

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 795**

51 Int. Cl.:

C02F 11/14 (2006.01)

C02F 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2001 E 01925738 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 1286924**

54 Título: **Aparato y método para deshidratación de lodos a alta velocidad**

30 Prioridad:

05.05.2000 GB 0010986

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

12.02.2015

73 Titular/es:

**GENESIS FLUID SOLUTIONS LLC (100.0%)
P.O. BOX 742
WOODWARD, OK 73802, US**

72 Inventor/es:

**HODGES, MICHAEL KENT y
CAMPBELL, LARRY D.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 528 795 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

Aparato y método para deshidratación de lodos a alta velocidad

5 La presente invención se refiere a mejoras en las técnicas de deshidratación de lodos, particularmente de lodos resultantes de "residuos de dragado".

10 El desecho de los residuos de dragado presenta un problema significativo para los contratistas de dragados. El fango dragado está suspendido en agua en la forma de un lodo. Dichos lodos pueden crear problemas de recuperación serios si se descargan directamente en lagunas de almacenamiento o depósitos de decantación. En consecuencia, existe una necesidad en deshidratar de modo eficiente y recuperar los materiales sólidos de estos lodos. La presente invención proporciona un medio rápido y eficiente para la separación del agua de los sólidos, reduciendo volúmenes de ese modo económicamente e introduciendo de ese modo una opción atractiva para la recuperación, reutilización o desecho de sedimentos.

15 Las dragadoras hidráulicas son dispositivos de excavación efectivos para la retirada de una amplia variedad de sedimentos de vías de agua naturales o artificiales. Las dragadoras pueden remover los sedimentos que se clasifican como sedimentos contaminados o peligrosos así como sedimentos no peligrosos. Los sedimentos pueden comprender residuos tales como arena, grava, arcilla, cienos, materia orgánica o cualquier combinación de los mismos. Normalmente, la fracción más fina de los sólidos, incluyendo arcillas, cienos y materias orgánicas, contribuyen al mayor volumen y esta fracción es también la más difícil de recuperar. Todos los materiales excavados de una vía de agua en un proceso de dragado hidráulico se deben retirar a un lugar de desecho. Tradicionalmente, estos lugares incluyen balsas de decantación diseñadas específicamente para adaptarse a las características de decantación lenta de las más finas de las partículas de material. Estas "lagunas de fangos" suponen una carga para la comunidad inmediata en varias formas. Ocupan áreas significativas de tierra y son generalmente desagradables para los vecinos debido a los olores nocivos emitidos durante el lento proceso de secado de los sedimentos hidratados.

20 En un intento de resolver los problemas asociados con dichas balsas de decantación tradicionales, se introdujeron los sistemas de deshidratación de lodos de dragado. Estos sistemas de deshidratación se usan para separar los sólidos de dragado del agua de modo que se puedan reciclar o desechar los sólidos. Los sistemas comprenden normalmente conjuntos de cribado, hidrociclones, centrifugadoras, prensas de cinta y depósitos de clarificación. La mayor parte de estos sistemas funcionan como procesos de "tratamiento por lotes", que pueden aceptar solo cantidades definidas de residuos de dragado a intervalos separados. Estos residuos de dragado se bombean primero a un depósito de mantenimiento, a continuación, mientras el dragado se posa de modo inactivo, el lodo se bombea y trata lentamente por cada aparato en turnos, hasta que se puede volver a llenar el depósito de mantenimiento. Las velocidades de procesamiento de los componentes individuales del equipo del sistema de deshidratación limitan por ello la tasa de rendimiento de la operación de dragado. Las ineficacias asociadas con dichos sistemas por lotes sirven para elevar los costes de la operación.

25 La Patente de Estados Unidos Nº 5.656.174 describe un sistema de deshidratación que es capaz de un funcionamiento continuo. El sistema emplea una serie de cribas de filtrado, y adicionalmente dispositivos de separación adicionales tales como hidrociclones, seguidos por la adición de un agente floculante para aglomerar los sólidos finos. El material floculado se filtra entonces mediante el paso sobre un conjunto de criba de rastreo que tienen dos cribas soportadas por un bastidor con forma de A. Aunque se pueden conseguir rendimientos del sistema relativamente altos (por ejemplo 0,073 metros cúbicos por segundo [m^3s^{-1}] [1200 gal US/min]), el sistema descrito tiene un cierto número de inconvenientes. No hay medio de ajustar la adición del agente floculante en respuesta a las variaciones tanto en el caudal como en la densidad de la pulpa del lodo. Por ello, podría no añadirse consistentemente una cantidad óptima de agente floculante. Cuando el material floculado se añade a las cribas de rastreo con forma de A, puede tener lugar una decantación local de los floculados, creando "bancos de barro" dentro del aparato. Dichos bancos de barro dan como resultado un suministro irregular del material a la criba, con el consecuente uso ineficiente del área superficial completa. En casos extremos, puede producirse un atascamiento de las cribas para llegar a quedar inoperantes.

30 El documento US5938936 describe un método para la deshidratación de materiales floculados que usa un difusor. Se hace referencia también a los documentos US4612123, US4022691 y GB1470681.

35 La presente invención proporciona un sistema de deshidratación que es capaz de caudales más altos, es más fácil de operar, y en el que se alivian las desventajas anteriormente mencionadas.

40 Aunque el método y aparato de la presente invención están particularmente adaptados para el tratamiento de la descarga de dragadoras hidráulicas, también se puede usar, con las modificaciones que sean necesarias, para deshidratar fangos de diversos orígenes.

45 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de deshidratación de una corriente de lodo, que comprende las etapas de:

50 (a) determinación constante o continua de uno o más parámetros;

(b) adición de un agente floculante a la corriente de lodo en respuesta al parámetro o parámetros determinados;
 (c) mezcla del agente floculante con el lodo, para poder tener una corriente de lodo floculado;
 (d) suministro del lodo floculado a través de un difusor sobre una criba de rastreo; y

5 (e) filtrado del lodo floculado a través de la criba de rastreo para poder tener sólidos y un filtrado; en el que los parámetros son: el caudal del lodo; la densidad de la pulpa del lodo; y la densidad de pulpa del filtrado, y en el que el difusor comprende un conducto dispuesto verticalmente que se eleva desde una base que tiene la entrada para la corriente del lodo floculado hacia una parte superior en donde la corriente de lodo floculado se suministra a la criba de rastreo, teniendo dicho conducto un área de sección horizontal que permanece constante o se incrementa desde dicha base a dicha parte superior, y una relación de aspecto en una sección horizontal que se incrementa desde dicha base a dicha parte superior, en el que dicha base de dicho difusor tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 1:1 a 4:1, y dicha parte superior de dicho difusor tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 40:1 a 100:1, siendo la relación de las áreas de la sección horizontal en la parte superior y la base de 1:1 a 3:1.

15 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un difusor para el suministro de una corriente de lodo floculado a una criba de rastreo, que comprende un conducto dispuesto verticalmente que se eleva desde una base que tiene una entrada para la corriente de lodo floculado hasta una parte superior en donde la corriente de lodo floculado se suministra a la criba de rastreo, teniendo dicho conducto un área de sección horizontal que permanece constante o se incrementa desde dicha base a dicha parte superior, y una relación de aspecto en una sección horizontal que se incrementa desde dicha base a dicha parte superior, en el que dicha base tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 1:1 a 4:1, y dicha parte superior tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 40:1 a 100:1, siendo la relación de las áreas de la sección horizontal en la parte superior y la base de 1:1 a 3:1.

25 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para deshidratación de una corriente de lodo, que comprende:

- (i) medios para determinar constante o continuamente uno o más parámetros;
- (ii) medios para añadir el agente floculante al lodo;
- 30 (iii) medios que responden al parámetro o parámetros determinados para controlar la tasa de adición del agente floculante mediante el medio de adición;
- (iv) un mezclador para mezclar el agente floculante con el lodo para generar una corriente de lodo floculado;
- (v) una criba de rastreo para filtrar el lodo floculado para permitir tener sólidos y un filtrado; y
- 35 (vi) un difusor para suministrar el lodo floculado sobre la criba de rastreo; en el que los parámetros son: el caudal del lodo; la densidad de pulpa del lodo; y la densidad de pulpa del filtrado, y en el que el difusor está de acuerdo con la invención.

Se puede proporcionar un conjunto que comprende una criba de rastreo y dicho difusor. El conjunto que comprende el difusor y la criba de rastreo se puede montar sobre un soporte, estando el soporte montado de modo ajustable sobre un medio de transporte, de modo que el conjunto se pueda mover con relación al medio de transporte de modo que permita que los sólidos se retiren de la criba de rastreo por medio de la gravedad. Los medios de movimiento del conjunto pueden comprender uno o más actuadores electromecánicos o gatos. Adicionalmente, los medios de transporte pueden ser una barcaza o un remolque.

45 El difusor de acuerdo con la invención y el conjunto se pueden usar en el método y el aparato de deshidratación de acuerdo con la invención.

Preferiblemente, el aparato comprende un aparato para la recogida del aglomerado de filtrado de la criba de filtro, que comprende:

- 50 un par de paredes laterales separadas alargadas que tienen extremos opuestos y una pared inferior que se extiende entre ellas; una pluralidad de placas que se extienden hacia el interior desde al menos una de dichas paredes laterales;
- estableciendo dichas placas una pluralidad de alturas que forman una escalera para la interrupción de una caída de dicho aglomerado de filtrado desde dicha criba a dicha pared inferior.

Normalmente, el medio para detectar el caudal del lodo es un caudalímetro Doppler. Un dispositivo adecuado es el Greyline PDFM-IV, disponible en Greyline Instruments, Inc. Otro dispositivo adecuado es el caudalímetro Doppler ultrasónico modelo C5 de Compu-Flow.

60 Normalmente, el medio para detectar la densidad de pulpa del lodo es un tubo Coriolis. Éste usa el efecto Coriolis para medir la densidad, y por ello la densidad de la pulpa, del lodo. Alternativamente, se puede usar un densímetro nuclear. Se prefiere medir la densidad de la pulpa del lodo, pero es posible también medir la densidad de la pulpa del filtrado, (tanto en lugar de como además de la del lodo) y se usa esta información para calcular la cantidad de agente floculante necesario.

- 5 Las lecturas de la determinación del caudal y/o densidad de pulpa se comunican a los medios de control de la tasa de adición del agente floculante, medios que son preferiblemente un dispositivo lógico programable (PLC). La comunicación es preferiblemente electrónica. Un PLC adecuado es el modelo T1 de Toshiba usando un algoritmo que está preestablecido y determinado para las características particulares del lodo que se está procesando, el PLC calcula la cantidad requerida de agente floculante a ser añadida, en respuesta al caudal y/o densidad de pulpa medidos (y preferiblemente a ambos). Por ello la tasa de adición del agente floculante añadido se ajustará automáticamente si varía el caudal y/o la densidad de pulpa.
- 10 El agente floculante se añade preferiblemente bajo el control del PLC. Preferiblemente, la adición del agente floculante se consigue por medio de una bomba de desplazamiento positivo en comunicación electrónica con el PLC. La bomba de desplazamiento positivo es preferiblemente de la variedad de bomba de medición. Bombas adecuadas son las bombas de medición Moyno (RTM). El PLC regula las revoluciones por minuto (RPM) de la bomba de medición y por ello la tasa de adición del agente floculante.
- 15 Preferiblemente, la adición del agente floculante a la corriente de lodo tiene lugar por medio de una etapa de inyección de múltiples orificios de "halo" circular. Esto da como resultado una adición más uniforme del agente floculante, y por ello un contacto inicial más efectivo entre en el polímero y los sólidos, dando como resultado una floculación mejorada.
- 20 Después de la adición del agente floculante, el agente floculante y el lodo se mezclan. La mezcla se consigue preferiblemente por medio de un mezclador dinámico, esto es, un mezclador simple, preferiblemente con una paleta de tres álabes, que tenga una velocidad de mezcla ajustable, por ejemplo por medio de un reóstato. Esto permite el ajuste de la velocidad de mezcla en respuesta al lodo particular que se está procesando. Generalmente, sin embargo, será suficiente fijar una velocidad para la operación particular, y no será necesario ajustar continuamente la velocidad de mezcla cuando progresa la operación. Estará claro para los expertos en la técnica que la velocidad de mezcla es importante, debido a que una velocidad demasiado lenta limitará la dispersión del agente floculante, y no se conseguiría una floculación eficiente, mientras que una velocidad demasiado alta romperá los aglomerados que se forman. Sin embargo, es deseable que el mezclador dinámico se comuniquen con el PLC de modo que se active automáticamente siempre que se conecten las bombas de desplazamiento positivo.
- 25 30 El agente floculante comprende preferiblemente un polímero aniónico, catiónico o no iónico. Sin embargo, no se prefieren los polímeros catiónicos, dado que pueden ser venenosos para los peces y, por lo tanto, no adecuados para su uso cuando el agua recuperada se ha de retornar al ambiente (como será normalmente el caso).
- 35 Los agentes floculantes que comprenden una poliacrilamida o una mezcla de poliacrilamidas son particularmente preferidos.
- 40 Tradicionalmente, se han usado como agentes floculantes los polímeros de emulsión, pero éstos tienen la desventaja de incluir disolventes orgánicos, lo que no es deseable usar cuando el agua recuperada se ha de devolver al ambiente. En la presente invención, se prefiere particularmente usar polímeros secos con un tiempo de hidratación rápido, que son pre-hidratados antes de ser añadidos a la corriente de lodo por medio de la bomba de desplazamiento positivo. Esto permite la conveniencia del manejo de materiales secos, y ofrece un amplio intervalo de polímeros disponibles, pero dan tiempos de hidratación suficientemente bajos para ser pre-hidratados previamente a la etapa de la adición del polímero en un tiempo aceptable. Es particularmente conveniente y ventajoso usar el agua recuperada del proceso de deshidratación para la pre-hidratación del polímero.
- 45 Está disponible un tiempo adicional para la formación del aglomerado cuando la corriente de lodo se mueve desde el mezclador al difusor para la etapa de deshidratación.
- 50 El difusor tal como se ha definido anteriormente (a veces denominado en el presente documento como un elevador) es un aspecto importante del método de la presente invención, debido a que permite el suministro de una corriente distribuida uniformemente de lodo floculado a la criba de rastreo. Los sistemas de la técnica anterior que carecen de dicho difusor son proclives al atasco de la corriente de lodo floculado antes de su suministro a la criba de rastreo, y a un suministro irregular de lodo floculado a la criba de rastreo. El difusor de acuerdo con la presente invención proporciona la corriente del lodo floculado uniformemente a la criba de rastreo, dando como resultado un uso eficiente de la totalidad de la superficie de la criba de rastreo, y por ello rendimientos mejorados.
- 55 De acuerdo con una realización preferida de la invención, el difusor tiene en general forma de abanico, y, en un alzado frontal, se eleva desde una base relativamente estrecha, a través de una parte media sustancialmente triangular, hasta una parte superior relativamente ancha y, en un alzado lateral, se ahusa desde una base a una parte superior más estrecha. Preferiblemente, la base y la parte superior, tanto en el alzado frontal como en el alzado lateral, son sustancialmente rectangulares.
- 60 En una realización preferida, la entrada de la corriente de lodo floculado es transversal al conducto. Esto imparte un choque incrementado al lodo floculado, manteniendo de ese modo los aglomerados uniformemente suspendidos, e impidiendo la sedimentación local.
- 65

El difusor comprende adicionalmente preferiblemente rebordes dispuestos en paralelo y ligeramente por debajo del cerco de la parte frontal y posterior de la parte superior del difusor, que se extienden hacia abajo en un ángulo de desde 30 a 60° desde la horizontal. Se prefiere que este ángulo coincida con el de la criba de rastreo del bastidor en A. En la mayor parte de los casos, será apropiado un ángulo de 40-55°, preferiblemente 45-50°. Estos rebordes se denominan a veces en el presente documento como placas de vertido.

La criba de rastreo, a veces denominada en el presente documento como criba de separación, comprende preferiblemente dos cribas montadas sobre un bastidor en A. Dichas cribas de rastreo se describen en detalle en el documento US 5.656.174. El ángulo al que se fija la criba coincide preferiblemente con el de los rebordes del difusor, concretamente desde 30 a 60°, preferiblemente desde 40 a 55°, más preferiblemente de 45 a 50° desde la horizontal. Sin embargo, mientras que en el documento US 5.656.174 se prefiere usar un sistema en el que la criba en cada lado del bastidor en A consiste en dos secciones de criba, preferiblemente fijadas en dos ángulos diferentes, se ha descubierto que, cuando se usa con el difusor de la presente invención, esto no es necesario. Por lo tanto, aunque se pueden usar ángulos diferentes, en la presente invención se prefiere usar una criba de rastreo fijada en un único ángulo a lo largo de la longitud completa de cada lado del bastidor en A, y se prefiere también usar una única sección de criba a lo largo de cada lateral del bastidor en A.

La criba de rastreo tiene preferiblemente aberturas de desde 0,3 a 1,5 mm, más preferiblemente de 0,4 a 1,0 mm, y más preferiblemente de 0,5 a 0,9 mm. La criba tiene preferiblemente cables en cuña, con los ángulos de los cables en cuña fijados en desde 5 a 10°. El ángulo de los cables en cuña es el ángulo al que los cables en cuña (sección transversal triangular) se fijan contra el flujo de lodo por debajo de la criba, para ayudar a la detención de los aglomerados sobre la superficie de la criba.

Las cribas en cada lado del bastidor en A están montadas preferiblemente de modo articulado en el vértice del bastidor en A, y están provistas preferiblemente con actuadores electromecánicos para ajustar el ángulo de cribado. El ángulo de cribado se puede ajustar entonces incluso cuando el conjunto que comprende la criba de rastreo y el difusor está en uso.

La criba de rastreo está provista también preferiblemente con un vibrador para mejorar la eficiencia del filtrado. Preferiblemente, el vibrador proporciona una vibración parabólica de la criba, y la tasa de vibración es preferiblemente desde 1000 a 3500 revoluciones por minuto (RPM), más preferiblemente desde 1300 a 2600 RPM.

El aparato para su uso con el método de deshidratación de la presente invención se transportará normalmente sobre el medio de transporte, tal como un remolque o una barcaza. En este caso, el conjunto que comprende la criba de rastreo y el difusor se montan preferiblemente sobre un soporte. Este soporte se monta a su vez preferiblemente de modo ajustable sobre el medio de transporte. Esto se puede conseguir por medio de actuadores o gatos electromecánicos. Esto permite que el conjunto completo se mueva con relación al medio de transporte, permitiendo que se retiren los sólidos de las cribas de rastreo por medio de la gravedad (véase a continuación).

El aparato para la recogida del aglomerado del filtrado desde la criba de separación se acopla preferiblemente de modo pivotante con dicha criba de separación para permitir el ajuste de un ángulo de reposo de dicho aglomerado del filtrado dentro de dicho aparato. Dicha pared inferior se inclina preferiblemente hacia abajo hacia una abertura para permitir que dicho aglomerado del filtrado fluya fuera de dicho aparato; dichas paredes laterales se extienden preferiblemente hacia abajo hacia dicha abertura; de modo que dicha inclinación hacia abajo de dicha pared inferior en conjunto con dichas paredes laterales provoca que dicho aparato tenga una mayor profundidad adyacente a dicha abertura que en un extremo opuesto a dicha abertura. Dichas placas se distribuyen preferiblemente de modo uniforme a lo largo de al menos una pared lateral y verticalmente de acuerdo con dicha profundidad. Dichas placas se extienden preferiblemente entre dichas paredes laterales y están preferiblemente curvadas. Una de dichas paredes laterales incluye preferiblemente una protección contra salpicaduras.

El método de deshidratación de lodos de la presente invención comprende preferiblemente adicionalmente la etapa de:

(f) clarificación adicional del filtrado.

Esto se puede conseguir mediante uno cualquiera de un cierto número de medios que son conocidos por sí mismos en la técnica, por ejemplo mediante decantación o filtrado. La decantación se puede conseguir por medio de un clarificador de nervios en pico o pendiente, o alternativamente mediante el uso de un tanque de fraccionamiento. El filtrado se puede conseguir por medio de un filtro de arena o un filtro de carbón.

El agua clarificada se puede devolver al ambiente, por ejemplo a una vía de agua que está siendo tratada. También, el filtrado se puede usar para la pre-hidratación de un polímero seco a ser usado como el agente floculante (véase más arriba).

El método de deshidratación de lodos de la presente invención comprende preferiblemente adicionalmente la etapa de:

(g) deshidratación adicional de los sólidos.

La deshidratación adicional se consigue preferiblemente por medio de una prensa de cinta. Esto permite tener un producto que está suficientemente seco para ser desechado, o incluso vendido como tierra de cultivo, ofreciendo claras ventajas comerciales.

Los floculados filtrados se acumulan sobre la superficie de la criba de rastreo, y a continuación ruedan hacia abajo de la superficie de la criba, en un efecto de tipo bola de nieve. Los floculados filtrados salen de la criba con una consistencia que se asemeja al queso fresco. Estos sólidos se pueden retirar para la etapa de deshidratación adicional por medio de una cinta transportadora. Sin embargo, si el conjunto que comprende la criba de rastreo y el difusor se monta sobre un soporte que se monta de modo ajustable sobre el medio de transporte (véase más arriba), entonces es posible alzar el conjunto de modo que la retirada de los sólidos se puede conseguir por medios gravitacionales, tal como una cubeta. Los sólidos se denominan a veces en el presente documento como aglomerados del filtrado.

En una forma particularmente preferida de funcionamiento del sistema de deshidratación de la presente invención, la corriente de lodos se divide después de la adición del agente floculante, en una pluralidad de corrientes de proceso paralelas provista cada una con un difusor y una criba de rastreo. El número de corrientes paralelas dependerá del rendimiento que se desee conseguir. Con cuatro corrientes, se pueden alcanzar rendimientos de hasta $0,30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (5000 gal US/min).

El lodo a ser deshidratado de acuerdo con el método de la presente invención puede obtenerse de procesos de dragado mediante técnicas que son conocidas en la técnica, tal como las descritas en el documento US 5.656.174. Normalmente, el proceso de dragado inicial comprenderá el dragado y enlodado de sedimentos desde la parte inferior de vías de agua por medio de una dragadora hidráulica de barrena o fresadora. El dragado se diluye a continuación con agua de la vía de agua para permitir que sea bombeado al lugar de tratamiento.

Este flujo se descarga entonces normalmente sobre una criba gruesa de auto-limpieza (normalmente 2000-595 micrómetros [10-30 malla US] [abertura de tamiz 0,59-2,0 mm]) para la retirada de los residuos grandes. En lodo subyacente desde la criba gruesa se bombea a continuación o se suministra por gravedad sobre un medio (normalmente 841-149 micrómetros [20-100 malla US] [abertura de tamiz 0,149-0,84 mm]), preferiblemente 595-177 micrómetros [30-80 malla US] [abertura de tamiz 0,177-0,59 mm]) de criba vibratoria para la retirada del material de tamaño medio, tal como grava fina, esquistos y arena gruesa. Las cribas adecuadas se pueden obtener en Derrick Equipment Co. o en Linatex Equipment Corporation.

Si el lodo contiene material fino pero de alta gravedad específica, que no se adhiere a un floculante, tal como arenas finas, entonces es ventajoso también tratar el lodo usando un banco hidrociclónico para retirar este material. El material de alta gravedad específica se hace girar al lateral del cuenco hidrociclónico, y a continuación se descarga a través de la parte inferior del cono. El lodo se puede bombear también directamente a un hidrociclón, sin cribado previo.

En lodo residual es adecuado entonces para una deshidratación de acuerdo con el método de la presente invención, dado que entonces contendría esencialmente solamente material fino y ultra fino, tales como arcillas, cienos y material orgánico. Para un floculado con éxito, las densidades de pulpa deberían estar en el intervalo de desde 2-20 % (relación del peso de sólidos a volumen), preferiblemente de 5-10 %.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de unidades de deshidratación de acuerdo con la presente invención, mostradas montadas sobre un remolque.

La Figura 2 es una vista en sección ampliada del canalón mostrado en la Figura 1 mostrando escalones de sólidos de acuerdo con la invención.

La Figura 3 es una vista en planta superior ampliada del canalón mostrado en la Figura 1.

La Figura 4 es una vista en alzado lateral ampliado de una unidad de difusor.

La Figura 5 es una ampliación del detalle mostrado en la Figura 4, mostrando el conjunto de placa de vertido.

La Figura 6 es una vista en alzado frontal ampliado de una unidad de deshidratación rápida con partes abiertas para mostrar el conjunto de la criba de rastreo y difusor.

La Figura 7 es una vista en alzado lateral ampliado de una unidad de deshidratación que muestra la criba de rastreo montada en una posición de uso, con las posiciones de uso y transporte alternas mostradas en líneas discontinuas.

Tal como se muestra en la Figura 1, se pueden emplear múltiples unidades de deshidratación 20 en un sistema de deshidratación 10, cada una teniendo una estructura de soporte 42 que soporta un conjunto de criba de rastreo 44 y difusor 46. En dichos sistemas 10, las cabeceras 82 de la estructura de soporte 42 se pueden extender y reforzar apropiadamente para formar una vía de paso 88 en extremos opuestos de cada unidad del sistema 20. Se pueden montar barandillas de protección 90 emparejadas a lo largo de lados opuestos de las cabeceras 82.

Tal como se muestra en la Figura 6, la estructura de soporte 52 del difusor incluye un elemento de base inferior 92 que interconecta transversalmente un par de elementos de soporte vertical 94. Las partes superiores de los soportes verticales 94 se inclinan hacia el exterior en imágenes especulares para la conexión con el bastidor de la estructura de soporte superior 50 para impartir una configuración global quebrada. Un par de refuerzos en ángulo 96 interconectan las partes inferiores de los elementos de soporte vertical 94 con la base del bastidor del difusor 92. Una placa base 98 generalmente plana se centra sobre la base 92. La placa base se construye preferiblemente de acero de 12 mm (1/2 pulgada).

El conjunto de la criba de rastreo 44 comprende preferiblemente conjuntos de criba posterior y frontal 100 y 102 conectados en una relación de soporte con las bisagras 84 del bastidor en A. Las cribas de rastreo se describen en detalle en la patente de Estados Unidos N° 5.656.174. Cada conjunto de criba de rastreo 44 incluye un bastidor cuadrado abierto 104 que soporta una criba generalmente plana 106 sobre un panel de goteo posterior 107. Se conecta un drenaje 108 con cada esquina inferior del colector de goteo 107 (uno se muestra en la Figura 7) para recibir un aliviadero (no mostrado) para el transporte del filtrado al tanque de compensación 34 (Figura 8).

Un canalón 110, mostrado mejor en las Figuras 2 y 3 se monta sobre pivotes 109 por debajo del margen inferior que mira al exterior de cada bastidor 104 para la recepción del aglomerado del filtrado. Cada canalón 110 incluye un par de paredes laterales 111, una serie de placas escalonadas o escalones 112 que se extienden hacia el interior desde las paredes laterales, y una pared inferior 113. Pueden extenderse hacia el interior un conjunto de placas 112 desde cada una de las paredes laterales 111 tal como se representa en las Figuras 2 y 3, o puede haber múltiples filas de placas 112, tal como se representa en la Figura 9. Las placas 112 son generalmente planas y de configuración cuadrilátera.

Una primera realización alternativa del canalón 110a representado en las Figuras 9 y 10 incluye paredes laterales 111a, y una pared inferior 113a y una serie de placas escalonadas o escalones 112a estando soportado el escalón más central 112a desde las paredes laterales 111a mediante cables tubulares 117a. Una segunda realización alternativa del canalón 110b incluye placas curvadas 112b, que se extienden entre las paredes laterales. Los canalones 110, 110a y 110b se construyen de modo que la pared lateral delantera 111, 111a se extienda hacia arriba para formar una protección anti-salpicaduras 114, o 114b. El canalón 110, o 110b se puede construir para inclinarse hacia un lateral de una unidad de deshidratación 20, o puede converger hacia una abertura central 115. Las placas 112, 112a o 112b se distribuyen uniformemente a lo largo de las paredes laterales 111, a través del centro del canalón 110a y verticalmente de acuerdo con la profundidad del canalón 110, 110a o 110b, de modo que las distancias verticales entre las placas 112, 112a o 112b no superen aproximadamente los 100 mm (4 pulgadas).

Los aglomerados de filtrado caen desde la criba 106 sobre las placas 112, 112a o 112b. Los floculados 31b se recogen sobre una placa 112, 112a o 112b y actúan como un depósito intermedio para la caída de floculados adicionales. Una vez alcanza una carga predeterminada, el aglomerado acumulado se desliza fuera de la placa 112, 112a o 112b y rueda a la siguiente placa inferior 112, 112a o 112b. En esta forma, las placas 112, 112a y 112b interrumpen la caída del aglomerado del filtrado desde la criba 106 a la pared inferior 113, 113a o 113b de modo que la rotura del floculado se minimice. Una vez que el aglomerado alcanza la parte inferior 113, 113a o 113b, el ángulo de inclinación los transporta a la abertura 115. Tanto alternativamente como en adición al canalón 110, 110a o 110b, se puede soportar un transportador (no mostrado) sobre el remolque 40 para transporte al exterior de los aglomerados del filtrado después de que se deslicen fuera de las cribas 106.

Los conjuntos de criba de rastreo 44 están equipados con pares de actuadores electromecánicos o tornillos sin fin 116, mostrados en la Figura 7 para permitir el ajuste del ángulo de los conjuntos de criba 100 y 102 de acuerdo con las características del lodo a ser deshidratado. Actuadores electromecánicos adecuados son fabricados por y se pueden obtener en Duff Norton Company. Un actuador 116 se conecta con cada uno de los márgenes laterales que mira hacia el interior de cada bastidor 104. De esta forma, el ángulo de los conjuntos de criba 100 y 102 se puede ajustar incluso durante la operación de la unidad de deshidratación 20. Se puede conectar también un vibrador (no mostrado) a los bastidores de la criba de rastreo 104 para mejorar la eficiencia del filtrado. Un vibrador preferido proporciona vibración parabólica de las cribas 106 a una velocidad de desde aproximadamente 1300 a aproximadamente 2600 revoluciones por minuto (rpm).

Las cribas de rastreo 106 son de construcción de hilo en cuña, teniendo cada hilo una sección transversal triangular con aberturas entre los hilos de desde aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 0,9 mm. Los hilos en cuña se fijan para subtender un ángulo preseleccionado contra el flujo del lodo que cae de cada criba 106 para ayudar a retener los aglomerados sobre la superficie de la criba 106, con ángulos preferidos de desde aproximadamente 5° a aproximadamente 10°.

La unidad de deshidratación 20, representada en las Figuras 4, 6 y 7, presenta una configuración global con forma de abanico en general que incluye un elevador 46 dispuesto en general verticalmente que tiene una pared frontal 120, una pared posterior 122 y un par de paredes laterales 124 idénticas. El elevador 46 incluye una base 126, generalmente rectangular, una parte media 128 generalmente triangular, y una parte superior 130 generalmente rectangular. Cuando se ve en alzado frontal, la base 126 es relativamente estrecha y la parte superior 130 es sustancialmente más ancha. La base 126 tienen una sección horizontal de una relación de aspecto baja de desde aproximadamente 1:1 a aproximadamente 4:1, y la parte superior 130 tiene una sección horizontal de una relación de aspecto relativamente alta de desde aproximadamente 40:1 a aproximadamente 100:1. La relación de las áreas de sección transversal horizontal de la parte superior 130 a la base 126 es desde aproximadamente 1:1 a aproximadamente 3:1. La parte media 128 tiene un alzado frontal generalmente triangular o trapezoidal, y un alzado lateral que se ahusa hacia arriba.

Cuando se ve en un alzado frontal, la base 126 tiene un ancho relativamente estrecho de aproximadamente 37,5 cm (1 pie y 2,75 pulgadas), y la parte superior 130 tiene un ancho relativamente amplio de aproximadamente 2,44 m (8 pies y 0 pulgadas). Cuando se ve en un alzado lateral, el difusor 46 se ahusa desde una base 126 que tiene un fondo de aproximadamente 16,5 cm (6,5 pulgadas) a una parte superior más estrecha 130 que tiene un fondo de aproximadamente 4,1 cm (1,625 pulgadas). Las dimensiones relativas de los componentes del difusor 46 ilustrados en las Figuras 4 y 6 no son estrictamente proporcionales a las dimensiones reales.

La pared frontal 120 de la base del difusor 126 se abre centralmente para una conexión con la tobera de salida 132 equipada con una brida 134 que se expande radialmente, estructura que colectivamente define una entrada 136 para la recepción de una corriente de lodo floculado. En la realización preferida, la entrada 136 es transversal al elevador 46. Dicha construcción imparte una rotura incrementada al lodo, manteniendo de ese modo los floculados uniformemente suspendidos, e impidiendo la sedimentación local. El elevador 46 se construyó preferiblemente de una chapa metálica de galga 10 que tenía un grosor de aproximadamente 0,05 mm. La tubería 132 se construye preferente de acero al carbono (SCH. 40) con un diámetro preferido de aproximadamente 25,4 cm (10 pulgadas).

La parte del difusor superior 130 termina en un cerco 138 que define una ranura de salida alargada y estrecha 139 que tiene un par de elevaciones de extremo rectas 140 contiguas con los laterales 124 del difusor 46. Las elevaciones del extremo 140 se proyectan hacia arriba por encima del cerco 138 en aproximadamente 7,6 cm (3 pulgadas) y se construyen del mismo material que el difusor 46. Un conjunto de placa de vertido 141 incluye un par de placas de vertido 142 con forma de V en general que transcurren paralelas a y aproximadamente a 7,6 cm (3 pulgadas) por debajo del cerco 138. Las placas de vertido 142 se extienden hacia abajo en una distancia de aproximadamente 10,2 cm (4 pulgadas). Se conecta un separador 144 generalmente plano con una superficie difusora frontal o posterior 120 o 122 respectiva en una relación de separación paralela con el cerco 138. Una placa en cuña 146 generalmente plana se conecta con el separador 144 en una relación de solape. En esta forma, el separador 144 y la cuña 146 forman cooperativamente una ranura 148 para la recepción del soporte de una patilla de la placa de vertido 142 en contacto con una superficie frontal o posterior 120 o 122 respectiva de la parte superior 130 del difusor 46. La distancia de la placa de vertido 142 desde el cerco 138 se puede ajustar en alguna manera para la nivelación mediante el movimiento vertical de la placa de vertido 142 dentro de la ranura 148. El separador 144 sirve como un tope para limitar la extensión del movimiento hacia abajo de la placa de vertido 142.

Las placas de vertido 142 subtienden un ángulo de desde aproximadamente 30° a aproximadamente 60° desde la horizontal. En realizaciones preferidas, este ángulo coincide con el del conjunto de criba de rastreo 44, generalmente de aproximadamente 40° a aproximadamente 55°, preferiblemente de aproximadamente 45° a aproximadamente 50°. Las placas de vertido 142 se construyen preferiblemente de chapa metálica de galga 10 que tiene un grosor de aproximadamente 0,05 mm, y se extienden en la longitud completa de las paredes frontal y posterior 120 y 122 del elevador 46.

Con referencia ahora a la Figura 8, un método para deshidratación a alta velocidad de lodos de acuerdo con la invención incluye las etapas de medición constante o continuamente de uno o ambos de caudal 12 y densidad de pulpa 14 de la corriente de lodo, añadiéndole al lodo una cantidad de un agente floculante que se determina de acuerdo con las mediciones de caudal y/o densidad de pulpa y sometiendo el lodo a un proceso de deshidratación 20. Con más detalle, el lodo a ser deshidratado de acuerdo con el sistema y método 10 de la invención se puede obtener mediante el dragado tal como se describe en la Patente de Estados Unidos N° 5.656.174. Los expertos en la técnica apreciarán que el método de la invención se puede emplear en conjunto con sistemas de dragado hidráulico que emplean una dragadora hidráulica de barrena o fresadora para retirar el fango de la parte inferior de una vía de agua. Se pueden emplear también sistemas de dragadoras mecánicas que utilizan una retroexcavadora o la denominada "cuchara de almeja" o una línea de dragado. El fango se puede obtener también por gravedad, por ejemplo por el lavado de abrevaderos a través de un drenaje a un pozo o sumidero. El material de dragado se diluye entonces con agua desde la vía de agua para formar un lodo 22 para facilitar el bombeo a un lugar de tratamiento.

El lodo 22 se puede tratar previamente mediante la descarga sobre una criba gruesa (no mostrada) de auto-limpieza para la retirada de residuos grandes. Una criba de ejemplo es de construcción de 2000-595 micrómetros (10-30 malla) con aberturas de tamiz de aproximadamente 0,59-2,0 milímetros para la retirada de grandes desechos. El lodo que fluye bajo la criba gruesa se puede bombear o suministrar por gravedad sobre una criba vibratoria media

24, por ejemplo, de 841-149 micrómetros (20-100 malla) con aberturas de tamiz de aproximadamente 0,149-0,84 milímetros, preferiblemente de 595-177 micrómetros (30-80 malla) con aberturas de tamiz de aproximadamente 0,177-0,59 milímetros para la retirada de materiales de desprendimiento de tamaño medio, tal como grava fina, esquistos y arena gruesa. Las cribas adecuadas se pueden obtener en Derrick Equipment Corporation o Linatex Equipment Corporation.

Si el lodo contiene material fino con elevada gravedad específica que no se adhiere a un floculante, tal como arena fina, entonces es ventajoso tratar previamente adicionalmente el lodo usando un hidrociclón 24 para retirar este material. El material de elevada gravedad específica se gira al lateral del cuerpo del hidrociclón y se descarga a través de la parte inferior del cono. Alternativamente, el lodo se puede bombear directamente a un hidrociclón 24, sin un cribado previo.

Tras el tratamiento previo mediante cribado y/o mediante hidrociclón 24, el lodo residual debería comprender solamente materiales finos y ultrafinos, tales como arcillas, cienos y composiciones orgánicas que son adecuadas para el paso al interior de la unidad de deshidratación 20. Para conseguir una floculación con éxito, la densidad de pulpa relativa del lodo debería estar en el intervalo de desde aproximadamente 2 % a aproximadamente 20 % en volumen, y preferiblemente de desde el 5 % a aproximadamente el 10 % en volumen.

La velocidad del flujo del lodo y la densidad de la pulpa se someten a mediciones constantes o continuas cuando la corriente pasa desde la criba de tratamiento previo y/o hidrociclón 24 a una unidad de mezcla 18. Se emplea generalmente un caudalímetro Doppler 12 para medir el caudal del lodo. Entre los dispositivos adecuados está el Greyline PDFM-IV, disponible en Greyline Instruments, Inc. y el caudalímetro Doppler ultrasónico CS disponible en Compu-Flow. Se emplea un tubo de Coriolis 14 para determinar la densidad de pulpa mediante medición de la densidad del lodo. Alternativamente, se puede usar un densímetro nuclear.

Las lecturas desde el caudalímetro 12 y el dispositivo de medición de densidad de pulpa 14 se comunican electrónicamente a un controlador lógico programable 16 (PLC) o lógica de control, que puede incluir circuitería y software. Un PLC adecuado 16 es el PLC T1, disponible en Toshiba. El PLC 16 se programa con un algoritmo predeterminado de acuerdo con las características del lodo particular a ser procesado. El PLC 16 usa el algoritmo para calcular la cantidad de agente floculante necesario para una floculación óptima del lodo de acuerdo con las lecturas apropiadamente escaladas desde el caudalímetro 12 y la medición de densidad de pulpa 14.

El PLC 16 transmite una señal que actúa sobre una bomba de desplazamiento positivo 28 para transferir una cantidad calculada de agente floculante polímero desde el depósito de polímero 30 al lodo. Se prefiere una bomba de tipo de medición. Entre los dispositivos adecuados están las bombas de medición Moyno (RTM). El PLC 16 actúa sobre la bomba de medición 28 para funcionar a un número predeterminado de revoluciones por minuto y de ese modo añadir la cantidad calculada de agente floculante de acuerdo con el caudal y la densidad de pulpa. En realizaciones preferidas, se emplea una bomba de etapas de inyección de orificios múltiples del tipo de "halo" circular (no mostrada) para proporcionar una adición uniforme del agente floculante a la corriente del lodo. Dicha adición uniforme mejora el contacto inicial entre el polímero y los sólidos y mejora la floculación. Los expertos en la técnica apreciarán que el polímero se puede inyectar en línea dentro de la corriente del lodo cuando pasa desde el agitador/hidrociclón 24 al mezclador 18, o se puede inyectar dentro del lodo cuando alcanza el mezclador 18.

El PLC 16 está también en comunicación electrónica con el mezclador 18, para la actuación del mezclador 18 para mezclar el lodo siempre que las bombas de desplazamiento positivo 28 estén en funcionamiento. Se prefiere un mezclador dinámico 18. Un mezclador simple de ejemplo 18 incluye una paleta de tres álabes (no mostrada) y un reóstato para un control ajustable de la velocidad de mezcla de acuerdo con las características del lodo a ser deshidratado. La velocidad de mezcla se puede ajustar para una floculación eficiente del lodo de fango. Si la velocidad de mezcla es demasiado lenta, el agente floculante se dispersará insuficientemente. Si la velocidad de mezcla es demasiado rápida, los floculados en formación se romperán.

Un agente floculante comprende preferiblemente una composición de polímero aniónico, catiónico o no iónico. Los polímeros catiónicos no son preferidos allí donde el agua filtrada se ha de devolver al ambiente, debido a que pueden ser tóxicos para los peces. Los agentes floculantes particularmente preferidos comprenden una poli(acrilamida) o una mezcla de poli(acrilamidas). Se prefiere el uso de la composición de polímero en un estado seco, aunque se pueden emplear emulsiones líquidas. Son especialmente preferidos los polímeros secos con capacidad de hidratación rápida. Los polímeros se rehidratan previamente a la adición mediante la bomba 28 al interior de la corriente de lodo. Se prefiere especialmente el uso de agua recuperada del proceso de deshidratación para la rehidratación del polímero seco.

La floculación comienza tras la adición del floculante, y continúa cuando la corriente de lodo se traslada desde el mezclador 18 a la unidad de deshidratación 20. En un método de deshidratación a alta velocidad particularmente preferido de acuerdo con la invención, la corriente de lodo se divide a continuación de la adición del agente floculante en una pluralidad de corrientes paralelas de procesamiento, cada una suministrada a una unidad de deshidratación 20 que tiene conjuntos de criba de rastreo 44. El número de corrientes paralelas dependerá del rendimiento deseado. Se pueden alcanzar rendimientos de hasta $0,30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (5000 gal US/min) usando cuatro

corrientes.

La unidad de deshidratación 20 se puede montar sobre el medio de transporte, tal como un remolque 40 o una barcaza (no mostrada). El conjunto de criba de rastreo 44 y el difusor 46 se monta sobre bastidores de soporte 48, 50 y 52, que a su vez se montan de modo ajustable sobre el medio de transporte. Se usan actuadores 86 para alzar la unidad 20 con relación al medio de transporte 40 desde una posición de almacenamiento a una posición de operación que permite que los sólidos se retiren de las cribas de rastreo 106 por medio de la gravedad. Una vez que se ha alzado la unidad 20 a una posición de operación, la corriente del lodo floculado se suministra desde el mezclador 18 al difusor 46 de la unidad de deshidratación 20.

La configuración con forma de abanico descrita previamente del difusor 46 permite el suministro de una corriente de lodo floculado uniformemente distribuido sobre las cribas de rastreo 106. Esto da como resultado un uso eficiente de la totalidad de la superficie de cada criba 106, sin los problemas de atasco que están asociados con sistemas de la técnica anterior. Ventajosamente, el rendimiento del sistema 10 se mejora sustancialmente. En la realización preferida, la entrada 136 de la corriente de lodo floculado es transversal a un conducto de suministro (no mostrado). Esto imparte un choque incrementado al lodo floculado, manteniendo de ese modo los floculados suspendidos uniformemente en el líquido, e impidiendo la sedimentación dentro del difusor 46. El lodo floculado se alza dentro de un conjunto de difusor desde la entrada 136 y se vierte a través de la ranura de salida 139 y sobre las placas de vertido 142 sobre los conjuntos de criba de rastreo 100 y 102.

Los ángulos de los conjuntos de criba de rastreo 100 y 102 pueden ajustarse a un ángulo predeterminado usando los actuadores electromecánicos 116. El ángulo en el que se fija cada criba de rastreo 106 coincide preferiblemente con el de las placas de vertido 142 del difusor, concretamente desde aproximadamente 30° a aproximadamente 60°, preferiblemente desde aproximadamente 40° a aproximadamente 45°, más preferiblemente desde aproximadamente 45 a aproximadamente 50° desde la horizontal. El ángulo de las cribas de rastreo 106 se puede determinar de acuerdo con la composición de los sólidos suspendidos, de modo que el material deshidratado, floculado se deslizará fuera de las cribas de rastreo 106 sin una expresión de energía que rompería los aglomerados floculados formados en el filtro. Mientras que cada una de las cribas de rastreo 106 se puede fijar independientemente en un ángulo diferente, se prefiere fijar las cribas de rastreo 106 en un único ángulo a lo largo de la longitud de cada lado de un banco de unidades 20 ensambladas. Preferiblemente, se emplea una única sección de criba 106 a lo largo de cada lado de un bastidor en A 74.

El lodo floculado se filtra mediante las cribas de rastreo 106 para permitir tener aglomerado del filtrado sólido 31 y una contracorriente de filtrado. Los floculados filtrados se acumulan sobre la superficie de una criba de rastreo 106 respectiva y a continuación ruedan hacia abajo de la superficie de la criba 106, en un efecto de bola de nieve. El floculado filtrado sale de la criba 106 con una consistencia que se asemeja a la del queso fresco. En la realización preferida, el elevador 46 se monta sobre bastidores de soporte 48, 50 y 52 que se montan de modo ajustable sobre el medio de transporte, de modo que se pueda elevar y articular el difusor 46 completo para permitir que los sólidos caigan al interior del canalón 110, 110a o 110b y sobre las escaleras de sólidos 112, 112a o 112b. Desde el canalón 110, 110a o 110b los sólidos pasan hacia abajo sobre un aliviadero de distribución o cinta transportadora (no mostrada) para la retirada hacia una prensa de bandas 32 para la etapa de deshidratación adicional. La deshidratación adicional mediante la prensa de bandas 32 permite que un producto esté suficientemente seco como para permitir su fácil desechado. Se prevé que el aglomerado del filtrado se pueda vender como un producto de tierra de cultivo. En el caso de que el material en el canalón 110, 110a o 110b incluya material inapropiadamente floculado, un operador canaliza el flujo desde el canalón 110, 110a o 110b al interior de un tanque de reciclado.

El contraflujo del filtrado se transporta desde el elevador 46 a través de los drenajes 108 a un tanque de compensación 34. La densidad de la pulpa del filtrado en el tanque de compensación 34 se somete a una medición constante y continua mediante el dispositivo de medición de la densidad de pulpa 14 y las mediciones se comunican al PLC 16. Estas mediciones se pueden usar solas o se pueden integrar con las mediciones de la densidad de pulpa tomadas desde la corriente de lodo para calcular la cantidad de agente floculante necesario para la floculación óptima del lodo.

El filtrado se puede clarificar adicionalmente a través de cualquiera de un número de medios de tratamiento secundarios 38, que incluyen la decantación y el filtrado. La decantación se puede conseguir por medio de un clarificador de nervaduras en pico o pendiente (no mostrado), o mediante el uso del denominado tanque de fragmentación (no mostrado). La filtración adicional se puede llevar a cabo usando un filtro de arena o un filtro de carbón (ninguno mostrado). El agua clarificada se puede devolver al ambiente, por ejemplo, a la vía de agua que está siendo dragada.

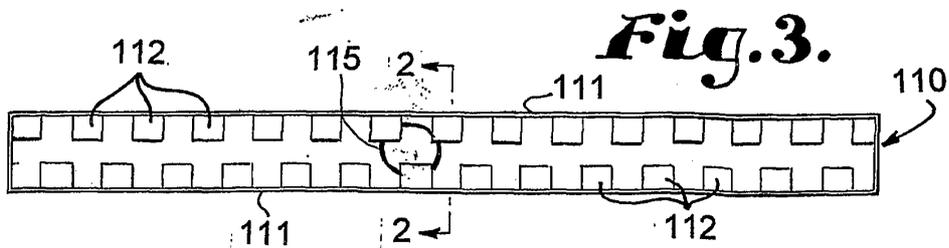
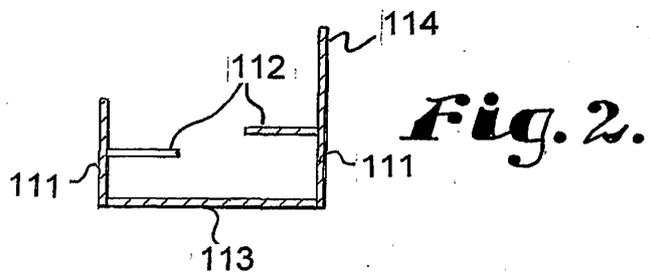
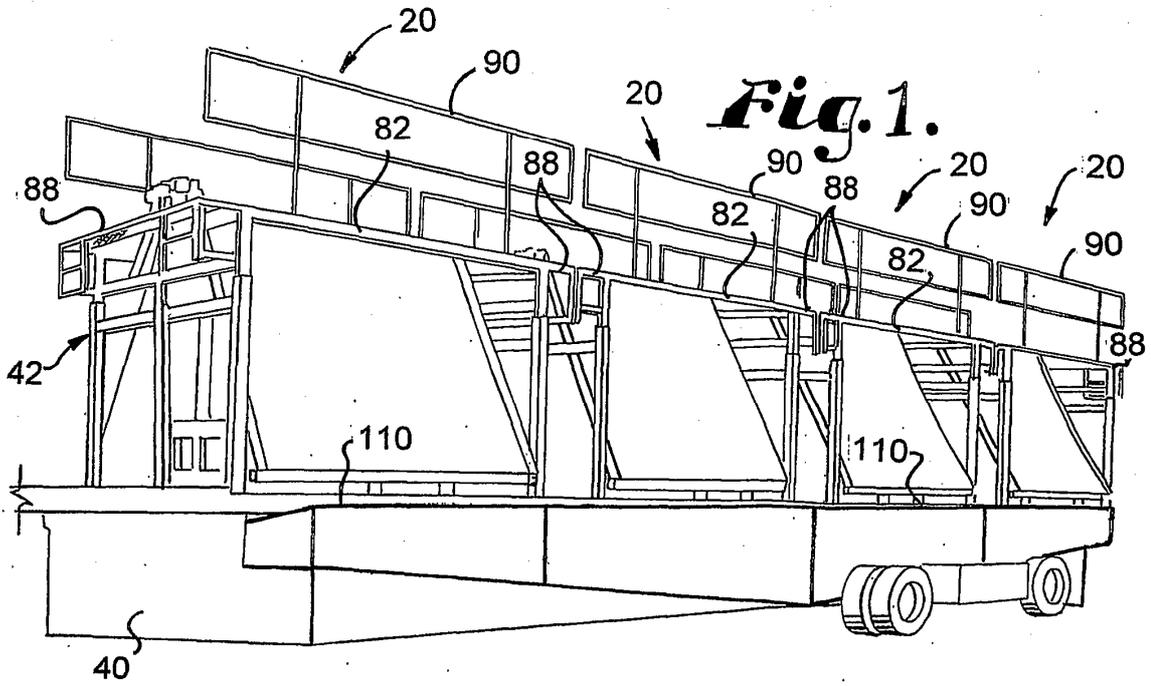
REIVINDICACIONES

1. Un difusor (46) para el suministro de una corriente de lodo floculado a una criba de rastreo, que comprende un conducto dispuesto verticalmente que se eleva desde una base (126) que tiene una entrada (136) para la corriente de lodo floculado hasta una parte superior (130) donde la corriente de lodo floculado se suministra a la criba de rastreo, teniendo dicho conducto un área de sección horizontal que permanece constante o se incrementa desde dicha base (126) a dicha parte superior (130), y una relación de aspecto en una sección horizontal que se incrementa desde dicha base (126) a dicha parte superior (130), en el que dicha base (126) tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 1:1 a 4:1, y dicha parte superior (130) tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 40:1 a 100:1, siendo la relación de las áreas de la sección horizontal en la parte superior (130) y la base (126) de 1:1 a 3:1.
2. Un difusor (46) de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene en general forma de abanico y que, en un alzado frontal, se eleva desde una base (126), a través de una parte media triangular (128), hasta una parte superior (130) que es más ancha que la base (126) y, en un alzado lateral, se ahusa desde una base (126) a una parte superior (130) más estrecha.
3. Un difusor (46) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la base (126) y la parte superior (130), tanto en el alzado frontal como en el alzado lateral, son rectangulares.
4. Un difusor (46) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la entrada (136) para la corriente de lodo floculado es transversal al conducto.
5. Un difusor (46) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente rebordes (142) dispuestos en paralelo a y por debajo del cerco (138) de la parte frontal y posterior de la parte superior (130) del difusor, que se extienden hacia abajo en un ángulo de desde 30 a 60° desde la horizontal.
6. Un método de deshidratación de una corriente de lodo, que comprende las etapas de:
- (a) determinación constante o continua de uno o más parámetros;
 - (b) adición de un agente floculante a la corriente de lodo en respuesta al parámetro o parámetros determinados;
 - (c) mezcla del agente floculante con el lodo para poder tener una corriente de lodo floculado;
 - (d) suministro del lodo floculado a través de un difusor (46) sobre una criba de rastreo (44); y
 - (e) filtrado del lodo floculado a través de la criba de rastreo (44) para poder tener sólidos y un filtrado;
- en el que los parámetros son: el caudal del lodo; la densidad de la pulpa del lodo; y la densidad de pulpa del filtrado, y en el que el difusor (46) comprende un conducto dispuesto verticalmente que se eleva desde una base (126) que tiene la entrada (136) para la corriente del lodo floculado hacia una parte superior (130) en donde la corriente de lodo floculado se suministra a la criba de rastreo (44), teniendo dicho conducto un área de sección horizontal que permanece constante o se incrementa desde dicha base (126) a dicha parte superior (130), y una relación de aspecto en una sección horizontal que se incrementa desde dicha base (126) a dicha parte superior (130), en el que dicha base (126) de dicho difusor (46) tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 1:1 a 4:1, y dicha parte superior de dicho difusor (46) tiene una sección horizontal de relación de aspecto de 40:1 a 100:1, siendo la relación de las áreas de la sección horizontal en la parte superior (130) y la base (126) de 1:1 a 3:1.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el difusor (46) tiene en general forma de abanico y que, en un alzado frontal, se eleva desde una base (126), a través de una parte media triangular (128), hasta una parte superior (130) que es más ancha que la base (126) y, en un alzado lateral, se ahusa desde una base (126) a una parte superior (130) más estrecha.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la base (1126) y la parte superior (130) del difusor, tanto en el alzado frontal como en el alzado lateral, son rectangulares.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la entrada (136) para la corriente de lodo floculado es transversal al conducto.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el difusor (46) comprende adicionalmente rebordes (142) dispuestos en paralelo a y por debajo del cerco (138) de la parte frontal y posterior de la parte superior (130) del difusor, que se extienden hacia abajo en un ángulo de desde 30 a 60° en relación a la horizontal.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los parámetros determinados en la etapa (a) son el caudal del lodo y/o la densidad de pulpa del lodo.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que los parámetros determinados en la etapa (a) son el caudal del lodo y la densidad de pulpa del lodo.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el caudal del lodo se determina por medio de un caudalímetro Doppler (12) o un tubo de Coriolis (14).
- 5 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la adición del agente floculante se consigue por medio de una bomba de desplazamiento positivo (28).
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la mezcla en la etapa (c) se controla en respuesta al parámetro o parámetros determinados.
- 10 16. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la mezcla en la etapa (c) se consigue por medio de un mezclador dinámico (18).
17. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho agente floculante comprende un polímero aniónico, catiónico o no iónico, o una poliacrilamida o una mezcla de poliacrilamidas.
- 15 18. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha criba de rastreo (44) comprende dos cribas montadas en un bastidor en A (74).
- 20 19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicha criba de rastreo (44) se fija en un único ángulo a lo largo de la longitud completa de cada criba.
20. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dicha criba de rastreo (44) comprende una única sección de criba en cada lado del bastidor en A (74).
- 25 21. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dicho ángulo es desde 30 a 60° respecto a la horizontal.
22. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha criba de rastreo (44) tiene aberturas de desde 0,5 a 0,9 mm.
- 30 23. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el que las cribas (44) se montan de modo articulado en el vértice de un bastidor en A (74).
24. Un método de acuerdo con la reivindicación 23, en el que las cribas (44) están provistas de actuadores electromecánicos para ajustar el ángulo de cribado.
- 35 25. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la criba de rastreo (44) está provista de un vibrador para mejorar la eficiencia de la filtración.
- 40 26. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende adicionalmente la etapa de:
- (f) clarificación adicional del filtrado.
- 45 27. Un método de acuerdo con la reivindicación 26, que comprende adicionalmente la etapa de:
- (g) deshidratación adicional de los sólidos.
29. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la adición del agente floculante está controlada por un control de lógica programable (16) en comunicación con los medios para determinar el parámetro o los parámetros, y en comunicación con los medios para la adición del agente floculante.
- 50 30. Un método de acuerdo con la reivindicación 29, en el que la mezcla se controla también mediante el control de lógica programable (16) que está también en comunicación con el mezclador (18).
- 55 31. Un aparato para la deshidratación de una corriente de lodo, que comprende:
- (i) medios (12, 14) para determinar constante o continuamente uno o más parámetros;
- (ii) medios (28) para añadir el agente floculante al lodo;
- (iii) medios (28) que responden al parámetro o parámetros determinados para controlar la tasa de adición del agente floculante mediante el medio de adición;
- 60 (iv) un mezclador (18) para mezclar el agente floculante con el lodo para generar una corriente de lodo floculado;
- (v) una criba de rastreo (44) para filtrar el lodo floculado para permitir tener sólidos y un filtrado; y
- (vi) un difusor (46) para suministrar el lodo floculado sobre la criba de rastreo; en donde los parámetros son: el caudal del lodo; la densidad de pulpa del lodo; y la densidad de pulpa del filtrado, y en donde el difusor está de
- 65 acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

32. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, que comprende medios (12, 14) para determinar el caudal del lodo y la densidad de pulpa del lodo.
- 5 33. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dichos medios para determinar el caudal del lodo comprenden un caudalímetro Doppler (12) o un tubo de Coriolis (14).
34. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dichos medios para la adición del agente floculante comprenden una bomba de desplazamiento positivo (98).
- 10 35. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dichos medios para el control (16) de la tasa de adición del agente floculante comprenden un control lógico programable en comunicación con el medio (12, 14) para determinar el parámetro o los parámetros, y en comunicación con el medio (28) para la adición del agente floculante.
- 15 36. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dicho mezclador (18) está en comunicación con el medio (28) para el control de la tasa de adición del agente floculante.
37. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dicho mezclador (28) es un mezclador dinámico.
- 20 38. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dicha criba de rastreo (44) comprende dos cribas montadas sobre un bastidor en A (74).
39. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 38, en el que dicha criba de rastreo (44) se fija en un único ángulo a lo largo de la longitud completa de cada criba.
- 25 40. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 39, en el que dicha criba de rastreo (44) comprende una única sección de criba en cada lado del bastidor en A (74).
41. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 40, en el que dicho ángulo es desde 30 a 60° respecto a la horizontal.
- 30 42. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que dicha criba de rastreo (44) tiene aberturas de desde 0,5 a 0,9 mm.
43. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que las cribas se montan de modo articulado en el vértice del bastidor en A (74).
- 35 44. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 43, en el que las cribas (44) están provistas de actuadores electromecánicos para ajustar el ángulo de cribado.
- 40 45. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que la criba de rastreo (44) está provista de un vibrador para mejorar la eficiencia de la filtración.
46. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, que comprende adicionalmente un canalón alargado (110, 110a, 110b) para la recogida de aglomerados de filtrado desde la criba de rastreo (44).
- 45 47. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que el conjunto que comprende el difusor (46) y la criba de rastreo (44) está montado sobre un soporte, estando montado el soporte de modo ajustable sobre un medio de transporte (40), de modo que el conjunto se pueda mover con relación al medio de transporte (40) de modo que permita que los sólidos se retiren de la criba de rastreo por medio de la gravedad.
- 50 48. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 47, en el que los medios para el movimiento del conjunto comprenden uno o más actuadores o gatos electromecánicos (116).
49. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 47, en el que el medio de transporte es una barcaza o un remolque (40).
- 55 50. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 46, en el que dicho canalón alargado (110) está acoplado de modo pivotante con dicha criba de separación (44) para permitir el ajuste de un ángulo de reposo de dicho aglomerado de filtrado dentro de dicho aparato.
- 60 51. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 50, en el que:
- 65 dicha pared inferior (113) se inclina hacia abajo hacia una abertura (115) para permitir que dicho aglomerado de filtrado fluya al exterior de dicho aparato;
dichas paredes laterales (111) se extienden hacia abajo hacia dicha abertura; y
por lo que dicho aparato tiene una profundidad mayor adyacente a dicha abertura (115) que en un extremo

opuesto a dicha abertura, debido a la inclinación hacia abajo de dicha pared inferior en cooperación con dichas paredes laterales.



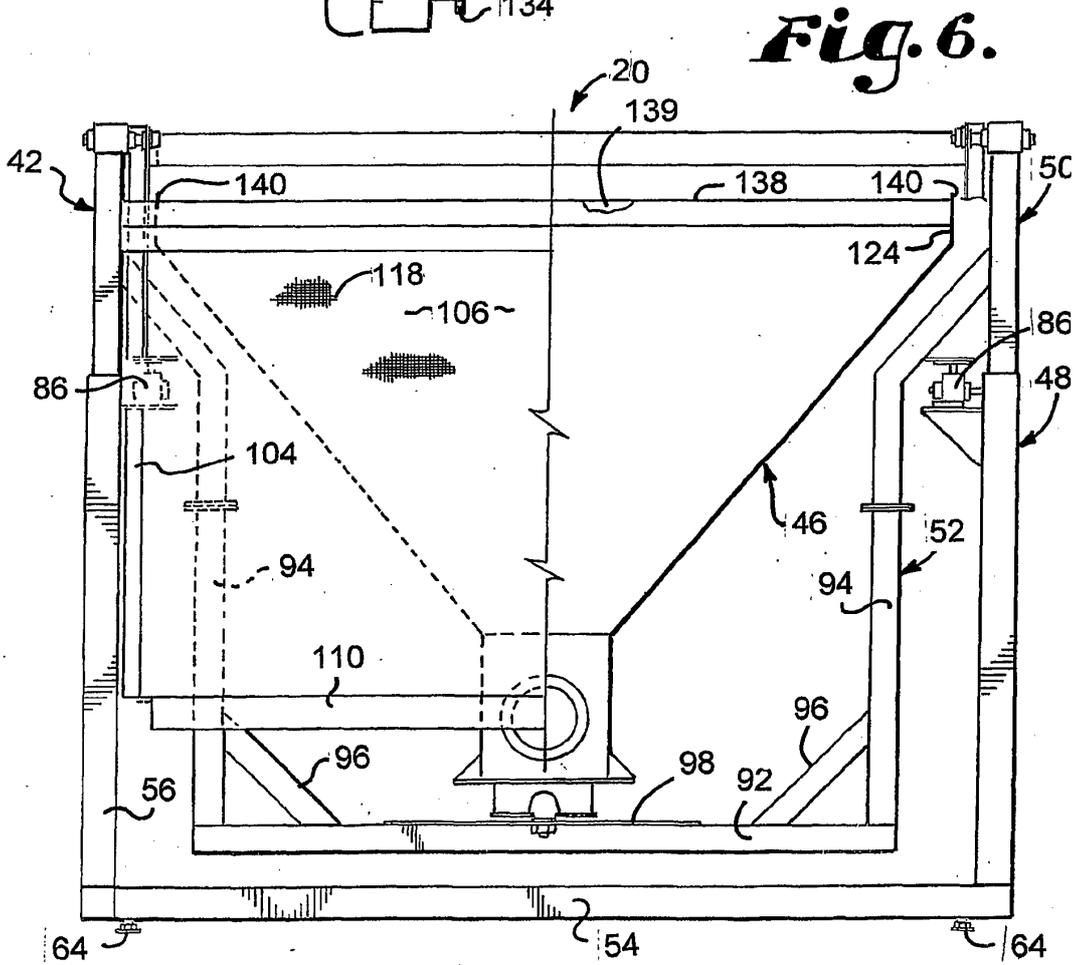
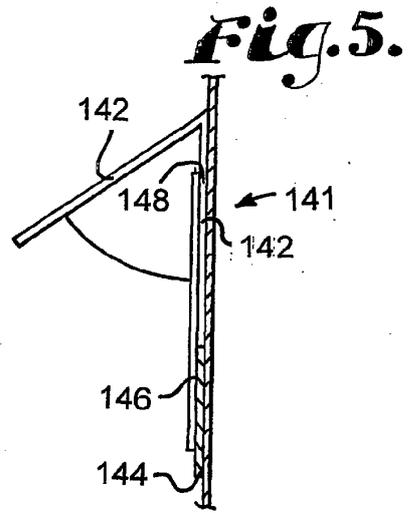
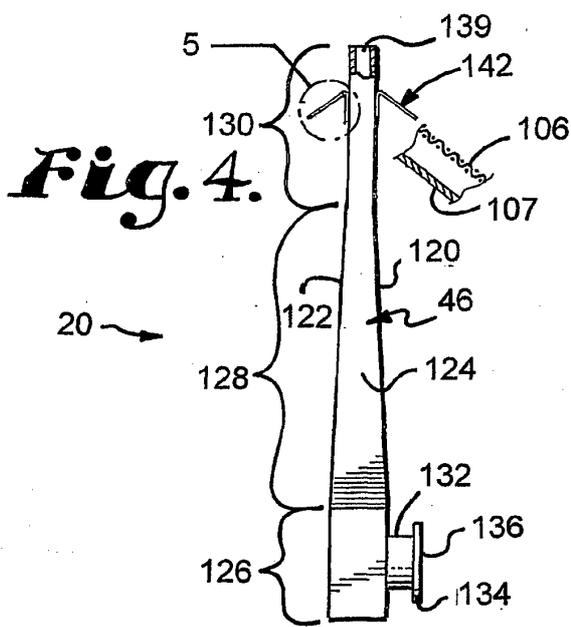


Fig. 8.

