCC. Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de GCC y PCC. Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de GCC y MCC. Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de PCC y MCC.

20 En una realización de la presente invención, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada (MCC) o carbonato de calcio molido (GCC).

Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada (MCC). Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido (GCC).

25 Se entiende que el carbonato de calcio molido (GCC) (o natural) es una forma natural de carbonato de calcio, extraído de rocas sedimentarias tales como piedra caliza o tiza, o de rocas metamórficas de mármol. Se sabe que el carbonato de calcio existe como tres tipos de polimorfos cristalinos: calcita, aragonita y vaterita. La calcita, el polimorfo cristalino más común, se considera la forma cristalina más estable del carbonato de calcio. Menos frecuente es la aragonita, que tiene una estructura cristalina ortorrómbica en agujas discreta o aglomerada. La vaterita es el polimorfo más raro carbonato de calcio y es generalmente inestable. El carbonato de calcio molido es casi exclusivamente del polimorfo calcítico, que se dice que es trigonal-romboédrico y representa el más estable de los polimorfos del carbonato de calcio.

30 Preferiblemente, la fuente del carbonato de calcio molido se selecciona del grupo que comprende mármol, tiza, calcita, dolomita, caliza y mezclas de los mismos. En una realización de la presente invención, la fuente del carbonato de calcio molido es calcita. Alternativamente, la fuente del carbonato de calcio molido es piedra caliza.

35 El término "fuente" del carbonato de calcio en el sentido de la presente invención se refiere al material mineral de origen natural del que se obtiene el carbonato de calcio. La fuente del carbonato de calcio puede comprender otros componentes naturales tales como carbonato de magnesio, silicato de aluminio, etc.

40 Adicional o alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio precipitado (PCC). Los polimorfos de carbonato de calcio del tipo PCC incluyen a menudo, además de calcitas, polimorfos menos estables del tipo aragonítico, que tiene una forma de cristal acicular ortorrómbico y de tipo vaterítico hexagonal, que tiene una estabilidad aún menor que la aragonita. Las diferentes formas de PCC se pueden identificar de acuerdo con sus picos característicos de difracción de rayos X en polvo (XRD). La síntesis de PCC se produce más comúnmente mediante una reacción de precipitación sintética que incluye una etapa de poner en contacto dióxido de carbono con una solución de hidróxido de calcio, siendo esta última más a menudo suministrado en la forma de una suspensión acuosa de óxido de calcio, también conocida como cal calcinada y cuya suspensión se conoce comúnmente como leche de cal. Dependiendo de las condiciones de reacción, este PCC puede aparecer en diversas formas, incluyendo tanto polimorfos estables como inestables. De hecho, el PCC a menudo representa un material de carbonato de calcio termodinámicamente inestable. Cuando se menciona en el contexto de la presente invención, debe entenderse que PCC significa productos de carbonato de calcio sintéticos obtenidos, en particular, por carbonatación de una suspensión de hidróxido de calcio, comúnmente mencionada en la técnica como una suspensión de cal o leche de cal cuando se deriva de partículas de óxido de calcio finamente divididas en agua.

El carbonato de calcio precipitado preferido se selecciona de formas cristalinas mineralógicas aragoníticas, vateríticas o calcíticas o mezclas de las mismas.

Adicional o alternativamente, dicho GCC o PCC puede hacerse reaccionar en la superficie para formar un carbonato de calcio de superficie modificada, que es un material que comprende GCC y/o PCC y una sal de calcio no carbonatada insoluble, al menos parcialmente cristalina que se extiende desde la superficie de al menos una parte del carbonato de calcio. Tales productos de superficie modificada pueden prepararse, por ejemplo, de acuerdo con los documentos WO 00/39222, WO 2004/083316, WO 2005/121257, WO 2009/074492, EP 2 264 108 A1, EP 2 264 109 A1.

Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie modificada se obtiene haciendo reaccionar un carbonato de calcio natural y/o carbonato de calcio precipitado con un ácido y con dióxido de carbono antes de la preparación del carbonato de calcio de superficie tratada, en el que el dióxido de carbono se forma in situ por el tratamiento con ácido y/o suministrado desde una fuente externa. El tratamiento ácido se puede llevar a cabo con un ácido que tiene un pK_a a 25°C de 6 o menos. Si el pK_a a 25°C es 0 o menos, el ácido se selecciona preferiblemente entre ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o mezclas de los mismos. Si el pK_a a 25°C es de 0 a 2,5, el ácido se selecciona preferiblemente de H_2SO_3 , $M^+HSO_4^-$ (M^+ es un ión de metal alcalino seleccionado del grupo que comprende sodio y potasio), H_3PO_4 , ácido oxálico o mezclas de los mismos. Si el pK_a a 25°C es de 2,5 a 6, el ácido se selecciona preferiblemente entre ácido acético, ácido fórmico, ácido propanoico y mezclas de los mismos. Además, el contenido de los documentos EP 2 264 108 A1 y EP 2 264 109 A1 se relacionan con el tratamiento con ácido y el ácido usado para el tratamiento con ácido se incorporan por referencia en su totalidad.

En una realización de la presente invención, las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,01 μm a 250 μm antes del tratamiento de la superficie, preferiblemente de 0,06 μm a 225 μm , más preferiblemente de 1 μm a 200 μm , incluso más preferiblemente de 1 μm a 150 μm y lo más preferible de 1 μm a 100 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación. Las partículas de carbonato de calcio que tienen un d_{98} inferior a 100 micras, preferiblemente de menos de 85 micrómetros también puede ser ventajosas. Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio con un valor de d_{98} menor que 50 micras, preferiblemente de menos de 25 micras pueden ser ventajosas.

Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,04 μm a 250 μm antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente de 0,06 μm a 225 μm , incluso más preferiblemente de 1 μm a 200 μm , aún más preferiblemente de 1 μm a 150 μm y lo más preferible de 1 μm a 100 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,01 μm a 10 μm antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente de 0,02 μm a 5 μm , incluso más preferiblemente de 0,02 μm a 2,5 μm y lo más preferible de 0,02 μm a 1 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,5 μm a 150 μm antes del tratamiento de la superficie, preferiblemente de 0,5 μm a 100 μm , más preferiblemente de 0,5 μm a 100 μm y lo más preferible de 1 μm a 50 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

Tal como se usa en el presente documento y como generalmente se define en la técnica, el diámetro promedio ponderado de partícula " d_{98} " es un valor que se define como el tamaño al cual el 98% (punto medio) del volumen o masa de la partícula es representado por partículas que tienen un diámetro igual al valor especificado. El diámetro promedio ponderado de partícula se midió de acuerdo con el procedimiento de sedimentación. El procedimiento de sedimentación es un análisis del comportamiento de sedimentación en un campo gravimétrico. La medición se realiza con un Sedigraph^{MR} 5100 de Micromeritics Instrument Corporation.

Las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un área superficial específica de 1 m^2/g a 250 m^2/g antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente 10 m^2/g hasta 200 m^2/g , incluso más preferiblemente 20 m^2/g hasta 150 m^2/g y lo más preferible 30 m^2/g hasta 100 m^2/g , medido usando nitrógeno y el procedimiento de BET. Por ejemplo, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica de 40 m^2/g hasta 50 m^2/g antes del tratamiento de la superficie, por ejemplo un área superficial específica de 45 m^2/g . Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica de 50 m^2/g a 60 m^2/g , por ejemplo un área superficial específica de 56 m^2/g .

5 Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un área superficial específica de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $100 \text{ m}^2/\text{g}$ antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $75 \text{ m}^2/\text{g}$, incluso más preferiblemente de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $50 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferible de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $20 \text{ m}^2/\text{g}$, medida usando nitrógeno y el procedimiento de BET.

10 Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un área superficial específica de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $150 \text{ m}^2/\text{g}$ antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $100 \text{ m}^2/\text{g}$, incluso más preferiblemente de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $70 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferible de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $50 \text{ m}^2/\text{g}$, medida usando nitrógeno y el procedimiento de BET.

15 Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen preferiblemente un área superficial específica de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $250 \text{ m}^2/\text{g}$ antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $200 \text{ m}^2/\text{g}$, incluso más preferiblemente de $10 \text{ m}^2/\text{g}$ a $200 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferible de $15 \text{ m}^2/\text{g}$ a $170 \text{ m}^2/\text{g}$, medida usando nitrógeno y el procedimiento de BET.

20 En una realización de la presente invención, las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica dentro del intervalo de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $250 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} dentro del intervalo de $0,01 \text{ }\mu\text{m}$ a $250 \text{ }\mu\text{m}$ antes del tratamiento de la superficie. Preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $10 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $200 \text{ m}^2/\text{g}$ y el diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} con un valor dentro del intervalo de $0,06 \text{ }\mu\text{m}$ a $225 \text{ }\mu\text{m}$ antes del tratamiento de la superficie. Más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $20 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $150 \text{ m}^2/\text{g}$ y el diámetro medio de partículas en peso está dentro del intervalo de $1 \text{ }\mu\text{m}$ a $200 \text{ }\mu\text{m}$ antes del tratamiento de la superficie. Incluso más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $30 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $100 \text{ m}^2/\text{g}$ y el diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} tiene un valor dentro del intervalo de $1 \text{ }\mu\text{m}$ a $150 \text{ }\mu\text{m}$ antes del tratamiento de la superficie. Lo más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $30 \text{ m}^2/\text{g}$ a $100 \text{ m}^2/\text{g}$ y el diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} tienen un valor dentro del intervalo de $1 \text{ }\mu\text{m}$ a $100 \text{ }\mu\text{m}$ antes del tratamiento de la superficie. Por ejemplo, las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica dentro del intervalo de $40 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} dentro del intervalo de $1 \text{ }\mu\text{m}$ a $50 \text{ }\mu\text{m}$. Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio del presente carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica dentro del intervalo de $50 \text{ m}^2/\text{g}$ a $60 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} en el intervalo de $1 \text{ }\mu\text{m}$ a $50 \text{ }\mu\text{m}$.

De acuerdo con el procedimiento de la invención, al menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico.

35 En este sentido, al menos un polímero catiónico que está comprendido en el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada se puede seleccionar entre cualquier polímero catiónico que tenga una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g . Preferiblemente, al menos un polímero catiónico se selecciona de tal manera que tenga una densidad de carga positiva en el intervalo de $2,5 \text{ mEq/g}$ y $12,5 \text{ mEq/g}$ y lo más preferible en el intervalo de 5 mEq/g y 10 mEq/g .

40 Por ejemplo, al menos un polímero catiónico tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 6 mEq/g y 8 mEq/g y lo más preferible en el intervalo de 6 mEq/g y 7 mEq/g . Alternativamente, al menos un polímero catiónico tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 7 mEq/g y 8 mEq/g .

45 Adicional o alternativamente, al menos un polímero catiónico que está comprendido en el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada se selecciona de manera que al menos el 60% de las unidades monoméricas portan una carga catiónica. Preferiblemente, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico en el que al menos el 70% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, más preferiblemente al menos 80% e incluso más preferiblemente al menos 90%. En una realización preferida de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico en el que igual a 100%, preferiblemente 100%, de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica.

50 En una realización de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico que tiene un peso molecular promedio en peso M_w inferior a $1.000.000 \text{ g/mol}$, más preferiblemente de 50.000 a 750.000 g/mol , incluso más preferiblemente de 50.000 a 650.000 g/mol y más preferiblemente de 100.000 a 300.000 g/mol .

En el procedimiento de la presente invención, el carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende un homopolímero y/o un copolímero de al menos un polímero catiónico. Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende un homopolímero o un copolímero de al menos un polímero catiónico.

5 En una realización de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un homopolímero de al menos un polímero catiónico. Es decir, el polímero catiónico consiste sustancialmente, es decir, igual o inferior a 99,5% en peso de las unidades monoméricas respectivas.

10 En una realización de la presente invención, solamente las unidades monoméricas seleccionadas del grupo que consiste de sales de dialildialquil amonio, aminas terciarias, aminas cuaternizadas, iminas cuaternizadas, acrilamida, metacrilamida, N, N-dimetilacrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido vinilsulfónico, vinil pirrolidona, acrilato de hidroxietilo, estireno, metacrilato de metilo y acetato de vinilo son detectables en el homopolímero.

En una realización de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un homopolímero a base de monómeros de sal de dialildialquil amonio. Por ejemplo, los monómeros de la sal de dialildialquil amonio son cloruro de dialildimetilamonio.

15 En otra realización de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un homopolímero a base de monómeros de ácido acrílico.

20 En el caso de que el polímero catiónico sea un copolímero, se apreciará que el copolímero comprende monómeros copolimerizables con comonómeros adecuados. Preferiblemente, el polímero catiónico que es un copolímero de acuerdo con esta invención comprende, preferiblemente consiste de, unidades monoméricas seleccionadas de sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonómero seleccionadas del grupo que consiste en acrilamida, metacrilamida, N,N-dimetil acrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido vinilsulfónico, vinil pirrolidona, acrilato de hidroxietilo, estireno, metacrilato de metilo, acetato de vinilo y mezclas de los mismos.

25 En una realización de la presente invención, el polímero catiónico es un copolímero que comprende, preferiblemente que consiste en, unidades monoméricas seleccionadas de sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonómero seleccionadas del grupo que consiste en acrilamida y ácido acrílico.

Por ejemplo, el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada puede comprender un polímero catiónico que se describe como polímero de peine en el documento US 2009/0270543 A1.

30 En una realización de la presente invención, el polímero catiónico es un copolímero preparado a partir de 92% en peso de metacrilato de metoxi polietilenglicol de peso molecular 2.000 g/mol y 8% en peso de ácido acrílico y al menos parcialmente neutralizado por sosa. En una realización preferida adicional, el polímero catiónico es un copolímero preparado a partir de 92% en peso de metacrilato de metoxi polietilenglicol de peso molecular 2.000 g/mol y 8% en peso de ácido acrílico y totalmente neutralizado por sosa.

35 Si el monómero y/o las unidades de comonómero del homopolímero o copolímero son sales de dialildialquil amonio, se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en bromuro de dialildimetil amonio, cloruro de dialildimetil amonio, fosfato de dialildimetil amonio, sulfato de dialildietil amonio, bromuro de dialildietil amonio, cloruro de dialildietil amonio, fosfato de dialildietil amonio, sulfato de dialildietil amonio, bromuro de dialildipropil amonio, cloruro de dialildipropil amonio, fosfato de dialildipropil amonio y sulfato de dialildipropil amonio. En una realización de la presente invención, los monómeros de la sal de dialildialquil amonio son monómeros de cloruro de dialildimetil amonio.

Por ejemplo, el polímero catiónico es un homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio (PoliDADMAC).

40 Si las unidades de monómero y/o comonómero del homopolímero o copolímero son aminas cuaternizadas, son preferiblemente productos de reacción de epiclorohidrina tales como epiclorohidrina de poliamina.

Si las unidades monómero y/o comonómero del homopolímero o copolímero son iminas cuaternizadas, son preferiblemente polietilenimina.

45 En una realización de la presente invención, el polímero catiónico de esta invención es un copolímero que comprende unidades monoméricas seleccionadas de sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico, y acrilamida o ácido acrílico como unidades de comonómero.

Por ejemplo, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero de al menos un polímero catiónico, en donde las unidades de monómero y comonómero pueden derivarse de sales de dialildialquil amonio y acrilamida únicamente. En una realización de la presente invención, el polímero catiónico que es

un copolímero de esta invención comprende unidades de monómero y comonómero que pueden derivarse de cloruro de dialildimetilamonio y acrilamida únicamente. Alternativamente, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero de al menos un polímero catiónico, en donde las unidades monómero y comonómero pueden derivarse de ácido metacrílico y ácido acrílico únicamente.

5 Adicional o alternativamente, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero de al menos un polímero catiónico, en donde las unidades de monómero y comonómero pueden derivarse de ácido acrílico y acrilamida únicamente.

10 Adicionalmente, se apreciará que el copolímero tiene preferiblemente un contenido de comonómero de más de 2,0% en peso, más preferiblemente más de 5% en peso, aún más preferiblemente más de 7,5% en peso. Por ejemplo, el copolímero tiene preferiblemente un contenido de comonómero en el intervalo entre 2% en peso y 80% en peso, más preferiblemente en el intervalo entre 5% en peso y 60% en peso y lo más preferible en el intervalo entre 7,5% en peso y 40% en peso. El porcentaje en peso se basa en el peso total del copolímero.

15 En una realización de la presente invención, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero, en el que la relación molar de unidades monoméricas y unidades comonómeras es de 5:1 a 1:5, más preferiblemente de 4:1 a 1:4, aún más preferiblemente de 3:1 a 1:3 y lo más preferible de 3:1 a 1:1.

20 En una realización de la presente invención, el polímero catiónico comprende una mezcla de al menos dos polímeros catiónicos. Preferiblemente, si el polímero catiónico comprende una mezcla de al menos dos polímeros catiónicos, un polímero catiónico es un homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio. Alternativamente, si el polímero catiónico comprende una mezcla de al menos dos polímeros catiónicos, un polímero catiónico es un homopolímero a base de ácido acrílico.

25 En una realización de la presente invención, el polímero catiónico comprende una mezcla de dos polímeros catiónicos, en la que un polímero catiónico es un homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio y el otro se selecciona del grupo que consiste en un homopolímero a base de ácido acrílico, un copolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio y acrilamida y un copolímero a base de ácido metacrílico y ácido acrílico. Alternativamente, si el polímero catiónico comprende una mezcla de dos polímeros catiónicos, en donde un polímero catiónico es un homopolímero a base de ácido acrílico, el otro se selecciona del grupo que consiste en un homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio, un copolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio y acrilamida y un copolímero a base de ácido metacrílico y ácido acrílico.

30 Si el polímero catiónico comprende una mezcla de dos polímeros catiónicos, la relación molar del homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio y el segundo polímero catiónico es de 99:1 a 1:99, más preferiblemente de 50:1 a 1:50, aún más preferiblemente de 25:1 a 1:25 y lo más preferible de 10:1 a 1:10. En una realización especialmente preferida de la presente invención, la relación molar del homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio y el segundo polímero catiónico es de 90:1 a 1:1, más preferiblemente de 90:1 a 10:1 y lo más preferible de 90:1 a 50:1.

35 En una realización de la presente invención, la relación molar del homopolímero a base de ácido acrílico y el segundo polímero catiónico es de 99:1 a 1:99, más preferiblemente de 50:1 a 1:50, incluso más preferiblemente de 25:1 a 1:25 y lo más preferible de 10:1 a 1:10. Por ejemplo, la relación molar del homopolímero a base de ácido acrílico y el segundo polímero catiónico es de 90:1 a 1:1, más preferiblemente de 90:1 a 10:1 y lo más preferible de 90:1 a 50:1.

40 Al menos un polímero catiónico está preferiblemente presente en el revestimiento que recubre al carbonato de calcio en una cantidad tal que el peso total de dicho al menos un polímero catiónico sobre la superficie del producto de carbonato de calcio de superficie tratada está entre 0,01% p/p y 80% p/p del carbonato de calcio.

En una realización de la presente invención, al menos un polímero catiónico está presente en el revestimiento que recubre el carbonato de calcio en una cantidad tal que el peso total de dicho al menos un polímero catiónico sobre la superficie del producto de carbonato de calcio de superficie tratada es menor a 80% p/p, más preferiblemente menor a 60% p/p y lo más preferible menor a 50% p/p del carbonato de calcio.

45 Al menos un polímero catiónico está presente en el revestimiento que recubre al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio en una cantidad de 0,2% en peso a 10% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio.

50 Alternativamente, al menos 10% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico. En una realización de la presente invención, al menos 20% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, preferiblemente al menos 30% del área superficial accesible, más preferiblemente al menos 40% del área superficial accesible y lo más preferible al menos 50% de la superficie accesible. Por ejemplo, al menos 75% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta por un

recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico. Por ejemplo, al menos 90% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico.

5 En una realización de la presente invención, por lo menos 75% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende un homopolímero a base de cloruro de dialildimetil amonio. En otra realización de la presente invención, al menos 75% del área superficial accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende un homopolímero a base de ácido acrílico.

10 En una realización de la presente invención, al menos un polímero catiónico tiene una solubilidad en agua superior a 50 g/100 ml de agua, preferiblemente superior a 75 g/100 ml de agua, incluso más preferiblemente superior a 100 g/100 ml de agua y lo más preferible superior a 150 g/100 ml de agua. En una realización especialmente preferida, al menos un polímero catiónico es fácilmente soluble en agua.

15 Preferiblemente, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada usado en el presente procedimiento se prepara mezclando el carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado y/o el carbonato de calcio de superficie modificada, preferiblemente en forma de suspensión, y el polímero catiónico, preferiblemente en forma de una suspensión, antes de ser puesto en contacto con el agua a tratar. La mezcla se puede realizar por cualquier medio convencional conocido por el experto en la técnica.

20 Al menos un carbonato de calcio de superficie tratada está preferiblemente en forma de un material en partículas y puede tener una distribución de tamaño de partícula tal como se emplea convencionalmente para el material o materiales implicados en el tratamiento del agua contaminada. En general, el valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} del carbonato de calcio de superficie tratada está en el intervalo de 0,01 μm y 250 μm , preferiblemente entre 0,06 μm y 225 μm , más preferiblemente entre 1 μm y 200 μm , aún más preferiblemente entre 1 μm y 150 μm , y lo más preferible entre 1 μm y 100 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación. También puede ser ventajoso un carbonato de calcio de superficie tratada que tiene un d_{98} de menos de 100 μm , preferiblemente de menos de 85 μm . Alternativamente, puede ser ventajoso un carbonato de calcio de superficie tratada que tiene un d_{98} de menos de 50 μm , preferiblemente de menos de 25 μm .

25 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,04 μm a 250 μm , más preferiblemente de 0,06 μm a 225 μm , incluso más preferiblemente de 1 μm a 200 μm , aún más preferiblemente de 1 μm a 150 μm y lo más preferible de 1 μm a 100 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

30 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,01 μm a 10 μm , más preferiblemente de 0,02 μm a 5 μm , incluso más preferiblemente de 0,02 μm a 2,5 μm y más preferiblemente de 0,02 μm a 1 μm , medida de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

35 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, el carbonato de calcio superficialmente tratado tiene preferiblemente un diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} , de 0,5 μm a 150 μm , preferiblemente de 0,5 μm a 100 μm , más preferiblemente de 0,5 μm a 100 μm y lo más preferible de 1 μm a 50 μm , medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación. En una realización de la presente invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada puede estar en forma de partículas aglomeradas, que tiene un diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,5 μm a 250 μm y preferiblemente de 0,5 μm a 150 μm medido de acuerdo con el procedimiento de sedimentación.

40 Al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un área superficial específica de 1 m^2/g a 250 m^2/g , preferiblemente de 20 m^2/g a 200 m^2/g , más preferiblemente de 30 m^2/g a 150 m^2/g y lo más preferible de 30 m^2/g a 100 m^2/g , medido usando nitrógeno y el procedimiento de BET. Por ejemplo, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica de 40 m^2/g a 50 m^2/g , por ejemplo un área superficial específica de 45 m^2/g . Alternativamente, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica de 50 m^2/g a 60 m^2/g , por ejemplo un área superficial específica de 56 m^2/g .

45 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un área superficial específica de 1 m^2/g a 100 m^2/g , más preferiblemente 1 m^2/g a 75 m^2/g , incluso más preferiblemente 1 m^2/g a 50 m^2/g y lo más preferible 1 m^2/g a 20 m^2/g , medida usando nitrógeno y el procedimiento de BET.

50 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un área superficial específica de 1 m^2/g a 150 m^2/g , más

preferiblemente m^2/g a $100 \text{ m}^2/\text{g}$, aún más preferiblemente $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $70 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferible $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $50 \text{ m}^2/\text{g}$, medido usando nitrógeno y el procedimiento de BET.

5 Si al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene preferiblemente un área superficial específica de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $250 \text{ m}^2/\text{g}$ antes del tratamiento de la superficie, más preferiblemente $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $200 \text{ m}^2/\text{g}$, incluso más preferiblemente $10 \text{ m}^2/\text{g}$ a $200 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferible $15 \text{ m}^2/\text{g}$ a $170 \text{ m}^2/\text{g}$, medida utilizando nitrógeno y el procedimiento de BET.

10 En una realización de la presente invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica dentro del intervalo de $1 \text{ m}^2/\text{g}$ a $250 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} dentro del intervalo de $0,01 \mu\text{m}$ a $250 \mu\text{m}$. Preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $20 \text{ m}^2/\text{g}$ hasta $200 \text{ m}^2/\text{g}$ y el valor del diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} está dentro del intervalo de $0,06 \mu\text{m}$ a $225 \mu\text{m}$. Más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de $30 \text{ m}^2/\text{g}$ a $150 \text{ m}^2/\text{g}$ y el diámetro promedio ponderado de partícula está en el intervalo de $1 \mu\text{m}$ a $200 \mu\text{m}$. Incluso más preferiblemente, el área superficial específica está en el intervalo de $30 \text{ m}^2/\text{g}$ a $100 \text{ m}^2/\text{g}$ y el valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} está dentro del intervalo de $1 \mu\text{m}$ a $150 \mu\text{m}$. Lo más preferible, el área superficial específica está dentro del intervalo de $30 \text{ m}^2/\text{g}$ a $100 \text{ m}^2/\text{g}$ y el valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} está dentro del intervalo de $1 \mu\text{m}$ a $100 \mu\text{m}$. Por ejemplo, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica dentro del intervalo de $40 \text{ m}^2/\text{g}$ a $50 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} dentro del intervalo de $1 \mu\text{m}$ a $50 \mu\text{m}$. Alternativamente, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica dentro del intervalo de $50 \text{ m}^2/\text{g}$ a $60 \text{ m}^2/\text{g}$ y un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} en el intervalo de $1 \mu\text{m}$ a $50 \mu\text{m}$.

25 Al menos un carbonato de calcio de superficie tratada que se va a usar en el procedimiento de la invención puede estar presente en cualquier forma apropiada, por ejemplo en forma de gránulos y/o un polvo o en forma de una torta. Preferiblemente, el carbonato de calcio de superficie tratada que se va a usar en el procedimiento de la invención está en forma de polvo y/o en forma de gránulos. En una realización de la presente invención, el carbonato de calcio de superficie tratada que se va a usar en el procedimiento de la invención está en forma de polvo. Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada que se va a usar en el procedimiento de la invención puede estar presente como una suspensión acuosa, por ejemplo, en forma de una suspensión o una pasta que se puede dosificar con un tornillo transportador.

30 Dicha suspensión puede comprender al menos otro polímero catiónico, en donde dicho polímero catiónico puede ser el mismo polímero catiónico utilizado para recubrimiento o un polímero catiónico diferente, por ejemplo, un polímero catiónico adicional tal como se describe en la presente memoria. Después del recubrimiento, la suspensión puede usarse directamente sin purificación adicional, o al menos un polímero catiónico adicional puede añadirse a la suspensión.

35 Una "suspensión" o "lechada" en el sentido de la presente invención comprende sólidos no disueltos, es decir, carbonato de calcio de superficie tratada y agua y opcionalmente aditivos adicionales. Las suspensiones normalmente contienen grandes cantidades de sólidos y son más viscosas y generalmente de mayor densidad que el líquido del que se forman. Se acepta en la técnica que el término general "dispersión" incluye, entre otras cosas, "suspensiones" o "lechadas" como un tipo específico de dispersión.

40 En una realización de la presente invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada que se va a usar en el procedimiento de la invención se suspende en agua de tal manera que la suspensión tiene un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada dentro del intervalo de 1% en peso a 80% en peso, más preferiblemente 3% en peso a 60% en peso, e incluso más preferiblemente de 5% en peso a 60% en peso, con base en el peso de la suspensión.

Etapa c) que proporciona al menos un filosilicato

De acuerdo con la etapa c) del procedimiento de la presente invención, se proporciona al menos un filosilicato.

45 La expresión "al menos un" filosilicato significa que en el presente procedimiento pueden proporcionarse una o más clases de filosilicatos.

De acuerdo con una realización de la presente invención, sólo se proporciona un tipo de filosilicato en el presente procedimiento. De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona una mezcla de al menos dos tipos de filosilicatos en el presente procedimiento.

50 En una realización de la presente invención, al menos un filosilicato es un tipo de filosilicato.

Al menos un filosilicato contiene bentonita. La bentonita se selecciona preferiblemente de bentonita de sodio, bentonita calcio, bentonita de potasio y mezclas de los mismos.

Se aprecia que la bentonita es preferiblemente un material natural y por lo tanto su composición precisa, el número de sus constituyentes y la cantidad de los constituyentes individuales pueden variar en un amplio intervalo usualmente dependiendo de la fuente de origen.

5 Por ejemplo, la bentonita usualmente comprende, preferiblemente consiste, diversos minerales arcillosos tales como en particular la montmorillonita como componente principal, pero también cuarzo, caolinita, mica, feldespato, pirita, calcita, cristobalita y mezclas de los mismos como minerales concomitantes. Estos minerales pueden estar presentes en cantidades variables, así como otros componentes, dependiendo del lugar de origen.

10 Al menos un filosilicato es bentonita con un contenido de montmorillonita de al menos 50,0% en peso, preferiblemente de al menos 60,0% en peso, por ejemplo entre 60,0 y 95,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita, es especialmente adecuado como el menos un filosilicato de la etapa c). Adicional o alternativamente, la bentonita comprende constituyentes seleccionados del grupo que comprende SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O , TiO_2 y similares. Por ejemplo, la bentonita comprende SiO_2 en una cantidad de al menos 50,0% en peso, preferiblemente de 50,0 a 95,0% en peso, por ejemplo de 50,0 a 80,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Adicional o
15 40,0% en peso, por ejemplo e 10,0 a 30,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita.

Adicional o alternativamente, la bentonita comprende CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O y/o TiO_2 en una cantidad inferior a d 20,0% en peso, preferiblemente de 5,0 a 20,0% en peso, por ejemplo de 5,0 a 15,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende CaO en una cantidad inferior a 10,0% en peso, preferiblemente de 0,5 a 10,0% en peso, por ejemplo, de 0,5 a 5,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende Fe_2O_3 en una cantidad por debajo de 10,0% en peso, preferiblemente de 1,0 a 10,0% en peso, por ejemplo de 2,5 a 7,5% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende K_2O en una cantidad inferior a 10,0% en peso, preferiblemente de 0,5 a 10,0% en peso, por ejemplo de 0,5 a 5,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende MgO en una cantidad inferior a 10,0% en peso, preferiblemente de 0,5 a 10,0% en peso, por ejemplo. De 0,5 a 5,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende Na_2O en una cantidad inferior a 5,0% en peso, preferiblemente de 0,05 a 5,0% en peso, por ejemplo de 0,05 a 2,5% en peso, con base en el peso total de la bentonita. Por ejemplo, la bentonita comprende TiO_2 en una cantidad inferior a 5,0% en peso, preferiblemente de 0,05 a 5,0% en peso, por ejemplo de 0,05 a 2,5% en peso, con base en el peso total de la bentonita.

30 Si al menos un filosilicato comprende o consiste en bentonita, la bentonita tiene preferiblemente un tamaño promedio ponderado de partícula d_{50} de 0,02 a 100 μm , de 0,1 a 80 μm , o de 0,5 a 70 μm , preferiblemente de 0,1 a 60 μm como se midió mediante Malvern Mastersizer 2000 Versión 5.4.

Al menos un filosilicato a utilizar en el procedimiento de la invención puede estar presente en cualquier forma apropiada, por ejemplo en la forma de gránulos y/o un polvo o en forma de una torta. Preferiblemente, al menos un filosilicato a utilizar en el procedimiento de la invención está en forma de polvo y/o en forma de gránulos. En una realización de la presente invención, al menos un filosilicato a utilizar en el procedimiento de la invención está en forma de polvo. Alternativamente, al menos un filosilicato a utilizar en el procedimiento de la invención puede estar presente como una suspensión acuosa, por ejemplo en forma de una suspensión o una pasta que se puede dosificar con un tornillo transportador.

40 Una "suspensión" o "lechada" en el sentido de la presente invención comprende sólidos no disueltos, es decir, al menos un filosilicato y agua y opcionalmente aditivos adicionales. Las suspensiones normalmente contienen grandes cantidades de sólidos y son más viscosas y generalmente de mayor densidad que el líquido del que se forman.

En una realización de la presente invención, al menos un filosilicato a utilizar en el procedimiento de la invención se suspende en agua de tal manera que la suspensión tiene un contenido de filosilicato dentro del intervalo de 1% en peso a 80%, en peso, más preferiblemente de 3% en peso a 60% en peso, e incluso más preferiblemente de 5% en peso a 60% en peso, con base en el peso de la suspensión.

En una realización de la presente invención, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) se proporcionan en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de 10:1 a 1:10. Por ejemplo, se proporcionan al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de 5:1 a 1:5 o de 2:1 a 1:2.

Por ejemplo, se proporcionan al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de aproximadamente 1:1.

Etapa d) poner en contacto el agua y/o lodo y/o sedimento con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada y al menos un filosilicato

5 De acuerdo con la etapa d) del procedimiento de la presente invención, el agua a purificar y/o lodo y/o sedimento a deshidratar proporcionada en la etapa a) se pone en contacto con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) para obtener un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas.

En general, el agua a purificar y/o lodo y/o sedimento a deshidratar y el carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato pueden ponerse en contacto por cualquier medio convencional conocido por el experto en la técnica.

10 Se aprecia que el contacto de la etapa d) se lleva a cabo preferiblemente mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) con el agua y/o lodo y/o sedimento de la etapa a) antes y/o durante y/o después de la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) con el agua y/o lodo y/o sedimento de la etapa a).

15 En una realización de la presente invención, la etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o sedimento a deshidratar con al menos un filosilicato y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada se lleva a cabo de tal manera que al menos se añade un filosilicato al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante y después de la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

20 En una realización de la presente invención, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante y después de la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo por adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y después de la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, la etapa d) de puesta en contacto se lleva a cabo mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento durante y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimentos.

30 En el caso de que al menos un filosilicato de la etapa c) se añada al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante y después o antes y durante o durante y después o antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato en varias porciones y/o continuamente durante el periodo requerido para poner en contacto al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con el agua y/o lodo y/o sedimento.

35 Si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante y después o antes y durante o durante y después o antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos a cinco porciones, más preferiblemente en dos a cuatro porciones, incluso más preferiblemente en dos a tres porciones. Preferiblemente, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en tres porciones, es decir una porción antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b), una porción durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Alternativamente, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante o durante y después o antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones. Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento durante y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b). Por ejemplo, si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en dos porciones, es decir una porción durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b).

superficie tratada de la etapa b) y una porción después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b).

5 En el caso en el que se añade al menos un filosilicato de la etapa c) en varias porciones, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en porciones aproximadamente iguales antes y durante y después o antes y durante o durante y después o antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

Como alternativa, también es posible añadir al menos un filosilicato de la etapa c) en porciones desiguales antes y durante y después o antes y durante o durante y después o antes y después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

10 En una realización de la presente invención, se lleva a cabo la etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un filosilicato y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de tal manera que se añade al menos un filosilicato al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes o durante o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

15 Por ejemplo, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes o durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento durante o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

25 En una realización de la presente invención, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento. Alternativamente, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

30 Por ejemplo, se lleva a cabo el contacto de la etapa d) mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o lodos y/o sedimentos.

Si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes o durante o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade preferiblemente al menos un filosilicato de la etapa c) en una porción y/o continuamente antes o durante o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento.

35 En el caso en que se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento antes o durante o después de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento en una porción y/o continuamente durante un periodo de 1 h o menos, preferiblemente durante un periodo de 45 min o menos, más preferiblemente durante un periodo de 30 min o menos y lo más preferible durante un periodo de 15 min o menos para proporcionar una distribución adecuada de al menos un filosilicato de la etapa c) dentro del agua y/o el lodo y/o el sedimento de la etapa a). En otra realización de la presente invención, se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento en una porción y/o continuamente durante un periodo de 10 min o menos, tal como un período de 5 min o menos.

45 Si se añade al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento durante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada al agua y/o al lodo y/o al sedimento, se proporcionan preferiblemente al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) en forma de una mezcla.

En esta realización, se lleva a cabo por lo tanto preferiblemente el contacto de la etapa d) del presente procedimiento mediante la adición de una mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a).

50 Si se proporcionan al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) en forma de una mezcla, la mezcla puede estar presente en cualquier forma apropiada, por ejemplo en la forma de gránulos y/o un polvo o en forma de una torta. Preferiblemente, la mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) que se va a utilizar en el procedimiento

de la invención está en forma de polvo y/o en forma de gránulos o pellas. En una realización de la presente invención, la mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) que se va a usar en el procedimiento de la invención está en forma de polvo. Alternativamente, la mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) que se va a utilizar en el procedimiento de la invención puede estar presente como una suspensión acuosa, por ejemplo en la forma de una suspensión o una pasta que se puede dosificar con un tornillo transportador.

Una "suspensión" o "lechada" en el sentido de la presente invención comprende sólidos no disueltos, es decir, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) y agua y opcionalmente otros aditivos.

En una realización de la presente invención, la mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) que se va a usar en el procedimiento de la invención se suspende en agua de tal manera que la suspensión tenga un contenido en sólidos de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) dentro del intervalo de 1% en peso a 80% en peso, más preferiblemente 3% en peso a 60% en peso, e incluso más preferiblemente de 5% en peso a 60% en peso, con base en el peso de la suspensión.

En una realización de la presente invención, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto al menos un filosilicato de 10:1 a 1:10. Por ejemplo, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de 5:1 a 1:5 o de 2:1 a 1:2.

Por ejemplo, el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de aproximadamente 1:1.

Por ejemplo, la etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un filosilicato de la etapa c) y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b), en donde al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, preferiblemente tiene lugar porque la superficie del agua contaminada y/o el lodo y/o el sedimento está al menos parcialmente cubierto con al menos un filosilicato y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada. Adicional o alternativamente, la etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un filosilicato de la etapa c) y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) preferiblemente tiene lugar porque el agua contaminada y/o el lodo y/o el sedimento de la etapa a) se mezcla con el carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c). El experto en la técnica adaptará las condiciones de mezcla (tal como la configuración de la velocidad de mezcla) de acuerdo con sus necesidades y equipo disponible.

Preferiblemente, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) están suspendidos en el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar, por ejemplo mediante un medio de agitación.

El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el contacto del agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento que se van a deshidratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) se lleva a cabo durante un periodo en el intervalo de varios segundos hasta varios minutos, por ejemplo 20 s o más, preferiblemente 30 s o más, más preferiblemente 60 s o más y lo más preferible durante un periodo de 120 s o más. En general, la duración del contacto del agua y/o del lodo y/o del sedimento a tratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) se determina por el grado de contaminación del agua y/o del lodo y/o del sedimento y el agua y/o el lodo y/o el sedimento específicos a tratar.

Se entiende que la cantidad de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) de acuerdo con el presente procedimiento se selecciona de tal manera que sea suficiente en el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar, es decir, suficientemente alta para proporcionar una actividad de unión eficiente para al menos un tipo de impurezas inorgánicas presentes en el agua y/o el lodo y/o el sedimento contaminados, pero al mismo tiempo es tan baja que no se observaría una cantidad significativa de carbonato de calcio de superficie tratada y/o de filosilicato no unidos en el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar.

La cantidad de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) depende del tipo de agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar, así como del tipo y cantidad de impurezas. Preferiblemente, se añade una cantidad de 0,1 a

- 5 10,0% en peso, más preferiblemente de 0,5 a 5,0% en peso de carbonato de calcio de superficie tratada, con base en el peso total del agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar. Por lo tanto, también la cantidad de al menos un filosilicato de la etapa c) depende del tipo de agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar, así como del tipo y la cantidad de impurezas. Preferiblemente, se añade una cantidad de 0,1 a 10,0% en peso, más preferiblemente de 0,5 a 5,0% en peso de filosilicato, con base en el peso total del agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar.
- 10 Se pueden añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) como una suspensión acuosa, por ejemplo las suspensiones descritas anteriormente. Alternativamente, se pueden añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) al agua a purificar y/o al lodo y/o al sedimento a deshidratar en cualquier forma sólida apropiada, por ejemplo en la forma de gránulos o un polvo o en forma de una torta.
- 15 Dentro del contexto de la presente invención, también es posible proporcionar una fase inmóvil, por ejemplo en la forma de una torta o capa, que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c), corriendo el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar a través de dicha fase inmóvil.
- 20 En una realización de la presente invención, se pasa el agua y/o el lodo y/o el sedimento a purificar a través de un filtro permeable que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) que es capaz de retener, a través de exclusión por tamaño, las impurezas inorgánicas sobre la superficie del filtro a medida que el líquido pasa a través suyo mediante gravedad y/o al vacío y/o a presión. Este procedimiento se llama "filtración de superficie".
- 25 En otra técnica preferida conocida como filtración en profundidad, un auxiliar de filtración que comprende un cantidad de pasos tortuosos de diferente diámetro y configuración retiene las impurezas mediante fuerzas moleculares y/o eléctricas adsorbiendo las impurezas sobre al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) que es/están presente(s) dentro de dichos pasajes, y/o por exclusión de tamaño, reteniendo las partículas de impureza si son demasiado grandes para pasar a través del espesor completo de la capa del filtro.
- 30 Las técnicas de filtración en profundidad y de filtración en superficie pueden combinarse adicionalmente situando la capa de filtración en profundidad sobre el filtro de superficie; esta configuración presenta la ventaja de que aquellas partículas que podrían bloquear los poros del filtro de superficie sean retenidas en la capa de filtración en profundidad.
- 35 En una realización de la presente invención, el procedimiento comprende además la etapa e) de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un adyuvante polimérico de floculación.
- 40 En una realización de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) se añaden simultáneamente al agua y/o al lodo y/o al sedimento a tratar. En otra realización de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación y al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) se añaden por separado al agua y/o al lodo y/o al sedimento a tratar. En este caso, el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar se ponen primero en contacto con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y luego con el adyuvante polimérico de floculación.
- 45 Por ejemplo, el adyuvante polimérico de floculación se añade al agua y/o al lodo y/o al sedimento a tratar cuando la adsorción de impurezas sobre al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) ha alcanzado su máximo, es decir, no hay ninguna disminución adicional de impurezas inorgánicas dentro del agua. Sin embargo, también es posible añadir el adyuvante polimérico de floculación en una etapa temprana, por ejemplo cuando se ha alcanzado al menos el 50%, al menos el 70% o al menos el 90% de la máxima adsorción de impurezas sobre al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c).
- 50 La etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico de floculación tiene lugar preferiblemente porque la superficie del agua y/o el lodo y/o el sedimento está al menos parcialmente cubierta, ya sea simultánea o separadamente, con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico de floculación. Adicional o alternativamente, la etapa de poner en contacto el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) el adyuvante polimérico de floculación tiene lugar preferiblemente porque el agua y/o el lodo y/o el sedimento se mezclan simultáneamente o por separado con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico de floculación. El experto en la técnica adaptará las condiciones de mezcla (tal como la configuración de la velocidad de mezcla) de acuerdo con sus necesidades y el equipo disponible.

- 5 El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el contacto del agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico de floculación se lleva a cabo durante un período en el intervalo de varios segundos hasta varios minutos, por ejemplo 30 s o más, preferiblemente 60 s o más, más preferiblemente 90 s o más y lo más preferible durante un periodo de 180 s o más. En general, la duración de contacto del agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y/o al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico de floculación se determina por el grado de contaminación del agua y el agua y/o el lodo y/o el sedimento específicos a tratar.
- 10 En una realización de la presente invención, el procedimiento de la etapa d) y la etapa e) se repiten una o más veces. En una realización preferida de la presente invención, el procedimiento de la etapa d) o la etapa e) se repite una o más veces. Si la etapa d) y la etapa e) se repiten una o más veces, la etapa d) y la etapa e) pueden repetirse independientemente, es decir, la etapa d) puede repetirse varias veces, mientras que la etapa e) se repite más o menos veces que la etapa d) y viceversa. Por ejemplo, la etapa d) se puede repetir dos veces, mientras que la etapa e) se repite una vez o más de dos veces.
- 15 Cualquier adyuvante polimérico de floculación conocido en la técnica puede usarse en el procedimiento de la presente invención. Ejemplos de adyuvantes poliméricos de floculación preferidos incluyen poliacrilamidas o polielectrolitos con base en poliácridatos, poli(cloruro de dialildimetil amonio), polietileniminas, poliaminas o mezclas de éstos y polímeros naturales tales como almidón o polímeros modificados naturales como carbohidratos modificados.
- En una realización de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación no es poliacrilamida.
- 20 Preferiblemente, el adyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular promedio en peso de al menos 100.000 g/mol. En una realización de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular promedio en peso M_w en el intervalo de 100.000 a 10.000.000 g/mol, preferiblemente en el intervalo de 300.000 a 5.000.000 g/mol, más preferiblemente en el intervalo de 300.000 a 1.000.000 g/mol y lo más preferible en el intervalo de 300.000 a 800.000 g/mol.
- 25 El adyuvante polimérico de floculación puede ser iónico o no iónico. Preferiblemente, el adyuvante polimérico de floculación es iónico, es decir, un el adyuvante polimérico de floculación o aniónico o un el adyuvante polimérico de floculación catiónico.
- 30 En el contexto de la presente invención, el término "catiónico" se refiere a cualquier polímero que tenga una carga total positiva. Por lo tanto, no se excluye la presencia de algunas unidades de monómero aniónico mientras existan todavía suficientes unidades de monómeros catiónicos que proporcionen una carga total positiva y que permitan su uso como un adyuvante de floculación. Además, el término "adyuvante polimérico catiónico de floculación" también comprende aquellos polímeros que tienen unidades monoméricas con grupos funcionales que se convierten en catiónicos después de la adición al agua a tratar, por ejemplo grupos amina que se convierten en grupos amonio en agua ácida.
- 35 El término "aniónico" se refiere a cualquier polímero que tenga una carga total negativa. Por lo tanto, no se excluye la presencia de algunas unidades de monómeros catiónicos mientras existan unidades de monómeros aniónicos suficientes que proporcionen una carga total negativa y que permitan su uso como un adyuvante de floculación. Además, el término "adyuvante polimérico aniónico de floculación" también comprende aquellos polímeros que tienen unidades monoméricas con grupos funcionales que se convierten en aniónicos tras la adición al agua a tratar, por ejemplo, de grupos ácidos tales como grupos de ácido sulfónico.
- 40 Un adyuvante polimérico preferido de floculación de la presente invención es poliacrilamida. Por modificaciones apropiadas que son conocidas por el experto en la técnica, se puede utilizar la poliacrilamida como un adyuvante polimérico catiónico de floculación así como un adyuvante polimérico aniónico de floculación.
- Preferiblemente, la poliacrilamida contiene al menos 50% en moles, más preferiblemente al menos 60% en moles, aún más preferiblemente al menos 75% en moles de unidades monoméricas derivadas de acrilamida.
- 45 Una poliacrilamida aniónica, es decir una poliacrilamida que tiene una carga total negativa, puede se obtenida mediante la introducción de unidades apropiadas de comonomeras, por ejemplo, derivado del ácido (met) acrílico.
- Una poliacrilamida catiónica, es decir una poliacrilamida que tiene una carga total positiva, puede ser obtenida mediante la introducción de unidades apropiadas de comonomeros, por ejemplo derivadas de aminoalquil (Met)acrilato tales como dimetilaminometil (met)acrilato dimetilaminoetil, (met) acrilato dimetilaminopropoil (met) acrilato, dietilaminometil (met)acrilato, dietilaminoetil (met)acrilato, que pueden ser cuaternizados por haluros de alquilo.
- 50 En una realización de la presente invención, se utiliza poliácridato como un adyuvante polimérico preferido de floculación en el procedimiento de la presente invención. Preferiblemente, se usa el poliácridato como un adyuvante polimérico

catiónico de floculación. Más específicamente, el poliacrilato usado como un adyuvante polimérico catiónico de floculación está libre de acrilamida. Preferiblemente, el poliacrilato contiene al menos 50% en moles, más preferiblemente al menos 60% en moles, incluso más preferiblemente al menos 75% en moles de unidades monoméricas derivadas de aminoalquil (met) acrilatos tales como dimetilaminometil (met)acrilato, dimetilaminoetil (met) acrilato, dimetilaminopropoil (met) acrilato, dietilaminometil (met) acrilato dietilaminoetil (met) acrilato o dietilaminopropil (met) acrilato que pueden ser cuaternizados por haluros de alquilo. Alternativamente, el adyuvante polimérico de floculación puede ser un polímero tal como se describió como polímero de peine en el documento US 2009/0270543 A1.

En una realización de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación es un copolímero preparado a partir de 92% en peso de metacrilato de metoxi polietilenglicol de peso molecular 2.000 g/mol y 8% en peso de ácido acrílico y al menos parcialmente neutralizado por sosa. En una realización adicional de la presente invención, el adyuvante polimérico de floculación es un copolímero preparado a partir de 92% en peso de metacrilato de metoxi polietilenglicol de peso molecular 2.000 g/mol y 8% en peso de ácido acrílico y totalmente neutralizado por sosa.

Opcionalmente, se pueden añadir aditivos adicionales al agua y/o al lodo y/o al sedimento a tratar. Estos pueden incluir agentes para el ajuste del pH y floculantes convencionales tales como cloruro de polialuminio, cloruro de hierro o sulfato de aluminio. Sin embargo, en una realización, el procedimiento de purificación de el agua y/o el procedimiento de deshidratación de lodo y/o del sedimento de la presente invención no utilizan ningún adyuvante inorgánico convencional adicional de floculación tal como cloruro de polialuminio, cloruro de hierro o sulfato de aluminio.

Después de que se ha completado el contacto/floculación, se puede remover el material compuesto floculado del agua tratada mediante medios de separación convencionales conocidos por el experto tal como filtración, sedimentación y/o centrifugación.

En un enfoque alternativo, el agua a purificar y/o el lodo y/o el sedimento a deshidratar se pasan preferiblemente a través de un filtro permeable que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada y/o el filosilicato y que son capaces de retener, a través de exclusión por tamaño, las impurezas sobre la superficie del filtro a medida que el filtrado se hace pasar por gravedad y/o al vacío y/o bajo presión. Este procedimiento se llama "filtración de superficie".

De acuerdo con la presente invención, el procedimiento para la purificación de agua y/o deshidratación de lodo y/o sedimento es adecuado para reducir eficazmente la cantidad de adyuvante polimérico de floculación contenido en una muestra purificada de agua y/o muestra deshidratada de lodo y/o de sedimento.

En una realización de la presente invención, el agua y/o el lodo y/o el sedimento obtenidos mediante el procedimiento de la presente invención contienen una cantidad de adyuvante polimérico de floculación de al menos 10,0% en peso, preferiblemente de al menos 20,0% en peso. Más preferiblemente al menos 30,0% en peso, aún más preferiblemente al menos 40,0% en peso, todavía más preferiblemente al menos 50,0% en peso y lo más preferible al menos 60,0% en peso inferior a la cantidad de adyuvante de floculación libre contenido en el agua y/o el lodo y/o el sedimento correspondiente que está siendo tratado de la misma forma pero en ausencia de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c). Por ejemplo, el agua y/o el lodo y/o el sedimento obtenido por el procedimiento de la presente invención contiene una cantidad de adyuvante polimérico de floculación de al menos 70,0% en peso, preferiblemente al menos 80,0% en peso y lo más preferible al menos 90,0% en peso inferior a la cantidad de adyuvante de floculación libre contenido en el agua y/o el lodo y/o el sedimento correspondiente que se tratan de la misma forma pero en ausencia de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c).

El uso del procedimiento de la invención para la purificación del agua y/o deshidratación de lodos y/o de sedimentos proporciona una serie de propiedades mejoradas. En primer lugar, el procedimiento de la invención proporciona una excelente actividad de unión de impurezas cuando al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) se aplican al menos parcialmente sobre la superficie del agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar o se mezclan con el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar. Además, el uso del procedimiento de la invención da como resultado un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas que pueden ser fácilmente eliminadas del medio a tratar. Además, la unión de impurezas por el procedimiento de la invención da como resultado una buena calidad de limpieza del agua y/o del lodo y/o del sedimento a tratar. Una ventaja adicional del procedimiento de la invención reside en el hecho de que la combinación usada de carbonato de calcio de superficie tratada y de filosilicato disminuye la cantidad de adyuvante polimérico de floculación en el agua y/o el lodo y/o el sedimento tratado y por lo tanto disminuye la perturbación del equilibrio ecológico.

Dependiendo de los requisitos específicos y/o las respectivas propiedades físicas y/o químicas del agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar, se pueden aplicar al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b), al menos un filosilicato de la etapa c) y el adyuvante polimérico opcional de floculación que se va a usar de acuerdo con el procedimiento de la invención en forma separada o se puede usar una mezcla terminada. En la forma de una adición dosificada separadamente de los componentes individuales del carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un

5 filossilicato y un adyuvante polimérico opcional de floculación, la relación de concentración puede ajustarse individualmente en función del agua y/o del lodo y/o del sedimento presente a tratar. El agua y/o el lodo y/o el sedimento pueden ser tratados con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filossilicato de la etapa c) que se formulan, por ejemplo, como formulaciones usuales separadas, tales como, por ejemplo, suspensiones, polvos o gránulos separados. Alternativamente, al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filossilicato de la etapa c) pueden formularse, por ejemplo, como una formulación habitual combinada, tal como, por ejemplo, una suspensión, un polvo o gránulos.

10 Son posibles aplicaciones para la purificación de agua y deshidratación de lodos y/o sedimentos originados en diferentes industrias tales como aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales urbanas, lodos tales como lodos portuarios, lodos fluviales, lodos costeros o lodos digeridos, aguas residuales o aguas de proceso de cervecerías u otras industrias de bebidas, aguas residuales o aguas de proceso en la industria del papel, industria de color, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, agua residual de la industria del cuero y de la industria de curtido del cuero.

15 En una realización de la presente invención, se pueden utilizar también ventajosamente al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filossilicato de la etapa c) para neutralizar o amortiguar el agua y/o el lodo y el sedimento a tratar tal como el agua residual industrial, el agua potable, el agua residual urbana, lodos tales como lodos portuarios, lodos fluviales, lodos costeros o lodos digeridos, aguas residuales o aguas de proceso procedentes de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, aguas residuales o agua de proceso en la industria del papel, industria de color, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, aguas residual de industria del cuero y de la industria del curtido de cuero.

20 En vista de los muy buenos resultados del procedimiento de la invención en la purificación del agua y/o la deshidratación de lodos y/o de sedimentos como se definió anteriormente, un aspecto adicional de la presente invención es el uso de la combinación del filossilicato y el carbonato de calcio de superficie tratada en la purificación de agua y/o deshidratación de lodos y/o de sedimentos. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de la combinación del filossilicato y el carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de adyuvantes poliméricos de floculación en el agua y/o los lodos y/o los sedimentos.

25 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filossilicato e impurezas.

30 Preferiblemente, el material compuesto comprende además un adyuvante polimérico de floculación como se definió anteriormente. Cuando se usan el filossilicato y el carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un adyuvante polimérico de floculación como se definió anteriormente, se encontró sorprendentemente que se obtiene un material compuesto floculado de compacidad mejorada al mismo tiempo que se reduce considerablemente la concentración de adyuvante polimérico de floculación en el filtrado.

35 Si se separa el material compuesto floculado del agua y/o el lodo y/o el sedimento por filtración, sedimentación y/o centrifugación, el material compuesto puede estar presente en forma de una torta de filtración.

Con respecto a la definición del carbonato de calcio de superficie tratada, el filossilicato y realizaciones preferidas de los mismos, se hace referencia a las exposiciones presentadas anteriormente cuando se discutía los detalles técnicos del procedimiento de la presente invención.

40 Los siguientes ejemplos pueden ilustrar adicionalmente la invención, pero no pretenden restringir la invención a las realizaciones ejemplificadas.

Ejemplos

Procedimientos de medición

Los siguientes procedimientos de medición se usaron para evaluar los parámetros dados en los ejemplos y las reivindicaciones.

45 Área superficial específica de BET de un material

El área superficial específica de BET se midió mediante el procedimiento de BET de acuerdo con la norma ISO 9277 usando nitrógeno, después del acondicionamiento de la muestra por calentamiento a 250°C durante un período de 30 minutos. Antes de tales mediciones, la muestra se filtró, se enjuagó y se secó a 110°C en un horno durante al menos 12 horas.

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

5 Se determinaron el diámetro promedio ponderado de grano y la distribución de masa de diámetro de grano de un material en partículas mediante el procedimiento de sedimentación, es decir, un análisis del comportamiento de sedimentación en un campo gravitacional. La medición se realizó con un Sedigraph^{MR} 5100.

Se determinó el diámetro promedio ponderado de partícula del carbonato de calcio de superficie reactiva o de la bentonita usando un Malvern Mastersizer 2000 Versión 5.4.

10 Los procedimientos e instrumentos son conocidos por el experto en la técnica y se usan comúnmente para determinar el tamaño de grano de rellenos y pigmentos. Las mediciones se llevaron a cabo en una solución acuosa de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ al 0,1% en peso. Se dispersaron las muestras usando un agitador y ultrasonido de alta velocidad.

Área superficial accesible

El área superficial accesible del carbonato de calcio se puede determinar mediante el procedimiento descrito en la publicación de Papirer, Schultz y Turchi (Eur. Polym. J., Vol. 20, No. 12, páginas 1155-1158, 1984).

Neblina

15 La neblina de las muestras de agua se mide mediante el uso de un fotómetro estándar de acuerdo con procedimientos estándar.

Medición del pH

El pH de las muestras de agua se mide usando un medidor de pH estándar a aproximadamente 25°C.

Alcalinidad

20 La alcalinidad de las muestras de agua se mide utilizando procedimientos de titulación estándar.

Capacidad oxidante

La capacidad oxidante de las muestras de agua se mide usando el método CSB bien conocido usando dicromato de potasio.

Ejemplo 1

25 El siguiente ejemplo ilustrativo implica el uso de una mezcla que comprende carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita en combinación con un adyuvante polimérico de floculación para la purificación de dos diferentes muestras de lodo. Dicho carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 1,6 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 48 m^2/g (medida usando nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga catiónica de 7 mEq/g. El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio. La combinación de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita se usó en una mezcla que tenía una relación en peso de carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a bentonita de aproximadamente 1:1. Como ayudante polimérico de floculación, se utilizó el adyuvante de floculación comercialmente disponible FLOPAM®FB 608 (comercialmente disponible a través de SNF Floerger, Francia).

30

35

40 El procedimiento de purificación se realizó sobre un lodo mixto (una mezcla de un lodo primario y biológico) muestreado de STEP Collombey-Muraz y un lodo digerido muestreado de STEP AIEE Penthaz. Se añadieron 200 ml de la correspondiente muestra de lodo a una suspensión de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita que tenía un contenido variable de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita. Por ejemplo, el contenido total de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita en la suspensión fue de aproximadamente 15% en peso, 25% en peso, 35% en peso, 45% en peso o 55% en peso, con base en el peso total de la suspensión. Después de la agitación manual, se completó la floculación mediante la adición del adyuvante polimérico de floculación. El adyuvante polimérico de floculación se utilizó en forma de una suspensión que tenía un contenido de adyuvante de floculación del 0,5% en peso, con base en el peso total de la suspensión. El contenido de adyuvante de floculación en la muestra se controló para las respectivas muestras de lodo.

45

5 Durante el procedimiento de purificación del lodo mixto así como para las muestras de lodo digerido tratadas con una combinación de una mezcla de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita y un adyuvante polimérico de floculación, se obtuvo una reducción de concentración para el adyuvante polimérico de floculación. Además, se observó una reducción de concentración para el adyuvante polimérico de floculación para todas las suspensiones de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita con contenido variable. Se puede concluir así que durante el procedimiento de purificación es necesaria una cantidad reducida de adyuvante polimérico de floculación.

Ejemplo 2

10 El Ejemplo 2 se llevó a cabo de una manera similar a la del Ejemplo 1, con la excepción de que el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio molido y tiene un valor diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 2,3 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 28 m^2/g (medida mediante nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga catiónica de 7 mEq/g . El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95% en peso con base en el peso seco del carbonato de calcio.

15 Al igual que en el Ejemplo 1, también se obtuvo una reducción de la concentración para el adyuvante polimérico de floculación obtenido para el Ejemplo 2.

Ejemplo 3

20 El siguiente ejemplo ilustrativo implica el uso de un carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita en combinación con un adyuvante polimérico de floculación para la purificación de dos muestras diferentes de lodo. La bentonita se añadió primero a las muestras de lodo seguido por el carbonato de calcio de superficie tratada. Dicho carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 1,7 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 51 m^2/g (medido utilizando nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga catiónica de 7 mEq/g . El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95% en peso con base en el peso seco del carbonato de calcio. El carbonato de calcio de superficie tratada y la bentonita se usaron en una relación en peso de carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a la bentonita de aproximadamente 1:1. Como ayudante de floculación polimérica, se utilizó el adyuvante de floculación comercialmente disponible FLOPAM^{MR} FB 608 (comercialmente disponible a través de SNF Floerger, Francia).

30 El procedimiento de purificación se realizó en un lodo mixto (una mezcla de un lodo primario y biológico) muestreado de STEP Collombey-Muraz y un lodo digerido muestreado de STEP AIEE Penthaz. Se añadió una suspensión de bentonita que tenía un contenido variable de bentonita a 200 ml de la respectiva muestra de lodo. Por ejemplo, el contenido de bentonita en la suspensión era de aproximadamente 15% en peso, 25% en peso, 35% en peso, 45% en peso o 55% en peso, con base en el peso total de la suspensión. Después de la adición completa y agitación manual de la suspensión de bentonita, cada suspensión obtenida que comprende la mezcla de lodo/bentonita se puso en contacto con una suspensión de carbonato de calcio de superficie tratada que tenía un contenido variable de carbonato de calcio de superficie tratada. Por ejemplo, el contenido de carbonato de calcio de superficie tratada en la suspensión fue de aproximadamente 15% en peso, 25% en peso, 35% en peso, 45% en peso o 55% en peso, con base en el peso total de la suspensión. Después de la agitación manual, se completó la floculación mediante la adición del adyuvante polimérico floculación. Se utilizó adyuvante de floculación en forma de una suspensión que tenía un contenido adyuvante de floculación del 0,5% en peso, con base en el peso total de la suspensión. El contenido de adyuvante de floculación en la muestra se controló para las respectivas muestras de lodo.

45 Durante el procedimiento de purificación del lodo mixto así como para las muestras de lodo digeridas tratadas primero con bentonita seguido por el carbonato de calcio de superficie tratada, y un adyuvante polimérico de floculación, se obtuvo una reducción en la concentración para el adyuvante polimérico de floculación. Además, se observó una reducción en la concentración para el adyuvante polimérico de floculación para todos los contenidos de bentonita y carbonato de calcio de superficie tratada. Se puede concluir por lo tanto, que durante el procedimiento de purificación es necesaria una cantidad reducida de adyuvante polimérico de floculación.

Ejemplo 4

50 El Ejemplo 4 se llevó a cabo de manera similar al Ejemplo 3, con la excepción de que el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio molido y tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 1,7 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 38 m^2/g (medida utilizando nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga

catiónica de 7 mEq/g. El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio.

Al igual que en el Ejemplo 3, se obtuvo también una reducción de concentración para el adyuvante polimérico de floculación para el Ejemplo 4.

5 Ejemplo 5

10 El siguiente ejemplo ilustrativo implica el uso de un carbonato de calcio modificado, es decir, el carbonato de calcio no está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, en combinación con un adyuvante polimérico de floculación pero en ausencia de bentonita para la purificación de dos diferentes muestras de lodo. Dicho carbonato de calcio modificado tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 1,6 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 45 m^2/g (medida utilizando nitrógeno y el procedimiento de BET) antes del tratamiento de la superficie. Como adyuvante polimérico de floculación, se utilizó el adyuvante de floculación comercialmente disponible FLOPAM^{MR} FB 608 (comercialmente disponible a través de SNF Floerger, Francia).

15 El procedimiento de purificación se realizó en un lodo mixto (una mezcla de un lodo primario y biológico) muestreado de STEP Collombey-Muraz y un lodo digerido muestreado de STEP AIEE Penthaz. Se añadieron 200 ml de la respectiva muestra de lodo a una suspensión de carbonato de calcio modificado que tenía un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada de 31,8% en peso, con base en el peso total de la suspensión. Después de la agitación manual, la floculación se completó mediante la adición del adyuvante polimérico de floculación. El adyuvante polimérico de floculación se utilizó en forma de una suspensión que tenía un contenido adyuvante de floculación del 0,5% en peso, con base en el peso total de la suspensión. El contenido de adyuvante polimérico de floculación en la muestra se controló para las respectivas muestras de lodo.

20 Durante el procedimiento de purificación del lodo mixto así como para las muestras de lodo digerido tratadas con una combinación del carbonato de calcio modificado y un adyuvante polimérico de floculación, se obtuvo sólo una ligera reducción de la concentración para el adyuvante polimérico de floculación.

25 En general, se puede concluir que el uso del carbonato de calcio modificado en combinación con un adyuvante polimérico de floculación pero en ausencia de bentonita tiene sólo ligeros efectos sobre las cantidades del adyuvante polimérico de floculación requeridas para la floculación completa.

Ejemplo 6

30 El siguiente ejemplo ilustrativo implica el uso de diferentes cantidades de una mezcla que comprende carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita en combinación con un adyuvante polimérico de floculación para la purificación de agua de río. Dicho carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 2,0 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 56 m^2/g (medida utilizando nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poli (cloruro de dialildimetil amonio) que tiene una densidad de carga catiónica de 6,2 mEq/g. El poli (cloruro de dialildimetil amonio) está presente en el recubrimiento en una cantidad de 1,5% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio. La combinación de carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita se usó en una mezcla que tenía una relación en peso de carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a bentonita de aproximadamente 1:1. Como adyuvante polimérico de floculación, se utilizó el adyuvante de floculación de Nerolan AG 580 (comercialmente disponible a través de Nerolan Wassertechnik GmbH, Alemania). Nerolan AG 580 representa un poliacrilato que está libre de acrilamida.

35 Como ejemplo comparativo, se utilizó sulfato de aluminio en combinación con una poliacrilamida como adyuvante polimérico de floculación. Como adyuvante polimérico de floculación, se utilizó adyuvante de floculación comercialmente disponible Praestol 650 TR (comercialmente disponible a través de Ashland Deutschland GmbH, Alemania).

40 El procedimiento de purificación se realizó sobre del agua de río del Neva en Rusia muestreada desde una presa de agua. Se añadieron cantidades diferentes de la mezcla que comprendía el carbonato de calcio de superficie tratada y bentonita y 10 ppm de sulfato de aluminio, respectivamente, a aproximadamente 450 ml de la muestra de agua. Después de agitar a 400 U/min durante aproximadamente 30 s, la floculación se completó añadiendo el adyuvante polimérico de floculación respectivo.

45 En general, se puede concluir que el uso de una mezcla que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada y la bentonita en combinación con un adyuvante polimérico de floculación tiene un efecto positivo sobre la calidad del agua obtenida por el procedimiento de purificación.

Ejemplo 7

5 El Ejemplo 7 se llevó a cabo de una manera similar a la del Ejemplo 6, con la excepción de que el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio molido y tiene un valor de diámetro promedio ponderado de partícula d_{50} de 1,8 μm (medido según el procedimiento de sedimentación) y un área superficial específica de 23 m^2/g (medida mediante nitrógeno y el procedimiento de BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto por un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga catiónica de 6 mEq/g. El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio.

Al igual que en el Ejemplo 6, se obtuvo también un efecto positivo sobre la calidad del agua para el Ejemplo 7.

10

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la purificación de agua y/o la deshidratación de lodos y/o sedimentos, que comprende las siguientes etapas de:
- a) proporcionar agua a purificar y/o lodo y/o sedimento a deshidratar que comprende impurezas;
- 5 b) proporcionar al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, en el que al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, en donde al menos un polímero catiónico está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,2% en peso a 10% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio,
- 10 c) proporcionar al menos un filosilicato, en donde el filosilicato es bentonita con un contenido de montmorillonita de al menos 50,0% en peso con base en el peso total de la bentonita, y
- d) poner en contacto el agua y/o el lodo y/o el sedimento de la etapa a) con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) para obtener y remover un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas, en donde el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) antes de añadir al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a) y/o mediante la adición de una mezcla que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) al agua y/o al lodo y/o al sedimento de la etapa a).
- 15
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el agua y/o el lodo y/o el sedimento de la etapa a) se seleccionan entre agua residual industrial, agua potable, agua residual urbana, lodo tal como lodo portuario, lodo fluvial, lodo costero o lodo digerido, agua residual o agua de proceso de cervecerías u otras industrias de bebidas, agua residual o agua de proceso en la industria del papel, industria de colorantes, pinturas o de recubrimientos, agua residual agrícola, agua residual de mataderos, agua residual de la industria de cuero y de la industria de curtido del cuero.
- 20
3. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, en donde al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) comprende carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, preferiblemente carbonato de calcio de superficie modificada o carbonato de calcio molido.
- 25
4. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la fuente de carbonato de calcio molido (GCC) se selecciona entre mármol, tiza, calcita, dolomita, caliza y mezclas de los mismos y/o el carbonato de calcio precipitado (PCC) se selecciona entre una o más formas cristalinas mineralógicas aragoníticas, vateríticas y calcíticas.
- 30
5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico
- a) que tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y lo más preferible en el intervalo de 5 µEq/g y 10 mEq/g, y/o
- 35 b) en el que al menos el 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, preferiblemente al menos 70%, más preferiblemente al menos 80%, incluso más preferiblemente al menos 90% y lo más preferible igual a 100%, y/o
- c) que tiene un peso molecular promedio en peso M_w inferior a 1.000.000 g/mol, más preferiblemente de 50.000 a 750.000 g/mol, aún más preferiblemente de 50.000 a 650.000 g/mol y lo más preferible de 100.000 a 300.000 g/mol, y/o
- 40 d) siendo un homopolímero con base en unidades monoméricas seleccionado del grupo que consiste en sales de dialildialquil amonio; aminos terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas; acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo y acetato de vinilo, preferiblemente sales de dialildialquil amonio y ácido acrílico, o
- e) siendo un copolímero con base en unidades monoméricas seleccionado de sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonomero seleccionadas del grupo que consiste en acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos, preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y las unidades de comonomero seleccionadas entre acrilamida y ácido acrílico.
- 45

6. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde al menos el 10% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, preferiblemente al menos 20% del área superficial accesible, más preferiblemente al menos 30%, aún más preferiblemente al menos 40% y lo más preferible al menos 50% del área superficial accesible.
- 5 7. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la bentonita, preferiblemente bentonita comprende minerales concomitantes seleccionados del grupo que comprende cuarzo, mica, caolinita, feldespato, pirita, calcita, cristobalita y mezclas de los mismos.
- 10 8. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el contacto de la etapa d) se lleva a cabo mediante la adición de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) con el agua y/o el lodo y/o el sedimento de la etapa a) en una relación en peso de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada con respecto a al menos un filosilicato de 10:1 a 1:10, más preferiblemente de 5:1 a 1:5 e incluso más preferiblemente de 2:1 a 1:2
- 15 9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el contacto de la etapa d) se lleva a cabo cubriendo al menos parcialmente la superficie del agua y/o del lodo y/o del sedimento a tratar de la etapa a) con al menos un carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c) y/o mezclando el agua y/o el lodo y/o el sedimento a tratar de la etapa a) con al menos carbonato de calcio de superficie tratada de la etapa b) y al menos un filosilicato de la etapa c).
- 20 10. Uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o la deshidratación de lodos y/o de sedimentos, en donde al menos el 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, en donde al menos un polímero catiónico está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,2% en peso a 10% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio, en donde el filosilicato es bentonita con un contenido de Montmorillonitas de al menos 50,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita.
- 25 11. Uso de una combinación de un filosilicato y un carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de adyuvantes poliméricos de floculación en el agua y/o los lodos y/o los sedimentos, en donde al menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico, en donde al menos un polímero catiónico está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,2% en peso a 10% en peso, con base en el peso seco del carbonato de calcio, en donde el filosilicato es bentonita con un contenido de Montmorillonitas de la menos 50,0% en peso, con base en el peso total de la bentonita.
- 30 12. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, en donde el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, preferiblemente carbonato de calcio de superficie modificada o carbonato de calcio molido
13. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada comprende al menos un polímero catiónico
- 35 a) que tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y lo más preferible en el intervalo de 5 mEq/g y 10 mEq/g, y/o
- b) en el que al menos el 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, preferiblemente al menos 70%, más preferiblemente al menos 80%, incluso más preferiblemente al menos 90% y lo más preferible igual a 100%, y/o
- 40 c) que tiene un peso molecular promedio en peso M_w inferior a 1.000.000 g/mol, más preferiblemente de 50.000 a 750.000 g/mol, aún más preferiblemente de 50.000 a 650.000 g/mol y lo más preferible de 100.000 a 300.000 g/mol, y/o
- d) siendo un homopolímero con base en unidades monoméricas seleccionado del grupo que consiste en sales de dialildialquil amonio; aminas terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas; acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo y acetato de vinilo, preferiblemente sales de dialildialquil amonio y ácido acrílico, o
- 45 e) siendo un copolímero con base en unidades monoméricas seleccionado de sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y unidades de comonomero seleccionadas del grupo que consiste en acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetil-acrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxil etilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos, preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan entre sales de dialildialquil amonio y ácido metacrílico y las unidades de comonomero seleccionadas entre acrilamida y ácido acrílico.
- 50

14. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde al menos el 10% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierto por un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, preferiblemente al menos 20% del área superficial accesible, más preferiblemente al menos 30%, aún más preferiblemente al menos 40% y lo más preferible al menos 50% del área superficial accesible.
- 5 15. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en donde la bentonita comprende minerales concomitantes seleccionados del grupo que comprende cuarzo, mica, caolinita, feldespato, pirita, calcita, cristobalita y mezclas de los mismos.
- 10 16. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en donde la relación en peso del carbonato de calcio de superficie tratada con respecto al filosilicato es de 10:1 a 1:10, más preferiblemente de 5:1 a 1:5 e incluso más preferiblemente de 2:1 a 1:2.
17. Un material compuesto que comprende al menos un carbonato de calcio de superficie tratada, al menos un filosilicato e impurezas que pueden ser obtenidas por el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.