

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 429**

51 Int. Cl.:

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 103/00 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2013 PCT/US2013/031430**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14065859**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2013 E 13849847 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2909147**

54 Título: **Sistemas de desbordamiento de agua residuales**

30 Prioridad:

22.10.2012 US 201261716663 P

24.10.2012 US 201261717865 P

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

21.05.2019

73 Titular/es:

**EVOQUA WATER TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
210 Sixth Avenue, Suite 3300
Pittsburgh, PA 15222, US**

72 Inventor/es:

**WOODARD, STEVEN E.;
RODRIGUEZ, PAUL M. y
BISHOP, ANDREW G.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 713 429 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

Sistemas de desbordamiento de agua residuales

Campo de tecnología

5 Se proporciona un sistema el tratamiento de aguas residuales. El sistema de tratamiento de aguas residuales permite el tratamiento efectivo de aguas residuales durante condiciones que pueden provocar un flujo de aguas residuales aumentado con respecto al sistema.

Compendio

10 Determinadas realizaciones para una mejor comprensión de la presente invención y que no forman parte de la invención reivindicada proporcionan un método de tratamiento de aguas residuales que comprende la introducción de una primera corriente de aguas residuales en un primer biorreactor para proporcionar un primer licor mezclado y la introducción de una segunda corriente de aguas residuales en un segundo biorreactor para proporcionar un segundo licor mezclado. El método comprende además la separación del primer licor mezclado en un primer clarificador para proporcionar un primer efluente tratado y un primer lodo activado, así como la separación del segundo licor en un segundo clarificador para proporcionar un asegundo efluente y un segundo lodo activado. El método comprende además introducir un lastre en al menos uno del segundo lodo activado y del segundo biorreactor para proporcionar un lodo activado lastrado.

20 Determinadas realizaciones de la presente invención proporcionan un sistema para el tratamiento de aguas residuales que comprende un biorreactor que comprende una primera entrada conectada de manera hidráulica a una fuente de aguas residuales y una segunda entrada conectada de manera hidráulica a la fuente de aguas residuales mediante una tubería de derivación de aguas residuales y posicionada aguas abajo de la primera entrada. El sistema comprende además una zona de contacto adyacente a la segunda entrada y definida por al menos una porción de una pared del biorreactor, aguas abajo de la segunda entrada, en donde la zona de contacto se encuentra sobre el extremo de efluente de licor mezclado del biorreactor y una salida de licor mezclado lastrado conectada de manera hidráulica con la zona de contacto y aguas abajo de la zona de contacto.

25 El sistema comprende además un clarificador conectado de manera hidráulica corriente abajo de la salida del biorreactor. El clarificador comprende una salida de efluente tratado y una salida de lodo activado lastrado. El sistema comprende además un subsistema de lastre conectado de manera hidráulica aguas abajo del clarificador.

30 El subsistema de lastre comprende un sistema de recuperación de lastre conectado de manera hidráulica al lodo activado lastrado del clarificador y una fuente de lastre que comprende lastre recuperado del sistema de recuperación de lastre o lastre recuperado y lastre fresco conectada de manera hidráulica al biorreactor.

35 Se proporciona un método de tratamiento de aguas residuales que usa el sistema de la invención reivindicada que comprende la introducción de una primera porción de aguas residuales en una primera entrada de un biorreactor y la introducción de una segunda porción de las aguas residuales en una segunda entrada del biorreactor. La segunda entrada se posiciona aguas abajo de la primera entrada. El método comprende además la introducción de un lastre en el biorreactor y la separación de un licor mezclado lastrado generado en el biorreactor para proporcionar un efluente tratado y un lodo activado lastrado en el clarificador. El método comprende además separar el lodo activado lastrado para proporcionar un lastre recuperado y un lodo activado residual.

Descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos no están previstos para estar dibujados a escala. Para fines de claridad, no se puede etiquetar cada componente en los dibujos, ni ningún componente de cada realización de la descripción que se muestra donde la ilustración no resulta necesaria para permitir que los expertos en la técnica comprendan la descripción.

En los dibujos:

45 La FIG. 1A presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en modo operativo de acuerdo con una o más realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada;

La FIG. 1B presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en modo de movilización de acuerdo con una o más realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada;

50 La FIG. 1C presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en modo de desmovilización de acuerdo con una o más realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada;

La FIG. 2 presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo de acuerdo con una o más realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada;

La FIG. 3 presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas de acuerdo con una o más realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada; y

La FIG. 4 presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza una derivación de acuerdo con una o más realizaciones de la descripción.

5 Descripción detallada

Un flujo de aguas residuales elevado que proviene de acontecimientos con un flujo elevado puede provocar una cantidad de problemas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. El agua de desagües de tormentas puede, en algunos casos, mezclarse con aguas residuales lo que da como resultado un gran aumento en volumen durante, por ejemplo, un caso de tormenta o lluvia. Cuando esto ocurre, a menudo gran parte del exceso de aguas residuales no se somete a tratamiento y simplemente se descarga dando como resultado problemas de contaminación en vías fluviales naturales incluidos ríos, bahías y estuarios. En estas condiciones, se superan los límites de descarga de diversos contaminantes.

La presente descripción proporciona un sistema para permitir que las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes que se puedan encontrar con problemas durante acontecimientos de flujo elevado tales como flujos de aguas de tormentas de moderados a graves y otros casos de lluvia proporcionen un tratamiento secundario a flujos aumentados, incluidos flujos máximos y de pico, sin rendirse a derivar completamente a un tratamiento secundario o instalar un nuevo almacenamiento en tanques costoso. La descripción puede proporcionar unos ahorros en costes significantes y una reducción del impacto ambiental en comparación con las alternativas actualmente disponibles y sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales. El documento US 4 735 725 A describe un proceso de tratamiento de depuración biológico con un sistema de recuperación de lastre conectado de manera hidráulica con un clarificador. El documento US 2010/213123 A1 describe un sistema de lastre conectado de manera hidráulica aguas abajo de dos SBR y un subsistema de recuperación de lastre conectado de manera hidráulica con la salida de lodo lastrado del SBR. El documento US 2007/163955 A1 describe una combinación de un proceso de floculación lastrado de lodo activado con un proceso de floculación lastrado, con los dos procesos operados en paralelo para manipular elevados caudales de desbordamiento del sistema lastrado y retirar en particular sólidos suspendidos. El documento JP 4 551650 B2 describe una combinación de un proceso de floculación lastrado de lodo activado en una única línea de proceso, con un tanque biológico que tiene dos entradas para alimentar tanto el sobrenadante como efluente que proviene de un proceso de flotación como el efluente líquido que proviene de la digestión anaeróbica y desaguado del lodo extraído a partir del mismo proceso de flotación.

La presente descripción puede permitir que los sistemas de lodo activado traten flujos con picos más altos procedentes de acontecimientos de tormentas que pueden dar como resultado un asentamiento más rápido de sólidos, unas tasas de carga de sólidos de clarificador reducidas, una cinética de biorreactor mejorada, una pérdida de sólidos reducida y pérdida asociada de contaminantes procedentes de clarificadores secundarios y una derivación secundaria reducida de flujo en tiempo húmedo. El sistema descrito puede proporcionar una cantidad de ventajas sobre los tratamientos actuales.

Por ejemplo, al incorporar un sistema de biomasa lastrado en un sistema de tratamiento de aguas residuales, se puede producir licor mezclado lastrado que permite un asentamiento más rápido que otros tratamientos convencionales y puede acomodar tasas de carga de clarificador secundario apreciablemente más altas. El tratamiento se puede mejorar ya que las aguas residuales no tendrían que derivarse completamente alrededor de un tratamiento secundario para mantener tasas de carga aceptables en el clarificador secundario. Además de una retirada de sólidos suspendidos totales (SST) mejorada, una demanda biológica de oxígeno (DBO), también se puede mejorar las retiradas de fósforo y nitrógeno mediante el tratamiento biológico y retirada de sólidos biológicos que provienen del efluente tratado. Los sólidos biológicos reducidos pueden dar como resultado una desinfección más eficaz tanto en sistemas a base de cloro como a base de UV.

Determinadas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada están previstas para proporcionar tratamiento secundario de agua pluvial que fluye en instalaciones de tratamiento de aguas residuales existentes utilizando un sistema de tratamiento biológico lastrado en reposo y una serie de tanques fuera de línea.

En determinadas realizaciones que no forman parte de la presente invención puede usarse un sistema de tratamiento biológico lastrado en reposo para proporcionar un tratamiento de aguas pluviales dentro del almacenamiento en tanques existentes mediante el uso de un pequeño sistema de recuperación para retirar lentamente lastre después de que el flujo de la tormenta se haya apaciguado. En este caso, el lastre recuperado, tal como magnetita, puede almacenarse en un tanque de suspensión. Tales realizaciones pueden resultar más atractivas para plantas que no tienen disponibles trenes de tratamiento segregados fuera de línea.

En determinadas realizaciones de acuerdo con la presente invención, se puede usar un sistema de tratamiento biológico lastrado de agua pluvial que fluye en instalaciones de tratamiento de aguas residuales existentes utilizando una zona distinta en el extremo de descarga de un biorreactor. Este sistema puede utilizarse en plantas que experimentan acontecimientos con altos flujos de aguas pluviales que superan la capacidad de tratamiento secundario existente y puede usarse para mejorar la calidad del efluente durante acontecimientos con alto flujo, de

tormentas o de lluvia.

En realizaciones que no forman parte de la presente invención en las que se utiliza un almacenamiento en tanques fuera de línea, el almacenamiento en tanques fuera de línea puede ponerse rápidamente en línea para convertir el biorreactor no usado y los tanques de clarificador en un sistema de tratamiento secundario de alta capacidad en reposo. Al menos una porción del flujo en exceso que proviene de un acontecimiento con flujo elevado, tal como una tormenta de agua o una tormenta de nieve, o una inundación, puede desviarse desde un sistema activo a un sistema en reposo que incorpora un tratamiento biológico lastrado. En determinadas realizaciones que no forman parte de la presente invención, el sistema activo también puede incorporar tratamiento biológico lastrado. Algún lodo activado lastrado puede desviarse desde el sistema activo al menos a uno del almacenamiento en tanques del reactor del sistema en reposo durante la movilización del sistema en reposo transformando, de este modo, el sistema en reposo temporalmente en un sistema de tratamiento biológico lastrado, sin requerir un almacenamiento en tanques adicional.

En un punto durante, al final de o después de que los flujos elevados se apacigüen o en una situación en la que el flujo de aguas residuales ya no necesite desviarse al sistema en reposo, el lodo residual puede retirarse lentamente del sistema típicamente fuera de línea y el lastre recuperado se puede almacenar en al menos uno de un tanque de suspensión, un tanque de mezcla u otro tanque de reactor fuera de línea. El sistema puede, a continuación, devolverse al estado fuera de línea lentamente una vez se hayan apaciguado los flujos elevados. Se puede usar un sistema de recuperación de lastre relativamente pequeño con un tanque de suspensión opcional para recuperar y almacenar al menos una porción del lastre para su uso durante el siguiente significativo acontecimiento de flujo elevado. De forma alternativa, el lastre puede almacenarse y recuperarse en el almacenamiento en tanques del biorreactor en reposo existente.

En algunas plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales puede haber trenes de tratamiento de lodo activado en exceso para condiciones diarias promedio, pero no suficientes trenes para picos de acontecimientos de tormenta. En determinadas realizaciones que no forman parte de la presente invención, se pueden mejorar las capacidades de tratamiento de flujo elevado en plantas usando al menos uno de un biorreactor y un clarificador que se encuentra fuera de línea durante operaciones normales tales como flujo en tiempo seco. Operaciones normales incluyen períodos de tiempo en los que no hay acontecimientos de flujo elevado, por ejemplo, momentos en los que no hay tormentas de lluvia o nieve u otras condiciones de inundación. Por ejemplo, una planta de tratamiento relativamente grande, tal como una estación de tratamiento de aguas residuales (EDAR) de propiedad pública puede tener una cantidad determinada de trenes de tratamiento de lodo activado y una fracción o porcentaje predeterminado de esos trenes de tratamiento están en funcionamiento o activos, durante su funcionamiento normal. Por ejemplo, una planta de tratamiento puede comprender ocho trenes de tratamiento de lodo activado y puede hacer funcionar típicamente solo seis de los ocho trenes. En determinadas realizaciones que no forman parte de la presente invención, la planta puede utilizar los seis trenes activos como trenes de tratamiento de lodo activado típicos. En otras realizaciones que no forman parte de la presente invención, la planta puede implementar un sistema de tratamiento biológico lastrado para los seis trenes activos. Los trenes 1 y 8 pueden permanecer en el modo fuera de línea hasta que se produzca un acontecimiento de flujo elevado, en cuyo punto al menos una porción de las aguas residuales, por ejemplo, una porción de las aguas residuales de flujo elevado puede desviarse al menos a uno de estos dos trenes según aumenta el flujo. Al menos uno de estos dos trenes puede, a continuación, utilizarse temporalmente como trenes de tratamiento biológico lastrado para proporcionar tratamiento secundario para el flujo elevado. Según aumenta el flujo, el lado activado de retorno lastrado puede, entonces, reciclarse en estos dos trenes. El lodo activado de retorno lastrado, en algunas realizaciones puede reciclarse en cualquiera una o más de cualquiera de los trenes de tratamiento en uso. El lodo activado de retorno lastrado puede, a continuación, mezclarse con las aguas residuales afluentes en tanques de aireación de esos trenes, convirtiendo esencialmente los dos trenes en trenes temporales de tratamiento biológico lastrado. En algunas realizaciones que no forman parte de la presente invención, se pueden hacer funcionar en concentraciones de sólidos suspendidos del licor mezclado (SSLM) reducidas, probablemente en un intervalo de aproximadamente 800 a aproximadamente 1.200 mg/l de intervalo, proporcionando la retirada de demanda biológica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST) sin sobrecargar los clarificadores secundarios. El uso de lastre magnético tal como magnetita junto con un floculante, por ejemplo, polímero, puede permitir que se consigan tasas de desbordamiento superficial (TDS) muy altas en los clarificadores secundarios, proporcionando probablemente tratamiento para todo el flujo fluvial sin la necesidad de ningún nuevo biorreactor o almacenamiento en tanques del clarificador.

Las siguientes realizaciones que comprenden primeros y segundos biorreactores no forman parte de la presente invención y se presentan en el presente documento para una mejor comprensión de la invención. En determinadas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, se puede proporcionar un método para el tratamiento de aguas residuales. El método puede comprender la introducción de una primera corriente de aguas residuales en un primer biorreactor para proporcionar un primer licor mezclado. El método puede comprender además la introducción de una segunda corriente de aguas residuales en un segundo biorreactor para proporcionar un segundo licor mezclado. El primer biorreactor puede encontrarse en un primer tren de tratamiento y el segundo biorreactor puede encontrarse en un segundo tren de tratamiento. El método puede comprender además la separación del primer licor mezclado en un primer clarificador para proporcionar un primer efluente tratado y un primer lodo activado. El método puede comprender además la separación del segundo licor mezclado en un segundo clarificador para proporcionar un segundo efluente tratado y un segundo lodo activado. El primer clarificador puede encontrarse

en un primer tren de tratamiento y el segundo clarificador puede encontrarse en un segundo tren de tratamiento. El método puede además comprender la introducción de un lastre en al menos uno del segundo lodo activado y el segundo biorreactor para proporcionar un lodo activado lastrado.

5 La etapa de introducción del lastre en al menos uno del segundo lodo activado y el segundo biorreactor en esta realización que no forma parte de la invención reivindicada puede comprender la mezcla del lastre y del segundo lodo activado en un tanque de mezcla opcional. El método puede comprender además la introducción de una porción del lodo activado lastrado en un subsistema de recuperación de lastre antes del tanque de mezcla para proporcionar un lastre recuperado y un lodo residual. El método puede comprender además el almacenamiento del lastre recuperado en un tanque de suspensión. El método puede comprender además la introducción del lastre recuperado que proviene del tanque de suspensión en el tanque de mezcla.

10 El método que no forma parte de la invención reivindicada puede comprender además la introducción de una porción del primer lodo activado en al menos uno del primer biorreactor, el segundo biorreactor y el tanque de mezcla. Una porción del segundo lodo activado puede introducirse en al menos uno del primer biorreactor y el segundo biorreactor. El método puede comprender además la introducción de un polímero aguas abajo del segundo biorreactor y aguas arriba del segundo clarificador. El método que no forma parte de la invención reivindicada puede comprender además la introducción de un polímero aguas abajo del primer biorreactor y aguas arriba del primer clarificador. El método puede comprender además la adición de un lastre, tal como lastre fresco o recuperado, en el tanque de mezcla.

15 El lastre puede comprender un material magnético para proporcionar un lastre magnético. El lastre magnético puede comprender un material inerte. El lastre magnético puede comprender un material ferromagnético. El lastre magnético puede comprender un material que contiene hierro. En determinadas realizaciones, el lastre magnético puede comprender un material de óxido de hierro. Por ejemplo, el lastre magnético puede comprender magnetita (Fe_3O_4). El lastre magnético puede tener un tamaño de partícula que le permite unirse con flóculos biológicos para proporcionar un asentamiento o clarificación mejorados y permitir que sea atraído a un imán de modo que pueda separarse de los flóculos biológicos. El tamaño de partícula del lastre magnético puede ser inferior a aproximadamente 100 micrómetros (μm). El tamaño de partícula del lastre magnético puede ser inferior a aproximadamente 40 μm . El tamaño de partícula del lastre magnético puede ser inferior a aproximadamente 20 μm . El lastre puede ser denominado como una fuente de lastre que puede comprender al menos uno de un lastre fresco, no usado y un lastre recuperado o reciclado.

20 En determinadas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, el flujo total de la primera corriente de aguas residuales y de la segunda corriente de aguas residuales pueden ser de entre aproximadamente 5.678 l (1.500 galones) al día por 0,0929 m^2 (pies cuadrados) de un área superficial del clarificador a aproximadamente 18.927 l (5.000 galones) al día por 0,0929 m^2 (por pie cuadrado) del área superficial del clarificado. En determinadas realizaciones, el flujo total de la primera corriente de aguas residuales y de la segunda corriente de aguas residuales puede ser de entre aproximadamente 11.356 l (3.000 galones) al día por 0,0929 m^2 (pies cuadrados) de un área superficial del clarificador a aproximadamente 18.927 l (5.000 galones) al día por 0,929 m^2 (pies cuadrados) del área superficial del clarificador. La segunda corriente de aguas residuales puede introducirse en el segundo reactor basándose en un acontecimiento de flujo elevado. El acontecimiento de flujo elevado puede comprender una tormenta. El lodo activado lastrado puede introducirse en el subsistema de recuperación de lastre basándose en la finalización de un acontecimiento de flujo elevado.

25 El acontecimiento de flujo elevado puede proporcionar un aumento en el flujo de aguas residuales a uno o más biorreactores o a uno o más trenes de tratamiento. En determinadas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, los trenes de tratamiento pueden proporcionar uno o más biorreactores en serie. El aumento en flujo de aguas residuales puede dividirse entre al menos dos biorreactores de modo que se puedan tratar las aguas residuales. El aumento en el flujo de aguas residuales puede dividirse entre al menos dos biorreactores de modo que las aguas residuales pueden tratarse para proporcionar un efluente que cumple con las normas locales o nacionales. Por ejemplo, el flujo de aguas residuales en el primer biorreactor puede comprender aproximadamente el 50 por ciento de las aguas adicionales introducidas al flujo basándose en el acontecimiento de flujo elevado. El flujo de aguas residuales restante en el segundo biorreactor puede comprender las aguas residuales adicionales restantes introducidas en el flujo basándose en el acontecimiento de flujo elevado. Otros porcentajes del flujo de aguas residuales adicional pueden dirigirse a cada uno de los biorreactores basándose en parámetros tales como el tamaño de cada uno de los biorreactores, la calidad de efluente deseada incluidas concentraciones de sólidos suspendidos totales, sólidos totales, contenido de nitrato, contenido de amoníaco, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), contenido de fósforo y turbidez.

30 En determinadas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, puede introducirse temporalmente tratamiento biológico lastrado en al menos un biorreactor o tren de tratamiento que está operativo, o activo, durante un acontecimiento de flujo elevado. Tal realización puede ser adecuada en casos en los que no hay disponibles trenes de tratamiento fuera de línea segregados. Tal realización también puede ser adecuada cuando el tratamiento biológico lastrado puede que no forme parte de los trenes operativos normales. El lodo activado de retorno puede suministrarse mediante un tanque de mezcla de lastre para lastrar el lodo activado de retorno en su trayectoria a los trenes de tratamiento de tormenta. En tales casos puede instalarse un sistema de recuperación de lastre

relativamente pequeño, tal como un sistema de recuperación de magnetita. Algunas configuraciones de esta realización pueden proporcionar que no se gaste lodo que proviene de estos trenes durante al menos una porción del acontecimiento de flujo elevado, de modo que no tendría lugar ninguna recuperación de lastre hasta un punto predeterminado durante, o al final de, o después de que se apacigüen los flujos elevados o en una situación en la que no hay ninguna tormenta de lluvia o nieve u otra condición de inundación. En determinadas realizaciones, la recuperación de lastre puede iniciarse basándose en la finalización de un acontecimiento de flujo elevado. Por ejemplo, después del período de tratamiento de flujo elevado, el sistema de recuperación puede recuperar lentamente el lastre y mantenerlo en un tanque de suspensión hasta el próximo acontecimiento de flujo elevado. Puede emplearse aireación continua o intermitente al tanque de suspensión. La aireación intermitente puede emplearse en determinados casos para el control de olores. El uso de tratamiento biológico lastrado para el tratamiento secundario temporal durante acontecimientos de tormentas puede resultar muy rentable ya que no requeriría la adición de clarificadores secundarios ni de un sistema de tratamiento biológico lastrado, sacando el máximo provecho de infraestructura existente.

En determinadas realizaciones de acuerdo con la presente invención, se implementa un proceso o sistema de etapa de alimentación junto con un tratamiento biológico lastrado para desviar una porción de las aguas residuales entrantes en una porción aguas abajo de un reactor biológico para su tratamiento secundario en un sistema de acuerdo con la reivindicación 1.

Determinadas realizaciones pueden implicar el uso de un sistema de tratamiento biológico lastrado combinado con al menos un deflector y una derivación de aguas residuales parcial a una zona en una porción del biorreactor. La zona está posicionada para proporcionar una porción del flujo de aguas residuales entrante que se ha de desviar a una posición en el biorreactor que se encuentra aguas abajo de la entrada del biorreactor. La zona está posicionada, por ejemplo, en un extremo del biorreactor adyacente a una salida del biorreactor. La zona puede o no tener una o más barreras físicas que dividen la zona de contacto de la porción restante del biorreactor. La zona es denominada como una zona de contacto a una zona de contacto de flujo pluvial. La zona de contacto puede ocupar una porción predeterminada del biorreactor. El volumen de la zona de contacto puede seleccionarse para proporcionar una porción suficiente del flujo de las aguas residuales que se están introduciendo en el biorreactor. El volumen puede ser de entre aproximadamente el 10 por ciento a aproximadamente el 15 por ciento del volumen del biorreactor. Se pueden posicionar uno o más deflectores en el biorreactor para definir la zona de contacto.

Para desviar una porción del flujo de aguas residuales a la zona de contacto, se instala una tubería de derivación de aguas residuales. Esta tubería de derivación puede ser para desviar una porción de las aguas residuales alrededor de una mayoría del biorreactor y a la zona de contacto. Esta zona de contacto y tubería de derivación se usarían durante acontecimientos de flujo elevado para ayudar a mantener la mayoría de la biomasa dentro del biorreactor, donde lleva a cabo el tratamiento, al contrario de una sobrecarga innecesaria del clarificador con sólidos y su almacenamiento en el clarificador, donde no hay tratamiento.

En determinadas realizaciones, la eficiencia del tratamiento puede verse reducida durante un período de flujo elevado, debido al reducido tiempo de retención hidráulica (TRH) y relación aumentada de alimento con respecto a microorganismos (A/M) en la zona de contacto. Sin embargo, las retiradas adecuadas de demanda biológica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST) puede dar como resultado cumplir con las normas locales, o nacionales, y es una porción más eficaz que las configuraciones convencionales que derivan completamente el flujo alrededor del tratamiento secundario. Con el uso de una zona de contacto en el biorreactor de lastre, la concentración reducida del licor mezclado lastrado y la opción de añadir un floculante, permitiría que flujos significativamente más altos se trataran en los clarificadores secundarios. Tal sistema puede proporcionar la retirada de aproximadamente el 85 por ciento a aproximadamente el 90 por ciento o superior de DBO o SST incluso durante un acontecimiento de flujo elevado. Esta configuración puede permitir que sistemas de lodo activado traten flujos con picos más altos de tormentas y permitir un asentamiento más rápido de sólidos biológicos, unas tasas de carga de sólidos de clarificador reducidas, una cinética de biorreactor mejorada, una pérdida de sólidos reducida y una pérdida asociada de contaminantes de clarificadores secundarios.

Se proporciona un método para el tratamiento de aguas residuales que usa el sistema de la invención reivindicada, el método puede comprender la introducción de una primera porción de aguas residuales a una primera entrada de un biorreactor. El método puede comprender además la introducción de una segunda porción de aguas residuales a una segunda entrada del biorreactor, la segunda entrada posicionada aguas abajo de la primera entrada. El método puede comprender además la introducción de un lastre en el biorreactor. El método comprende además la separación de un licor mezclado lastrado generado en el biorreactor para proporcionar un efluente tratado y un lodo activado lastrado en el clarificador. El método puede comprender además la separación del lodo activado lastrado para proporcionar un lastre recuperado y un lodo activado residual.

Puede introducirse una porción del lodo activado lastrado en el biorreactor. Además de o de forma alternativa se puede introducir una porción del lastre recuperado en el biorreactor. El lastre puede comprender un material magnético, tal como magnetita. Las aguas residuales pueden tratarse a una tasa de aproximadamente 5.678 l (1.500 galones) al día por 0,0929 m² (pies cuadrados) de un área superficial del clarificador a aproximadamente 18.927 l (5.000 galones) al día por 0,929 m² (pies cuadrados) del área superficial del clarificador. En determinadas realizaciones, las aguas residuales pueden tratarse a una tasa de aproximadamente 11.356 l (3.000 galones) al día

por 0,0929 m² (pies cuadrados) de un área superficial del clarificador a aproximadamente 18.927 l (5.000 galones) al día por 0,929 m² (pies cuadrados) del área superficial del clarificador.

Las siguientes realizaciones que hacen referencia a las figuras 1A, 1B, 1C, 2, 3 no forman parte de la presente invención y se presentan en el presente documento meramente para una mejor comprensión de la invención.

5 Haciendo referencia a las figuras, la FIG. 1A presenta un esquema de un sistema 100 de tratamiento que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en modo operativo de acuerdo con una o más realizaciones de la descripción. Puede introducirse la primera corriente 103 de aguas residuales que proviene de una fuente de aguas residuales en el primer biorreactor 106. El primer biorreactor 106 puede comprender un perfil de especies biológicas configuradas para tratar la corriente 103 de aguas residuales. El biorreactor 106 puede ser un componente en el funcionamiento diario y rutinario del sistema 100. Puede introducirse la segunda corriente 104 de aguas residuales que proviene de una fuente de aguas residuales en el segundo biorreactor 109. Como el primer biorreactor 106, el segundo biorreactor 109 puede comprender un perfil de especies biológicas configuradas para tratar el contenido de la segunda corriente 104 de aguas residuales. El biorreactor 109 puede colocarse en un modo en reposo durante el funcionamiento rutinario del sistema 100. El biorreactor 109 puede movilizarse para acontecimientos de flujo elevado. Una tormenta de lluvia o una tormenta de nieve (rápida fusión de la nieve) puede ser un ejemplo de un acontecimiento de flujo elevado.

El primer biorreactor 106 o el primer tren de tratamiento 106 proporciona un primer licor mezclado 110. El primer licor mezclado 110 puede comprender un lodo activado y líquido. El lodo activado puede comprender sólidos biológicos. El segundo biorreactor 109 o el segundo tren de tratamiento 109 proporciona un segundo licor mezclado 111. El segundo licor mezclado 111 puede comprender un lodo activado y líquido. El segundo licor mezclado 111 puede comprender un licor mezclado lastrado. El licor mezclado lastrado puede comprender un licor mezclado lastrado magnético. El licor mezclado lastrado puede comprender un licor mezclado lastrado de magnetita (Fe₃O₄). El primer floculante 112 puede introducirse opcionalmente en el primer licor mezclado 110. El segundo floculante 113, que puede ser el mismo o distinto del primer floculante 112, puede introducirse opcionalmente en el segundo licor mezclado 111. El floculante 112 y el floculante 113 pueden comprender un polímero. El primer licor mezclado 110 puede introducirse en el primer clarificador 115. El primer clarificador 115 puede proporcionar un primer efluente tratado 121 y un primer lodo activado 124. Una porción del primer lodo activado 124 puede salir del sistema 100 para un procesamiento y/o eliminación adicional como lodo activado residual 127. Una porción del primer lodo activado 124 puede devolverse al primer biorreactor 106 como primer lodo activado de retorno 130. El segundo licor mezclado 111 puede introducirse en el segundo clarificador 118. El segundo clarificador 118 puede proporcionar un segundo efluente tratado 122 y un segundo lodo activado 133. El segundo lodo activado 133 puede comprender un lodo activado lastrado. Una porción del segundo lodo activado 133 puede dirigirse al subsistema de lastre que comprende el sistema 145 de recuperación de lastre. El sistema 145 de recuperación de lastre puede configurarse para separar la corriente 139 de lodo para proporcionar lastre recuperado 142 y lodo residual 138. El sistema 145 de recuperación de lastre puede comprender un separador de tambor magnético. El sistema 145 de recuperación de lastre puede comprender un molino de cizalladura. El lodo residual 138 puede salir del sistema 100 para un procesamiento y/o desechado adicional. El lastre recuperado 142 puede dirigirse al tanque 148 de suspensión, un componente opcional del sistema 100, donde puede almacenarse. El lastre fresco 154, también, puede introducirse en el tanque 148 de suspensión. El lastre 143, o fuente de lastre, puede comprender al menos uno de un lastre recuperado y un lastre fresco.

Una porción de lodo activado puede devolverse al biorreactor 109 como lodo activado de retorno 136, que puede comprender lodo activado de retorno lastrado. Una porción de lodo activado 133 y/o segundo licor mezclado 111 puede dirigirse al tanque 151 de mezcla donde el lodo activado 133 se introduce en el lastre 143, o fuente de lastre, para proporcionar lodo activado lastrado (también denominado como sólidos lastrados) 137. El lodo activado 133 y el lastre 143 pueden mezclarse. El lodo activado lastrado (o sólidos lastrados lastrado) 137 pueden dirigirse al biorreactor 109 como un lodo activado de retorno lastrado.

El sistema 100 puede continuar el ciclo descrito siempre que sea necesario antes, durante y después de un acontecimiento de flujo elevado. Sin embargo, el suministro de la segunda corriente 104 de aguas residuales al segundo biorreactor 109 puede desencadenarse basándose en un acontecimiento de flujo elevado. Si empieza un acontecimiento de flujo elevado, puede detectarse por un sensor que puede desencadenar la desviación de una porción de las aguas residuales a la segunda corriente 104 de aguas residuales y al segundo biorreactor 109. Esto puede permitir que el segundo biorreactor 109 trate la segunda corriente 104 de aguas residuales en un proceso de tratamiento biológico lastrado, mientras que la primera corriente 103 de aguas residuales se procesa mediante el biorreactor 106 en un proceso de lodo activado. Una vez ha finalizado el acontecimiento de flujo elevado, puede detectarse por un sensor que puede desencadenar el cese de la desviación de una porción de las aguas residuales a la segunda corriente 104 de aguas residuales al biorreactor 109. El suministro de la segunda corriente 104 de aguas residuales al segundo biorreactor 109 y la finalización del suministro de la segunda corriente 104 de aguas residuales al biorreactor 109 puede llevarse a cabo manualmente en lugar de mediante un sistema con sensor.

En la realización de la FIG. 1A, durante su funcionamiento normal, pueden estar en uso el primer biorreactor 106 y el segundo biorreactor 109. Cuando se inicia un acontecimiento de flujo elevado, el lodo activado puede desviarse al tanque 151 de mezcla para mezclarse con el lastre 143 de modo que el lodo activado 137 lastrado puede

introducirse en el segundo biorreactor 109. En determinadas realizaciones, el lodo activado lastrado también puede introducirse en el primer biorreactor 106.

En un punto durante, al final de o después de que los flujos elevados se apacigüen o en una situación en la que el flujo de aguas residuales ya no necesite desviarse al sistema en reposo, el lodo residual puede retirarse lentamente desde uno o más biorreactores que se están utilizando como sistemas de tratamiento biológico lastrado, y el lastre recuperado se puede almacenar en al menos uno de un tanque de suspensión, un tanque de mezcla u otro tanque de reactor fuera de línea. Tal como se muestra en la FIG. 1A, al menos una porción del segundo lodo activado 133, que fluiría como lodo activado 136 de retorno al biorreactor 109 se desviaría al subsistema 145 de recuperación de lastre . El subsistema 145 de recuperación de lastre puede configurarse para separar la corriente 139 de lodo para proporcionar lastre recuperado 142 y lodo residual 138.

En la realización de la FIG. 1A, pueden estar en uso más de dos biorreactores o trenes de tratamiento, y uno o más biorreactores o trenes de tratamiento pueden convertirse en un sistema de tratamiento biológico lastrado durante acontecimientos de flujo elevado. En determinadas realizaciones tal como se ha descrito con respecto a la FIG. 1A, el primer clarificador 115 y el segundo clarificador 118 pueden ser un solo clarificador, permitiendo que el primer licor mezclado 110 y el segundo licor mezclado 111 se suministren al único clarificador.

La FIG. 1B presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en una fase de movilización de acuerdo con una o más realizaciones de la descripción. Antes de la movilización, o antes de un acontecimiento de flujo elevado, el segundo biorreactor 109 y el clarificador 118 pueden estar fuera de línea. Para prepararse para su activación, una porción de lodo activado 160 de manera hidráulica aguas abajo del clarificador 115 puede dirigirse hacia el tanque 151 de mezcla para producir un lodo activado 137 lastrado (o sólidos lastrados) dirigido al biorreactor 109 que entonces se pone en línea. En algunas realizaciones, el tanque de mezcla puede que no sea necesario; en estas realizaciones, el lastre puede estar presente en el segundo biorreactor 109 fuera de línea y puede ponerse en línea introduciendo una porción de lodo activado 160 directamente al segundo biorreactor 109. Las segundas aguas residuales 104 pueden introducirse en el segundo biorreactor 109 en cualquier momento mientras que el segundo biorreactor 109 se está poniendo en línea o en cualquier momento posteriormente.

La FIG. 1C presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo en una fase de desmovilización de acuerdo con una o más realizaciones de la descripción. Cuando el biorreactor 109 está listo para ser ponerse fuera de línea, se introduce al menos una porción de corriente 139 de lodo en el primer biorreactor 106, y se muestra en la FIG. 1C como una línea 170 de lodo como parte de un proceso de desmovilización. En algunas realizaciones, puede introducirse una porción del segundo lodo activado 133 en el primer biorreactor 106 como parte de un proceso de desmovilización.

La FIG. 2 presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas que utiliza un almacenamiento en tanques en reposo de acuerdo con una o más realizaciones de la descripción. La FIG. 2 presenta una realización alternativa a la FIG. 1. En la FIG. 2 se retira el tanque de suspensión. Puede introducirse lodo activado 239 en el subsistema 245 de recuperación de lastre para proporcionar lastre recuperado 242 y lodo residual 238. El lastre recuperado 242 puede introducirse en el tanque 251 de mezcla o puede almacenarse en el segundo biorreactor 209. El lastre fresco 254 también puede introducirse en el tanque 251 de mezcla . El lodo activado 236 puede introducirse en el tanque 251 de mezcla . El tanque 251 de mezcla puede proporcionar lodo activado 237 lastrado (o sólidos lastrado) dirigido al biorreactor 209.

La FIG. 3 presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas acuerdo con una o más realizaciones de la descripción. El sistema 300 puede configurarse para implementar sus componentes de tratamiento biológico lastrado periódica y selectivamente. Por ejemplo, puede implementar sus componentes de tratamiento biológico lastrado solo durante un acontecimiento de flujo elevado, por ejemplo, una tormenta. Puede utilizar sus componentes de tratamiento biológico lastrado solo durante una temporada, por ejemplo, una temporada de tormentas o una temporada de inundaciones. Durante determinados períodos de funcionamiento, por ejemplo, período sin tormentas o sin flujos elevados, la corriente 303 de aguas residuales puede entrar en el biorreactor 306 para un tratamiento secundario. El biorreactor 306 puede comprender uno o más biorreactores o uno o más trenes de tratamiento. El licor mezclado 310 puede salir del biorreactor 306. El floculante 312, por ejemplo, polímero, puede o no introducirse en el licor mezclado 310 para potenciar la floculación o el tratamiento biológico de sólidos en el licor mezclado 310. El licor mezclado 310 puede entrar en el clarificador 315. El clarificador 315 puede consistir en uno o más clarificadores. El número de clarificadores puede basarse en el número de biorreactores en uso. En el clarificador 315, el licor mezclado 310 puede separarse en efluente tratado 321 y lodo activado 333. Una porción de lodo activado 333 puede dirigirse fuera del sistema 300 como lodo residual 380. Una porción de lodo activado 333 puede dirigirse de nuevo al reactor 306 como lodo activado de retorno 336. Este ciclo puede repetirse.

Durante otros períodos de funcionamiento, por ejemplo, acontecimientos de flujo elevado, se pueden implementar los componentes de tratamiento biológico lastrado del sistema 300. El lodo activado 333 puede comprender un lodo activado lastrado, que puede suministrarse desde el clarificador a través de una salida de lodo activado lastrado. Una porción de lodo activado 333 puede dirigirse al subsistema 345 de recuperación de lastre . El subsistema 345 de recuperación de lastre puede producir opcionalmente lastre recuperado 342 y lodo residual 338 dirigido fuera del

sistema 300 para su procesamiento y eliminación. Opcionalmente, el tanque 348 de suspensión puede recibir lastre recuperado 342. Se puede alimentar lastre fresco 354 al tanque 348 de suspensión o al tanque 354 de mezcla . El lastre 343 que puede comprender lastre recuperado 342 y/o lastre fresco 354 puede entrar en el tanque 351 de mezcla . El tanque 351 de mezcla produce lodo activado 337 lastrado que se dirige de nuevo al biorreactor 306. Este ciclo puede repetirse.

La FIG. 4 presenta un esquema de un sistema 400 de tratamiento de aguas que utiliza una derivación o alimentación por pasos de acuerdo con una o más realizaciones de la presente invención.

Durante su funcionamiento normal, la corriente 402 de aguas residuales puede entrar en una entrada del biorreactor 406 para su tratamiento biológico por todo el volumen completo del biorreactor 406. En caso de un tratamiento biológico completo de acontecimiento de flujo elevado de todo el afluente podría sobrepasar potencialmente el clarificador 415. Al menos una porción de aguas residuales 404 puede desviarse a una segunda entrada del biorreactor 406 aguas abajo de la primera entrada. Esta corriente de aguas residuales 404 de derivación se dirige a la zona de contacto 409 dentro del biorreactor 406 para proporcionar tratamiento biológico a la corriente 404 de derivación para al menos una porción del volumen del biorreactor 406. Puede ser preferible el tratamiento parcial a la derivación completa del tratamiento biológico que a menudo tiene lugar en plantas de tratamiento de aguas residuales durante un acontecimiento de flujo elevado. La zona de contacto 409 se define parcialmente mediante una porción de pared 407 del biorreactor 406. Un deflector 408 de desbordamiento puede colocarse opcionalmente dentro del biorreactor 406 para definir parcialmente la zona de contacto 409. Se pueden posicionar uno o más deflectores en el biorreactor para definir la zona de contacto. La zona de contacto 409 se encuentra en el extremo del efluente de licor mezclado del biorreactor 406.

El biorreactor 406 genera licor mezclado 410 que sale de una salida del biorreactor 406. La salida se encuentra aguas abajo de la zona de contacto 409. El licor mezclado 410 puede comprender un licor mezclado lastrado. El lastre puede comprender un material magnético. El lastre puede comprender magnetita. Se puede añadir floculante 412 al licor mezclado 410. El floculante 412 puede comprender un polímero. El floculante 412 puede promover un crecimiento adicional de sólidos en el licor mezclado 410. El licor mezclado 410 puede introducirse en el clarificador 415. El clarificador 415 separa el contenido del licor mezclado 410 para producir un efluente tratado 421 que sale del clarificador 415 a través de una salida de efluente tratado, y lodo activado 424 que sale del clarificador 415 a través de una salida de lodo activado lastrado. El lodo activado 424 comprende un lodo activado lastrado. El lodo activado 424 se dirige, a continuación, a un subsistema de lastre. Una porción de lodo activado 439 puede dirigirse al sistema 445 de recuperación de lastre . El sistema 445 de recuperación de lastre separa el lastre del lodo. El sistema 445 de recuperación de lastre puede comprender, por ejemplo, un separador de tambor magnético. El sistema 445 de recuperación de lastre también puede comprender, por ejemplo, un molino de cizalla. El lodo residual 438 puede salir del sistema 445 de recuperación para un tratamiento y/o un desechado adicional. El lastre recuperado 442 puede salir del sistema 445 de recuperación y puede suministrarse a un tanque de suspensión en determinadas realizaciones o puede suministrarse directamente al tanque 451 de mezcla de lastre .

El tanque 451 de mezcla de lastre puede comprender una entrada o entradas para una fuente de lastre. La fuente de lastre puede ser lastre recuperado 442 o puede ser lastre fresco 454 o ambos. El tanque 451 de mezcla de lastre puede comprender una entrada para recibir al menos una porción de lodo activado 430 de retorno . El tanque 451 de mezcla de lastre puede comprender una entrada para recibir licor mezclado 410. El tanque de mezcla de lastre puede comprender al menos una de una entrada de lastre recuperado, una entrada de lastre fresco, una entrada de lodo activado de retorno y una entrada de licor mezclado. El tanque 451 de mezcla de lastre puede comprender una salida para proporcionar lodo activado 437 lastrado . El lodo activado 437 lastrado puede dirigirse, a continuación, al biorreactor 406. Una porción de lodo activado 430 de retorno también puede dirigirse al biorreactor 406.

La descripción y figuras que se proporcionan son solo para fines ejemplares y no están destinadas a ser limitantes. Los componentes individuales ilustrados en las figuras o en la descripción también pueden englobar ese componente en al menos una de en serie y en paralelo con los mismos componentes adicionales u otros componentes.

Los expertos en la técnica apreciarían fácilmente que las diversas configuraciones que se describen en la presente memoria tienen fines ejemplares y que las configuraciones reales dependerán de la aplicación específica para la cual se use el sistema y métodos de la presente descripción. Los expertos en la técnica reconocerán, o serán capaces de deducir usando nada más que la experimentación habitual, muchos equivalentes a las realizaciones específicas descritas en la presente memoria . Por ejemplo, los expertos en la técnica reconocerán que el sistema, y componentes del mismo, de acuerdo con la presente descripción puede comprender además una red de sistemas o ser un componente de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, debe entenderse que las anteriores realizaciones se presentan a modo de ejemplo solo y que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y equivalentes a la misma, el sistema y métodos descritos pueden ponerse en práctica , de otro modo, al que se ha descrito específicamente.

Además, se puede modificar una instalación existente para utilizar o incorporar cualesquiera uno o más aspectos de la invención, conectando o configurando una instalación existente para que comprenda al menos uno de un clarificador, un sistema de tratamiento biológico lastrado y un sistema de recuperación de lastre. Por consiguiente, la

anterior descripción y dibujos son solo a modo de ejemplo. Además, las ilustraciones en los dibujos no limitan las descripciones de las representaciones particularmente ilustradas.

5 Tal como se usa en el presente documento, el término "pluralidad" se refiere a dos o más elementos o componentes. Los términos "que comprende", "que incluye", "que lleva", "que tiene", "que contiene" y "que implica", ya sea en la descripción escrita o en las reivindicaciones y similares, son términos con significado abierto, es decir, significan "que incluyen, aunque no de forma limitada a". De este modo, el uso de tales términos significa que abarcan los elementos enumerados a continuación y equivalentes de los mismos, así como elementos adicionales. Solo las frases transicionales "que consiste de" y "que consiste esencialmente de", son frases transicionales cerradas o semicerradas respectivamente, con respecto a las reivindicaciones. El uso de términos ordinales tales como "primero", "segundo", "tercero" y similares en las reivindicaciones para modificar un elemento de la reivindicación no connota por sí misma ninguna prioridad, precedencia u orden de un elemento de la reivindicación sobre otro o el orden temporal en el que se llevan a cabo los actos de un método, sino que se usan meramente como etiquetas para distinguir un elemento de la reivindicación que tiene un nombre determinado de otro elemento que tiene el mismo nombre (pero para el uso del término ordinal) para distinguir los elementos de la reivindicación.

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (400) para el tratamiento de aguas residuales que comprende:
un biorreactor (406) que comprende:
una primera entrada conectada de manera hidráulica con una fuente de aguas residuales;
- 5 una segunda entrada conectada de manera hidráulica con la fuente de aguas residuales mediante una tubería 404 de derivación de aguas residuales
y posicionada aguas abajo de la primera entrada;
una zona de contacto (409) adyacente a la segunda entrada y definida mediante al menos una porción de una pared (407) del biorreactor (406), en donde la zona de contacto (409) se encuentra en el extremo del efluente del licor mezclado (410) del biorreactor (406);
- 10 en donde la segunda
entrada está configurada para desviar aguas residuales (404) a la zona de contacto (409) basándose en un acontecimiento de flujo elevado;
- 15 una salida de licor (410) mezclado lastrado conectada de manera hidráulica a la zona de contacto (409) y aguas abajo de la zona de contacto (409);
un clarificador (415) conectado de manera hidráulica aguas abajo de la salida de licor (410) mezclado lastrado del biorreactor (406) y que comprende una salida de efluente tratado (421) y una salida de lodo activado (424) lastrado ;
y
un subsistema (415) de lastre conectado de manera hidráulica aguas abajo del clarificador y que comprende:
- 20 un sistema (445) de recuperación de lastre para separar lastre recuperado (442) que proviene de lodo de manera hidráulica conectado a la salida de lodo activado (424) lastrado del clarificador (415); y
una fuente de lastre que comprende lastre recuperado (442) que proviene del sistema (445) de recuperación de lastre o lastre recuperado (442) que proviene del sistema (445) de recuperación de lastre y lastre fresco (454), conectado de manera hidráulica al biorreactor (406).
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la fuente de lastre es magnetita.
3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la zona de contacto se define adicionalmente por al menos un deflector (408) posicionado en el biorreactor (406).
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde la zona de contacto (409) comprende desde el diez por ciento hasta el quince por ciento del volumen del biorreactor (406).
- 30 5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el subsistema de lastre comprende un tanque (451) de mezcla de lastre que comprende una entrada o entradas para la fuente de lastre conectado de manera hidráulica aguas abajo del sistema de recuperación de lastre (445) y que comprende una salida de sólidos lastrados conectada de manera hidráulica al biorreactor (406).

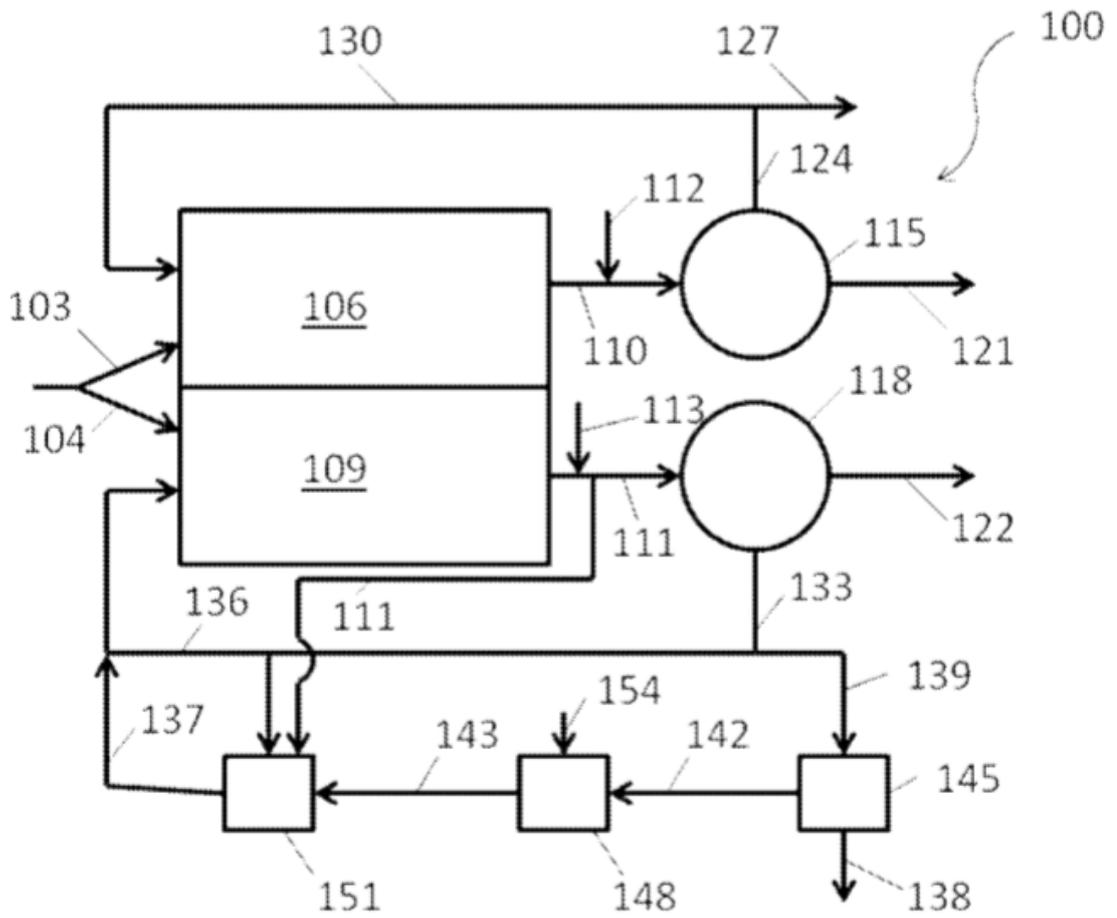


FIG. 1A

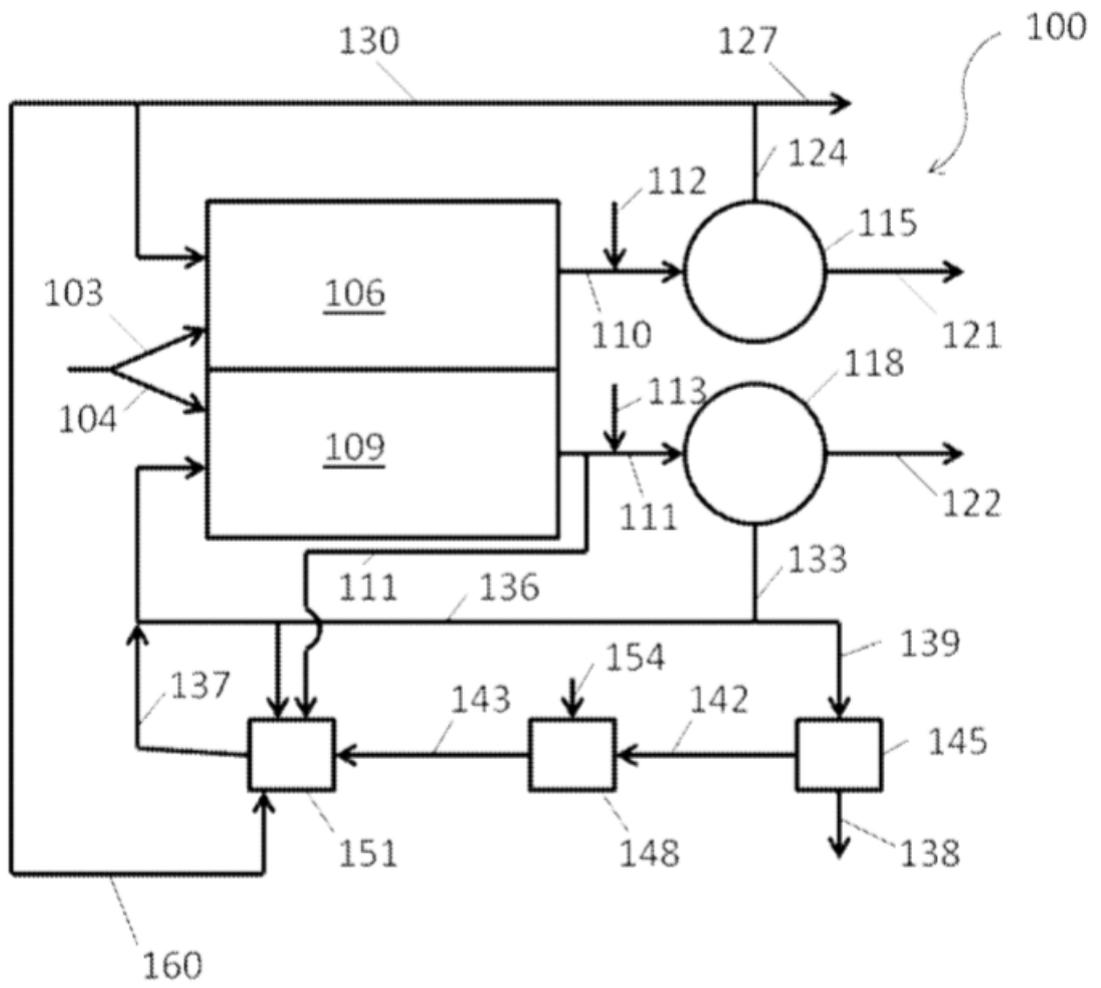


FIG. 1B

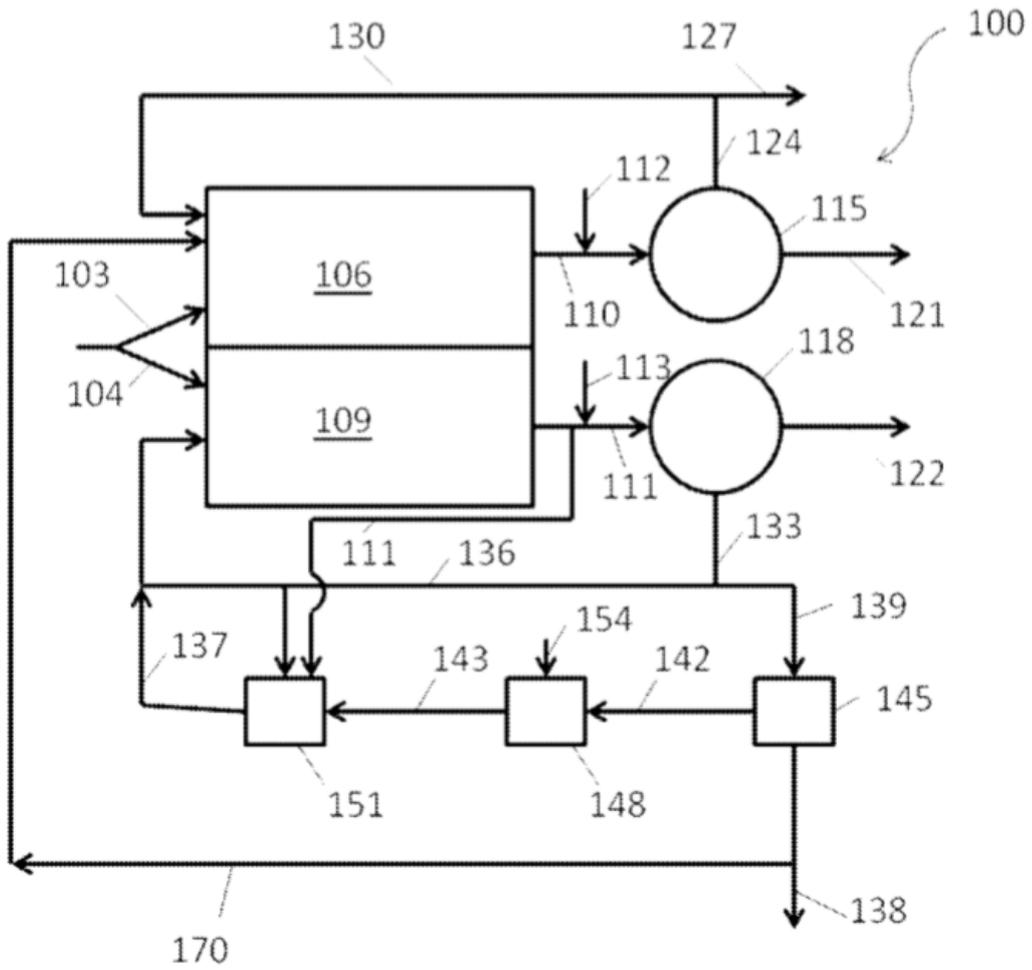


FIG. 1C

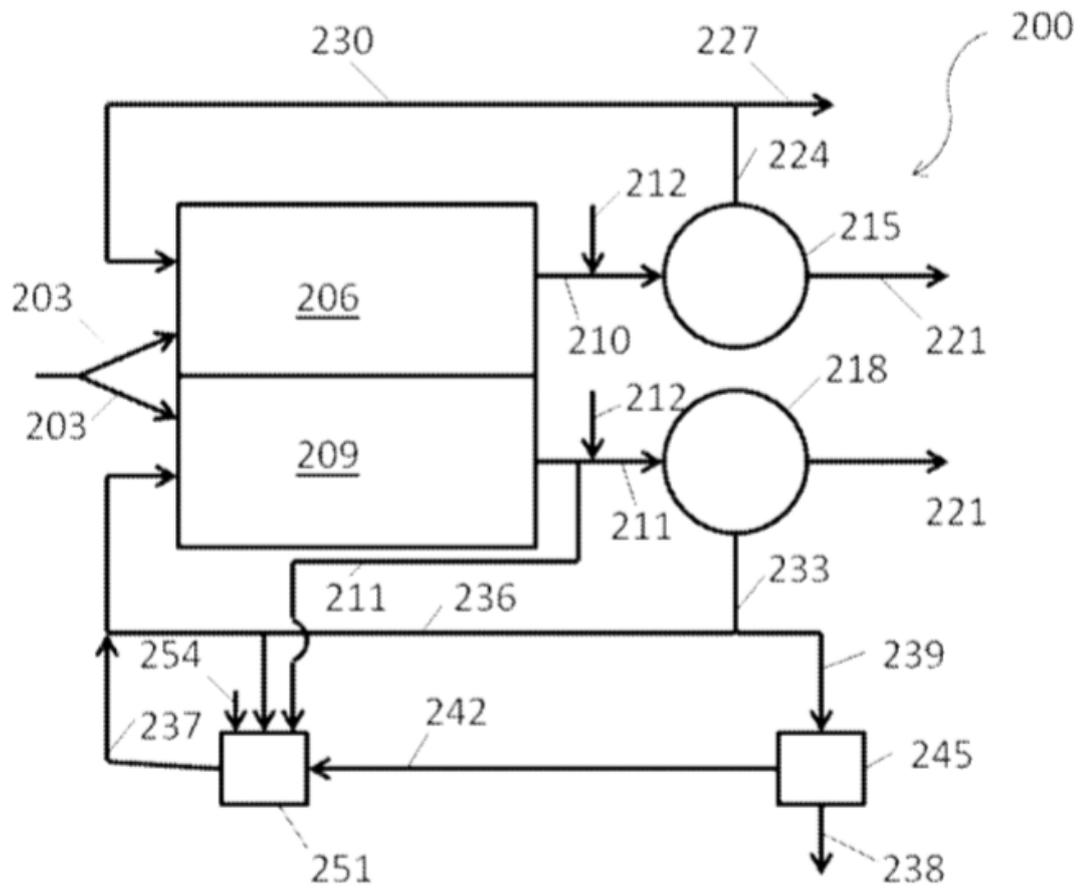


FIG. 2

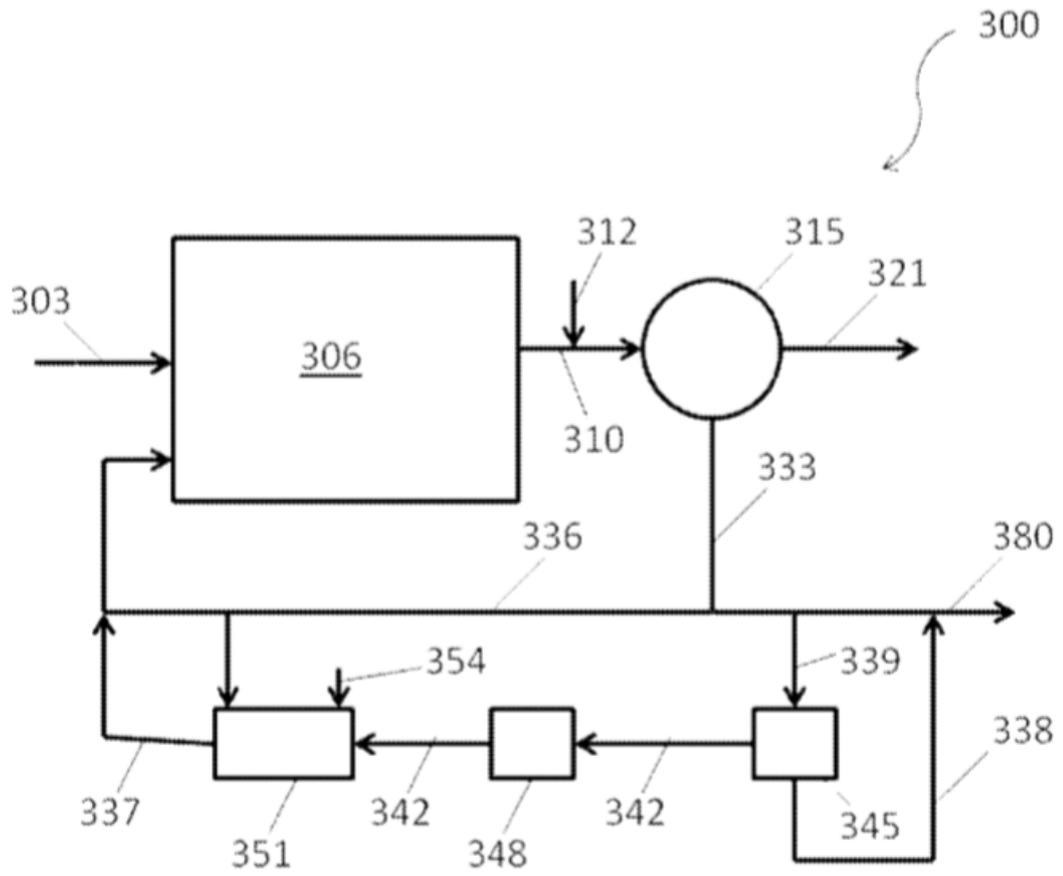


FIG. 3

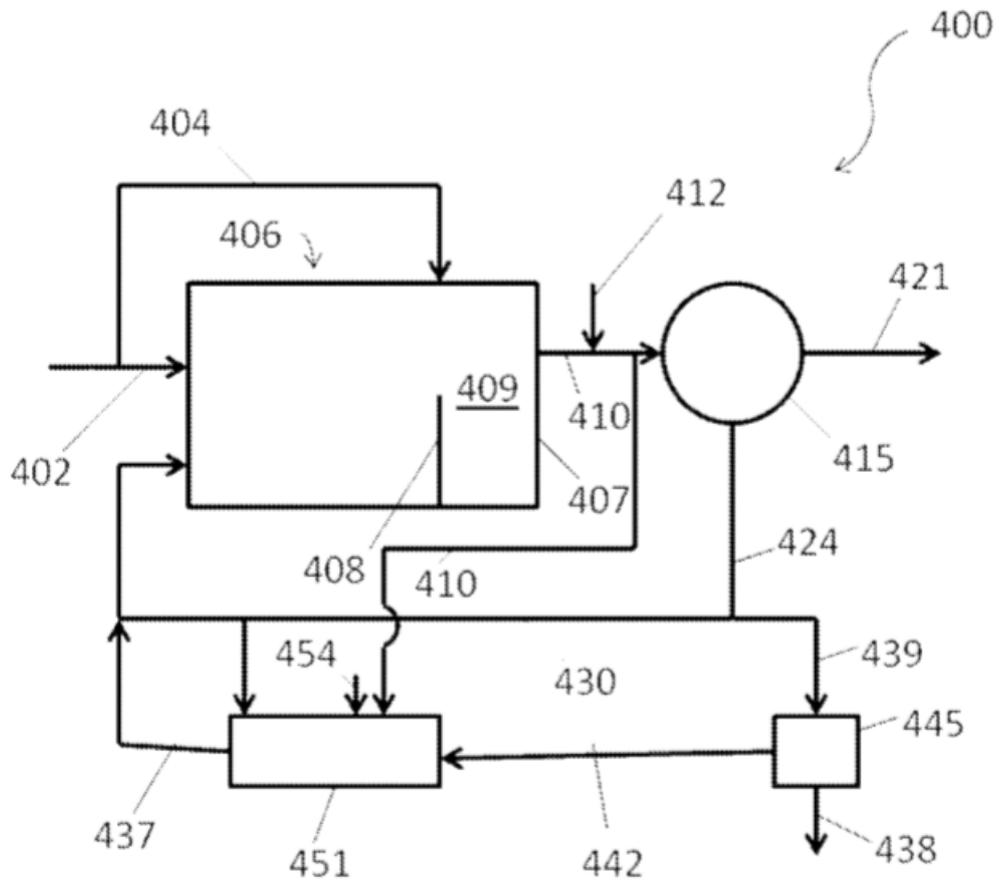


FIG. 4