

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 700**

51 Int. Cl.:

B01J 20/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2014 PCT/US2014/070395**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15100050**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014 E 14875728 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3086875**

54 Título: **Materiales compuestos coaglomerados y métodos para fabricar materiales compuestos coaglomerados**

30 Prioridad:

26.12.2013 US 201361920829 P

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

21.12.2020

73 Titular/es:

**IMERYS FILTRATION MINERALS, INC. (100.0%)
1732 North First Street Suite 450
San Jose, CA 95112, US**

72 Inventor/es:

WANG, BO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 799 700 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

Materiales compuestos coaglomerados y métodos para fabricar materiales compuestos coaglomerados

Campo técnico

5 Esta descripción está relacionada con materiales compuestos coaglomerados, métodos para fabricar materiales compuestos coaglomerados y métodos para usar materiales compuestos coaglomerados. Más particularmente, esta descripción está relacionada con materiales compuestos coaglomerados que pueden usarse en aplicaciones de filtración, y métodos para fabricar y usar tales materiales compuestos coaglomerados.

Antecedentes

10 En muchas aplicaciones de filtración, un dispositivo de filtración puede incluir un elemento filtrante, tal como una pulpa, y un material coadyuvante de filtración. El elemento filtrante puede ser de cualquier forma de modo que pueda soportar un material coadyuvante de filtración. Por ejemplo, el elemento filtrante puede incluir un tubo cilíndrico o una estructura tipo oblea cubierta con una tela plástica o metálica de tejido suficientemente fino. El elemento filtrante puede ser una estructura porosa con un elemento filtrante vacío para permitir que el material de cierto tamaño pase a través del dispositivo de filtración. El material coadyuvante de filtración puede incluir uno o más componentes de filtración, que, por ejemplo, pueden ser polvos inorgánicos o materiales fibrosos orgánicos. Tal material coadyuvante de filtración puede usarse en combinación con un elemento filtrante para mejorar el rendimiento de filtración de un dispositivo de filtración.

20 Por ejemplo, el material coadyuvante de filtración puede aplicarse inicialmente a una pulpa de un elemento filtrante en un proceso conocido como "recubrimiento previo". El recubrimiento previo generalmente puede implicar mezclar una suspensión de agua y material coadyuvante de filtración e introducir la suspensión en una corriente que fluye a través de la pulpa. Durante este proceso, una capa delgada, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 1,5 mm a aproximadamente 3,0 mm, de material coadyuvante de filtración puede depositarse eventualmente sobre la pulpa, recubriendo previamente de este modo la pulpa.

25 Durante la filtración de un fluido, varias partículas insolubles en el fluido pueden quedar atrapadas por el material coadyuvante de filtración. Las capas combinadas de material coadyuvante de filtración y partículas y/o constituyentes a eliminar se acumulan en la superficie de la pulpa. Esas capas combinadas se conocen como "torta de filtro". A medida que se depositan más y más partículas y/o constituyentes en la torta del filtro, la torta del filtro puede saturarse con desechos hasta el punto en que el fluido ya no puede pasar a través de la pulpa.

30 Para combatir esta situación, se puede usar un proceso conocido como "inclusión de material". La inclusión de material es el proceso de introducir material coadyuvante de filtración adicional en el fluido que se va a filtrar antes de que el fluido llegue a la torta del filtro. El material coadyuvante de filtración seguirá el camino del fluido sin filtrar y eventualmente llegará a la torta del filtro. Al llegar a la torta del filtro, el material coadyuvante de filtración agregado se unirá a la torta de manera similar a cómo el material coadyuvante de filtración se une a la pulpa durante el proceso de recubrimiento previo. La capa adicional de material coadyuvante de filtración puede hacer que la torta del filtro se hinche y engruese, y puede aumentar la capacidad de la torta del filtro para atrapar desechos adicionales. El coadyuvante de filtración típicamente tiene una estructura porosa abierta, que mantiene una estructura abierta en la torta del filtro, asegurando así la permeabilidad continua de la torta del filtro.

40 En el campo de la filtración de fluidos, la tierra de diatomeas y los vidrios naturales se emplean comúnmente como coadyuvantes de filtración. Los productos de tierra de diatomeas pueden obtenerse de tierra de diatomeas (también llamada "DE" o "diatomita"), que generalmente se conoce como un sedimento enriquecido en sílice biogénica (es decir, sílice producida o lograda por organismos vivos) en forma de esqueletos silicios (frústulos) de diatomeas. Las diatomeas son una matriz diversa de algas microscópicas, unicelulares, de color marrón dorado, generalmente de la clase *Bacillariophyceae*, que posee un esqueleto silíceo adornado de estructuras variadas e intrincadas que incluyen dos válvulas que, en la diatomea viva, encajan como una caja de pastillas.

45 La tierra de diatomeas puede formarse a partir de los restos de diatomeas transportadas por el agua y, por lo tanto, los depósitos de tierra de diatomeas pueden encontrarse cerca de cuerpos de agua actuales o anteriores. Esos depósitos generalmente se dividen en dos categorías de acuerdo con la fuente: agua dulce y agua salada. La tierra de diatomeas de agua dulce generalmente se extrae de lechos de lagos secos y puede caracterizarse por tener un bajo contenido de sílice cristalina y un alto contenido de hierro. Por el contrario, la tierra de diatomeas de agua salada generalmente se extrae de áreas oceánicas y puede caracterizarse por tener un alto contenido de sílice cristalina y un bajo contenido de hierro.

55 Los vidrios naturales, comúnmente denominados "vidrios volcánicos", generalmente se forman por el rápido enfriamiento del magma o lava silícea. Se conocen varios tipos de vidrios naturales, que incluyen, por ejemplo, perlita, piedra pómez, pumicita, obsidiana, resinita y cenizas volcánicas. Antes del procesamiento, la perlita puede ser de color gris a verde con abundantes grietas esféricas que hacen que se rompa en pequeñas masas similares a perlas. La perlita puede expandirse térmicamente al procesarse. La piedra pómez es una roca vesicular vítrea y liviana. La obsidiana puede ser de color oscuro con un brillo vítreo y una fractura concoidea característica. La resinita tiene un

brillo resinoso ceroso y puede ser marrón, verde o gris. Los vidrios volcánicos como la perlita y la piedra pómez se producen en depósitos masivos y encuentran un amplio uso comercial. La ceniza volcánica, a menudo denominada "toba" cuando está en forma consolidada, puede incluir pequeñas partículas o fragmentos que pueden estar en forma vítrea.

5 Otros minerales incluyen mica, talco, arcilla, caolín, esmectita, wollastonita y carbonato de calcio. Por ejemplo, la mica es un mineral que tiene una textura en capas o en placas. La mica puede ocurrir en regímenes ígneos, metamórficos y sedimentarios. Los cristales grandes de mica pueden extraerse típicamente de pegmatitas graníticas. La mica puede tener un tamaño medio de partícula que varía, por ejemplo, de aproximadamente 20 micras a aproximadamente 60 micras, y/o puede tener una relación de aspecto que varía, por ejemplo, de aproximadamente 20 a aproximadamente 60.

10 En el campo de la filtración, los métodos de separación de partículas de fluidos pueden emplear productos de tierra de diatomeas o productos de vidrio natural como coadyuvantes de filtración. La estructura intrincada y porosa exclusiva de la tierra de diatomeas puede, en algunos casos, ser efectiva para el atrapamiento físico de partículas en los procesos de filtración. Se conoce el empleo de productos de tierra de diatomeas para mejorar la claridad de los fluidos que exhiben "turbidez" o que contienen partículas suspendidas o material particulado. La turbidez es la opacidad o brumosis de un fluido, en el que la turbidez puede ser causada por partículas individuales que están suspendidas en el fluido. Los materiales que pueden hacer que un fluido se vuelva turbio incluyen, por ejemplo, arcilla, limo, materia orgánica, materia inorgánica y organismos microscópicos.

15 La tierra de diatomeas y el vidrio natural pueden usarse en diversos aspectos de la filtración. Por ejemplo, como parte del recubrimiento previo, se pueden aplicar tierra de diatomeas o productos de vidrio natural a una pulpa filtrante para ayudar a lograr, por ejemplo, uno o más de: protección de la pulpa, mejora en la claridad y agilización de la eliminación de la torta de filtro. Como parte de la inclusión de material, se puede agregar tierra de diatomeas o vidrio natural directamente a un fluido que se filtra para ayudar a lograr, por ejemplo, uno o ambos de: aumentar la velocidad de flujo y extender el ciclo de filtración. Dependiendo de los requisitos del proceso de separación específico, se puede usar tierra de diatomeas o vidrio natural en múltiples etapas, que incluyen, entre otras, una etapa de recubrimiento previo y una etapa de inclusión de material. El documento WO 2013/096578 A1 describe un método de coagulación de tierra de diatomeas, vidrio natural con una solución de un aglutinante de sílice. El documento US 2009/261041 A1 describe un adsorbente compuesto filtrable a base de perlita con silicato de sodio a base de diatomita. El documento US 2009/181848 A1 describe un coadyuvante de filtración: la celulosa puede mezclarse con tierra de diatomeas, en lugar de o además de la perlita expandida. El documento US 2010/0285189 A1 describe coadyuvantes de filtración que comprenden agentes absorbentes de alta relación de aspecto y un separador de carácter hidrófobo.

20 Los productos conocidos de tierra de diatomeas o vidrio natural pueden tener sinnúmero de atributos que los hacen inapropiados para el uso de filtración, hacer que sean menos deseables o que tengan un rendimiento pobre o mejorable en una aplicación particular, por ejemplo en las aplicaciones de filtración. Por ejemplo, los productos conocidos de tierra de diatomeas o vidrio natural pueden tener al menos un alto contenido de sílice cristalina, un alto contenido de impurezas y una baja permeabilidad. Por lo tanto, puede ser deseable mejorar los productos de tierra de diatomeas o de vidrio natural de modo que exhiban un rendimiento mejorado en una aplicación dada, tal como un contenido de impurezas más bajo y/o una mayor permeabilidad en aplicaciones de filtración.

Resumen

35 La presente invención se define en y por las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un primer aspecto, un coadyuvante de filtración compuesto puede incluir un primer mineral seleccionado de una tierra de diatomeas y vidrio natural. El coadyuvante de filtración incluye un segundo mineral que tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1 y un aglutinante. El coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad en el intervalo de $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (0,2 a 20 darcys). De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración puede tener una permeabilidad en el intervalo de $2,96 \times 10^{-13}$ a $2,96 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (0,3 a 3 darcys).

40 Como se usa en el presente documento, la expresión "relación de aspecto" significa "el diámetro del círculo del área equivalente a aquella de una cara de la partícula dividido por el espesor medio de esa partícula". La relación de aspecto se determina utilizando métodos de microscopía electrónica. Para una partícula dada, para un círculo superpuesto que tiene un área equivalente a aquella de la cara de la partícula, en la que el diámetro de ese círculo es d, el espesor de la partícula es t, la relación de aspecto de la partícula es d dividido por t.

45 De acuerdo con aún otro aspecto, una relación del primer mineral con respecto al segundo mineral puede variar de 1:99 a 99:1 en peso. De acuerdo con otro aspecto, la relación del primer mineral con respecto al segundo mineral puede variar de 1:3 a 3:1 en peso.

50 De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración puede tener una densidad aparente que varía de aproximadamente 112 kg/m^3 a aproximadamente 224 kg/m^3 (aproximadamente 7 lb/pie^3 a aproximadamente 14 lb/pie^3). De acuerdo con otro aspecto adicional, el coadyuvante de filtración puede tener una densidad en húmedo que varía de aproximadamente 192 kg/m^3 a aproximadamente 304 kg/m^3 (aproximadamente 12 lb/pie^3 a aproximadamente 19 lb/pie^3). De acuerdo con otro aspecto más, el coadyuvante de filtración puede tener un volumen de poro que varía

de aproximadamente 2 mL/g a aproximadamente 4 mL/g. De acuerdo con otro aspecto más, el coadyuvante de filtración puede tener un diámetro medio de poro que varía de 2 micras a aproximadamente 6 micras. De acuerdo con otro aspecto, el un coadyuvante de filtración compuesto puede tener un área superficial de BET que varía de 5 m²/g a 50 m²/g. De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener una porosidad que varía de 3 a 7 mililitros por gramo (mL/g).

De acuerdo con un aspecto adicional, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un d₁₀ que varía de 10 a 30 micras. De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un d₅₀ que varía de 30 y 70 micras. De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un d₉₀ que varía de 80 a 120 micras.

La distribución del tamaño de partícula de las partículas identificadas en el presente documento puede denominarse "distribución del tamaño de partícula" o "psd". La distribución del tamaño de partícula (psd) se mide en términos de diámetro esférico equivalente (esd). Como se usa en el presente documento, la característica "d₁₀" de la distribución del tamaño de partícula de una muestra de partículas es el valor en el que existe un 10% en peso de las partículas de la muestra que tienen un esd menor que el tamaño de partícula d₁₀ indicado (el valor d₁₀). Como se usa en el presente documento, la característica "d₅₀" de la distribución del tamaño de partícula, a veces denominada como el "tamaño medio de partícula", es el valor en el que existe un 50% en peso de las partículas de la muestra que tienen un esd menor que el tamaño de partícula d₅₀ indicado (el valor d₅₀). Como se usa en el presente documento, la característica "d₉₀" de la distribución del tamaño de partícula, a veces denominada como el "tamaño de partícula superior", es el valor en el que hay un 90% en peso de las partículas de la muestra que tienen un esd menor al tamaño de partícula d₉₀ indicado (el valor d₉₀). Las propiedades del tamaño de partícula a las que se hace referencia en este documento pueden medirse de una manera bien conocida, tal como, por ejemplo, utilizando un analizador láser de tamaño de partículas Leeds y Northrup Microtrac X100 (Leeds y Northrup, North Wales, Pensilvania, EE. UU.), que puede determinar la distribución del tamaño de partícula en un intervalo de tamaño de partícula de 0,12 μm a 704 μm. Dicha máquina puede proporcionar mediciones y una representación gráfica del porcentaje acumulado en peso de partículas que tienen un tamaño, denominado en la técnica como "diámetro esférico equivalente" (esd), menor que los valores de esd dados.

De acuerdo con aún otro aspecto, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un contenido de hierro soluble en cerveza (BSI) de menos de 5 ppm, de acuerdo con lo medido por la Sociedad Estadounidense de Químicos Cerveceros (ASBC). Por ejemplo, el coadyuvante de filtración puede tener un contenido de BSI de menos de 1 ppm, medido por la ASBC. En los Estados Unidos, la ASBC ha establecido un método para medir el contenido de BSI en partes por millón, en el que una muestra de cerveza BUDWEISER® se pone en contacto con el coadyuvante de filtración y se mide el contenido resultante de hierro en la cerveza.

En el método de la ASBC, por ejemplo, el contenido de BSI se mide colocando una muestra de 5 g de diatomita en 200 mL de cerveza descarbonatada (por ejemplo, BUDWEISER®) a temperatura ambiente, y la mezcla se agita intermitentemente durante un periodo de tiempo de 5 minutos y 50 segundos. La mezcla se transfiere inmediatamente a un embudo que contiene papel de filtro de 25 cm de diámetro, del cual se desecha el filtrado recogido durante los primeros 30 segundos. El filtrado se recoge durante los siguientes 150 segundos, y una porción de 25 mL se trata con aproximadamente 25 mg de ácido ascórbico (es decir, C₆H₈O₆) para reducir los iones de hierro disueltos al estado ferroso (es decir, Fe²⁺) (produciendo así un "extracto de muestra"). El color se desarrolla mediante la adición de 1 mL de 1,10-fenantrolina al 0,3% (p/v), y después de 30 minutos, la absorbancia de la solución de muestra resultante se compara con una curva de calibración estándar. La curva de calibración se prepara a partir de soluciones de hierro estándar de concentración conocida en cerveza. El filtrado sin tratar se utiliza como blanco del método para corregir la turbidez y el color. La absorbancia se mide a 505 nm usando un espectrofotómetro.

De acuerdo con todavía otro aspecto, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un contenido de hierro soluble en cerveza (BSI) de menos de 100 ppm, medido por el método de la Convención Europea de Bebidas (EBC). Por ejemplo, el coadyuvante de filtración puede tener un contenido de BSI de menos de 80 ppm, menos de 50 ppm o menos de 30 ppm de acuerdo con lo medido por EBC.

El método de la Convención Europea de Bebidas (EBC) pone en contacto una solución de ftalato de hidrógeno y potasio con el coadyuvante de filtración y luego analiza el líquido filtrado para determinar el contenido de hierro. El método de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros (ASBC) pone en contacto una muestra de cerveza con el coadyuvante de filtración y luego mide el contenido de hierro resultante en el líquido. También pueden conocerse y usarse otros protocolos.

El método de la EBC utiliza un método internacional para determinar el contenido de hierro soluble en cerveza de un coadyuvante de filtración. Más específicamente, el método de la EBC usa, por ejemplo, una solución de aproximadamente 10 g/L de ftalato de hidrógeno y potasio (KHP, KHC₈H₄O₄) en agua destilada como el extractante. En el método de la EBC, se mezclan aproximadamente 5 g de una muestra de coadyuvante de filtración con aproximadamente 200 mL de la solución de KHP durante aproximadamente 2 horas usando un agitador magnético para que el coadyuvante de filtración permanezca en suspensión durante la extracción. La solución resultante se filtra inmediatamente a través de un papel de filtro, se descartan aproximadamente los primeros 50 mL y se recogen aproximadamente los siguientes 100 mL para su análisis. Luego, los extractos se analizan para determinar la

ES 2 799 700 T3

concentración de hierro mediante el método FERROZINE, en el que un reactivo FerroZine® (sal disódica de 3-(2-piridil)-5,6-bis(ácido 4-fenilsulfónico)-1,2,4-triazina, $C_{20}H_{14}N_4O_6S_2$, disponible a través de Aldrich) puede usarse como reactivo de desarrollo de color. Típicamente, el reactivo FerroZine® se prepara disolviendo aproximadamente 5 g del reactivo FerroZine® en aproximadamente 1000 mL de un tampón de acetato de amonio/ácido acético con un pH de aproximadamente 4,3. El método de FERROZINE utiliza aproximadamente una porción de 25 mL del extractante y se trata con aproximadamente 25 mg de ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) para reducir los iones de hierro disueltos al estado ferroso (Fe^{2+}), produciendo así un complejo de hierro coloreado con el FerroZine® cuando se desarrolla el color agregando aproximadamente 1 mL del reactivo FerroZine®. Después de aproximadamente 30 minutos, la absorbancia de la solución de la muestra resultante se compara con una curva de calibración estándar. La absorbancia se mide a aproximadamente 565 nm usando un espectrofotómetro y se compara con el estándar para medir el BSI.

De acuerdo con aún otro aspecto, el coadyuvante de filtración puede tener un contenido de cristobalita inferior a 20% en peso. Por ejemplo, el coadyuvante de filtración puede tener un contenido de cristobalita inferior a 10% en peso, inferior a 6% en peso o inferior a 1% en peso.

De acuerdo con algunos aspectos, el primer mineral puede tener un área superficial que varía de 5 a 40 m^2/g .

De acuerdo con aún otro aspecto, el primer mineral puede incluir tierra de diatomeas. De acuerdo con otro aspecto más, la tierra de diatomeas se puede obtener de una fuente de agua dulce. De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas se puede obtener de una fuente de agua salada. De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas puede incluir al menos una tierra de diatomeas calcinada y tierra de diatomeas calcinada por flujo.

De acuerdo con todavía un aspecto adicional, la tierra de diatomeas puede tener un d_{10} que varía de 7 a 20 micras. De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas puede tener un d_{50} que varía de 20 y 50 micras. De acuerdo con otro aspecto adicional, la tierra de diatomeas puede tener un d_{90} que varía de 60 y 120 micras.

De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas puede tener un volumen de poros que varía de aproximadamente 3 mL/g a aproximadamente 4 mL/g. De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas puede tener un tamaño medio de poro que varía de aproximadamente 1 micra a aproximadamente 3 micras. De acuerdo con otro aspecto, la tierra de diatomeas puede tener una densidad aparente que varía de aproximadamente 80 kg/m^3 a aproximadamente 128 kg/m^3 (5 lb/pe^3 a aproximadamente 8 lb/pe^3).

De acuerdo con otro aspecto, el primer mineral puede incluir vidrio natural, en el que el vidrio natural comprende perlita. De acuerdo con otro aspecto divulgado pero no reivindicado, el vidrio natural puede incluir al menos uno de perlita, cenizas volcánicas, piedra pómez, shirasu, obsidiana, resinita y cenizas de cáscara de arroz. De acuerdo con otro aspecto, el vidrio natural puede tener un d_{10} que varía de 10 a 30 micras. De acuerdo con otro aspecto, el vidrio natural puede tener un d_{50} que varía de 15 y 80 micras. De acuerdo con otro aspecto, el vidrio natural puede tener un d_{90} que varía de 50 y 150 micras.

De acuerdo con un aspecto adicional, el segundo mineral puede incluir al menos uno de mica, talco, arcilla, caolín, esmectita, wollastonita y carbonato de calcio. De acuerdo con otro aspecto, el segundo mineral puede tener un d_{10} que varía de 10 y 20 micras. De acuerdo con otro aspecto, el segundo mineral puede tener un d_{50} que varía de 10 y 70 micras. De acuerdo con otro aspecto, el segundo mineral puede tener un d_{90} que varía de 100 y 120 micras.

De acuerdo con otro aspecto, el aglutinante puede incluir al menos uno de un aglutinante inorgánico, un aglutinante orgánico o un aglutinante orgánico e inorgánico. De acuerdo con un aspecto, el aglutinante puede incluir un aglutinante inorgánico tal como un silicato alcalino, tal como, por ejemplo, silicato de sodio, silicato de potasio y mezclas de los mismos. De acuerdo con otro aspecto, el aglutinante inorgánico puede incluir un cemento, tal como un cemento de aluminato de calcio. En otro aspecto, el aglutinante inorgánico puede incluir un cemento, tal como un cemento de fosfato de calcio o un cemento de fosfato de magnesio. En otro aspecto, el aglutinante inorgánico puede incluir una arcilla de silicato de aluminio y magnesio.

De acuerdo con otro aspecto, el aglutinante puede incluir un aglutinante orgánico e inorgánico tal como una silicona o silicato de etilo.

De acuerdo con un aspecto adicional, el aglutinante puede incluir uno o más aglutinantes orgánicos o biopolímeros. Por ejemplo, el aglutinante puede incluir una celulosa, polietilenglicol (PEG), alcohol polivinílico (PVA), polivinilpirrolidona (PVP), almidón, cera de Candelilla, un poliácido o un copolímero relacionado (por ejemplo, ácido acrílico-acrilamida, etc.), un polímero o copolímero de cloruro de polidialildimetilamonio (pDADMAC, etc.), dextrina, lignosulfonato, alginato de sodio, estearato de magnesio o mezclas de los mismos.

De acuerdo con aún otro aspecto, un método para fabricar un coadyuvante de filtración compuesto incluye mezclar un primer mineral, un segundo mineral y un aglutinante y se define en la presente reivindicación 15. El primer mineral puede incluir al menos uno de tierra de diatomeas y vidrio natural. El segundo mineral tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1. El método puede incluir además aglomerar el primer mineral y el segundo mineral en presencia del aglutinante para formar el coadyuvante de filtración compuesto.

De acuerdo con un aspecto adicional, un método para fabricar un material compuesto, que corresponde al coadyuvante de filtración compuesto, puede incluir mezclar tierra de diatomeas y perlita, agregar silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas, y precipitar el silicato alcalino como un aglutinante para fabricar el material compuesto. El método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua. Por ejemplo, el método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua antes de agregar el silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método incluye además mezclar silicato alcalino y tierra de diatomeas y mica o perlita y mica. El método puede incluir además clasificar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y mica o perlita y mica. El método puede incluir además secar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y mica o perlita y mica. Por ejemplo, el secado puede incluir calentar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y la mica o perlita y mica a una temperatura que varía de 100 °C a 200 °C. El método puede incluir además, después de secar la mezcla, clasificar la mezcla. El método puede incluir además, antes de mezclar la tierra de diatomeas y la perlita, calcinar la tierra de diatomeas. El método puede incluir además calcinar la mezcla a una temperatura que varía, por ejemplo, de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 800 °C.

Se divulga pero no se reivindica un método para filtrar una bebida que puede incluir el uso de un coadyuvante de filtración compuesto y/o material compuesto. Por ejemplo, el coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto pueden incluir un primer mineral seleccionado de tierra de diatomeas y vidrio natural, y un segundo mineral que tienen una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1. El coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto pueden incluir además un aglutinante, y el coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto pueden tener una permeabilidad que varía de aproximadamente $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (alrededor de 0,2 a 20 darcys). El coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto pueden incluir tierra de diatomeas, perlita y un aglutinante de sílice precipitado, en el que el coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto tienen una densidad en húmedo inferior a 240 kg/m^3 (15 lb/pt^3).

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solo ejemplos y solo explicativos y no son restrictivas de la invención, como se reivindica.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una micrografía electrónica de barrido de una muestra de un ejemplo de realización de perlita aglomerada y caolín.

La Figura 2 es una micrografía electrónica de barrido de una muestra de un ejemplo de realización de tierra de diatomeas aglomerada y caolín.

La Figura 3 es una micrografía electrónica de barrido de una muestra de un ejemplo de realización de perlita aglomerada y caolín.

La Figura 4 es un gráfico que muestra la turbidez frente al tiempo de filtración para tres ejemplos de coadyuvantes de filtración compuestos.

La Figura 5 es un gráfico que muestra la presión frente al tiempo de filtración para los tres ejemplos de coadyuvantes de filtración compuestos que se muestran en la Figura 4.

Descripción de ejemplos de realizaciones

De acuerdo con algunas realizaciones, un material compuesto puede incluir una coaglomeración de un primer mineral que incluye tierra de diatomeas y/o vidrio natural, y un segundo mineral que tiene una relación de aspecto relativamente alta, mayor que aproximadamente 2:1. Por ejemplo, la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural pueden mezclarse con el segundo mineral y ponerse en contacto con una solución de aglutinante (por ejemplo, un aglutinante de sílice), de modo que la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural mezclados se coaglomeran con el segundo mineral. El material compuesto se puede usar como, por ejemplo, un coadyuvante de filtración. El coadyuvante de filtración resultante presenta una permeabilidad aumentada de aproximadamente $1,97 \times 10^{-13}$ hasta aproximadamente $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (que varía de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 20 darcys) y/o turbidez reducida. Sin querer limitarse a la teoría, se cree que la coaglomeración da como resultado que la tierra de diatomeas y/o las partículas de vidrio natural y el segundo mineral se unan entre sí para formar partículas más grandes en relación con una mezcla de partículas que no ha sido coaglomerada.

De acuerdo con algunas realizaciones, un adyuvante de filtración compuesto incluye un primer mineral que incluye tierra de diatomeas y/o vidrio natural, un segundo mineral que tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1 y un aglutinante, y en el que el coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad que varía de $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (0,2 a 20 darcys). Por ejemplo, el coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad que varía de $8,88 \times 10^{-12}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (9 a 20 darcys) o $1,48 \times 10^{-11}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (15 a 20 darcys). El primer mineral puede incluir tierra de diatomeas obtenida de una fuente de agua dulce o una fuente de agua salada. De acuerdo con algunas realizaciones, la tierra de diatomeas puede incluir al menos una de tierra de diatomeas calcinada y tierra de diatomeas calcinada por fundición. De acuerdo con algunas realizaciones, el primer mineral puede incluir vidrio natural, y en el que el vidrio natural comprende perlita. Se describe pero no se reivindica cuando el vidrio natural puede incluir al menos uno de ceniza volcánica, piedra pómez, shirasu, obsidiana, resinita y cenizas de cáscara de arroz. De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante precipitado puede incluir un aglutinante inorgánico y/o un aglutinante orgánico.

- De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede incluir al menos una de mica, talco, arcilla, caolín, esmectita, wollastonita y carbonato de calcio. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener un d_{10} que varía de 10 a 20 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener un tamaño medio de partícula (d_{50}) que varía de 10 a 70 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener un tamaño de partícula superior (d_{90}) que varía de 100 a 120 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener un tamaño medio de partícula (d_{50}) que varía de aproximadamente 1 micra a aproximadamente 200 micras, de aproximadamente 5 micras a aproximadamente 100 micras, de aproximadamente 10 micras a aproximadamente 75 micras, de aproximadamente 20 micras a aproximadamente 50 micras, o de aproximadamente 50 micras a aproximadamente 100 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener una relación de aspecto mayor que 2, mayor que 2,5, mayor que 3, mayor que 5, mayor que 10, mayor que 20 o mayor que 50. De acuerdo con algunas realizaciones, el segundo mineral puede tener una relación de aspecto que varía de aproximadamente 2 a aproximadamente 50, de aproximadamente 2 a aproximadamente 20, de aproximadamente 20 a aproximadamente 100, de aproximadamente 20 a aproximadamente 60, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 100.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante puede incluir al menos uno de un aglutinante inorgánico, un aglutinante orgánico o un aglutinante orgánico e inorgánico.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un d_{10} que varía de 10 a 30 micras, un d_{50} que varía de 30 a 70 micras y un d_{90} que varía de 80 a 120 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, la tierra de diatomeas tiene un d_{10} que varía de 7 a 20 micras, un d_{50} que varía de 20 a 50 micras y un d_{90} que varía de 60 a 120 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el vidrio natural tiene un d_{10} que varía de 10 a 20 micras, un d_{50} que varía de 30 a 70 micras y un d_{90} que varía de 100 a 160 micras.
- De acuerdo con algunas realizaciones, una relación de la tierra de diatomeas con respecto al vidrio natural varía de 1:99 a 99:1 en peso. Por ejemplo, la relación de la tierra de diatomeas con respecto al vidrio natural varía de 1:3 a 3:1 en peso.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un área superficial de BET que varía de 5 m²/g a 50 m²/g. De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un tamaño medio de poro que varía de 5 a 35 micras, y/o un área superficial que varía de 5 a 40 m²/g. De acuerdo con algunas realizaciones, la porosidad del coadyuvante de filtración compuesto varía de 3 a 7 litros por miligramo.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un contenido de hierro soluble en cerveza (BSI) de menos de 5 ppm, medido por el método de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros (ASBC). Por ejemplo, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un contenido de BSI de menos de 1 ppm, medido por la ASBC.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un contenido de BSI de menos de 100 ppm, medido por el método de la Convención Europea de Bebidas (EBC). Por ejemplo, el coadyuvante de filtración compuesto puede tener un contenido de BSI de menos de 80 ppm, menos de 50 ppm o menos de 30 ppm de acuerdo con lo medido por la EBC.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración compuesto tiene un contenido de cristobalita inferior a 20% en peso. Por ejemplo, el coadyuvante de filtración tiene un contenido de cristobalita inferior a 10% en peso, inferior a 6% en peso o inferior a 1% en peso.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el coadyuvante de filtración tiene una densidad en húmedo que varía de 160 kg/m³ a 256 kg/m³ (10 lb/pie³ a 16 lb/pie³). De acuerdo con otro aspecto, el coadyuvante de filtración tiene una densidad en húmedo que varía de 144 kg/m³ a 240 kg/m³ (9 lb/pie³ a 15 lb/pie³).
- De acuerdo con algunas realizaciones, un adyuvante de filtración compuesto incluye tierra de diatomeas, perlita, como segundo mineral, y un aglutinante de sílice precipitado, en el que el coadyuvante de filtración tiene una densidad en húmedo inferior a 240 kg/m³ (15 lb/pie³).
- De acuerdo con algunas realizaciones, un método para fabricar un coadyuvante de filtración compuesto incluye mezclar un primer mineral que incluye tierra de diatomeas y/o perlita con un segundo mineral que tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1, y agregar un aglutinante (por ejemplo, silicato alcalino) a los minerales mezclados, y precipitar el aglutinante (por ejemplo, silicato alcalino) para fabricar el material de coadyuvante de filtración compuesto. El método puede incluir además dispersar el aglutinante (por ejemplo, silicato alcalino) en agua. Por ejemplo, el método puede incluir además dispersar el aglutinante (por ejemplo, silicato alcalino) en agua antes de agregar el aglutinante a los minerales mezclados. El método puede incluir además mezclar el aglutinante y los minerales mezclados. De acuerdo con algunas realizaciones, el método puede incluir además clasificar el aglutinante mixto y los minerales mezclados. El método puede incluir además secar el aglutinante mixto y los minerales mezclados. Por ejemplo, el secado puede incluir calentar el aglutinante mixto y los minerales mezclados a una temperatura que varía de 100 °C a 200 °C. El método puede incluir además, después de secar la mezcla, clasificar la mezcla. El método puede incluir además, antes de mezclar los minerales, calcinar al menos uno de los minerales (por ejemplo, la tierra de diatomeas).

De acuerdo con algunas realizaciones, un método para filtrar una bebida incluye el uso de un adyuvante de filtración compuesto y/o material compuesto. Por ejemplo, el coadyuvante de filtración compuesto incluye un primer mineral que incluye tierra de diatomeas y/o vidrio natural, en el que el vidrio natural es perlita, un segundo mineral que tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1 y un aglutinante (por ejemplo, un aglutinante de sílice precipitado), en el que el coadyuvante de filtración compuesto o el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (0,2 a 20 darcys). El coadyuvante de filtración compuesto y/o el material compuesto pueden incluir tierra de diatomeas, vidrio natural (por ejemplo, perlita), un segundo mineral (por ejemplo, que tiene una relación de aspecto mayor que aproximadamente 2:1) y un aglutinante (por ejemplo, un material inorgánico o aglutinante orgánico (por ejemplo, un aglutinante de sílice precipitado), en el que el coadyuvante de filtración compuesto o el material compuesto tiene una densidad en húmedo inferior a 240 kg/m^3 (15 lb/pie^3).

Tierra de diatomeas natural

Los procesos para preparar los productos de tierra de diatomeas incluyen al menos una tierra de diatomeas natural como material de partida. Como se usa en el presente documento, el término "tierra de diatomeas natural" significa cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a un tratamiento térmico (por ejemplo, calcinación) suficiente para inducir la formación de más del 1% de cristobalita. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural se obtiene de una fuente de agua salada. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural se obtiene de una fuente de agua dulce. En realizaciones adicionales, al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que pueda ser capaz de usar en material compuesto tal como un coadyuvante de filtración compuesto, ya sea en forma cruda o después de someter el material a una o más etapas de procesamiento. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a al menos un tratamiento térmico. En otras realizaciones más, al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a calcinación. El tamaño promedio de partícula para la tierra de diatomeas varía de 5 a 200 micras, el área superficial varía de 1 a $80 \text{ m}^2/\text{g}$, el volumen de poros varía de 2 a 10 L/mg con un tamaño de poro medio de 1 a 20 micras.

De acuerdo con algunas realizaciones, la tierra de diatomeas es cualquier material de tierra de diatomeas que ha sido sometido a al menos un tratamiento térmico. En otras realizaciones adicionales, la tierra de diatomeas es cualquier material de tierra de diatomeas que se haya sometido a calcinación, por ejemplo, ya sea calcinada sin fundición o calcinada por fundición.

Como se indicó anteriormente, la tierra de diatomeas natural es, en general, un depósito de sílice biogénico sedimentario que incluye los esqueletos fosilizados de diatomeas, plantas similares a algas unicelulares que se acumulan en ambientes marinos o de agua dulce. Las estructuras de sílice de nido de abeja generalmente proporcionan características útiles a la tierra de diatomeas, tal como capacidad de absorción y área superficial, estabilidad química y baja densidad aparente. En algunas realizaciones, la tierra de diatomeas natural incluye aproximadamente 90% de SiO_2 mezclado con otras sustancias. En algunas realizaciones, la tierra de diatomeas cruda incluye aproximadamente 90% de SiO_2 , más diversos óxidos metálicos, tales como, entre otros, óxidos de Al, Fe, Ca y Mg.

Al menos una tierra de diatomeas natural puede tener cualquiera de varias formas apropiadas conocidas ahora por el experto en la materia o reveladas de aquí en adelante. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural no está procesada (por ejemplo, no está sujeta a procesos de modificación química y/o física). Sin desear limitarse a la teoría, las impurezas en la tierra de diatomeas naturales, como las arcillas y las materias orgánicas, pueden, en algunos casos, proporcionar una mayor capacidad de intercambio catiónico. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural experimenta un procesamiento mínimo después de la explotación o extracción. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural se somete a al menos un proceso físico de modificación. Algunos ejemplos de posibles procesos físicos de modificación incluyen, entre otros, molienda, secado y clasificación con aire. En algunas realizaciones, al menos una tierra de diatomeas natural se somete a al menos un proceso químico de modificación. Un ejemplo de un proceso químico de modificación es la silanización, pero se contemplan otros procesos químicos de modificación. La silanización puede usarse para hacer que las superficies de al menos una tierra de diatomeas natural sean más hidrófobas o hidrófilas utilizando los métodos apropiados para minerales de silicato. La tierra de diatomeas natural puede tener un tamaño de partícula medio típico (d_{50}) que varía de aproximadamente 10 micras a aproximadamente 30 micras, puede tener un volumen de poro que varía de aproximadamente 2 mL/g a aproximadamente 4 mL/g , puede tener un tamaño de poro medio que varía de aproximadamente 1 micra a aproximadamente 3 micras, puede tener un área superficial que varía de aproximadamente $10 \text{ m}^2/\text{g}$ a aproximadamente $40 \text{ m}^2/\text{g}$, y/o puede tener una densidad aparente que varía de aproximadamente 4 lb/pie^3 a aproximadamente 8 lb/pie^3 .

Vidrio natural

El término "vidrio natural", como se usa en el presente documento, se refiere a vidrios naturales, comúnmente denominados vidrios volcánicos, que se forman por el enfriamiento rápido de magma o lava silíceas. Se conocen varios tipos de vidrios naturales, que incluyen, por ejemplo, perlita, piedra pómez, pumicita, shirasu, obsidiana y resinita. Antes del procesamiento, la perlita puede ser de color gris a verde con abundantes grietas esféricas que hacen que se rompa en pequeñas masas similares a perlas. La piedra pómez es una roca vesicular vítrea liviana. La obsidiana

puede ser de color oscuro con un brillo vítreo y una fractura concoidea característica. La resinita tiene un brillo resinoso ceroso y puede ser marrón, verde o gris. Los vidrios volcánicos como la perlita y la piedra pómez se producen en depósitos masivos y encuentran un amplio uso comercial. La ceniza volcánica, a menudo denominada "toba" cuando está en forma consolidada, incluye pequeñas partículas o fragmentos que pueden estar en forma vítrea. Como se usa en el presente documento, el término vidrio natural abarca cenizas volcánicas.

Los vidrios naturales pueden ser químicamente equivalentes a la riolita. Se conocen vidrios naturales que son químicamente equivalentes a traquita, dacita, andesita, latita y basalto, pero pueden ser menos comunes. El término "obsidiana" se aplica generalmente a grandes cantidades de vidrios naturales que son ricos en sílice. Los vidrios de obsidiana pueden clasificarse en subcategorías de acuerdo con su contenido de sílice, siendo las obsidianas riolíticas (que contienen típicamente alrededor del 73% de SiO₂ en peso) las más comunes.

La perlita es un vidrio natural hidratado que puede contener, por ejemplo, aproximadamente 72 a aproximadamente 75% de SiO₂, aproximadamente 12 a aproximadamente 14% de Al₂O₃, aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2% de Fe₂O₃, aproximadamente 3 a aproximadamente 5% de Na₂O, aproximadamente 4 a aproximadamente 5% de K₂O, aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,5% de CaO (en peso), y pequeñas cantidades de otros elementos metálicos. La perlita se puede distinguir de otros vidrios naturales por un mayor contenido (tal como aproximadamente 2 a aproximadamente 5% en peso) de agua unida químicamente, la presencia de fracturas vítreas, de brillo nacarado y una característica de piel de cebolla concéntrica o arqueada (es decir, perlítica).

Los productos de perlita pueden prepararse mediante molienda y expansión térmica, y pueden poseer propiedades físicas únicas, tales como alta porosidad, baja densidad aparente e inercia química. El tamaño promedio de partícula para la perlita expandida molida varía de 5 a 200 micras, el volumen de poro varía de 2 a 10 L/mg con un tamaño de poro mediano de 5 a 20 micras.

La piedra pómez es un vidrio natural caracterizado por una estructura mesoporosa (por ejemplo, que tiene poros o vesículas con un tamaño de hasta aproximadamente 1 mm). La naturaleza porosa de la piedra pómez le da una densidad aparente muy baja, lo que en muchos casos le permite flotar en la superficie del agua. La mayoría de la piedra pómez comercial contiene de aproximadamente 60% a aproximadamente 70% de SiO₂ en peso. La piedra pómez puede procesarse mediante molienda y clasificación, y los productos de piedra pómez pueden usarse como agregados livianos y también como abrasivos, adsorbentes y rellenos. La piedra pómez no expandida y la piedra pómez expandida térmicamente también se pueden usar como componentes de filtración. La perlita tiene un tamaño medio típico de partícula (d₅₀) que varía de aproximadamente 20 micras a aproximadamente 70 micras, un volumen de poro que varía de aproximadamente 3 mL/g a aproximadamente 8 mL/g, un tamaño medio de poro que varía de aproximadamente 10 micras a aproximadamente 30 micras, un área superficial que varía de aproximadamente 1 m²/g a aproximadamente 10 m²/g, una densidad aparente que varía de aproximadamente 2 lb/pe³ a aproximadamente 6 lb/pe³.

Aglutinante

La tierra de diatomeas y el vidrio natural pueden someterse a al menos una coaglomeración con al menos un aglutinante. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el aglutinante es al menos un aglutinante de sílice alcalina. En algunas realizaciones, el aglutinante es al menos uno de silicato de sodio y silicato de potasio.

De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante puede incluir al menos uno de un aglutinante inorgánico, un aglutinante orgánico o un aglutinante orgánico e inorgánico. De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante puede incluir un aglutinante inorgánico, tal como un silicato alcalino, tal como, por ejemplo, silicato de sodio, silicato de potasio y mezclas de los mismos. De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante inorgánico puede incluir un cemento, tal como un cemento de aluminato de calcio. En algunas realizaciones, el aglutinante inorgánico puede incluir un cemento, tal como un cemento de fosfato de calcio y/o un cemento de fosfato de magnesio. En algunas realizaciones, el aglutinante inorgánico puede incluir una arcilla de silicato de aluminio y magnesio. De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante puede incluir un aglutinante orgánico e inorgánico, tal como silicona o silicato de etilo.

De acuerdo con algunas realizaciones, el aglutinante puede incluir uno o más aglutinantes orgánicos o biopolímeros. Por ejemplo, el aglutinante puede incluir una celulosa, polietilenglicol (PEG), alcohol polivinílico (PVA), polivinilpirrolidona (PVP), almidón, cera de Candelilla, un poliácridato o un copolímero relacionado (por ejemplo, ácido acrílico-acrilamida, etc.), un polímero o copolímero de cloruro de polidialildimetilamonio (pDADMAC, etc.), dextrina, lignosulfonato, alginato de sodio, estearato de magnesio y/o mezclas de los mismos.

Coaglomeración

La coaglomeración de un primer mineral, tal como material de tierra de diatomeas y/o vidrio natural, un segundo mineral y un aglutinante, puede ocurrir a través de cualquier proceso de aglomeración apropiado ahora conocido por el experto en la materia o descubierto en el futuro. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la coaglomeración incluye preparar al menos una solución acuosa del aglutinante y poner en contacto la solución del aglutinante con una mezcla del primer mineral y el segundo mineral. Se pueden realizar una o más aglomeraciones, por ejemplo, cuando se usan múltiples aglutinantes, múltiples primeros minerales y/o múltiples segundos minerales.

5 En algunas realizaciones, el contacto incluye mezclar la solución aglutinante con una mezcla del primer y segundo minerales. En algunas realizaciones, la mezcla incluye agitación. En algunas realizaciones, la mezcla del primer mineral, el segundo mineral y la solución aglutinante se mezcla suficientemente para distribuir al menos de manera sustancialmente uniforme la solución aglutinante entre los puntos de contacto de aglomeración del primer y segundo minerales. En algunas realizaciones, la mezcla del primer y segundo minerales y la solución aglutinante se mezcla con suficiente agitación para distribuir al menos de manera sustancialmente uniforme la solución aglutinante entre los puntos de contacto de aglomeración de la mezcla del primer y segundo minerales sin dañar la estructura de la tierra de diatomeas o vidrio natural. En algunas realizaciones, el contacto incluye una mezcla de bajo cizallamiento.

10 En algunas realizaciones, la mezcla se produce durante aproximadamente una hora. En otras realizaciones, la mezcla se produce durante menos de aproximadamente una hora. En realizaciones adicionales, la mezcla se produce durante aproximadamente 30 minutos. En otras realizaciones más, la mezcla se produce durante aproximadamente 20 minutos. En otras realizaciones adicionales, la mezcla se produce durante aproximadamente 10 minutos.

15 En algunas realizaciones, la mezcla se produce a aproximadamente temperatura ambiente (es decir, de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 23 °C). En otras realizaciones, la mezcla se produce a una temperatura que varía de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 50 °C. En realizaciones adicionales, la mezcla se produce a una temperatura que varía de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 45 °C. En otras realizaciones más, la mezcla se produce a una temperatura de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 40 °C.

20 De acuerdo con algunas realizaciones, el contacto incluye rociar la mezcla de primer y segundo minerales con al menos una solución aglutinante. En algunas realizaciones, el rociado es intermitente. En otras realizaciones, el rociado es continuo. En realizaciones adicionales, el rociado incluye mezclar la mezcla del primer y segundo minerales mientras se rocía con al menos una solución aglutinante, por ejemplo, para exponer diferentes puntos de aglomeración de contactos al rocío. En algunas realizaciones, tal mezcla es intermitente. En otras realizaciones, tal mezcla es continua.

25 En algunas realizaciones, al menos un aglutinante está presente en la solución de aglutinante en una cantidad inferior a aproximadamente el 40% en peso, en relación con el peso de al menos una solución aglutinante. En algunas realizaciones, al menos un aglutinante varía de aproximadamente 1% a aproximadamente 10% en peso. En realizaciones adicionales, al menos un aglutinante varía de aproximadamente de 1% a aproximadamente 5% en peso.

30 Al menos una solución acuosa de al menos un aglutinante puede prepararse con agua. En algunas realizaciones, el agua es agua desionizada. En algunas realizaciones, el agua es agua ultrapura. En realizaciones adicionales, el agua ha sido tratada para eliminar o disminuir los niveles de metales, toxinas y/u otros elementos indeseables antes de que se ponga en contacto con al menos un aglutinante.

35 La cantidad de al menos una solución acuosa en contacto con la mezcla del primer y segundo minerales puede variar de aproximadamente 0,25 partes a aproximadamente 1,5 partes de solución acuosa a una parte de mezcla. En algunas realizaciones, se pone en contacto aproximadamente 1 parte de solución acuosa con aproximadamente 1 parte de mezcla.

Clasificación

40 Antes y/o después de la aglomeración, el primer y/o segundo mineral pueden someterse a al menos una etapa de clasificación. Por ejemplo, antes y/o después de al menos un tratamiento térmico, la tierra de diatomeas puede, en algunas realizaciones, someterse a al menos una etapa de clasificación. En algunas realizaciones, el tamaño de partícula del material de tierra de diatomeas y/o vidrio natural se puede ajustar a un tamaño adecuado o deseado usando cualquiera de varias técnicas bien conocidas en la técnica. En algunas realizaciones, el primer y/o segundo mineral puede someterse a al menos una separación mecánica para ajustar la distribución del tamaño del polvo. Las técnicas de separación mecánica apropiadas son bien conocidas por los expertos en la técnica e incluyen, entre otras, molienda, molienda, cribado, extrusión, separación triboeléctrica, clasificación de líquidos, envejecimiento y
45 clasificación por aire.

Tratamiento térmico

50 El primer y/o segundo mineral y/o minerales coaglomerados pueden someterse a al menos un tratamiento térmico. Los procesos de tratamiento térmico apropiados son bien conocidos por los expertos en la técnica e incluyen los que ahora se conocen o que pueden descubrirse en lo sucesivo. En algunas realizaciones, al menos un tratamiento térmico disminuye la cantidad de compuestos orgánicos y/o volátiles en el primer y/o segundo mineral tratados térmicamente. En algunas realizaciones, al menos un tratamiento térmico incluye al menos una calcinación. En algunas realizaciones, al menos un tratamiento térmico incluye al menos una calcinación por fundición. En algunas realizaciones, al menos un tratamiento térmico incluye al menos un tostado.

55 La calcinación puede realizarse de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la materia o descubierto en el futuro. En algunas realizaciones, la calcinación se realiza a temperaturas por debajo del punto de fusión del primer y/o segundo minerales. En algunas realizaciones, la calcinación se realiza a una temperatura que varía de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 1100 °C. En algunas realizaciones, la

temperatura de calcinación varía de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 700 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación varía de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 800 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación varía de aproximadamente 800 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación se elige del grupo que consiste en aproximadamente 600 °C, aproximadamente 700 °C, aproximadamente 800 °C, aproximadamente 900 °C, aproximadamente 1000 °C y aproximadamente 1100 °C. El tratamiento térmico a una temperatura más baja puede resultar en un ahorro de energía sobre otros procesos para la preparación del primer y/o segundo minerales.

La calcinación por fundición incluye la realización de al menos una calcinación en presencia de al menos un agente fundente. La calcinación por fundición se puede realizar de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la materia o descubierto en el futuro. En algunas realizaciones, al menos un agente fundente es cualquier material ahora conocido por el experto en la materia o descubierto en el futuro que puede actuar como un agente fundente. En algunas realizaciones, al menos un agente fundente es una sal que incluye al menos un metal alcalino. En algunas realizaciones, al menos un agente fundente se elige del grupo que consiste en sales de carbonato, silicato, cloruro e hidróxido. En otras realizaciones, al menos un agente fundente se elige del grupo que consiste en sales de sodio, potasio, rubidio y cesio. En otras realizaciones adicionales, al menos un agente fundente se elige del grupo que consiste en sales de carbonato de sodio, potasio, rubidio y cesio.

El tostado puede realizarse de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la materia o descubierto en el futuro. En algunas realizaciones, el tostado es un proceso de calcinación realizado a una temperatura generalmente más baja que ayuda a evitar la formación de sílice cristalina, por ejemplo, en la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural. En algunas realizaciones, el tostado se realiza a una temperatura que varía de aproximadamente 450 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente 500 °C a aproximadamente 800 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 700 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado se elige del grupo que consiste en aproximadamente 450 °C, aproximadamente 500 °C, aproximadamente 600 °C, aproximadamente 700 °C, aproximadamente 800 °C y aproximadamente 900 °C.

De acuerdo con algunas realizaciones, el primer y/o segundo mineral puede someterse a al menos un tratamiento térmico, seguido de la coaglomeración del primer y/o segundo mineral tratado con calor con al menos un aglutinante.

Coadyuvante de filtro compuesto o el material compuesto equivalente

El coadyuvante de filtración compuesto o el material compuesto equivalente fabricado por los procesos descritos en el presente documento pueden tener uno o más atributos beneficiosos, que los hacen deseables para su uso en una o varias aplicaciones dadas. En algunas realizaciones, los coadyuvantes de filtro compuestos o los materiales compuestos pueden ser útiles como parte de una composición coadyuvante de filtración. En algunas realizaciones, una composición coadyuvante de filtración puede incluir al menos un material compuesto.

Los coadyuvantes de filtración compuestos descritos en el presente documento pueden tener una permeabilidad adecuada para usar en una composición coadyuvante de filtración. La permeabilidad puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la materia o descubierta más adelante. La permeabilidad generalmente se mide en unidades darcy o darcy, de acuerdo con lo determinado por la permeabilidad de un lecho poroso de 1 cm de altura y con una sección de 1 cm² a través de la cual fluye un fluido con una viscosidad de 1 mPa · s con un caudal de 1 cm³/s bajo una presión diferencial aplicada de 1 atmósfera. Los principios para medir la permeabilidad se han derivado previamente para los medios porosos de la ley de Darcy (véase, por ejemplo, J. Bear, "The Equation of Motion of a Homogeneous Fluid: Derivations of Darcy's Law", en Dynamics of Fluids in Porous Media 161-177 (2^a ed. 1988)). Existe una variedad de dispositivos y métodos que pueden correlacionarse con la permeabilidad. Un dispositivo especialmente construido está diseñado para formar una torta de filtro en una pulpa a partir de una suspensión de medios de filtración en agua; y se mide el tiempo requerido para que un volumen específico de agua fluya a través de un espesor medido de torta de filtro de área de sección transversal conocida.

En algunas realizaciones, el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente 1,97 x 10⁻¹³ a aproximadamente 1,97 x 10⁻¹¹ m² (aproximadamente 0,2 a aproximadamente 20 darcys). En algunas realizaciones, el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente 2,96 x 10⁻¹² a 1,58 x 10⁻¹¹ m² (3 a 16 darcys). En algunas realizaciones, el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente 4,92 x 10⁻¹² a 1,58 x 10⁻¹¹ m² (5 a 16 darcys). En algunas realizaciones, la permeabilidad varía de aproximadamente 8,88 x 10⁻¹² a 1,58 x 10⁻¹¹ m² (9 a 16 darcys). En algunas realizaciones, la permeabilidad varía de aproximadamente 1,09 x 10⁻¹¹ a 1,58 x 10⁻¹¹ m² (11 a 16 darcys).

Los materiales compuestos descritos en el presente documento tienen un tamaño de partícula. El tamaño de partícula puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la materia o descubierta más adelante. En un ejemplo de método, el tamaño de partícula y las propiedades del tamaño de partícula, como la distribución del tamaño de partícula ("psd"), se miden utilizando un analizador láser de tamaño de partículas Leeds y Northrup Microtrac X100 (Leeds y Northrup, North Wales, Pensilvania, EE. UU.), que puede determinar la distribución del tamaño de partícula en un intervalo de tamaño de partícula de 0,12 micras (µm o micras) a 704 µm. El

5 tamaño de una partícula dada se expresa en términos del diámetro de una esfera de diámetro equivalente que sedimenta a través de la suspensión, también conocida como diámetro esférico equivalente o "esd". El tamaño medio de partícula, o valor d_{50} , es el valor en el que el 50% en peso de las partículas tiene un valor de esd menor que ese valor d_{50} . El valor d_{10} es el valor en el que el 10% en peso de las partículas tiene un valor de esd menor que ese valor d_{10} . El valor d_{90} es el valor en el que el 90% en peso de las partículas tienen un valor de esd menor que ese valor d_{90} .

En algunas realizaciones, el d_{10} del material compuesto varía de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el d_{10} varía de aproximadamente 15 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el d_{10} varía de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 30 μm .

10 En algunas realizaciones, el d_{50} del material compuesto varía de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 70 μm . En algunas realizaciones, el d_{50} varía de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 70 μm . En algunas realizaciones, el d_{50} varía de aproximadamente 60 μm a aproximadamente 70 μm .

15 En algunas realizaciones, el d_{90} del material compuesto varía de aproximadamente 80 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 90 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 110 μm a aproximadamente 120 μm .

Los materiales compuestos descritos en este documento pueden tener un bajo contenido de sílice cristalina. Las formas de sílice cristalina incluyen, entre otras, cuarzo, cristobalita y tridimita. En algunas realizaciones, el material compuesto tiene un contenido menor de al menos una sílice cristalina que un material compuesto que no está sujeto a al menos una coaglomeración con al menos un aglutinante de sílice.

20 Los materiales compuestos descritos en este documento pueden tener un bajo contenido de cristobalita. El contenido de cristobalita puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada que ahora conozca el experto en la materia o descubierta en el futuro. En un ejemplo de método, el contenido de cristobalita se mide por difracción de rayos X. El contenido de cristobalita se puede medir, por ejemplo, mediante el método cuantitativo de difracción de rayos X descrito en H. P. Klug y L. E. Alexander, X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous
25 Materials 531-563 (2ª ed. 1972). De acuerdo con un ejemplo de ese método, una muestra se muele en un mortero con pistilo hasta un polvo fino, luego se vuelve a cargar en un soporte de muestra. La muestra y su soporte se colocan en la trayectoria del haz de un sistema de difracción de rayos X y se exponen a rayos X colimados utilizando un voltaje de aceleración de 40 kV y una corriente de 20 mA enfocada en un objetivo de cobre. Los datos de difracción se obtienen escaneando paso a paso sobre la región angular que representa el espacio entre planos dentro de la
30 estructura de red cristalina de la cristobalita, produciendo la mayor intensidad difractada. Esa región varía de 21 a 23 2θ (2-theta), con datos recopilados en 0,05 2θ pasos, contados durante 20 segundos por paso. La intensidad neta integrada de pico se compara con las de los estándares de cristobalita preparados por el método de adiciones estándar en sílice amorfa para determinar el porcentaje en peso de la fase de cristobalita en una muestra.

35 En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente el 20% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 10% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 6% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 1% en peso. En algunas realizaciones, el material compuesto tiene un contenido de cristobalita más bajo que los materiales no sometidos a coaglomeración con, por ejemplo, un vidrio natural y/o un segundo mineral, y al menos un aglutinante (por ejemplo, al menos un aglutinante de sílice).

40 Los materiales compuestos descritos en el presente documento pueden tener un bajo contenido de cuarzo. El contenido de cuarzo puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la materia o descubierta en el futuro. En un ejemplo de método, el contenido de cuarzo se mide por difracción de rayos X. Por ejemplo, el contenido de cuarzo puede medirse mediante el mismo método de difracción de rayos X descrito anteriormente para el contenido de cristobalita, excepto que la región 2θ varía de 26,0 a 27,5 grados. En
45 algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente 0,5% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente el 0,25% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente el 0,1% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es aproximadamente 0% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo varía de aproximadamente 0% a aproximadamente 0,5% en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo varía de aproximadamente 0% a
50 aproximadamente 0,25% en peso.

Los materiales compuestos descritos en este documento pueden tener un volumen de poro medible. El volumen de poros puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada que ahora conozca el experto en la materia o descubierta en el futuro. En un ejemplo de método, el volumen de poros se mide con un porosímetro de mercurio AutoPore IV serie 9500 de Micromeritics Instrument Corporation (Norcross, Georgia, EE. UU.), que puede determinar
55 medir diámetros de poro que varían de 0,006 a 600 μm . Como se usa para medir el volumen de poros de los materiales compuestos descritos en el presente documento, el ángulo de contacto del porosímetro se ajustó a 130 grados, y la presión varió de 0 a 33,000 psi. En algunas realizaciones, el volumen de poros es aproximadamente igual a al menos una tierra de diatomeas natural, vidrio natural y/o un segundo mineral, del cual está hecho. En algunas realizaciones, el volumen de poros varía de aproximadamente 3 mL/g a aproximadamente 10 mL/g. En algunas realizaciones, el

volumen de poros varía de aproximadamente 4 mL/g a aproximadamente 8 mL/g. En algunas realizaciones, el volumen de poros varía de aproximadamente 5 mL/g a aproximadamente 7 mL/g. En algunas realizaciones, el volumen de poros es de aproximadamente 6 mL/g.

5 Los materiales compuestos descritos en este documento pueden tener un diámetro medio de poro medible. El diámetro medio de los poros puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la materia o descubierta más adelante. En un ejemplo de método, el diámetro medio de poro se mide con un porosímetro de mercurio AutoPore IV serie 9500, como se describió anteriormente. En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 40 μm . En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 15 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 30 μm .

15 Los materiales compuestos descritos en el presente documento pueden tener una densidad en húmedo medible, que como se usa en este documento se refiere a la medición de la densidad en húmedo centrifugada. De acuerdo con un ejemplo de método, para medir la densidad en húmedo, se coloca una muestra de material compuesto de peso conocido de aproximadamente 1,00 a aproximadamente 2,00 g en un tubo de centrifuga calibrado de 15 mL al que se agrega agua desionizada para completar un volumen de aproximadamente 10 mL. La mezcla se agita a fondo hasta que toda la muestra se humedece y no queda polvo. Se agrega agua desionizada adicional alrededor de la parte superior del tubo de centrifuga para enjuagar cualquier mezcla que se adhiera al costado del tubo por la agitación. El tubo se centrifuga durante 5 minutos a 2500 rpm en una centrifuga IEC Centra® MP-4R, equipado con un rotor basculante modelo 221 (International Equipment Company; Needham Heights, Massachusetts, EE. UU.). Después de la centrifugación, el tubo se retira cuidadosamente sin alterar los sólidos, y el nivel (es decir, el volumen) de la materia sedimentada se mide en cm^3 . La densidad en húmedo centrifugada del polvo se calcula fácilmente dividiendo el peso de la muestra por el volumen medido. En algunas realizaciones, la densidad en húmedo varía de aproximadamente 160 kg/m^3 a aproximadamente 320 kg/m^3 (aproximadamente 10 lb/pt^3 a aproximadamente 20 lb/pt^3). En algunas realizaciones, la densidad en húmedo varía de aproximadamente 160 kg/m^3 a aproximadamente 256 kg/m^3 (aproximadamente 10 lb/pt^3 a aproximadamente 16 lb/pt^3).

30 Los materiales compuestos descritos en el presente documento pueden incluir al menos un metal soluble. Como se usa en el presente documento, el término "metal soluble" se refiere a cualquier metal que pueda disolverse en al menos un líquido. Los expertos en la técnica conocen los metales solubles e incluyen, entre otros, hierro, aluminio, calcio, vanadio, cromo, cobre, zinc, níquel, cadmio y mercurio. Cuando se usa un coadyuvante de filtración que incluye un material compuesto para filtrar al menos un líquido, al menos un metal soluble puede disociarse del coadyuvante de filtración de material compuesto y entrar en el líquido. En muchas aplicaciones, tal aumento en el contenido de metal del líquido puede ser indeseable y/o inaceptable. Por ejemplo, cuando se usa un coadyuvante de filtración que incluye un material compuesto para filtrar cerveza, un alto nivel de hierro disuelto en la cerveza del coadyuvante de filtración puede afectar negativamente a las propiedades sensoriales u otras propiedades, que incluyen, entre otras, el sabor y la vida útil.

35 Se puede usar cualquier protocolo o prueba apropiada para medir los niveles de al menos un metal soluble en materiales compuestos, incluidos los ahora conocidos por el experto en la materia o descubiertos en el futuro. Por ejemplo, la industria cervecera ha desarrollado al menos un protocolo para medir el hierro soluble en cerveza (BSI) de los coadyuvantes de filtro de material compuesto. BSI se refiere al contenido de hierro, que se puede medir en partes por millón, de un coadyuvante de filtración que incluye un material que se disocia en presencia de un líquido, como la cerveza, medido, por ejemplo, por los métodos de ASBC o EBC.

40 En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza del material compuesto descrito en el presente documento varía de menos aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 5 ppm, cuando se mide usando un método de ASBC. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza varía de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 4 ppm. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza varía de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 2 ppm. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza es inferior a aproximadamente 1 ppm.

De acuerdo con algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza del material compuesto descrito en este documento es inferior a 100 ppm, medido por el método de la EBC. Por ejemplo, el contenido de hierro soluble en cerveza es inferior a 80 ppm, inferior a 50 ppm o inferior a 30 ppm, medido por el método de la EBC.

50 Los materiales compuestos descritos en el presente documento pueden tener un área superficial de BET medible. El área superficial de BET, como se usa en este documento, se refiere a la técnica para calcular el área superficial específica de las moléculas de absorción física de acuerdo con la teoría de Brunauer, Emmett y Teller ("BET"). El área superficial de BET puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la materia o descubierta más adelante. En un ejemplo de método, el área superficial de BET se mide con un analizador de área superficial Gemini III 2375, usando nitrógeno puro como gas sorbente, de Micromeritics Instrument Corporation (Norcross, Georgia, EE. UU.). En algunas realizaciones, el área superficial de BET es mayor que para un material no producido de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento (por ejemplo, sin coaglomeración de tierra de diatomeas y vidrio natural con al menos un aglutinante de sílice). En algunas realizaciones, el área superficial de BET varía de aproximadamente 1 m^2/g a aproximadamente 50 m^2/g . En algunas realizaciones, el área superficial de BET varía de aproximadamente 5 m^2/g a aproximadamente 30 m^2/g . En algunas realizaciones,

el área superficial de BET es mayor que aproximadamente 10 m²/g.

Ejemplos de usos para materiales compuestos

5 Los ejemplos de materiales compuestos descritos en este documento pueden usarse en cualquiera de una variedad de procesos, aplicaciones y materiales. Por ejemplo, los materiales compuestos pueden usarse en al menos un proceso, aplicación o material en el que es deseable un producto con un área superficial de BET alta.

10 Por ejemplo, los materiales compuestos pueden incorporarse en un material o composición coadyuvante de filtración. Una composición coadyuvante de filtración que incluye al menos un material compuesto puede incluir opcionalmente al menos un medio coadyuvante de filtración adicional. Los ejemplos de medios coadyuvantes de filtración adicionales adecuados incluyen, entre otros, materiales de silicato o aluminosilicato naturales o sintéticos, tierra de diatomeas no mejorada, tierra de diatomeas de agua salada, perlita expandida, pumicita, vidrio natural, celulosa, carbón activado, feldspatos, sienita de nefelina, sepiolita, zeolita, mica, talco, arcilla, caolín, esmectita, wollastonita y combinaciones de los mismos.

15 Al menos un medio de filtración adicional puede estar presente en cualquier cantidad apropiada. Por ejemplo, al menos un medio de filtración adicional puede estar presente de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 100 partes de al menos un medio de filtración adicional por parte del material compuesto. En algunas realizaciones, al menos un medio de filtración adicional está presente de aproximadamente 0,5 a 5 partes.

20 La composición coadyuvante de filtración se puede formar en láminas, almohadillas, cartuchos u otros medios monolíticos o agregados que pueden usarse como soportes o sustratos en un proceso de filtración. Las consideraciones en la fabricación de composiciones coadyuvantes de filtración pueden incluir una variedad de parámetros, que incluyen pero no se limitan al contenido total de metal soluble de la composición, el contenido medio de metal soluble de la composición, la distribución del tamaño de partícula, el tamaño de poro, el coste y la disponibilidad.

25 Una composición coadyuvante de filtración que incluye al menos un material compuesto puede usarse en una variedad de procesos y composiciones. En algunas realizaciones, la composición coadyuvante de filtración se aplica a una pulpa filtrante para protegerla y/o mejorar la claridad del líquido a filtrar en un proceso de filtración. En algunas realizaciones, la composición coadyuvante de filtración se agrega directamente a una bebida a filtrar para aumentar el caudal y/o extender el ciclo de filtración. En algunas realizaciones, la composición coadyuvante de filtración se usa como recubrimiento previo, en inclusión de material, o una combinación de recubrimiento previo e inclusión de material, en un proceso de filtración.

30 Las realizaciones del material compuesto también pueden usarse en una variedad de métodos de filtración. En algunas realizaciones, el método de filtración incluye el recubrimiento previo de al menos un elemento filtrante con al menos un material compuesto y el contacto de al menos un líquido a filtrar con al menos un elemento filtrante recubierto. En tales realizaciones, el contacto puede incluir hacer pasar el líquido a través del elemento filtrante. En algunas realizaciones, el método de filtración incluye suspender al menos un coadyuvante de filtración de material compuesto en al menos un líquido que contiene partículas para eliminar del líquido, y luego separar el coadyuvante de filtración del líquido filtrado.

35 Los coadyuvantes de filtración que incluyen al menos un material compuesto descrito en el presente documento también pueden emplearse para filtrar diversos tipos de líquidos. El experto en la materia es fácilmente consciente de los líquidos que pueden ser deseablemente filtrados con un proceso que incluye los coadyuvantes de filtración que incluyen al menos el material compuesto descrito en el presente documento. En algunas realizaciones, el líquido es una bebida. Los ejemplos de bebidas incluyen, pero no se limitan a, jugos a base de vegetales, jugos de frutas, licores destilados y líquidos a base de malta. Los ejemplos de líquidos a base de malta incluyen, entre otros, cerveza y vino. En algunas realizaciones, el líquido es uno que tiende a formar turbidez al enfriarse. En algunas realizaciones, el líquido es una bebida que tiende a formar turbidez al enfriarse. En algunas realizaciones, el líquido es una cerveza. 40 En algunas realizaciones, el líquido es un aceite. En algunas realizaciones, el líquido es un aceite comestible. En algunas realizaciones, el líquido es un aceite combustible. En algunas realizaciones, el líquido es agua, que incluye pero no se limita a aguas residuales. En algunas realizaciones, el líquido es sangre. En algunas realizaciones, el líquido es un sake. En algunas realizaciones, el líquido es un edulcorante, tal como, por ejemplo, jarabe de maíz o melaza.

50 **Ejemplos**

A continuación se describen varios ejemplos consistentes con los coadyuvantes de filtración compuestos y materiales compuestos descritos en el presente documento, junto con varios ejemplos comparativos. Los ejemplos se usaron como coadyuvantes de filtración que se probaron, y las propiedades de los ejemplos se proporcionan en la Tabla 1 a continuación.

55 Para los ejemplos, se usó un mineral de tierra de diatomeas natural de Almería, México (mineral masivo) como material de alimentación de tierra de diatomeas. Este material de alimentación de tierra de diatomeas tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 8 micras, un d₅₀ de 22 micras y d₉₀ de 66 micras. Se utilizó un producto

5 de perlita expandido y molido comercialmente disponible, Harborlite 400, como material de alimentación de vidrio natural. Este material de alimentación de vidrio natural tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 8 micras, un d_{50} de 25 micras y un d_{90} de 60 micras. Se usó una mica comercialmente disponible, IMERYS 4-K^{MR}, mica moscovita, como material de alimentación de mica. Este material de alimentación de mica tenía un tamaño medio de partículas de 47 micras y una relación de aspecto de 50.

10 Se preparó un aglutinante de biopolímero tal como alginato de sodio de la siguiente manera: se dispersaron 0,4 gramos de Manugel DMP de FMC en 80 gramos de agua y después se añadieron lentamente a 200 gramos de una mezcla del material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de mica en un mezclador de alimentos Hobart. Se usó la misma cantidad de solución de alginato de sodio para todas las mezclas de material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de mica con diferentes proporciones.

15 Se preparó un aglutinante de sílice de la siguiente manera: se dispersaron 20 gramos de silicato de sodio en 80 gramos de agua y luego se añadieron lentamente a 200 gramos de una mezcla del material de alimentación de tierra de diatomeas natural y el material de alimentación de mica en un mezclador de alimentos Hobart. Se usó la misma cantidad de solución de silicato de sodio para todas las mezclas del material de alimentación natural de tierra de diatomeas y el material de alimentación de mica con diferentes proporciones.

20 Se preparó un aglutinante de cemento de aluminato de calcio de la siguiente manera: se dispersaron 2 gramos de cemento de aluminato de calcio en 80 gramos de agua y luego se agregaron lentamente a 200 gramos de una mezcla del material de alimentación de tierra de diatomeas natural y el material de alimentación de mica en un mezclador de alimentos Hobart. Se usó la misma cantidad de solución de cemento de aluminato de calcio para todas las mezclas del material de alimentación natural de tierra de diatomeas y el material de alimentación de mica con diferentes proporciones.

25 Después de mezclar durante 15 minutos, la mezcla de solución de silicato de sodio, el material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de mica se cepilló a través de un tamiz de malla 16 con aberturas de 1,18 milímetros. Las partículas de gran tamaño se rompieron y forzaron a través del tamiz mediante cepillado. Después de secar en un horno a 150 °C durante la noche y calcinar a 800 °C durante 30 minutos, el material se cepilló a través de una pantalla de 30 mallas con aberturas de 0,6 milímetros.

30 Se preparó un aglutinante de sílice de la siguiente manera: se dispersaron 20 gramos de silicato de sodio en 40 gramos de agua y luego se añadieron lentamente a 200 gramos de una mezcla del material de alimentación de vidrio natural y el material de alimentación de mica en un mezclador de alimentos Hobart. Se usó la misma cantidad de solución de silicato de sodio para todas las mezclas del material de alimentación de vidrio natural y el material de alimentación de mica con diferentes proporciones. Después de mezclar durante 15 minutos, la mezcla de solución de silicato de sodio, el material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de vidrio natural se cepilló a través de un tamiz de malla 16 con aberturas de 1,18 milímetros. Las partículas de gran tamaño se rompieron y forzaron a través del tamiz con un cepillo. Después de secar en un horno a 150°C durante la noche, el material se cepilló a través del
35 tamiz de malla 30 con aberturas de 0,6 milímetros.

Ejemplos 1-12

40 Los ejemplos 1-12 fueron compuestos de tierra de diatomeas y mica coaglomerados con alginato de sodio, silicato de sodio y cemento de aluminato como aglutinantes. En comparación con la tierra de diatomeas aglomerada (Ejemplo 1), los compuestos de tierra de diatomeas y de mica coaglomerados tienen una mayor permeabilidad. Si bien no desea limitarse a la teoría, se cree que agregar mica aumenta la permeabilidad, probablemente debido a la mayor separación de las partículas compuestas aglomeradas por la estructura laminar de la mica. La medición de porosimetría confirmó que los compuestos de tierra de diatomeas y mica coaglomerados tenían diámetros de poro grandes en comparación con la tierra de diatomeas aglomerada.

Ejemplos	DE (%)	Mica (%)	Manugel (%)	Silicato de sodio (%)	Cemento de Ca-Al (%)	Agua (%)	Permeabilidad (Darcy)
1	100		0,2			40	0,39
2	90	10	0,2			40	0,44
3	75	25	0,2			40	0,69
4	50	50	0,2			40	1,81
5	100			10		40	0,49
6	90	10		10		40	0,60
7	75	25		10		40	0,93
8	50	50		10		40	2,94
9	100				1	40	0,49
10	90	10			1	40	0,62
11	75	25			1	40	0,63
12	50	50			1	40	1,80

Ejemplos	Volumen de poros (mL/g)	Diámetro medio de poro (µm)	Densidad en húmedo (lb/p ³)
1	3,6917	1,6960	12,7
2	4,0780	1,7120	13,6
3	3,3744	2,2435	15,2
4	2,9047	3,9021	17,3
5	3,9735	1,9516	13,6
6	3,9881	1,9608	13,9
7	3,3729	2,4988	15,4
8	2,8722	4,7572	17,8
9	4,0166	1,7697	12,6
10	4,0731	1,8338	13,0
11	3,4857	2,2091	15,2
12	2,7710	3,5971	15,8

Tabla 1

Las Figuras 4 y 5 son gráficos que representan la turbidez frente al tiempo de filtración y la presión frente al tiempo de filtración, respectivamente, para dos ejemplos de coadyuvantes de filtración. Como se muestra en la Figura 4, el coadyuvante de filtración del producto de tierra de diatomeas (DE) comercialmente disponible Celite 520, tenía la turbidez más alta. La turbidez tanto para la DE aglomerada como para la DE y el compuesto de mica coaglomerados fue significativamente menor (aproximadamente 29% menor). Como se muestra en la Figura 5, tanto la DE aglomerada como la DE y el compuesto de mica coaglomerados tenían una presión final más baja en comparación con el producto de DE comercialmente disponible Celite 520. La DE y el compuesto de mica coaglomerados tenía la presión final más baja debido a la mayor estructura de poros.

Ejemplos 13-16

Los ejemplos 13-16 mostrados en la Tabla 2 a continuación fueron compuestos de vidrio natural y de mica coaglomerados con silicato de sodio como aglutinante. En comparación con el vidrio natural aglomerado (Ejemplo 13), los compuestos de vidrio natural y de mica coaglomerados tienen una mayor permeabilidad, probablemente debido a la mayor estructura de poros de las partículas compuestas aglomeradas.

Tabla 2

Ejemplos	H400 (%)	Mica 4 K (%)	Silicato de sodio (%)	Agua (%)	Permeabilidad (Darcy)	Densidad en húmedo (lb/p ³)
13	100		10	20	0,7	13,4
14	75	25	10	20	1,2	14,5
15	50	50	10	20	3,0	17,3
16	25	75	10	20	5,8	21,2

Otras realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la especificación y la práctica de la invención descrita en el presente documento. Se pretende que la especificación y los ejemplos se consideren solo a modo de ejemplo, estando el verdadero alcance y espíritu de la invención indicados mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un coadyuvante de filtración compuesto que comprende:

un primer mineral seleccionado de tierra de diatomeas y vidrio natural y en el que el vidrio natural comprende perlita; un segundo mineral que tiene una relación de aspecto mayor que 2:1 y en el que la relación de aspecto se determina usando microscopía electrónica y es el diámetro del círculo del área equivalente al de una cara de la partícula dividido por el grosor medio de esa partícula; y un aglutinante, en el que el coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad que varía de $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11}$ m² (0,2 a 20 darcys) y la permeabilidad se determina por la permeabilidad de un lecho poroso de 1 cm de altura y con una sección de 1 cm² a través de la cual fluye un fluido que es agua con una viscosidad de 1 mPa.s con un caudal de 1 cm³/s bajo una presión diferencial aplicada de 1 atmósfera.
2. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad que varía de $2,96 \times 10^{-13}$ a $2,96 \times 10^{-12}$ m² (0,3 a 3 darcys).
3. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que la relación del primer mineral con respecto al segundo mineral varía de 1:3 a 3:1 en peso.
4. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene una densidad en húmedo que varía de 192 kg/m³ (12 lb/pie³) a 304 kg/m³ (19 lb/pie³) en el que la densidad en húmedo es la densidad en húmedo centrifugada que se mide colocando una muestra de 1,00 a 2,00 g de peso en un tubo de centrifuga calibrado de 15 mL al cual se le agrega agua desionizada para completar un volumen de aproximadamente 10 mL, y en el que la mezcla se agita hasta que toda la muestra se humedece, y no queda polvo y se agrega agua desionizada adicional alrededor de la parte superior del tubo de centrifuga para enjuagar cualquier mezcla que se adhiera al lado del tubo por la agitación y el tubo se centrifuga durante 5 minutos a 2500 rpm y después de la centrifugación, el tubo se retira sin alterar los sólidos, y el volumen de la materia sedimentada se mide en cm³.
5. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene un d₅₀ que varía de 30 a 70 µm (30 a 70 micras).
6. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene un área superficial de BET que varía de 5 m²/g a 50 m²/g.
7. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene un contenido de hierro soluble en cerveza (BSI) de menos de 5 ppm, medido por ASBC (Sociedad Americana de Químicos Cerveceros), en el que el contenido de BSI se mide colocando una muestra de 5 g en 200 mL de cerveza descarbonatada a temperatura ambiente, y la mezcla se remueve de forma intermitente durante un tiempo transcurrido de 5 minutos y 50 segundos y la mezcla se transfiere inmediatamente a un embudo que contiene papel de filtro de 25 cm de diámetro, del que se descarta el filtrado recolectado durante los primeros 30 segundos y el filtrado se recolecta durante los siguientes 150 segundos, y una porción de 25 mL se trata con aproximadamente 25 mg de ácido ascórbico para reducir los iones de hierro disueltos al estado ferroso (Fe²⁺) para producir un extracto de muestra y el color se desarrolla mediante la adición de 1 mL de 1,10-fenantrolina al 0,3% (p/v), y después de 30 minutos, la absorbancia de la solución de la muestra resultante se compara con una curva de calibración estándar, en la que la curva de calibración se prepara a partir de soluciones de hierro estándar de concentración conocida en cerveza, el filtrado sin tratar se usa como un blanco del método para corregir la turbidez y el color, y la absorbancia se mide a 505 nm usando un espectrofotómetro.
8. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el coadyuvante de filtración tiene un contenido de cristobalita inferior a 1% en peso.
9. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el primer mineral comprende tierra de diatomeas.
10. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el primer mineral comprende vidrio natural, y en el que el vidrio natural comprende perlita.
11. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el segundo mineral comprende mica.
12. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el segundo mineral comprende talco.
13. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el segundo mineral comprende caolín.
14. El coadyuvante de filtración compuesto de la reivindicación 1, en el que el segundo mineral comprende al menos uno de esmectita y wollastonita.
15. Un método para fabricar un coadyuvante de filtración compuesto, comprendiendo el método:

5 mezclar un primer mineral, un segundo mineral y un aglutinante, en el que el primer mineral comprende al menos uno de tierra de diatomeas y vidrio natural, y en el que el vidrio natural comprende perlita y el segundo mineral tiene una relación de aspecto mayor que 2:1; y aglomerar el primer y segundo mineral en presencia del aglutinante para formar el material compuesto, y en el que el coadyuvante de filtración tiene una permeabilidad que varía de $1,97 \times 10^{-13}$ a $1,97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (0,2 a 20 darcys), además en el que la relación de aspecto se determina mediante microscopía electrónica y es el diámetro del círculo de área equivalente al de una cara de la partícula dividido por el grosor medio de esa partícula y la permeabilidad se determina por la permeabilidad de un lecho poroso de 1 cm de altura y con una sección de 1 cm^2 a través de la cual fluye un fluido que es agua con una viscosidad de 1 mPa.s con un caudal de $1 \text{ cm}^3/\text{s}$ bajo una presión diferencial aplicada de 1 atmósfera.

10

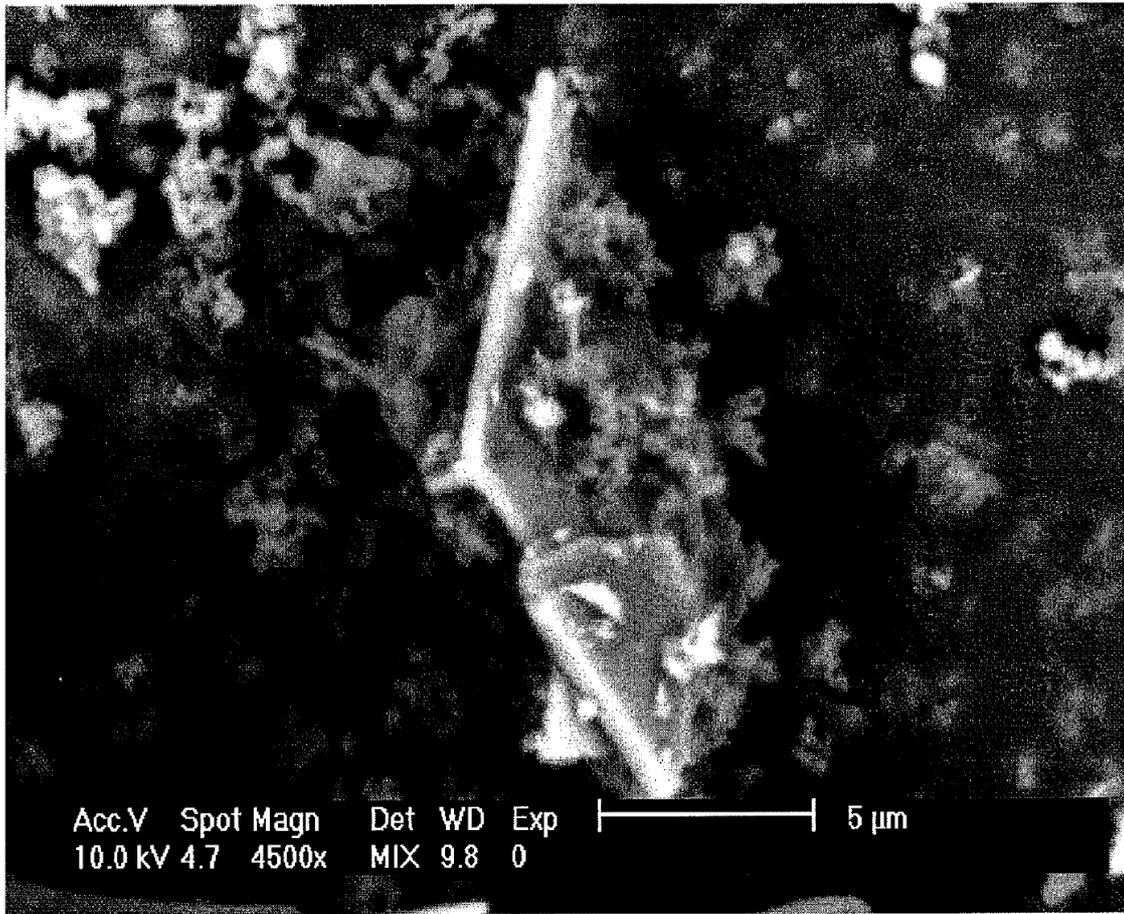


FIG. 1

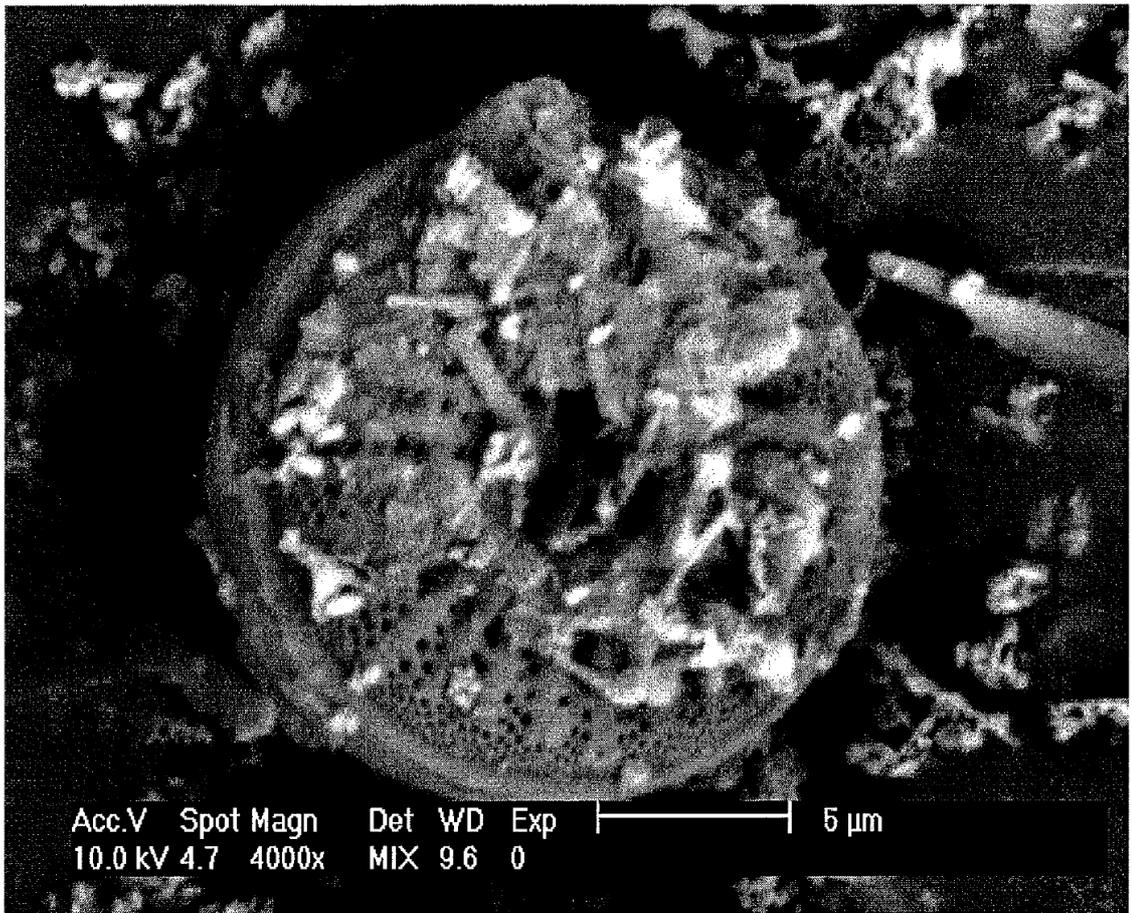


FIG. 2

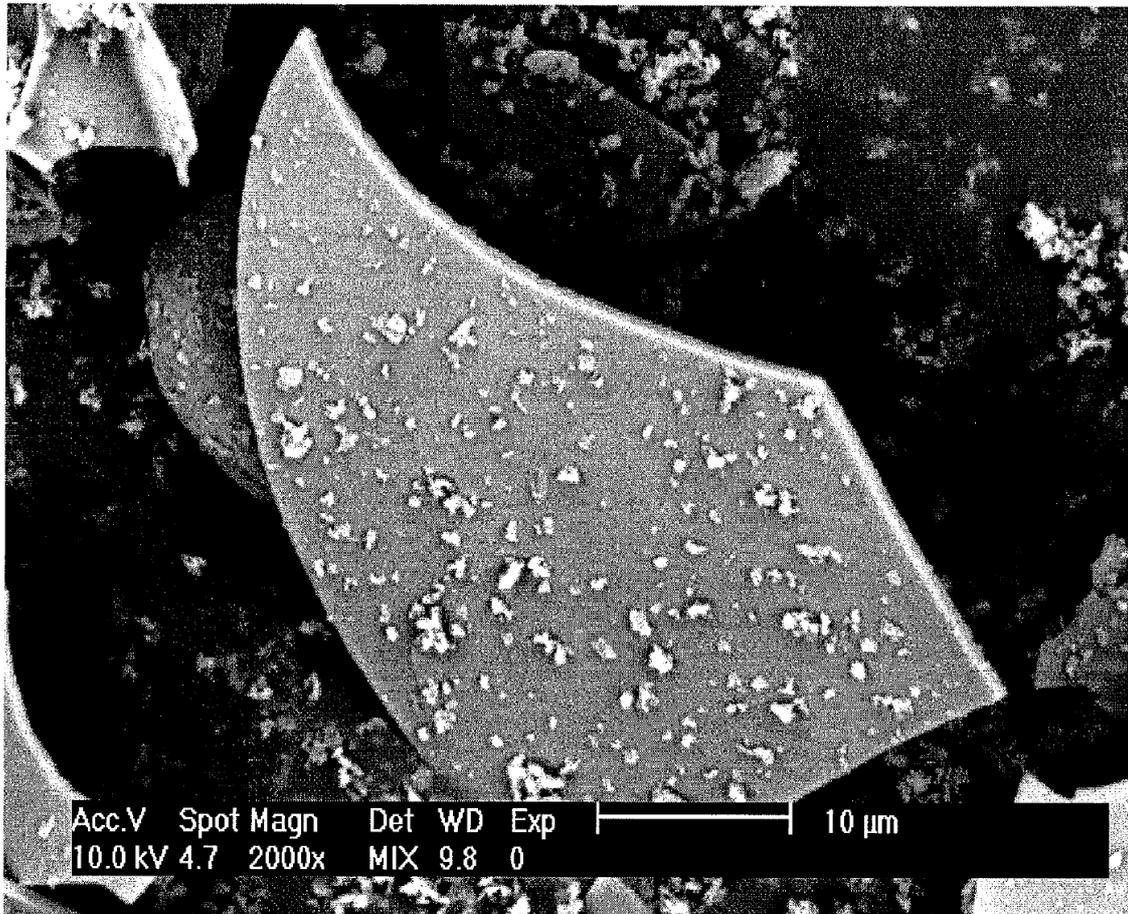


FIG. 3

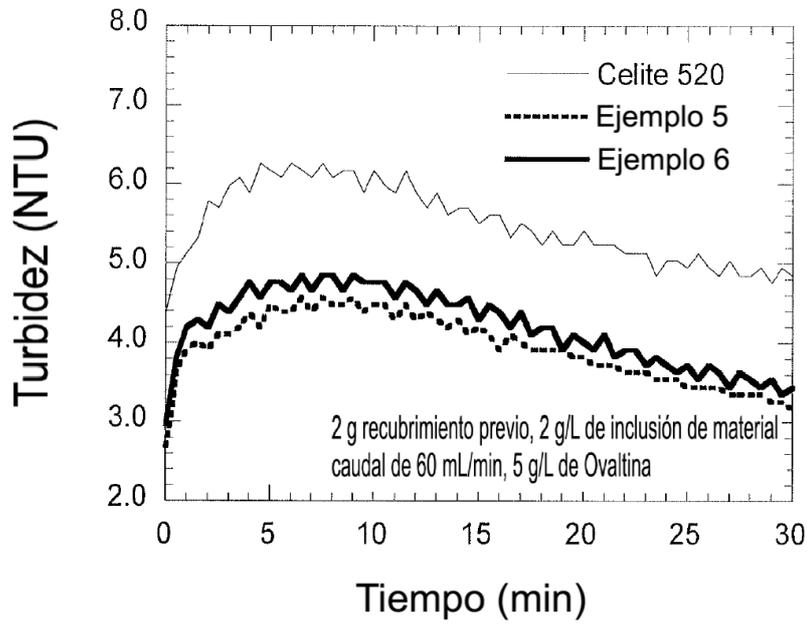


FIG. 4

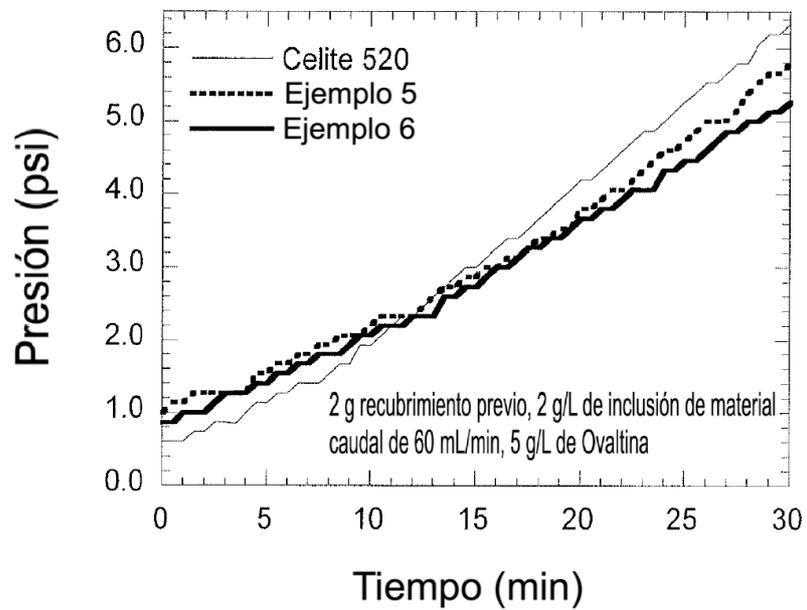


FIG. 5