

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 408**

51 Int. Cl.:

C10L 5/14	(2006.01)
C10L 5/22	(2006.01)
B01D 15/00	(2006.01)
B09B 3/00	(2006.01)
B01D 15/02	(2006.01)
C10L 5/04	(2006.01)
C10L 5/36	(2006.01)
C10L 9/10	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2014 PCT/IB2014/061295**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14188299**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2014 E 14800551 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2999772**

54 Título: **Enriquecimiento en finos de carbón utilizando microalgas**

30 Prioridad:

21.05.2013 ZA 201303681

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2018

73 Titular/es:

**NELSON MANDELA METROPOLITAN UNIVERSITY (100.0%)
Room 1207, 12th Floor Main Building
Summerstrand Campus (South) University Way
Summerstrand, Port Elizabeth 6031, ZA**

72 Inventor/es:

ZEELIE, BERNARD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 658 408 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

Enriquecimiento en finos de carbón utilizando microalgas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al enriquecimiento de carbón fino y ultrafino procedente de escombreras de carbón residual y fr finos de carbón bruto extraído utilizando microalgas.

El término enriquecimiento en presente memoria pretende significar que se reduce el contenido de componentes minerales (contenido de ceniza) de finos de carbón, o se aumenta el valor calorífico de finos de carbón, o ambos, independientemente de si hay o no porciones deseables de los componentes minerales que deben ser recuperados.

Antecedentes de la invención

10 El carbón es un material complejo que comprende tanto componentes químicos basados en el carbono como componentes inorgánicos o minerales que en este documento se denominan colectivamente componentes minerales. Los componentes minerales generalmente componen el contenido de ceniza del carbón y juegan un papel importante en la determinación del valor de un carbón en particular. En general, cuanto mayor es el contenido de cenizas de un carbón, menor es su valor debido a un contenido de energía correspondientemente reducido del carbón y la mayor cantidad de desechos que se produce durante su uso.

15 Para separar tales componentes minerales del carbón, se conocen en la técnica muchos procedimientos y procesos, que incluyen la separación por gravedad, la sedimentación y la flotación. Mientras que el carbón grueso se separa fácilmente de las impurezas minerales, el carbón fino (típicamente con un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 0,5 mm) es más difícil de separar y a menudo acaban como carbón de "descarte" en las presas de lodo desde donde este puede ser vuelto a trabajar, o vertido.

20 La minería y el procesamiento generalmente producen enormes cantidades de finos de carbón que no pueden usarse en la mayoría de las aplicaciones normales de carbón, como la generación de energía, ya que este carbón generalmente tiene un bajo valor energético debido a la presencia de grandes cantidades de componentes minerales. Los finos de carbón también son generalmente difíciles de manejar, procesar y transportar. El documento GB 2 000 052 A, divulga un método para beneficiar finos de carbón de un tamaño de partícula menor que 0,5 mm. Nuestra publicación de solicitud de patente internacional número WO 2012/025806 describe que carbón fino y otras materias carbonosas pueden estar convenientemente disponibles para su uso mediante aglomeración usando biomasa de microalgas como aglutinante para partículas de carbono finas.

25 Aunque se espera que la presente invención se aplique predominantemente a finos de carbón per se, la expresión finos de carbón se debe interpretar de manera amplia para incluir otros finos carbonosos tales como los que se pueden experimentar en la manipulación y el procesamiento del coque.

Sumario de la invención

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento para enriquecer los finos de carbón separando al menos algunos componentes minerales, el procedimiento comprende el tratamiento de finos de carbón con microalgas en medio acuoso poniendo en contacto los finos de carbón con microalgas en agua para formar una suspensión en condiciones que permiten la adsorción de microalgas en partículas de finos de carbón, el procedimiento se caracteriza porque la lechada se trata para separar una primera fracción que es rica en finos de carbón junto con microalgas adsorbidas de una segunda fracción que tiene más componentes minerales en ella que la primera fracción y procesar la primera fracción para recuperar los finos de carbón actualizados a partir de los mismos.

35 Otras características de la invención proporcionan que las microalgas en medio acuoso estén en forma de células sustancialmente intactas; para la absorción de microalgas en partículas de carbón/carbón que se llevarán a cabo utilizando microalgas cultivadas en agua dulce en lugar de agua salada para evitar la presencia de sales como NaCl que pueden interferir con la absorción efectiva de las algas en la superficie del carbón por competición electrostática; para que la primera fracción y la segunda fracción se separen por sedimentación, separación por ciclón o flotación; para que los finos de carbón se clasifiquen típicamente por tamaño preparatorio para contactar con microalgas de modo que un rango predeterminado de tamaños de partículas se someta a la adsorción de microalgas sobre los finos de carbón y a la separación de la primera fracción de la segunda fracción; para que se produzca una pluralidad de intervalos de tamaño adecuados de partículas con el objetivo de enriquecer el beneficio del procedimiento de esta invención; para cada intervalo de tamaño producido para tratarse opcionalmente de manera diferente con el fin de facilitar la adsorción de microalgas en los finos de carbón y la separación de la primera fracción de la segunda fracción después de la adsorción de microalgas en el mismo; para que el contacto se haga mezclando finos secos de carbón con suspensión de algas en agua, o agregando la suspensión de algas concentradas en agua a finos de carbón que ya están presentes en el agua, como finos de carbón que salen de una planta de procesamiento de carbón; y para que el contacto se lleve a cabo de una manera destinada a cargar los finos de carbón en general

uniformemente con microalgas adsorbidas sobre ellos en una cantidad preferida de 5 a 15 % en peso de los finos de carbón.

5 En los casos en que los finos de carbón son dimensionados a un tamaño, la forma en que se dimensionan los finos no es crítica y puede ser, por ejemplo, mediante tamices, clasificando ciclones de clasificación y procesos basados en la densidad como espirales, hidrociclones y ciclones de medios pesados.

10 La presente invención no requiere ninguna restricción sobre el tamaño de partícula de los finos de carbón que pueden purificarse por separación en fracciones primera y segunda después de la adsorción de microalgas. Sin embargo, se prefiere que los finos de carbón se dimensionen de modo que proporcionen una distribución de tamaños razonablemente igual para permitir la separación eficaz de finos de carbón y partículas minerales. El procedimiento de la presente invención proporciona una separación enriquecida entre finos de carbón y partículas minerales con un tamaño decreciente de partículas; por lo tanto, se prefieren intervalos de tamaño de partícula más pequeños.

15 Debe observarse que la absorción de microalgas en el carbón se realiza preferiblemente usando carbón que no se ha floculado previamente utilizando floculantes químicos. Por consiguiente, la invención se aplica preferiblemente a "carbón bruto extraído" o carbón fresco.

20 La cantidad real de microalgas que se adsorberá, en cualquier caso, dependerá del tamaño de partícula real de los finos de carbón, o en el caso de partículas adecuadamente pequeñas, el uso eventual de la mezcla de carbón - microalgas. Tal uso puede ser como se contempla en el documento WO 2012/025806. En el último caso, para conseguir una carga de microalgas deseada, primero se determinan las cantidades de microalgas en el agua fuente y la cantidad de finos de carbón antes de mezclar en la relación apropiada.

El agua que contiene las microalgas puede estar presente en cualquier concentración que permitiría la posterior separación de partículas finas de carbón de partículas minerales. Típicamente, las concentraciones de microalgas pueden variar de aproximadamente 1 gramo/litro a aproximadamente 200 gramos/litro.

25 Las microalgas se derivarán más típicamente de sistemas de cultivo comerciales tales como un sistema de fotobiorreactor, estanque o canalización, en cuyo caso el contacto constituye la recolección de microalgas de una manera que preserve la integridad de las células de microalgas cosechadas. Para que la invención funcione de manera óptima, se prefiere que las células de microalgas no se rompan durante ninguna etapa de procesamiento tal como la cosecha y que las células de microalgas se pongan en contacto con los finos de carbón como células enteras o intactas.

30 Según se requiera, cualquier suspensión puede someterse después a una etapa de separación para eliminar las partículas minerales antes de recuperar la mezcla de carbón y microalgas de la suspensión de agua restante. La naturaleza de este proceso de separación dependerá en gran medida del tamaño de las partículas de finos de carbón/minerales. Por lo tanto, cuando se tratan finos de carbón/minerales relativamente gruesos, la recuperación del agua se puede lograr usualmente por sedimentación preferencial de los sólidos que contienen minerales.

35 Cuando se usan finos de carbón/minerales que no se sedimentan con la misma facilidad, se pueden usar otras técnicas, como la flotación con espuma, para separar las fracciones primera y segunda y recuperar los sólidos finos de carbón de la suspensión. En el último caso, pueden agregarse agentes espumantes para recuperar las partículas de carbón-microalgas, o las partículas minerales selectivamente de la mezcla. Debe observarse que es conveniente utilizar la floculación electroquímica para separar los sólidos de microalgas de carbón mediante floculación, sedimentación y filtración.

40 Dado que las microalgas tienen una carga negativa natural que estabiliza las suspensiones de microalgas en el agua, las partículas de carbón que contienen microalgas adsorbidas también tienden a formar suspensiones más estables en el agua, lo que hace que la separación de partículas minerales por sedimentación una opción preferida ya que las microalgas prefieren absorberse sobre carbono en lugar de partículas minerales.

45 Para que la invención se pueda entender más completamente, a continuación se hace una descripción expandida de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

50 Figura 1 es un gráfico que muestra el efecto de diferentes cantidades de biomasa de microalgas en las tasas de sedimentación de finos de carbón; y,

Figura 2 es una ilustración esquemática del aparato utilizado para probar las velocidades de sedimentación de diferentes intervalos de tamaños de finos de carbón y partículas minerales en diferentes condiciones.

Descripción detallada con referencia a los dibujos

5 Se llevaron a cabo diversas pruebas sobre el efecto sobre las tasas de sedimentación de finos de carbón que se trataron adsorbiendo microalgas en diferentes cantidades sobre los finos de carbón. Los finos de carbón, después de cualquier dimensionamiento u otro pretratamiento, se contactaron en un paso de contacto con microalgas por un proceso apropiado para el estado de los finos de carbón. Por lo tanto, el contacto se puede realizar mezclando finos de carbón seco con suspensión de algas en agua o añadiendo suspensión concentrada de algas en agua a los finos de carbón que ya están presentes en el agua, por ejemplo, finos de carbón que salen de una planta de procesamiento de carbón.

10 En cualquier caso, el contacto se llevó a cabo de una manera dirigida a cargar los finos de carbón uniformemente con microalgas adsorbidas sobre el mismo en una cantidad preferida de 5 a 10 % en peso, como será más evidente a partir de lo que sigue.

15 La cantidad real de microalgas que se adsorberá dependerá, en cualquier caso, al menos en cierta medida del tamaño de partícula real de los finos de carbón, o en el caso de partículas pequeñas adecuadas, el uso eventual de la mezcla de carbón y microalgas. En el caso de una aglomeración subsiguiente como se prevé en nuestra publicación de solicitud de patente internacional anterior número WO 2012/025806, se puede calcular una carga de microalgas deseada de acuerdo con los requisitos de la etapa de aglomeración. En cualquier caso, primero se determina la cantidad de microalgas en una fuente de agua y la cantidad de finos de carbón antes de mezclar en la proporción deseada.

20 Las microalgas pueden estar presentes en cualquier concentración en el agua fuente que permitiría la posterior separación de partículas de carbón de partículas minerales para efectuarse rápidamente. Típicamente, las concentraciones de microalgas pueden variar de aproximadamente 1 gramo/litro a aproximadamente 200 gramos/litro.

25 Las microalgas generalmente se derivarán más típicamente de sistemas comerciales de cultivo como fotobiorreactores, estanques o sistemas de canales, en cuyo caso el contacto con los finos de carbón constituye la recolección de microalgas en condiciones que aseguren que la integridad de las células de microalgas recolectadas se preserve tanto como sea posible. Debe observarse que se considera que, para que la invención funcione de manera óptima, se prefiere que las células de microalgas no se rompan durante ninguna etapa de procesamiento, tal como la recolección y se pongan en contacto con los finos de carbón como células enteras o intactas.

30 La suspensión resultante se somete a una etapa de separaciones para proporcionar una primera fracción que contiene finos de carbón enriquecidos y una segunda fracción que tiene más componentes minerales en ella que la primera fracción. El efecto general es la eliminación de algunas partículas minerales de la primera fracción antes de que la mezcla de carbón - microalgas se recupere de la solución de agua restante.

35 La naturaleza de este proceso de separación dependerá en gran medida del tamaño de las partículas de finos de carbón/minerales y la cantidad de mineral presente con los finos de carbón. Cuando se tratan finos de carbón/minerales relativamente gruesos, la recuperación del agua se puede lograr generalmente mediante la sedimentación preferencial de los sólidos que contienen minerales.

40 Cuando se usan finos de carbón/minerales más finos que no se sedimentan con la misma facilidad, se pueden usar otras técnicas como la flotación por espuma para recuperar sólidos de la suspensión. En el último caso, pueden agregarse agentes espumantes para recuperar selectivamente las partículas de microalgas de carbón predominantemente, o las partículas minerales predominantemente de la mezcla. Dado que las microalgas tienen una carga negativa natural que estabiliza las suspensiones de microalgas en el agua, las partículas de carbón que contienen microalgas adsorbidas también tienden a formar suspensiones más estables en el agua, lo que hace que la separación de partículas minerales por sedimentación sea una opción preferida ya que las microalgas prefieren adsorberse sobre carbono en lugar de partículas minerales

45 Después de la separación, los finos de carbón junto con las microalgas adsorbidas sobre los mismos pueden recuperarse de cualquier manera conveniente, incluida la floculación seguida de sedimentación, flotación por espuma o cualquier otro medio adecuado. Los finos de carbón recuperados junto con las microalgas adsorbidas sobre los mismos se pueden usar como después de la deshidratación, o, por ejemplo, se pueden someter a una etapa de aglomeración de acuerdo con la publicación de la solicitud de patente internacional número WO
50 2012/025806.

Ejemplos**Ejemplo 1: Ilustración de la estabilización de las suspensiones de minerales de carbón por microalgas adsorbidas**

55 A 100 ml de suspensión de carbón que contenía 124,8 g de sólidos/L de suspensión se añadieron diversas cantidades de biomasa húmeda de microalgas para proporcionar cargas de biomasa de microalgas de aproximadamente 0,5, 10 y 13 % sobre una base de masa/masa al carbón. La suspensión de carbón fino de

biomasa de microalgas se mezcló completamente para asegurar la mezcla completa de la biomasa de microalgas en la suspensión de carbón fino. Las mezclas así derivadas se transfirieron a cilindros de medición de 100 ml, y se controló la velocidad de sedimentación de los sólidos de las mezclas. Se observó que los sólidos finos de carbón en el cilindro de medición que no contenían microalgas se sedimentaban significativamente más rápido que los sólidos de carbón fino que se mezclaban con la biomasa de microalgas. También se observó que el efecto de la biomasa de microalgas sobre las propiedades electrostáticas de los sólidos de carbón fino se reveló como la no adherencia a la superficie del cilindro de medición de vidrio de las partículas cuando estaban presentes las microalgas.

Los resultados obtenidos se muestran gráficamente en la FIG. 1 como la distancia que los sólidos se asentaron durante un período de tres horas de tiempo de sedimentación. Se observará que en el caso de carga cero de biomasa de microalgas, la sedimentación tuvo lugar a un nivel de aproximadamente el 56 % de la altura del cilindro de medida; en el caso de una carga de biomasa de microalgas del 5 %, hasta un nivel de aproximadamente el 88 % de la altura del cilindro de medición; en el caso del 10 % de carga de biomasa de microalgas, a un nivel de aproximadamente el 94 % de la altura del cilindro de medición; y en el caso del 13 % de carga de biomasa de microalgas, hasta un nivel de aproximadamente el 96 % de la altura del cilindro de medición. Esto muestra una resistencia considerable al asentamiento de los finos de carbón cargados con biomasa de microalgas con probablemente la carga más rentable que es aproximadamente 10 % de biomasa de microalgas.

Ejemplo 2: Determinación del efecto de la adsorción de microalgas en la sedimentación de diferentes rangos de tamaño de los finos de carbón

Para estas pruebas, se modificó un cilindro volumétrico graduado (1) con una capacidad de 2 litros, como se ilustra en la FIG. 2, mediante la instalación de cinco grifos (2) para dar volúmenes aproximadamente iguales en cada una de las cinco secciones indicadas por las letras A-E en la Figura. 2.

El carbón se molió y se tamizó en fracciones que caen en los siguientes intervalos: 500-150 µm; 150-106 µm; 106-53 µm; <53 µm. De cada fracción se tomó una muestra de 200 g, se mezcló con 2000 g de agua usando un mezclador de barra de alta velocidad y se vertió en el aparato mostrado en la Figura. 2. La mezcla se dejó reposar durante 15 minutos antes de que todo el líquido en cada una de las secciones marcadas A-E se recogiera en recipientes separados empezando por la parte superior y trabajando hacia abajo. Los sólidos de carbón de cada sección se aislaron, se determinó la cantidad y se midió el valor energético de los sólidos de carbón de cada sección. Los resultados se muestran en las cuatro columnas de la izquierda de la Tabla 1 a continuación y todos se refieren al carbón fino sin ninguna microalga adsorbida sobre el mismo.

Se tomó una segunda muestra de 180 g de cada fracción de tamaño, y se mezcló con 20 g (base de masa seca) de una muestra de microalgas húmeda, centrifugada y lavada. La misma prueba se realizó en los finos de carbón junto con la microalga y los resultados se muestran en las cuatro columnas de la Tabla 1 de adelante a mano derecha. Los resultados resumidos en la Tabla 1 muestran claramente la disminución en la cantidad de carbono (carbón) contenida en la sección más baja E cuando las microalgas están presentes en el carbón y un aumento en la cantidad de carbono (carbón) presente en las secciones superiores.

Tabla 1: Recuperación de sólidos de carbón como una función de posición

Posición	C*150 - 500**	C*106 - 150**	C*53-106**	C*5-53**	CA*** 150- 500**	CA*** 106-150**	CA*** 53- 106**	CA*** 5- 53**
	% de Sólidos Totales							
A	1,78	1,18	1,27	4,02	3,03	1,79	2,19	1,85
B	2,48	5,25	5,17	10,33	2,62	6,38	1,81	15,05
C	8,64	10,74	11,91	15,89	3,96	14,50	11,39	19,12
D	13,46	16,98	16,96	20,64	21,78	20,19	28,65	26,77
E	73,64	65,84	64,70	49,12	68,60	57,14	55,96	37,21

* Solo carbón; ** Tamaño de tamiz para el tamiz inferior / superior; *** Carbón y algas

Sobre la base de lo descrito anteriormente y las pruebas realizadas hasta la fecha, es bastante evidente que puede tener lugar una separación eficiente y efectiva de un carbón fino cuando el carbón fino se trata con microalgas que cambia las propiedades y características del carbón fino a medida en que una primera fracción se puede separar de

una segunda fracción con un aumento en la cantidad de partículas minerales en la segunda fracción y un aumento en la cantidad de finos de carbón con relación a las partículas minerales en la primera fracción.

5 La separación física de las partículas finas de carbón de las impurezas después de la adsorción de microalgas se puede lograr en cualquiera de las metodologías disponibles del estado de la técnica, incluidas la flotación, la floculación/sedimentación y la filtración. Los finos de carbón recuperados se pueden aglomerar convenientemente por briquetado, peletización, extrusión o cualquier otro proceso de aglomeración adecuado de acuerdo con la publicación de la solicitud de patente internacional número WO 2012/025806, entre otras técnicas.

10 La disminución en el contenido mineral del carbón fino tiene el efecto de reducir el contenido de ceniza del carbón fino contenido en la primera fracción y enriquecer el poder calorífico del producto final. Un beneficio adicional de la presente invención es la incorporación de biomasa de manera íntima con carbón que enriquecimiento significativamente el comportamiento de combustión de dicho carbón.

Cabe señalar que en todas las pruebas realizadas hasta la fecha se observó que la adición de microalgas al carbón fino no afectaba la velocidad de sedimentación de las partículas minerales en la misma medida en que afectaba la tasa de sedimentación del carbón fino.

15 Cualquier proceso en particular, sin duda, dependerá de su diseño detallado sobre la naturaleza de los finos de carbón a tratar y la forma en que existen.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón separando al menos algunos componentes minerales, el procedimiento comprende el tratamiento de finos de carbón con microalgas en medio acuoso poniendo en contacto los finos de carbón con microalgas en agua para formar una suspensión en condiciones que permiten la adsorción de microalgas en partículas de finos de carbón, el procedimiento **se caracteriza porque** la suspensión se trata para separar una primera fracción que es rica en finos de carbón junto con microalgas adsorbidas de una segunda fracción que tiene más componentes minerales en esta que tiene la primera fracción y procesar la primera fracción para recuperar los finos de carbón enriquecidos de la misma.
- 10 2. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según la reivindicación 1, en el que las microalgas en medio acuoso están en forma de células sustancialmente intactas
3. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que la primera fracción y la segunda fracción están separadas por sedimentación, separación por ciclón o flotación.
- 15 4. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según la reivindicación 3, en el que se trata la suspensión para separar la primera fracción a partir de la segunda fracción mediante flotación por espuma en la que se añaden agentes espumantes para recuperar las partículas de carbón-microalgas, o las partículas minerales selectivamente de la mezcla.
- 20 5. Un procedimiento para enriquecer finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que los finos de carbón se clasifican en intervalos predeterminados de tamaños de partículas preparatorios para ser sometidos a la adsorción de microalgas sobre los finos de carbón y la separación de la primera fracción de la segunda fracción
6. Un procedimiento para enriquecer finos de carbón según la reivindicación 5, en el que la clasificación se realiza por uno o más tamices, clasificando ciclones, espirales basados en densidad, hidrociclones basados en densidad y ciclones de medios pesados basados en densidad.
- 25 7. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que cada una de una pluralidad de diferentes intervalos de tamaños producidos se trata de manera diferente entre sí para facilitar la adsorción de microalgas sobre los finos de carbón y la separación de la primera fracción de la segunda fracción después de la adsorción de microalgas sobre la misma.
- 30 8. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el contacto se realiza mezclando finos de carbón seco con suspensión de algas en agua.
9. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el contacto se realiza mediante la adición de suspensión de algas concentradas en agua a finos de carbón que ya están presentes en el agua.
- 35 10. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el contacto se lleva a cabo de una manera destinada a cargar los finos de carbón en general uniformemente con microalgas adsorbidas sobre el mismo en una cantidad de 5 a 15 % en peso de los finos de carbón.
11. Un procedimiento para enriquecer finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las microalgas están presentes en una concentración de 1 gramo/litro a 200 gramos/litro.
- 40 12. Un procedimiento para enriquecer los finos de carbón según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que las microalgas se derivan de sistemas comerciales de cultivo seleccionados de un fotobiorreactor, un estanque o un sistema de canalización, en el que ejemplo, el contacto constituye la recolección de microalgas de una manera que preservará la integridad de las células de microalgas cosechadas.

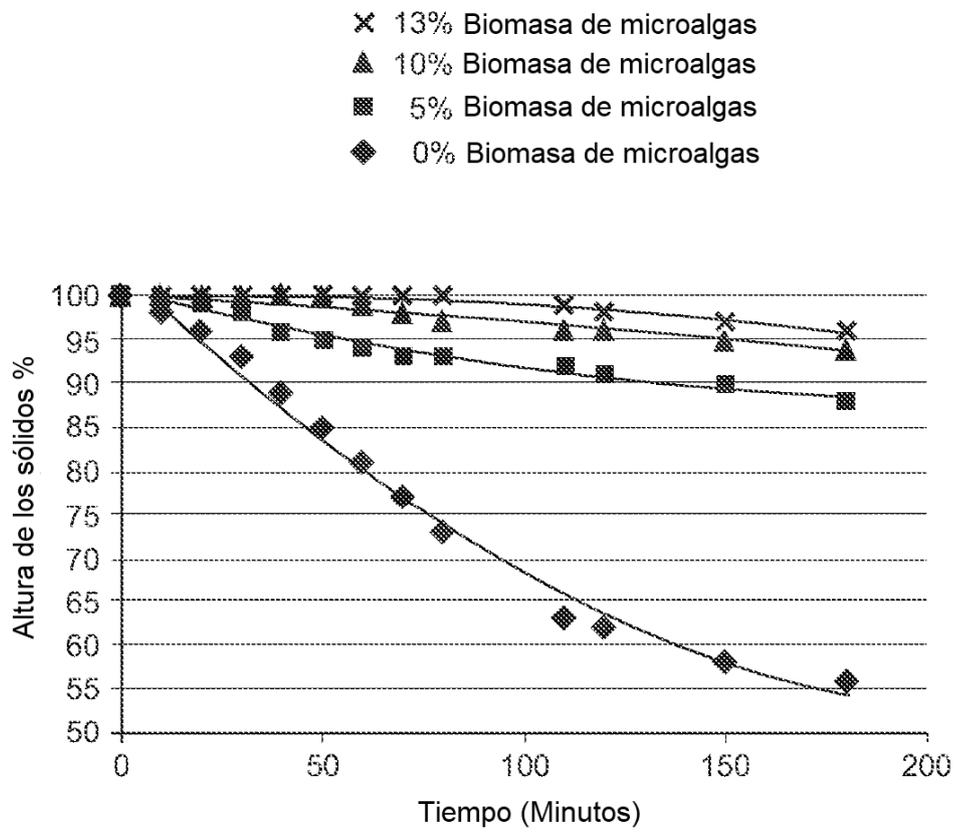


Figura 1

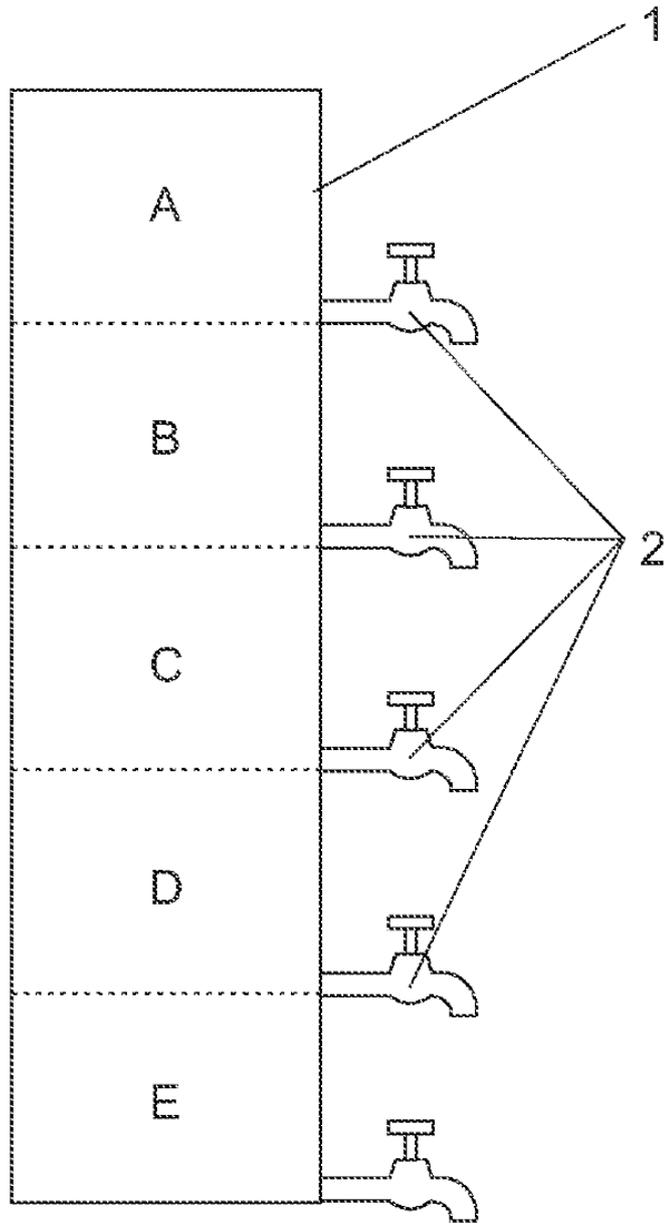


Figura 2