

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 027**

51 Int. Cl.:

B07B 1/28 (2006.01)

C03C 1/00 (2006.01)

C03C 1/02 (2006.01)

B03B 5/00 (2006.01)

B03B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2017 PCT/EP2017/050547**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017 WO17125306**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2017 E 17701643 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3405295**

54 Título: **Procedimiento y aparato para lavar y clasificar arena de sílice para la producción de vidrio**

30 Prioridad:

19.01.2016 GB 201600949

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

20.11.2020

73 Titular/es:

**CDE GLOBAL LIMITED (100.0%)
Ballyreagh Industrial Estate, Sandholes Road,
Cookstown
County Tyrone BT80 9DG, GB**

72 Inventor/es:

MCKEOWN, CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 795 027 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

Procedimiento y aparato para lavar y clasificar arena de sílice para la producción de vidrio

5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para lavar y clasificar arena de sílice para la producción de vidrio.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La arena es lavada y clasificada normalmente en una combinación de cribas vibratorias e hidrociclones para producir productos de arena lavada que tienen un tamaño de grano predeterminado o intervalo de tamaño de grano.

- 15 Una criba vibratoria típica comprende una estructura, definida por un par de paredes laterales sustancialmente paralelas interconectadas por miembros de puente que se extienden transversalmente, sobre las cuales se monta una plataforma de poliuretano que tiene pequeñas aberturas o ranuras para que el agua y/o las partículas de tamaño inferior pasen por ellas. La estructura suele estar montada en una base mediante conexiones elásticas, tales como resortes, y la estructura, y por tanto la plataforma, suele vibrar mediante un par de rotores contrarrotatorios que definen
- 20 masas excéntricas, accionados por uno o más motores de accionamiento, para impartir un movimiento vibratorio circular o recíproco a la plataforma.

- En una criba de deshidratación típica, la plataforma se monta de forma sustancialmente horizontal, normalmente con al menos un extremo corriente abajo que tiene una pendiente ligeramente hacia arriba (alrededor de 2°), y tiene una
- 25 pluralidad de aberturas relativamente pequeñas (aproximadamente 0,5 mm de diámetro) para que el agua pase a través de ellas. La plataforma se hace vibrar a alta frecuencia para sacudir el exceso de agua a través de las aberturas y para transportar el material a través de la plataforma a un extremo de la criba por el que el material seco se descarga, normalmente sobre la parte superior de un dique vertedor, en un transportador o en una tolva de recogida.

- 30 En una criba clasificadora, la plataforma está dispuesta normalmente en una pendiente hacia abajo predeterminada y el material a clasificar se suministra en un extremo superior de la plataforma, normalmente arrastrado en un flujo de agua. La plataforma se hace vibrar a alta frecuencia para transportar el material sobre la plataforma y hacer que el material de tamaño inferior (y el agua) pase a través de las aberturas, siendo el material de gran tamaño descargado desde un extremo inferior de la plataforma sobre un transportador o en una bahía o tolva de recogida para su posterior
- 35 procesamiento o almacenamiento.

- Un hidrociclón es un dispositivo usado para separar partículas en una suspensión líquida basándose en la relación de su fuerza centrípeta respecto a la resistencia del fluido. Esta relación es alta para las partículas gruesas y baja para las partículas finas. Un hidrociclón normalmente comprende una sección cilíndrica que tiene una entrada para
- 40 suministrar una suspensión de alimentación en el hidrociclón de manera tangencial, y una base cónica. Se proporcionan salidas en los extremos superior e inferior del hidrociclón. El flujo inferior, que contiene la fracción más gruesa, pasa por la salida inferior mientras que el rebose, que contiene la fracción más fina y la mayor parte del agua, sale de la salida por el extremo superior del hidrociclón.

- 45 La mayoría de plantas de lavado y clasificación de arena son muy grandes, incluyen diferentes etapas que comprenden las múltiples cribas de clasificación y deshidratación e hidrociclones, y requieren normalmente un gran volumen de agua para fluidificar la arena en cada etapa del procedimiento y para transferir la arena entre las diferentes etapas del procedimiento.

- 50 La producción de arenas de sílice normalmente requiere sistemas de cribado y clasificación especializados y el desarrollo de un sistema de procesamiento de arena de sílice implica un análisis detallado de los materiales. Tanto la distribución del tamaño de partículas como la composición química de los recursos de arena de sílice tienen un impacto en la naturaleza por parte del sistema de procesamiento a desplegar. Al igual que para la producción de vidrio, la arena de sílice se usa para lechos de filtración, la producción de silicatos de sodio, y para superficies deportivas y
- 55 aplicaciones hortícolas y para su uso como arena de fundición.

Los documentos JP 2015217386, JP 2015047601, US 5582727, JP 2004162265 y US 4222529 describen ejemplos de dispositivos conocidos de lavado y clasificación de arena.

60 RESUMEN DE LA INVENCION

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de lavado y clasificación de arena

de sílice para la producción de vidrio según la reivindicación 1.

El procedimiento puede comprender además la adición de una primera porción del rebose del segundo hidrociclón a la arena corriente arriba del separador de densidad y la adición de una segunda porción del rebose del segundo hidrociclón a la arena corriente abajo del separador de densidad, y el ajuste de la relación entre las primera y segunda porciones del rebose para ajustar el contenido de agua del material en el separador de densidad.

El separador de densidad puede comprender uno o más separadores en espiral.

10 El procedimiento puede comprender la etapa que consiste en pasar la fracción de baja densidad de la arena corriente abajo del separador de densidad en el sumidero de la criba de deshidratación antes del paso de dicha arena en el tercer hidrociclón.

Preferentemente, el procedimiento comprende la deshidratación del material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria y/o de la fracción de densidad relativamente alta del separador de densidad y/o del material fino separado en el rebose del tanque de clasificación sobre una criba de deshidratación adicional para producir una arena subproducida, por ejemplo, para su uso como arena de construcción. La arena subproducida puede pasarse a través de un hidrociclón adicional para retirar la contaminación fina y una determinada cantidad de agua del mismo antes del paso de arena subproducida sobre la criba de deshidratación adicional. La arena subproducida puede pasar a un sumidero de la criba de deshidratación adicional antes del paso a través del hidrociclón adicional.

Preferentemente, el procedimiento comprende el paso del rebose de uno o más de dichos primer y tercer hidrociclones en un tanque de decantación, y el paso del agua que rebosa del tanque de decantación en un depósito de agua para su reutilización. Un floculante se puede añadir al tanque de decantación para facilitar la decantación de material sólido suspendido en el tanque de decantación. El procedimiento puede comprender el paso de agua de dicho depósito de agua sobre dichas primera, segunda y tercera cribas vibratorias para fluidificar el material en las mismas, el paso de agua de dicho depósito de agua a dicho tanque de clasificación para crear dicho flujo ascendente de agua en el mismo y/o el paso de agua de dicho depósito de agua en el lavador por atrición para controlar el contenido de agua en el mismo.

30 En una realización, el procedimiento puede comprender el paso de al menos una porción del rebose del tercer hidrociclón en la arena corriente arriba de la primera criba vibratoria.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio según la reivindicación 10.

Preferentemente, se proporciona una primera válvula de control de flujo para controlar la adición de una primera porción del rebose del segundo hidrociclón al material corriente arriba del separador de densidad, siendo una segunda válvula de control proporcionada para controlar la adición de una segunda porción del rebose del segundo hidrociclón al material corriente abajo del separador de densidad, siendo las primera y segunda válvulas de control operadas para controlar la relación entre las primera y segunda porciones del rebose para controlar el contenido de agua del material en el separador de densidad.

El separador de densidad puede comprender al menos un separador en espiral que comprende un conducto de evacuación que se extiende en espiral sustancialmente alineado verticalmente a largo del que se dispone el material para que fluya hacia abajo, uno o más barras, canales o ranuras ajustables, proporcionándose en un extremo inferior del conducto de evacuación o de manera adyacente al mismo para separar el material en dichas fracciones de baja y alta densidad. Dicha fracción de baja densidad del material del separador de densidad se puede hacer pasar a un sumidero de la criba de deshidratación antes de bombearse en el tercer hidrociclón.

50 Las primera y segunda cribas vibratorias pueden comprender lados respectivos de una criba vibratoria con plataforma dividida que tiene un sumidero común. Alternativamente, pueden comprender cribas separadas, dependiendo del rendimiento del aparato.

55 Una criba de deshidratación adicional puede proporcionarse para deshidratar el material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria y/o la fracción de densidad relativamente alta retirada de la arena del separador de densidad y/o el material fino separado en el rebose del tanque de clasificación para producir una arena subproducida, por ejemplo, para su uso como arena de construcción. Puede proporcionarse un hidrociclón adicional para recibir el material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria y/o la fracción de densidad relativamente alta retirados de la arena del separador de densidad y/o el material fino separado en el rebose del tanque de clasificación para retirar la contaminación fina del mismo, pasando dicho material del rebose del hidrociclón adicional sobre dicha criba de deshidratación adicional. El material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria y/o la fracción de densidad

relativamente alta retirados de la arena del separador de densidad y/o el material fino separado en el rebose del tanque de clasificación pueden pasar al sumidero de la criba de deshidratación adicional antes de bombearse al hidrociclón adicional.

5 Preferentemente, un tanque de decantación que recibe el rebose de los primer, tercer y otros hidrociclones (cuando se proporcionen), donde los sólidos en suspensión se decantan fuera de la suspensión en dicho tanque de decantación, siendo el agua del tanque de decantación pasada a un depósito de agua para su reutilización. El tanque de decantación puede incluir un dispositivo de dosificación para añadir un floculante a la suspensión en el tanque de decantación.

10

El agua de dicho depósito de agua puede ser pasada a una o más de dichas primera, segunda y tercera cribas vibratorias para fluidificar el material en las mismas y/o a dicho tanque de clasificación para crear dicho flujo ascendente de agua en el mismo y/o al lavador por atrición para controlar el contenido de agua en el mismo. Al menos una porción del flujo inferior a partir del tercer hidrociclón se puede hacer pasar al material de alimentación corriente

15 arriba de dicho primer transportador vibratorio para fluidizar dicho material de alimentación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirá un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio según una realización de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio según una realización de la presente invención se ilustra en los dibujos.

30

Como se ilustra en la Figura 1, un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio comprende una tolva de alimentación 2 para recibir material de alimentación que va a ser lavado y clasificado, siendo dicho material de alimentación transportado a través de cintas transportadoras adecuadas 4,6 sobre una primera plataforma 8 de una criba vibratoria con plataforma dividida 10. Se añade agua al material de alimentación a medida que se suministra a la primera plataforma 8 de la criba con plataforma dividida 10 de manera que la arena se fluidiza en el agua.

35

La primera plataforma 8 de la criba con plataforma dividida 10 tiene aperturas relativamente grandes formadas en la misma, donde la arena y el agua pasan a través de las aperturas en la plataforma 8, mientras que los desechos y otros contaminantes grandes pasan por encima de la plataforma 8 para ser suministrados a un transportador 12 para suministrarse a un depósito de materiales para su posterior eliminación.

40

La arena y el agua recogidas en el sumidero 14 de la criba con plataforma dividida se bombean a un primer hidrociclón 16 por medio de una bomba adecuada 18, en la que los contaminantes finos y limos se separan de la arena, como se conoce en la técnica.

45

Un flujo inferior del primer hidrociclón 16, que contiene arena parcialmente lavada, con contaminación fina y limos retirados del mismo, se pasa a una segunda plataforma 20 de la criba con plataforma dividida 10, que tiene aperturas relativamente finas formadas en la misma, material relativamente fino, tal como limo, y agua que pasa a través de las aperturas de la segunda plataforma 20 en el sumidero 14. El rebose del primer hidrociclón 16, que contiene contaminantes finos retirados de la arena, se pasa a un tanque de decantación 19 para su reciclado, como se describirá a continuación con más detalle.

50

La arena ahora al menos parcialmente lavada y parcialmente deshidratada, pasa sobre un extremo corriente abajo de la segunda plataforma 20 de la criba con plataforma dividida 10 para pasar a un lavador por atrición 22, que contiene preferentemente varias celdas de atrición para proporcionar suficiente tiempo de residencia, teniendo cada celda dos o más conjuntos de cuchillas 24 (tres en la realización mostrada) montados sobre un árbol común accionado por un motor de accionamiento respectivo, normalmente un motor eléctrico, de tal manera que el movimiento de las cuchillas 24 provoca un intenso lavado, pulido y desintegración del material particulado que se encuentra dentro de cada celda, con lo que la arcilla y otros contaminantes finos restantes son arcilla delaminada de las partículas de arena. El material particulado se suministra normalmente al lavador por atrición como una suspensión líquida que tiene un contenido de agua de aproximadamente un 20 % en peso. Se puede añadir agua al lavador por atrición 22 para proporcionar el

60

contenido de agua requerido en el mismo para la operación eficiente del lavador por atrición 22.

La arena del lavador por atrición 22 se suministra en un sumidero de recogida 26 a partir del cual se bombea sobre la plataforma 28 de una criba vibratoria adicional 30 para separar material de gran tamaño de la arena, teniendo dicha
5 plataforma 28 normalmente un punto de corte de 600 µm. Además, se puede añadir agua al sumidero 26 y/o a la plataforma 28 de la criba 30 para mantener la fluidificación de la arena para asegurar una clasificación eficiente y fiable de la arena sobre la plataforma 28 de la criba 30.

La arena y el agua que pasan a través de las aperturas en la plataforma 28 de la criba 30 se recogen en el sumidero
10 32 de la misma y se bombean a un segundo hidrociclón 34 a través de una bomba adecuada 36.

El flujo inferior del segundo hidrociclón 34 se hace pasar a un separador de densidad 38 para separar la arena en una fracción de densidad relativamente alta y una fracción de densidad relativamente baja. El separador de densidad retirará la contaminación de mayor densidad de la arena, tal como mineral de hierro, que no puede ser de otro modo
15 retirado al clasificar simplemente el material por tamaños.

El separador de densidad 38 puede comprender uno o más separadores en espiral del tipo húmedo, también llamados concentradores en espiral, donde el material de alimentación, fluidizado en agua, se separa en fracciones basándose en la densidad de las partículas. Tales separadores en espiral comprenden una torre, alrededor de la cual se enrolla
20 un conducto de evacuación. Las partículas más grandes y más pesadas se hunden hasta el fondo del conducto de evacuación más rápido y experimentan más arrastre desde el fondo, desplazándose por lo tanto más lentamente, y así se mueven hacia el centro de la espiral. Por el contrario, las partículas con densidad más baja tienden a permanecer hacia el exterior de la espiral, con el agua, y llegan rápidamente al fondo. En el fondo, se realiza un "corte" con un conjunto de barras, canales o ranuras ajustables, que separa las fracciones de baja y alta densidad del material.
25 Cuando se usa más de un separador en espiral, éstos se disponen preferentemente en paralelo.

Los concentradores en espiral típicos usarán una suspensión arena/agua de aproximadamente 20 %-40 % de sólidos en peso. Para controlar la concentración de agua de la suspensión arena/agua en el separador de densidad, el rebose del segundo hidrociclón 34 regresa a la suspensión en dos puntos separados, corriente arriba y corriente abajo,
30 respectivamente, del separador de densidad, siendo las válvulas de control 40,42 usadas para controlar las proporciones relativas del rebose que se pasan a la suspensión en dichos dos puntos separados. Para aumentar el contenido de agua de la suspensión dentro del separador de densidad, una proporción mayor del rebose del segundo hidrociclón 34 se pasa a la suspensión corriente arriba del separador de densidad, mientras que para reducir el contenido de agua de la suspensión dentro del separador de densidad, una proporción mayor del rebose del segundo
35 hidrociclón 34 se pasa a la suspensión corriente debajo del separador de densidad.

La fracción de baja densidad de la suspensión del separador de densidad se hace pasar al interior del sumidero 44 de una criba de deshidratación 46, a partir de la que se bombea, a través de una bomba adecuada 54, a un tercer hidrociclón 48. El flujo inferior del tercer hidrociclón se hace pasar a un tanque de clasificación 50 en el que un flujo
40 de agua dirigido hacia arriba realiza una etapa final de lavado, retirada del material fino del producto de arena, recogiénose el producto de arena en un extremo inferior del tanque de clasificación desde donde se pasa sobre la plataforma 52 de la criba de deshidratación 46, tras deshidratarse antes de pasar a un depósito de materiales como un producto de arena lavada y clasificada final adecuado para la producción de vidrio, que tiene normalmente un tamaño de partículas comprendido entre 0,15 y 0,60 mm. El rebose del tercer hidrociclón 48 se puede hacer pasar de
45 nuevo al tanque de decantación 19 para su reciclado. Una porción del rebose del tercer hidrociclón 48 se puede hacer pasar de nuevo al material de alimentación corriente arriba de la primera plataforma 8 de la criba con plataforma dividida 10 para facilitar la fluidificación del material de alimentación.

La mezcla de material muy fino y el agua que rebosan del tanque de clasificación 50, junto con la fracción de alta densidad del separador de densidad 38 y el material que pasa sobre la plataforma 28 de la criba vibratoria adicional 30 pueden recogerse en el sumidero 56 de una criba de deshidratación adicional 58, con agua adicional, si es necesario, antes de bombearse a un hidrociclón adicional 60 a deshidratar y para la retirada de contaminantes finos, antes de que se pase del flujo inferior del hidrociclón 60 sobre la plataforma 62 de la criba de deshidratación adicional 58, tras la que la arena puede ser deshidratada antes de ser transportada sobre un depósito de material como un
55 subproducto, que puede venderse como arena de construcción.

Como se ha discutido anteriormente, el rebose de cada uno de los primer 16, tercer 48 y otros hidrociclones adicionales 60 se pasa preferentemente a un tanque de decantación 19. Un floculante adecuado se puede añadir al tanque de decantación para facilitar la decantación fuera del lodo del agua. El lodo recogido en el fondo del tanque de
60 decantación puede ser bombeado para su eliminación, por ejemplo, es un estanque de lodos, mientras que el agua que rebosa del tanque de decantación 19 puede ser recogida en un tanque de almacenamiento de agua 64, que puede reciclarse para su uso en el procedimiento de lavado y clasificación, por ejemplo, para la adición a la arena, ya que se

pasa sobre la criba con plataforma dividida 10, para la adición al lavador por atrición 24 para controlar el contenido de agua de la suspensión en el mismo, para controlar el contenido de agua de la arena tanto corriente arriba como corriente abajo de la criba vibratoria adicional 30, para la adición al sumidero de la criba deshidratación 46 y/o de la criba de deshidratación adicional 58 o sobre la plataforma de la criba de deshidratación adicional 58 para facilitar aún
5 más la clasificación de la arena subproducida. El agua del tanque de almacenamiento de agua 64 también se puede bombear en el tanque de clasificación 50 para crear el flujo ascendente de agua necesario en el mismo para la clasificación de la arena en el mismo. La etapa de limpieza final efectuada por el tanque de clasificación 50 corriente arriba de la criba de deshidratación 46 garantiza que cualquier contaminación fina contenida dentro de esta corriente de agua reciclada sea retirada del producto de arena antes de su deshidratación final, lo que permite el uso de tal
10 agua reciclada en lugar de agua adicional limpia y, por lo tanto, se minimiza el consumo de agua de todo el aparato.

Como tal, la presente invención proporciona un aparato de lavado y clasificación de arena mejorado que puede proporcionar un producto de arena de sílice adecuado para la producción de vidrio con un bajo consumo de agua y con una disposición compacta y eficiente.

15 La invención no se limita a la(s) realización(es) descrita(s) en esta invención, sino que puede enmendarse o modificarse sin apartarse del alcance de la presente invención como se delimita por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de lavado y clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio, que comprende la retirada de desechos y contaminantes relativamente grandes de un material de alimentación de arena en una primera criba vibratoria (8), la recogida de arena de tamaño inferior y agua en un sumidero (14) y la separación de la contaminación fina de dicha arena en un primer hidrociclón (16) antes del paso de la arena, transportada en el flujo inferior del primer hidrociclón, en una segunda criba vibratoria (20), con lo cual se retiran material de tamaño inferior y una determinada cantidad de agua de la arena antes de hacer pasar la arena de gran tamaño de la segunda criba vibratoria en un lavador por atrición (22) para delaminar arcilla y otros contaminantes de la arena, el paso de la arena del lavador por atrición sobre una tercera criba vibratoria (30) para retirar una fracción de tamaño grande antes de hacer pasar la arena de tamaño inferior de la tercera criba vibratoria a un segundo hidrociclón (34), el paso de la arena transportada en el flujo inferior del segundo hidrociclón en un separador de densidad (38) para retirar los contaminantes de densidad relativamente alta y el material relativamente grueso de la arena, el paso de la arena que comprende una fracción de densidad relativamente baja del separador de densidad en un tercer hidrociclón (48) y el paso de la arena como flujo inferior del tercer hidrociclón en un tanque de clasificación (50) donde un flujo ascendente de agua retira la contaminación fina de la arena en un rebose del tanque de clasificación y el paso de la arena recogida en un extremo inferior del tanque de clasificación sobre una criba de deshidratación (46) para una deshidratación como un producto de arena de sílice adecuado para la producción de vidrio.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende la adición de una primera porción del rebose del segundo hidrociclón (34) a la arena corriente arriba del separador de densidad (38) y la adición de una segunda porción del rebose del segundo hidrociclón (34) a la arena corriente abajo del separador de densidad (38), y el ajuste de la relación entre las primera y segunda porciones del rebose para ajustar el contenido de agua del material en el separador de densidad.
3. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el paso de la fracción de baja densidad de la arena corriente abajo del separador de densidad (38) en el sumidero (44) de la criba de deshidratación (46) antes del paso de dicha arena en el tercer hidrociclón (48).
4. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la deshidratación del material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria (30) y/o de la fracción de densidad relativamente alta del separador de densidad (38) y/o del material fino separado en el rebose del tanque de clasificación (50) sobre una criba de deshidratación adicional (58) para producir una arena subproducida.
5. Un procedimiento según la reivindicación 4, que comprende el paso de arena subproducida a través de un hidrociclón adicional (60) para retirar la contaminación fina y una determinada cantidad de agua del mismo antes del paso de arena subproducida sobre la criba de deshidratación adicional (58).
6. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el paso del rebose de uno o más de dichos primer y tercer hidrociclones (16,48) en un tanque de decantación (19), y el paso del agua que rebosa del tanque de decantación en un depósito de agua (64) para su reutilización.
7. Un procedimiento según la reivindicación 6, que comprende el paso de agua de dicho depósito de agua (64) sobre dichas primera, segunda y tercera cribas vibratorias (8,20,30) para fluidificar el material en las mismas.
8. Un procedimiento según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, que comprende el paso de agua de dicho depósito de agua (64) a dicho tanque de clasificación (50) para crear dicho flujo ascendente de agua en el mismo y/o el paso de agua de dicho depósito de agua (64) en el lavador por atrición (22) para controlar el contenido de agua en el mismo.
9. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el paso de al menos una porción del rebose del tercer hidrociclón (48) en la arena corriente arriba de la primera criba vibratoria (8).
10. Un aparato para el lavado y la clasificación de arena de sílice para la producción de vidrio, que comprende una primera criba vibratoria (8) que tiene una plataforma dispuesta para recibir un material de alimentación, desechos y un material de agregado de gran tamaño que pasan sobre la plataforma de dicha primera criba vibratoria y un material de tamaño inferior que es recogido en un sumidero (14) de dicha primera criba vibratoria, un primer hidrociclón (16) que recibe un material de tamaño inferior a partir del sumidero (14) de la primera criba vibratoria, una segunda criba vibratoria (20) que recibe un flujo inferior a partir del primer hidrociclón (16) sobre una plataforma del mismo, un lavador por atrición (22) que está dispuesto para recibir un material de gran tamaño a partir de la plataforma de la segunda criba vibratoria (20) para delaminar arcilla y otras impurezas de dicho material, una tercera criba vibratoria (30) que tiene una plataforma dispuesta para recibir material a partir de dicho lavador por atrición (22),

5 teniendo dicha tercera criba vibratoria (30) un sumidero (32) que recibe el material de tamaño inferior a partir de la
 plataforma de la tercera criba vibratoria, un segundo hidrociclón (34) que está dispuesto para recibir dicho material de
 tamaño inferior a partir de dicho sumidero de la tercera criba vibratoria, un separador de densidad (28) que está
 dispuesto para recibir dicho flujo inferior a partir de dicho segundo hidrociclón para producir una fracción de baja
 10 densidad y una fracción de alta densidad, un tercer hidrociclón (48) que está dispuesto para recibir dicha fracción de
 baja densidad a partir de dicho separador de densidad (38), un tanque de clasificación (50) que recibe el flujo inferior
 de dicho tercer hidrociclón (48), donde dicho tanque de clasificación (50) incorpora al menos una entrada de agua que
 proporciona un flujo ascendente de agua en el mismo, el material recogido en un extremo inferior de dicho depósito
 de clasificación que pasa sobre una criba de deshidratación (46) a partir de la que se suministra el producto de arena
 10 de sílice lavada y clasificada.

11. Un aparato según la reivindicación 10, donde se proporciona una primera válvula de control de flujo (40)
 para controlar la adición de una primera porción del rebose del segundo hidrociclón (34) al material corriente arriba
 del separador de densidad (38), siendo una segunda válvula de control (42) proporcionada para controlar la adición
 15 de una segunda porción del rebose del segundo hidrociclón (34) al material corriente abajo del separador de densidad
 (38), siendo las primera y segunda válvulas de control (40,42) operadas para controlar la relación entre las primera y
 segunda porciones del rebose para controlar el contenido de agua del material en el separador de densidad.

12. Un aparato según la reivindicación 11, donde el separador de densidad (38) comprende al menos un
 20 separador en espiral que comprende un conducto de evacuación que se extiende en espiral sustancialmente alineado
 verticalmente a largo del que se dispone el material para que fluya hacia abajo, uno o más barras, canales o ranuras
 ajustables, proporcionándose en un extremo inferior del conducto de evacuación o de manera adyacente al mismo
 para separar el material en dichas fracciones de baja y alta densidad.

25 13. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde las primera y segunda cribas
 vibratorias (8,20) comprenden lados respectivos de una criba vibratoria con plataforma dividida (10) que tiene un
 sumidero común (14) y/o donde se proporciona una criba de deshidratación adicional (58) para deshidratar el material
 de gran tamaño de la tercera criba vibratoria (46) y/o la fracción de densidad relativamente alta retirada de la arena
 del separador de densidad (38) y/o el material fino separado en el rebose del tanque de clasificación (50) para producir
 30 una arena subproducida.

14. Un aparato según la reivindicación 13, que comprende un hidrociclón adicional (60) para recibir el
 material de gran tamaño de la tercera criba vibratoria (46) y/o la fracción de densidad relativamente alta retirado de la
 arena del separador de densidad (38) y/o el material fino separado en el rebose del tanque de clasificación (50) para
 35 retirar la contaminación fina del mismo, pasando dicho material del rebose del hidrociclón adicional (60) sobre dicha
 criba de deshidratación adicional (58).

15. Un aparato según la reivindicación 14, que comprende además un tanque de decantación (19) que
 recibe el rebose de los primer, tercer y otros hidrociclones (16,34,48), donde los sólidos en suspensión se decantan
 40 fuera de la suspensión en dicho tanque de decantación, siendo el agua del tanque de decantación pasada a un
 depósito de agua (64) para su reutilización.

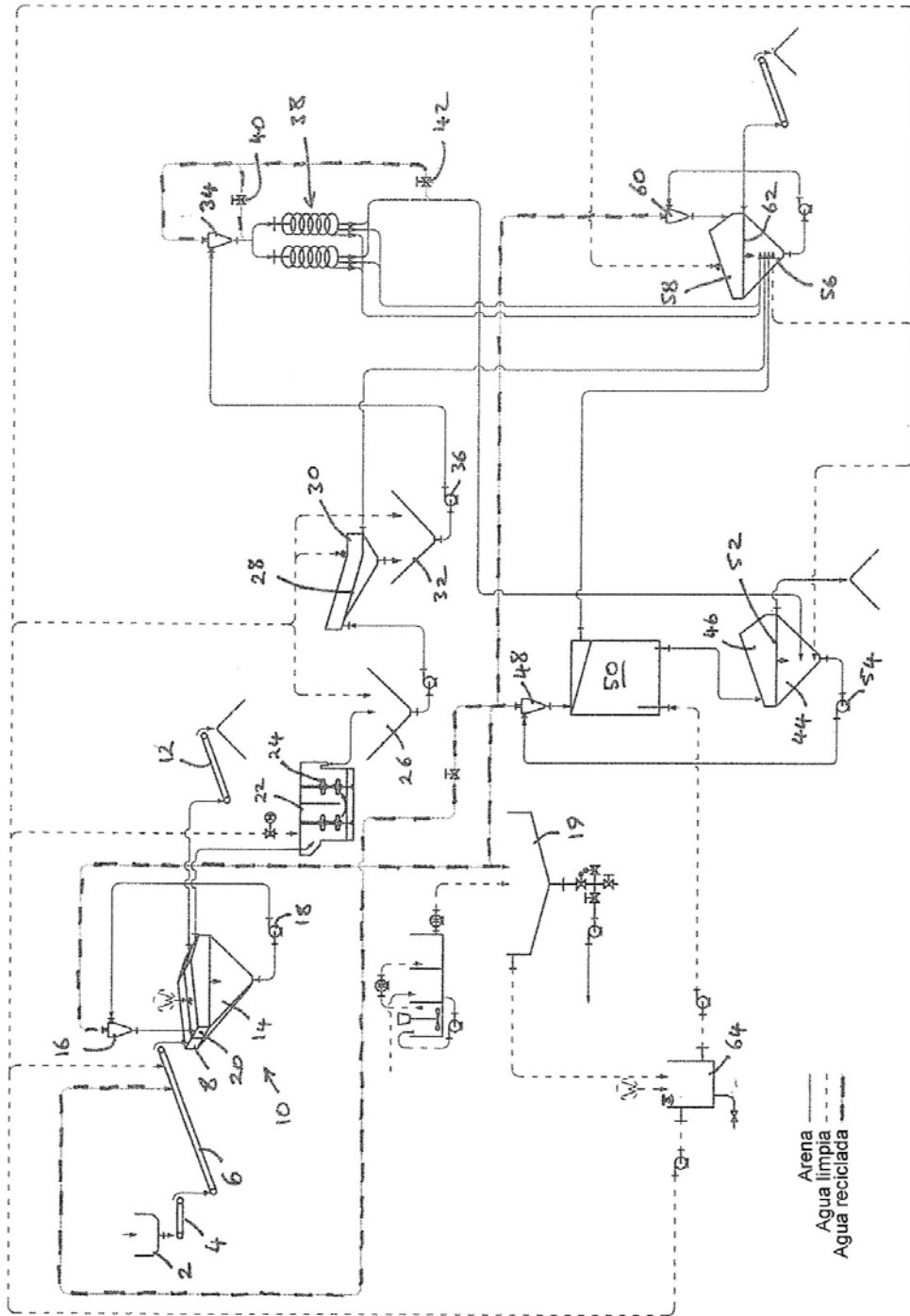


Figura 1