

CERÁMICA Y MÉTODOS DE FABRICACIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a cerámicas para el tratamiento biológico de aguas residuales.

5

ANTECEDENTES

Las aguas residuales provenientes de alcantarillado, escorrentías pluviales, escorrentías industriales y otras fuentes se someten a diversos procesos de tratamiento para cumplir con los estándares ambientales para su vertido en vías fluviales y mares. Una etapa del tratamiento implica el tratamiento biológico. Las bacterias se adhieren a un medio flotante que se fluidiza y se pone en movimiento con agua y aire. Los contaminantes no deseados (por ejemplo, nitrógeno, carbono y fósforo) en las aguas residuales son digeridos por las bacterias, realizando así una función de limpieza en las aguas residuales.

10

15

Actualmente se utilizan plantas de tratamiento de aguas residuales conocidas como BAF o BAFF: filtros biológicos aireados (inundados). En estos sistemas se utilizan perlas de plástico de un diámetro aproximado de 3 mm y con una superficie texturizada como medio de soporte para las bacterias. Estas perlas de plástico están texturizadas para aumentar la superficie disponible para la fijación de la biopelícula. Comercialmente este medio se vende como BIOBEADS (RTM).

20

Los medios plásticos utilizados en el tratamiento del agua son problemáticos desde el punto de vista medioambiental. Los medios plásticos se liberan a los cursos de agua por diversos medios y al medio terrestre, por ejemplo, a través de la eliminación de lodos. Las consecuencias de los plásticos en el medio acuático están bien documentadas, por ejemplo, la acumulación tóxica en la cadena alimentaria.

25

Por otra parte, las aguas residuales no tratadas también son problemáticas para el medio ambiente. Los BAFF son más compactos que las plantas de tratamiento biológico alternativas y sería deseable reemplazar el medio plástico por un medio mineral más aceptable desde el punto de vista medioambiental.

30

La presente invención aborda estas necesidades.

COMPENDIO

5 La invención proporciona una composición para la producción de una cerámica para el tratamiento de aguas residuales. La composición consta de tres componentes, A, B y C, que son diferentes entre sí. El componente A es arcilla que comprende hasta aproximadamente el 50 % en peso de contenido descomponible, basado en el peso total del componente A. El componente B son microesferas inorgánicas, que constituyen de aproximadamente el 30 a
10 aproximadamente el 70 % en peso de la composición, o de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 60 % en peso de la composición, basado en el peso total de la composición, y que tienen una distribución de tamaño de partícula, d_{90} , de aproximadamente 270 μm a aproximadamente 700 μm . El componente C es un aglutinante inorgánico. El aglutinante inorgánico es un material distinto del componente B y del componente A.

15

El componente A puede comprender de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 50 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 10 a
20 aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, o alternativamente tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso de contenido descomponible.

El contenido descomponible del componente A puede comprender uno o más de los siguientes:
25 carbón, tierra de diatomeas, carbonato de calcio, óxido de magnesio y carbonato de magnesio. El carbón puede ser uno o más de los siguientes: lignito, subbituminoso, bituminoso y antracita. En algunas modalidades, el componente A es arcilla y comprende hasta aproximadamente un 30 % en peso de carbón (por ejemplo, lignito), tal como de aproximadamente un 10 a aproximadamente un 30 % en peso de carbón (por ejemplo, lignito), tal como de
30 aproximadamente un 20 a aproximadamente un 30 % en peso de carbón (por ejemplo, lignito).

El componente A puede comprender bentonita, por ejemplo, bentonita cruda. La bentonita cruda es bentonita que no ha sufrido ningún tratamiento más allá del de reducir su tamaño. La bentonita cruda es bentonita no activada.

- 5 La composición comprende de aproximadamente 20 a aproximadamente 70 % en peso del componente B, basado en el peso total de la composición, tal como de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 % en peso del componente B, tal como de aproximadamente 40 a aproximadamente 70 % en peso del componente B, tal como de aproximadamente 30 a aproximadamente 60 % en peso del componente B, tal como de aproximadamente 30 a
- 10 aproximadamente 50 % en peso del componente B, tal como de aproximadamente 35 a aproximadamente 45 % en peso del componente B. Por ejemplo, la composición puede comprender de aproximadamente 20 a aproximadamente 60 % en peso del componente B, basado en el peso total de la composición.
- 15 La temperatura de fusión del componente B puede ser de al menos aproximadamente 1100 °C, o de al menos aproximadamente 1150 °C, tal como de aproximadamente 1110 °C a aproximadamente 1250 °C.

- El componente B puede comprender uno o más materiales seleccionados entre microesferas de perlita, microesferas de mullita y cenosferas de cenizas volantes. En algunas modalidades, el componente B son microesferas de perlita y/o microesferas de mullita.
- 20

- El componente C puede comprender sílice. El componente C puede derivarse de cualquier fuente adecuada, como feldespatos, fritas de vidrio, perlita cruda y wollastonita. Preferiblemente, el componente C puede ser feldespato, fritas de vidrio, perlita cruda y/o wollastonita. La perlita cruda es perlita que no ha sufrido ningún tratamiento más allá del de reducir su tamaño. La perlita cruda es perlita no expandida.
- 25

- El componente C puede tener una distribución de tamaño de partícula, d_{90} , de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 100 μm .
- 30

La composición puede comprender de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso del componente C, basado en el peso total de la composición, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso del componente C, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 % en peso del componente C.

5

La composición puede comprender de aproximadamente 10-40 % en peso del componente A, 50-70 % en peso del componente B y el resto del componente C, siempre que el componente C constituya al menos 3 % en peso de la composición, por ejemplo, 10-30 % en peso, y la cantidad total de A, B y C sume 100 % en peso.

10

La composición puede comprender de aproximadamente 35-55 % en peso del componente A, 40-60 % en peso del componente B y el resto del componente C, siempre que el componente C constituya al menos 3 % en peso de la composición, y la cantidad total de A, B y C sume 100 % en peso.

15

La composición puede comprender de aproximadamente 40-50 % en peso del componente A, 45-55 % en peso del componente B y el resto del componente C, siempre que el componente C constituya al menos 3 % en peso de la composición, por ejemplo, 5-20 % en peso, por ejemplo, 5-15 % en peso o 5-10 % en peso, y la cantidad total de A, B y C sume 100 % en peso.

20

La composición puede comprender de aproximadamente 40-45 % en peso del componente A, 48-52 % en peso del componente B y el resto del componente C, siempre que el componente C constituya al menos 4 % en peso de la composición, por ejemplo, 5-20 % en peso, por ejemplo, 5-15 % en peso o 5-10 % en peso, y la cantidad total de A, B y C sume 100 % en peso.

25

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente arriba, pueden comprender el componente A que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 10 μm hasta aproximadamente 70 μm ; el componente B que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 270 μm hasta aproximadamente 700 μm ; y el componente C que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 10 μm hasta aproximadamente 100 μm .

30

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente arriba, pueden comprender el componente A que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 60 μm ; el componente B que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 270 μm hasta aproximadamente 700 μm ; y el componente C que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 10 μm hasta aproximadamente 70 μm .

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente arriba, pueden comprender el componente A que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 40 μm hasta aproximadamente 60 μm ; el componente B que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 270 μm hasta aproximadamente 700 μm ; y el componente C que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 40 μm .

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente arriba, pueden comprender el componente A que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 30 μm hasta aproximadamente 40 μm ; el componente B que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 270 μm hasta aproximadamente 700 μm ; y el componente C que tiene un d_{90} de desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 40 μm .

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente anteriormente, pueden comprender arcilla con 20 a 30 % en peso de lignito como componente A; microesferas de perlita como componente B; y frita de vidrio como componente C.

La composición, por ejemplo, las composiciones descritas inmediatamente anteriormente, pueden comprender bentonita como componente A; microesferas de perlita y microesferas de mullita como componente B; y frita de vidrio como componente C.

La invención también proporciona una cerámica elaborada a partir de la composición de la invención.

La cerámica de la invención es adecuada para el tratamiento de aguas residuales. La cerámica tiene una densidad aparente no mayor que aproximadamente 0,99 g/cm³, por ejemplo, no mayor

que aproximadamente 0,98, o no mayor que aproximadamente 0,95 g/cm³. La cerámica puede tener una densidad aparente de al menos aproximadamente 0,50 g/cm³, tal como al menos 0,60 g/cm³.

- 5 La cerámica puede adoptar cualquier forma adecuada, como perlas, bolitas, gránulos, discos u otra forma. La cerámica puede tener forma de perlas. Las perlas pueden tener cualquier forma adecuada, por ejemplo, esféricas, hemisféricas, prismáticas, un anillo o una forma irregular. Las perlas pueden tener una dimensión más grande en el rango de aproximadamente 0,5 cm a aproximadamente 10 cm, tal como aproximadamente 0,5 cm a aproximadamente 5 cm, tal como
- 10 aproximadamente 1 cm a aproximadamente 5 cm. La dimensión más grande de una perla esférica o hemisférica es el diámetro. Para una forma prismática es la distancia en línea recta más grande entre vértices diagonalmente opuestos. Para un anillo es el diámetro más grande del anillo. Para una forma irregular, es la distancia en línea recta más grande que se encuentra completamente dentro del cuerpo de la forma.

15

La cerámica puede tener una pérdida por desgaste de menos de aproximadamente 10 % en peso, tal como menos de aproximadamente 8 % en peso, como se describe de acuerdo con el método de pérdida por desgaste descrito en la presente.

- 20 La cerámica puede tener un índice de absorción de agua de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 65 % en peso.

La cerámica puede tener una o ambas de porosidad abierta y porosidad cerrada; preferiblemente la cerámica tiene tanto porosidad abierta como porosidad cerrada.

25

La invención también prevé el uso de la cerámica para el tratamiento de aguas residuales.

- La invención también proporciona un procedimiento para fabricar una cerámica. El proceso comprende mezclar los componentes A, B y C tal como se definieron anteriormente con agua
- 30 para formar una masa moldeable, seguido de moldeado, secado y cocción para formar una cerámica. La temperatura de cocción es adecuadamente inferior a la temperatura de fusión del

componente B. La temperatura de cocción no puede ser mayor que aproximadamente 1200 °C, como por ejemplo no mayor que aproximadamente 1100 °C. El tiempo de cocción no podrá ser mayor a 180 minutos, como por ejemplo no mayor a 120 minutos.

- 5 La invención también proporciona un método para el tratamiento de aguas residuales. El método comprende fluidizar una cerámica como se definió anteriormente con aguas residuales y aire en un sistema de filtro inundado aireado biológico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 10 La figura 1 muestra la pérdida por desgaste en relación con el porcentaje en peso del componente C.

La figura 2 muestra la pérdida por desgaste en relación con las condiciones de cocción para una única composición.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La «pérdida por desgaste» se refiere a la pérdida de peso a lo largo del tiempo debido al impacto entre las perlas y entre las perlas y el contenedor. En los ejemplos se describe un método para su medición. Este método es una versión modificada de la norma ISO 12902:2004, Anexo A.

20

«Contenido descomponible», tal como se utiliza en la presente, se refiere a un subcomponente de la arcilla. Este subcomponente se descompone durante la cocción para formar la cerámica. El mecanismo de descomposición depende de la composición del contenido descomponible, por ejemplo, un carbonato, un carburo o un material carbonoso. El contenido descomponible puede ser orgánico, como el carbón, o inorgánico, como el carbonato de magnesio. Sin querer limitarse a la teoría, se cree que el contenido descomponible tras la cocción forma un material gaseoso, por ejemplo, CO₂ en el caso de materiales carbonosos y carbonatados, lo que conduce a la creación de porosidad en la cerámica final.

- 30 El agua salobre a temperatura ambiente es agua con un contenido total de sal soluble de entre 1 g/L y 10 g/L a 25 °C.

La porosidad (abierta y cerrada) se puede determinar combinando los resultados de la medición con picnómetro de helio en perlas cerámicas trituradas y no trituradas y el método de Arquímedes para la determinación de la densidad aparente y la absorción de agua (siguiendo el método estándar aplicado a baldosas cerámicas ISO 10545-3:2018).

El índice de absorción de agua y la densidad aparente se miden según la norma ISO 10545-3:2018.

10 Composición

La composición para fabricar una cerámica tiene tres componentes esenciales: A, B y C.

Componente A

El componente A es arcilla que comprende hasta aproximadamente el 50 % en peso de contenido descomponible, basado en el peso total del componente A, por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 a aproximadamente el 50 % en peso de contenido descomponible. La arcilla puede comprender de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible.

La arcilla es un aluminosilicato hidratado con una estructura laminar, por ejemplo, la arcilla puede ser caolinita, montmorillonita, esmectita, atapulgita y/o sepiolita. Por ejemplo, la arcilla puede estar en forma de bentonita.

El contenido descomponible puede ser orgánico, mineral o tanto orgánico como mineral. El propósito del contenido descomponible es crear porosidad durante la cocción de la cerámica. Por ejemplo, el contenido descomponible puede comprender uno o más de los siguientes: carbón, tierra de diatomeas, carbonato de calcio y magnesio. Estos materiales descomponibles se degradan para generar subproductos gaseosos durante la cocción, lo que crea porosidad.

En algunas modalidades, el componente A comprende arcilla y entre aproximadamente un 20 y aproximadamente un 30 % en peso de carbón, como por ejemplo lignito.

5 El contenido descomponible puede ser un subcomponente inherente de la arcilla o puede agregarse por separado. Preferiblemente, el contenido descomponible es un subcomponente inherente a la arcilla.

La porosidad generada por el contenido descomponible en el componente A puede ser abierta o cerrada.

10

El componente A es particulado. El componente A puede tener una distribución de tamaño de partícula que facilita la formación de una mezcla homogénea cuando se combinan los componentes A, B y C. El componente A puede tener una distribución de tamaño de partícula con una d_{90} menor que aproximadamente 70 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 65 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 50 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 40 μm . El componente A puede tener una d_{90} de al menos aproximadamente 10 μm , tal como una d_{90} de al menos aproximadamente 20 μm , tal como una d_{90} de al menos aproximadamente 30 μm . El componente A puede tener una d_{90} de entre aproximadamente 20 μm y aproximadamente 70 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 60 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 40 μm y aproximadamente 60 μm . El componente A puede tener una d_{90} de entre aproximadamente 20 μm y aproximadamente 70 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 60 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 30 μm y aproximadamente 40 μm . La distribución del tamaño de partícula (PSD) puede afectar la estructura y la cohesión del componente A. Si la PSD es demasiado gruesa, la cohesión entre cada componente puede no ser suficiente. Reducir el tamaño del subcomponente descomponible, por ejemplo, moliendo el componente A, puede controlar el tamaño de la porosidad creada durante la cocción. Alternativamente, el componente descomponible y la arcilla pueden dimensionarse por separado y combinarse para formar el componente A en forma de partículas.

La PSD también puede contribuir a la degradación mecánica del producto cerámico final a lo largo del tiempo.

Componente B:

- 5 El componente B comprende microesferas inorgánicas, que funcionan para disminuir la densidad aparente del producto final cerámico. Las microesferas tienen una PSD d_{90} entre aproximadamente 270 y aproximadamente 700 μm . La PSD de las microesferas puede afectar la resistencia a la pérdida por desgaste de la cerámica final. Una PSD de d_{90} por debajo de aproximadamente 270 μm puede producir un producto cerámico que, en forma de perlas, tiene
- 10 malas propiedades de flotación. Una PSD de d_{90} superior a aproximadamente 700 μm puede producir un producto cerámico con malas propiedades de cohesión. La PSD deseada se puede determinar utilizando cualquier técnica de clasificación o dimensionamiento adecuada, por ejemplo, tamizado con un tamiz de tamaño apropiado.
- 15 El componente B puede tener una temperatura de fusión mayor que aproximadamente 1200 °C, tal como de aproximadamente 1200 a aproximadamente 1500 °C, tal como de aproximadamente 1200 a aproximadamente 1350 °C. Las microesferas de mullita pueden tener una temperatura de fusión superior a aproximadamente 1400 °C. Las microesferas de vidrio pueden tener una temperatura de fusión superior a aproximadamente 1200 °C.
- 20 La temperatura de fusión de las microesferas determina la temperatura máxima de cocción de la composición general, porque la temperatura de cocción de la composición debe ser menor que la temperatura de fusión del componente B, para mantener la porosidad y la integridad del producto.
- 25 La cantidad de componente B en la composición puede ser al menos aproximadamente 30 % en peso, tal como al menos aproximadamente 40 % en peso, tal como de aproximadamente 40 a aproximadamente 70 % en peso, tal como de aproximadamente 40 a aproximadamente 45 % en peso. Las propiedades de flotación de la cerámica en forma de perlas son especialmente
- 30 favorables cuando la composición comprende al menos aproximadamente 40 % en peso del componente B, o al menos aproximadamente 50 % en peso del componente B. Las

composiciones que comprenden menos de aproximadamente 20 % en peso del componente B pueden producir cerámicas que tienen una densidad demasiado alta para flotar en agua.

Las microesferas pueden estar formadas por cenosferas y/o plerosferas. Las cenosferas son esferas sustancialmente huecas con una capa exterior. La capa exterior puede estar cerrada o parcialmente abierta. Las plerosferas también son partículas sustancialmente huecas, generalmente más grandes que las cenosferas y típicamente llenas de una pluralidad de cenosferas.

Se puede utilizar cualquier microesfera inorgánica en la invención. Por ejemplo, se pueden utilizar para las microesferas alúmina cristalina y/o amorfa, sílice, aluminosilicato, fase de vidrio residual y mezclas de estos. Las microesferas pueden comprender o consistir en alúmina, perlita, mullita y combinaciones de estas. Las microesferas pueden comprender o consistir en perlita y/o mullita, como por ejemplo perlita, es decir, todas las microesferas pueden ser microesferas de perlita y/o microesferas de mullita. Las microesferas pueden comprender o consistir en perlita o mullita, como por ejemplo perlita, es decir, todas las microesferas pueden ser microesferas de perlita.

Alternativa o adicionalmente, se pueden utilizar en la invención microesferas basadas en óxido sintético. Los materiales granulares expandidos tal como se definen en EP3891107A1, cuyo contenido se incorpora por referencia, son microesferas basadas en óxido fabricadas sintéticamente adecuadas para su uso en la invención.

La perlita se compone de dióxido de silicio, óxido de aluminio y una combinación de otros metales u óxidos metálicos, como óxido de sodio y óxido de hierro. Por ejemplo, la perlita puede comprender entre aproximadamente 70% y aproximadamente 75% de SiO_2 , entre aproximadamente 12% y aproximadamente 14% de Al_2O_3 , entre aproximadamente 0,5% y aproximadamente 2% de Fe_2O_3 , entre aproximadamente 3% y aproximadamente 5% de Na_2O , entre aproximadamente 4% y aproximadamente 5% de K_2O , entre aproximadamente 0,4% y aproximadamente 1,5% de CaO (en peso) y pequeñas cantidades de otros elementos metálicos. La perlita suele ser de color gris a verde con un brillo vítreo y perlado y fracturas

concéntricas o arqueadas características similares a pieles de cebolla (por ejemplo, perlíticas). Las grietas esféricas abundantes pueden hacer que la perlita se rompa en pequeñas masas similares a perlas.

- 5 Cuando se calienta a una temperatura alta (por ejemplo, por encima de aproximadamente 750 °C o aproximadamente 800 °C), la perlita deshidratada se ablanda y al menos una parte del agua interna se vaporiza, lo que puede hacer que la perlita se expanda a un volumen mayor (por ejemplo, aproximadamente de 5 a 20 veces el volumen original). El agua vaporizada generalmente estira el material vítreo ablandado, formando pequeñas burbujas en la matriz vítrea. La perlita expandida puede incluir una o más celdas, o partes de celdas, en las que una celda es esencialmente un espacio vacío rodeado parcial o totalmente por paredes que se vuelven más delgadas a través de la expansión del material de perlita vítrea. Si al menos una porción de las celdas expandidas está cerrada y el aire está atrapado en ellas, las partículas de perlita expandida pueden flotar en el agua.

15

- La expansión puede realizarse calentando la perlita deshidratada a una temperatura lo suficientemente alta como para ablandar el mineral vítreo. En algunos casos, para la expansión, la perlita deshidratada puede calentarse a una temperatura de al menos 700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 950 °C, 1000 °C, 1100 °C o 1200 °C, por ejemplo, una temperatura comprendida entre aproximadamente 700 °C y aproximadamente 1200 °C, o entre aproximadamente 800 °C y aproximadamente 1100 °C. En algunos ejemplos aquí presentados, el calentamiento puede realizarse rápidamente, por ejemplo, durante igual o menos de 60 segundos, por ejemplo, durante un período de tiempo que varía de aproximadamente 0,1 segundo a aproximadamente 15 segundos, o de aproximadamente 0,1 segundo a aproximadamente 5 segundos.

25

- Tal como se utilizan en la presente, los términos «esfera» o «esférico» se refieren a una microesfera de perlita que, cuando se amplía como una imagen bidimensional, generalmente aparece redondeada y libre de esquinas o bordes afilados, independientemente de que la partícula parezca ser verdadera o sustancialmente circular, elíptica, globular o cualquier otra forma redondeada. Como resultado, además de las formas verdaderamente circulares y

30

elípticas, otras formas con contornos curvos, pero no circulares o elípticos se consideran como una «esfera» o como «esféricas». Una forma particulada de perlita también puede considerarse una «esfera» o «esférica», aunque pueda tener algunas partículas individuales que se hayan aglomerado, formando así aglomerados no esféricos en el material que de otro modo sería esférico, o que no sean esféricos por otros motivos.

La perlita en forma de microesferas se puede formar de acuerdo con los métodos descritos en el documento WO-A-2013/053635, cuyo contenido se incorpora a la presente como referencia. Generalmente, en este proceso, el mineral de perlita y el soporte se introducen en un horno vertical y caen a lo largo de una sección de caída a través de múltiples zonas de calentamiento en un eje de alimentación del horno. El mineral de perlita se calienta a una temperatura crítica a la cual las superficies de la perlita se plastifican y los granos de perlita se expanden sobre la base del propulsor.

Una alúmina microesférica ejemplar es la alúmina de burbuja Alodur (RTM), disponible en Imerys Fused Minerals. La alúmina microesférica, también denominada a veces burbujas de alúmina, se puede producir mediante diversos métodos conocidos en la técnica.

A menos que se especifique lo contrario, las propiedades del tamaño de partícula a las que se hace referencia, para cada uno de los componentes A, B y C, son las medidas mediante el método convencional bien conocido empleado en la técnica de dispersión de luz láser, utilizando un analizador de tamaño de partícula Scirocco 2000, suministrado por MALVERN (o mediante otros métodos que dan esencialmente el mismo resultado). En la técnica de dispersión de luz láser, el tamaño de partículas en polvos, suspensiones y emulsiones se puede medir utilizando la difracción de un rayo láser, basándose en una aplicación de la teoría de Fraunhofer y Mie. Una máquina de este tipo proporciona mediciones y un gráfico del porcentaje acumulativo en volumen de partículas que tienen un tamaño, denominado en la técnica «diámetro esférico equivalente» (dee), menor que los valores de dee dados. El tamaño medio de partícula d_{50} es el valor así determinado de la partícula dee en el cual hay un 50% en volumen de las partículas que tienen un diámetro esférico equivalente menor que ese valor d_{50} . El valor d_{10} es el valor en el cual el 10% en volumen de las partículas tienen una dee menor que ese valor d_{10} . El valor

d_{90} es el valor en el cual el 90% en volumen de las partículas tienen un d_{90} menor que ese valor d_{90} .

Las microesferas, por ejemplo, microesferas de perlita y/o microesferas de mullita, pueden tener un d_{10} de al menos aproximadamente 10 μm , por ejemplo, al menos aproximadamente 20 μm , o al menos aproximadamente 30 μm , o al menos aproximadamente 40 μm , o al menos aproximadamente 50 μm , o al menos aproximadamente 75 μm , o al menos aproximadamente 80 μm , o al menos aproximadamente 85 μm , o al menos aproximadamente 90 μm , o al menos aproximadamente 95 μm , o al menos aproximadamente 100 μm .

Las microesferas, por ejemplo, microesferas de perlita y/o microesferas de mullita, pueden tener un d_{50} de desde aproximadamente 25 μm hasta aproximadamente 500 μm , por ejemplo, desde aproximadamente 100 μm hasta aproximadamente 400 μm , o desde aproximadamente 150 μm hasta aproximadamente 350 μm , o desde aproximadamente 250 μm hasta aproximadamente 300 μm , o desde aproximadamente 275 μm hasta aproximadamente 290 μm .

Las microesferas, por ejemplo, microesferas de perlita y/o microesferas de mullita, pueden tener un d_{90} de menos de aproximadamente 600 μm , por ejemplo, desde aproximadamente 300 μm hasta aproximadamente 600 μm , o desde aproximadamente 400 μm o al menos aproximadamente 600 μm , o desde aproximadamente 450 μm hasta aproximadamente 550 μm , o desde aproximadamente 450 μm hasta aproximadamente 500 μm .

En determinadas modalidades, las microesferas, por ejemplo, microesferas de perlita y/o microesferas de mullita, tienen una d_{50} de desde aproximadamente 150 μm hasta aproximadamente 350 μm y una d_{90} de desde aproximadamente 450 μm hasta aproximadamente 550 μm . En dichas modalidades, el componente A puede tener una d_{90} de desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 100 μm , tal como desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 70 μm , y el componente C puede tener una PSD como se describe a continuación, por ejemplo, una d_{90} de desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 100 μm , tal como una d_{90} de desde aproximadamente 30 hasta aproximadamente 60 μm , tal como una d_{90} de desde aproximadamente 30 μm hasta

aproximadamente 50 μm .

Componente C:

5 El componente C comprende un aglutinante inorgánico. El componente C cumple varias funciones en la cerámica.

En el producto final cerámico, el aglutinante puede encerrar las microesferas en una fase vítrea. Esto mejora la resistencia mecánica de la cerámica en comparación con cuando no se utiliza ningún aglutinante.

10

El componente C también contribuye a la resistencia a la abrasión del producto final cerámico. En uso, la cerámica puede tener la forma de perlas, por ejemplo, con una dimensión mayor (por ejemplo, diámetro en el caso de perlas esféricas o hemisféricas) de aproximadamente 1 cm a aproximadamente 5 cm, como se describe en la presente. Las perlas entrarán en contacto entre
15 sí en un entorno turbulento, lo que provocará desgaste con el tiempo. El aglutinante ayuda a reducir este desgaste.

20

Un beneficio adicional del componente C es que puede reducir la temperatura de fusión de la mezcla durante el proceso de cocción. Una temperatura de fusión reducida es beneficiosa, porque la cerámica puede mantener mejor la integridad estructural. Además, las temperaturas de cocción reducidas limitan el consumo de energía del proceso de fabricación y pueden aumentar la resistencia mecánica de la cerámica a la abrasión.

25

El componente C puede comprender adecuadamente, por ejemplo, estar compuesto de, sílice. Por ejemplo, el componente C puede comprender o consistir en uno o más de feldespatos, frita de vidrio o wollastonita, como feldespatos o frita de vidrio. La cantidad del Componente C en la composición puede ser de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 % en peso, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 % en peso, en función del peso total de la composición.

30

El componente C puede incorporarse a la composición en cualquier forma adecuada, tal como

particulada o fibrosa, preferiblemente en forma particulada.

El componente C puede tener una distribución de tamaño de partícula que facilita la formación de una mezcla homogénea cuando se combinan los componentes A, B y C. El componente C puede tener una distribución de tamaño de partícula con una d_{90} menor que aproximadamente 100 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 70 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 50 μm , tal como una d_{90} menor que aproximadamente 40 μm . El componente C puede tener una d_{90} de al menos aproximadamente 10 μm , tal como una d_{90} de al menos aproximadamente 20 μm . El componente C puede tener una d_{90} de entre aproximadamente 20 μm y aproximadamente 100 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 60 μm , tal como una d_{90} de entre aproximadamente 30 μm y aproximadamente 50 μm . La distribución del tamaño de partícula (PSD) puede afectar la estructura y la cohesión del componente C. Si la PSD es demasiado gruesa, la cohesión entre cada componente puede no ser suficiente.

Producto cerámico

El producto final cerámico puede tener uno o más de los siguientes beneficios:

Flotación en agua; capacidad de flotación retenida durante hasta 5 años o más; menos del 10 % en masa se pierde por desgaste en un reactor de tratamiento de aguas residuales; resistencia mecánica a la abrasión; no toxicidad para la flora y fauna en cursos de agua naturales; no cambia el pH del agua en la que se introduce; proporciona un reemplazo para las perlas de plástico que se utilizan actualmente en el tratamiento biológico de aguas residuales.

La cerámica puede tener cualquier forma y tamaño adecuado para el tratamiento de aguas residuales. En algunas modalidades, la cerámica tiene forma de perlas. Las perlas pueden tener forma redondeada, por ejemplo, esférica, hemisférica, ovoidal o anular. Las perlas pueden tener forma esférica. Las perlas pueden tener forma hemiesférica. Las perlas pueden tener forma anular. Las perlas pueden estar formadas por una mezcla de formas diferentes. Las perlas pueden ser una mezcla de esferas y hemiesferas. Las perlas pueden tener una dimensión mayor de hasta aproximadamente 10 cm, por ejemplo, hasta aproximadamente 7,5 cm, o hasta aproximadamente 5 cm, tal como desde aproximadamente 0,1 cm a 10 cm, o desde

aproximadamente 0,1 cm hasta aproximadamente 5 cm, o desde aproximadamente 0,1 cm hasta aproximadamente 2,5 cm, o desde aproximadamente 0,1 cm hasta aproximadamente 1,5 cm, o desde aproximadamente 0,25 cm hasta aproximadamente 1,0 cm, o desde aproximadamente 0,5 cm hasta aproximadamente 0,75 cm. En el caso de esferas, hemiesferas y anillos la dimensión mayor es el diámetro. De esta forma, la cerámica se puede utilizar como sustituto de las perlas de plástico que se emplean en las plantas de tratamiento de agua de BAFF.

Cuando se añaden a agua con un pH inicial de 7,2, las perlas de cerámica, después de 15 días de remojo, pueden provocar un cambio de pH no mayor a $\pm 0,2$. Durante este período de tiempo, las perlas de cerámica pueden conservar sus propiedades de flotación.

Después de 1500 rondas de pruebas de pérdida por desgaste como se describe en los ejemplos, las perlas de cerámica pueden tener una pérdida de peso de menos de aproximadamente 10 %, por ejemplo, menos de aproximadamente 9 %, o menos de aproximadamente 8 %, por ejemplo, menos de aproximadamente 7 %, o menos de aproximadamente 6 %, o menos de aproximadamente 5 %, o menos de aproximadamente 4 %.

Después de 1500 rondas de pruebas de pérdida por desgaste como se describe en los ejemplos, las perlas de cerámica pueden tener una pérdida de peso de menos de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 8 %, por ejemplo, de aproximadamente 1 % a aproximadamente 7 %, o de aproximadamente 2 % a aproximadamente 6 %, o de aproximadamente 3 % a aproximadamente 5 %, o de aproximadamente 3 % a aproximadamente 4 %.

Densidad aparente

La cerámica puede tener una densidad aparente de hasta aproximadamente 0,95 g/cm³. Una cerámica con una densidad aparente mayor de aproximadamente 0,95 g/cm³ eventualmente se hundiría en medios acuosos con el tiempo a medida que los microorganismos crecen en la superficie de la cerámica, lo que provocaría que aumentara su peso y densidad. La densidad aparente puede ser de al menos 0,50 g/cm³, tal como al menos 0,60 g/cm³. En algunas

modalidades, la densidad aparente puede ser de aproximadamente 0,50 a aproximadamente 0,95 g/cm³, tal como de aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,80 g/cm³, tal como de aproximadamente 0,60 g/cm³ a aproximadamente 0,70 g/cm³, tal como de aproximadamente 0,60 a aproximadamente 0,75 g/cm³, tal como de aproximadamente 0,65 a aproximadamente 0,70 g/cm³.

Porosidad

La cerámica puede comprender una o ambas porosidades abiertas y cerradas.

10 La cerámica puede tener una porosidad cerrada de no menos de aproximadamente 15 % en volumen, por ejemplo, no menos de aproximadamente 20 % en volumen, tal como de aproximadamente 20 % en volumen a aproximadamente 40 % en volumen, tal como de aproximadamente 25 % en volumen a aproximadamente 35 % en volumen.

15 La cerámica puede tener una porosidad abierta de hasta aproximadamente 50 % en volumen, tal como de aproximadamente 5 % en volumen a aproximadamente 50 % en volumen, tal como de aproximadamente 15 % en volumen a aproximadamente 45 % en volumen, tal como de aproximadamente 25 % en volumen a aproximadamente 45 % en volumen, tal como de aproximadamente 35 % en volumen a aproximadamente 45 % en volumen.

20

La cerámica puede tener una porosidad total, calculada como la suma de la porosidad abierta y la porosidad cerrada, de más de aproximadamente 65 % en volumen. Por ejemplo, la cerámica puede tener una porosidad total de entre aproximadamente 65 y aproximadamente 90 % en volumen, tal como entre aproximadamente 65 y aproximadamente 80 % en volumen, tal como entre aproximadamente 65 y aproximadamente 75 % en volumen.

25

La cerámica puede tener una porosidad cerrada de entre aproximadamente 20 y aproximadamente 40 %, una porosidad abierta de entre aproximadamente 25 % en volumen y aproximadamente 45 % en volumen y una porosidad total de entre aproximadamente 65 % en volumen y aproximadamente 80 % en volumen. La cerámica puede tener además una densidad aparente de desde aproximadamente 0.60 g/cm³ hasta aproximadamente 0,80 g/cm³. La

30

cerámica puede tener además después de 1500 rondas de pruebas de pérdida por desgaste como se describe en los ejemplos, una pérdida de peso de menos de aproximadamente 5 %, por ejemplo, de aproximadamente 3 % a aproximadamente 5 %, o de aproximadamente 3 % a aproximadamente 4 %.

5

Método de fabricación

La mezcla de los componentes A, B y C puede realizarse añadiendo agua para humedecer la mezcla, por ejemplo, para alcanzar una humedad final de entre aproximadamente 25 y aproximadamente 45 % en peso. La composición puede estar en el rango de aproximadamente 64:35:1 a aproximadamente 20:60:20 en peso A:B:C.

10

Luego se puede moldear la mezcla de cualquier manera adecuada, por ejemplo, moldeándola a mano o utilizando moldes de tamaño y forma apropiados. Luego, la mezcla moldeada se puede secar a una temperatura adecuada para alcanzar una humedad residual antes de la cocción de entre 0 y aproximadamente 5 % en peso.

15

La mezcla seca y moldeada puede luego ser horneada.

20

La cocción puede realizarse a cualquier temperatura de cocción adecuada. Puede comprender una etapa de calentamiento en la que la temperatura se incrementa gradualmente durante un período de tiempo, por ejemplo 10-40 °C/minuto, por ejemplo 10-20 °C/minuto, seguido de mantenimiento a una temperatura máxima durante un período de tiempo, seguido de una etapa de enfriamiento. Las temperaturas máximas de cocción adecuadas para las microesferas de perlita pueden ser de aproximadamente 900 °C a aproximadamente 1200 °C, por ejemplo, de aproximadamente 900 °C a aproximadamente 1100 °C, o de aproximadamente 1000 °C a aproximadamente 1200 °C, o de aproximadamente 1000 °C a aproximadamente 1100 °C. Las temperaturas máximas de cocción adecuadas para las microesferas de mullita pueden ser de aproximadamente 900 °C a aproximadamente 1400 °C, por ejemplo, de aproximadamente 900 °C a aproximadamente 1300 °C, o de aproximadamente 1000 °C a aproximadamente 1200 °C, o de aproximadamente 1000 °C a aproximadamente 1100 °C.

25

30

El tiempo de cocción puede ser de al menos aproximadamente 20 minutos, por ejemplo, al menos aproximadamente 40 minutos, por ejemplo, al menos aproximadamente 60 minutos, o al menos aproximadamente 80 minutos, o al menos aproximadamente 100 minutos, por ejemplo, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 180 minutos, por ejemplo, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 150 minutos, o de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 120 minutos. El tiempo de cocción es el período de tiempo durante el cual la temperatura se mantiene a la temperatura máxima de cocción, excluyendo el calentamiento y el enfriamiento.

10 EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se midió el efecto de la relación relativa del componente A al componente C sobre la pérdida de masa por desgaste. Se utilizó una versión modificada del método de prueba descrito en EN 12902:2004, Anexo A.

15

En este método modificado, se colocan aproximadamente 10 ml de perlas de cerámica en un matraz de 50 ml. Se mide el peso total de las perlas. El matraz se puso en rotación mediante un motor eléctrico (Turbula) con una velocidad de 25 rpm. La pérdida de peso de las perlas de cerámica se midió después de 750 rondas. Luego se realizaron otras 750 rondas y se midió nuevamente la pérdida de peso. Luego se realizaron otras 750 rondas y se midió nuevamente la pérdida de peso.

20

La pérdida de peso (%) se calcula como la diferencia entre el peso inicial de las perlas de cerámica y después de las 750 rondas y después de las 1500 rondas.

25

Este método puede denominarse «método de pérdida por desgaste».

Es deseable minimizar la pérdida de masa debido a la abrasión entre perlas para que las perlas de un BAFF no necesiten reemplazo frecuente, lo que genera beneficios tanto económicos como ambientales.

30

La flotabilidad de las perlas de cerámica se demuestra de la siguiente manera:

Se sumergen 5 perlas de cerámica en un recipiente que contiene 50 mL de agua a temperatura ambiente. La flotabilidad se comprueba visualmente al inicio y después de 24 horas.

- 5 El componente A es arcilla, procedente de la cantera de arcilla en bolas de Imerys Devon, con un contenido descomponible de aproximadamente un 30 % en peso de lignito y una d_{90} de 47 μm . El componente B son microesferas de perlita, disponibles comercialmente como ImerCare® 400P-Scrub, con una PSD d_{50} de 280 μm y $d_{90} < 500 \mu\text{m}$. El componente C es frita de vidrio, disponible comercialmente como ES60005030-3 de Fritta, S.L. (España). Los tres componentes
- 10 A, B y C se mezclan con agua para lograr un 35 % en peso de humedad relativa. La mezcla se mezcla a mano hasta obtener una mezcla homogénea y luego se moldea a mano en un molde hemisférico con un diámetro de 0,6 cm. Las perlas moldeadas se secan durante la noche a una temperatura de 105 °C en un horno de temperatura controlada. Las perlas secas obtenidas se cuecen luego durante 30 minutos a la temperatura máxima de 950 °C con una velocidad de
- 15 calentamiento de 40 °C/min.

Componente A, % en peso	Componente B, % en peso	Componente C, % en peso	% pérdida de masa a 750 revoluciones	% pérdida de masa a 1500 revoluciones	% pérdida de masa a 2250 revoluciones	Flotabilidad después de 24h
45	50	5	4,61	8,78	12,72	Sí
40	50	10	3,38	6,13	8,62	Sí

Tabla 1

- Aumentar la cantidad de componente C en relación con el componente A (aglutinante inorgánico para arcilla con contenido descomponible) disminuye la cantidad de masa perdida de la
- 20 cerámica con el tiempo debido al desgaste.

Ejemplo 2

- Se repitió la metodología del Ejemplo 1 con diferentes composiciones con una relación en peso
- 25 A:B:C de 50:50:0, 45:50:5 y 40:50:10. En este ejemplo, los componentes A, B y C eran similares a los del Ejemplo 1.

Los resultados se muestran en la Figura 1.

Ejemplo 3

Se investigó el efecto de las condiciones de cocción sobre la pérdida por desgaste. Se siguió la metodología del Ejemplo 1 para medir la pérdida de peso.

La composición probada tenía una relación en peso A:B:C de 50:40:10. En este ejemplo, los componentes A, B y C eran similares a los del Ejemplo 1.

Las muestras se cocieron a 950 °C durante 30 minutos o 120 minutos, o a 1100 °C durante 30 minutos o 120 minutos. Las muestras cocidas a 1100 °C tenían una capacidad de flotación menor que las muestras cocidas a 950 °C. En las muestras cocidas a 950 °C, un tiempo de cocción más largo proporcionó una mejor resistencia al desgaste de la cerámica.

Los resultados se ilustran en la Figura 2.

Ejemplo 4

Se repitió la metodología del ejemplo 1 para dos composiciones en las que la relación de mezcla de A:B:C es 60/40/0 (composición (1)) y 50/40/10 (composición (2)), excepto que las perlas secas obtenidas se cuecen durante 120 minutos a la temperatura máxima de 950 °C con una velocidad de calentamiento de 40 °C/min.

Se midió la pérdida de masa por desgaste, la densidad aparente y las porosidades abiertas y cerradas.

Los resultados se ilustran en la Tabla 2.

	Composición (1)	Composición 2
Componente A, % en peso	60	50
Componente B, % en peso	40	40
Componente C, % en peso	0	10

% pérdida de masa a 750 revoluciones	2,75	2,13
% pérdida de masa a 1500 revoluciones	4,68	3,8
% pérdida de masa a 2250 revoluciones	6,89	4,95
Densidad aparente (g/cm ³)	0,53	0,68
Porosidad abierta (% vol)	52,4	41,2
Porosidad cerrada (% vol)	18,6	29,9
Flotabilidad después de 24h	Sí	Sí

Tabla 2

Ejemplo 5

En este ejemplo se repitió la metodología del ejemplo 1 para diferentes composiciones, con diferentes componentes A, B y C, como se muestra en la Tabla 3.

Ejemplo			5-1	5-2	5-3	5-4	5-5
Composición	Componente A (% en peso)	Arcilla	10	0	0	20	30
		Bentonita	0	20	0	0	0
	Zeolita (% en peso)		0	0	20	0	0
	Componente B (% en peso)	Microesferas de mullita	60	30	30	60	60
		Microesferas de perlita	0	30	30	0	0
	Componente C (% en peso)	Frita de vidrio	30	20	20	20	10
Cocción	Temperatura (°C)		1100	1100	1100	1100	950
	Tiempo (min)		90	90	90	90	120
Densidad aparente (g/cm³)			0,97	0,91	0,83	0,92	0,94
% pérdida de masa a 2250 revoluciones			-2,42	1,20	-1,79	-3,67	-4,58
Flotabilidad después de 24h			Sí	Sí	No	Sí	Sí

Tabla 3

En este ejemplo, la arcilla, las microesferas de perlita y la frita de vidrio son las mismas que las del Ejemplo 1.

La bentonita es un producto natural de Milos, con un alto contenido de esmectita, y tiene entre un 8 y un 11% de contenido descomponible. Es una bentonita cruda, es decir no activada. Su d_{90} es de aproximadamente 50 μm .

La zeolita es BZM 0,063, disponible en Imerys, y tiene un contenido de 85% de clinoptilolita. Las microesferas de mullita son Cenospheres C-300XG, disponibles en Cremer Erzkontor.

La invención puede estar de acuerdo con cualquiera de los párrafos numerados siguientes.

1. Composición para la producción de una cerámica para el tratamiento de aguas residuales, que comprende los siguientes componentes:

A. arcilla que comprende de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 50 % en peso de contenido descomponible, basado en el peso total de la arcilla, donde el contenido descomponible es descomponible durante un proceso de cocción; donde el componente A tiene una distribución de tamaño de partícula, d_{90} , de menos de aproximadamente 50 μm ;

B. microesferas inorgánicas, donde las microesferas tienen una distribución de tamaño de partícula, d_{90} , de entre aproximadamente 270 μm y aproximadamente 700 μm ; y

C. aglutinante inorgánico, opcionalmente donde el componente C tiene una distribución de tamaño de partícula, d_{90} , de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 100 μm ; donde el componente B está presente en la composición en una cantidad de entre aproximadamente 20 y aproximadamente 60 % en peso.

2. La composición de acuerdo con el párrafo 1, donde el componente A comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible, tal como de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 % en peso de contenido descomponible.

3. La composición de acuerdo con el párrafo 1 o el párrafo 2, donde el contenido

descomponible del componente A comprende uno o más de carbón, tierra de diatomeas, carbonato de calcio, carbonato de magnesio, óxido de magnesio y carburos, tales como uno o más de lignito, subbituminoso, bituminoso y antracita.

- 5 4. La composición de acuerdo con cualquier párrafo anterior, donde el componente B tiene una temperatura de fusión de al menos aproximadamente 1100 °C, tal como de aproximadamente 1100 a aproximadamente 1250 °C.
- 10 5. La composición de acuerdo con cualquiera de los párrafos anteriores, donde el componente B son microesferas de perlita.
6. La composición de acuerdo con cualquiera de los párrafos anteriores, donde el componente C comprende sílice, por ejemplo, el componente C es feldespatos y/o frita de vidrio y/o perlita cruda.
- 15 7. La composición de acuerdo con cualquiera de los párrafos anteriores, donde el componente C está presente en la composición en una cantidad de entre aproximadamente 5 y aproximadamente 20 % en peso.
8. La cerámica para tratamiento de aguas residuales obtenida a partir de una composición de acuerdo con cualquiera de los párrafos 1-7, que tiene opcionalmente una densidad aparente no mayor que aproximadamente 0,95 g/cm³, opcionalmente donde la cerámica tiene una densidad aparente de al menos aproximadamente 0,5 g/cm³.
- 20 9. La cerámica para tratamiento de aguas residuales que tiene una densidad aparente no mayor que aproximadamente 0,95 g/cm³, opcionalmente donde la cerámica tiene una densidad aparente de al menos aproximadamente 0,5 g/cm³, donde la cerámica tiene una porosidad cerrada no menor que aproximadamente 15 % en peso.
- 25 10. La cerámica de acuerdo con cualquiera de los párrafos 8 a 9, en forma de perlas.
- 30 11. La cerámica de acuerdo con cualquiera de los párrafos 8 a 10, que tiene una o más de las

características siguientes:

- a. una pérdida por desgaste de menos de aproximadamente 8 % en peso;
- b. una porosidad total de más de aproximadamente 65 % en peso;
- c. porosidad cerrada de menos de aproximadamente 40 % en peso;
- 5 d. un índice de absorción de agua de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 65 % en peso;
- e. una densidad aparente de menos de aproximadamente 0,75 g/cm³.

10 12. Utilización de la cerámica de cualquiera de los párrafos 8 a 11 para el tratamiento de aguas residuales.

15 13. El proceso para producir una cerámica, que comprende mezclar los componentes A, B y C tal como se definieron en el párrafo 1 o en cualquiera de los párrafos 2-7 con agua para formar una masa moldeable; seguido de moldeado, secado y cocción para formar una cerámica.

14. El proceso de acuerdo con el párrafo 13, donde la temperatura de cocción no es mayor que aproximadamente 1200 °C, tal como no mayor que aproximadamente 1100 °C.

20 15. El método de tratamiento de aguas residuales, que comprende fluidizar una cerámica de acuerdo con cualquiera de los párrafos 8 a 11 con aguas residuales y aire en un sistema de filtro inundado aireado biológico.