(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 604 964**

(51) Int. CI.:

C02F 3/00	(2006.01)	*C02F 11/12*	(2006.01)
C02F 3/30	(2006.01)	*C02F 101/10*	(2006.01)
C02F 1/52	(2006.01)	*C02F 101/32*	(2006.01)
C05F 17/00	(2006.01)	*C02F 101/34*	(2006.01)
C05B 7/00	(2006.01)		
C05F 17/02	(2006.01)		
C02F 1/66	(2006.01)		
C02F 1/12	(2006.01)		
C02F 11/04	(2006.01)		
C02F 9/00	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2009 PCT/US2009/000689**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2009 WO09097160**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2009 E 09706488 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2238081**

(54) Título: **Procedimiento de extracción de fósforo y magnesio de fango activo residual y sistema de producción de estruvita**

(30) Prioridad:

01.02.2008 US 12362

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.03.2017

(73) Titular/es:

CLEAN WATER SERVICES (100.0%)
Gaffi, Bill 2550 SW Hillsboro Highway
Hillsboro, OR 97123, US

(72) Inventor/es:

BAUR, ROBERT

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de extracción de fósforo y magnesio de fango activo residual y sistema de producción de estruvita

Solicitudes relacionadas

Campo de la invención

La invención se refiere de forma general al campo de la extracción del "fango activo residual" (WAS). Más particularmente, la invención se refiere a añadir compuestos de carbono fácilmente biodegradables (RBC) a fango biológico para reducir la acumulación de estruvita posterior en un digestor y para producir un producto de estruvita útil a partir del anterior.

Antecedentes de la invención

Como parte del tratamiento secundario de aguas residuales, el agua residual tratada en el tratamiento primario se trata con aire u oxígeno puro. En lo que se denomina procedimiento de "fangos activos", los microorganismos utilizan el oxígeno para metabolizar el residuo que llega con el agua residual, formando una mezcla de microorganismos y agua residual que se denomina "licor mezcla". Esta mezcla se lleva a tanques de sedimentación para su concentración, formando de esta manera el fango activo concentrado. La mayor parte de este fango se devuelve al tanque de procedimiento de fangos activos. Una parte separada de este fango, denominada fango activo residual (WAS), se retira del procedimiento de fangos activos y se envía a un sistema de gestión de fango para tratamiento adicional y evacuación. En un sistema estable, el WAS diario es igual a la conversión diaria de aguas residuales en microorganismos, por tanto, no se produce un aumento neto en la biomasa del licor mezcla. Cuando se manipula el procedimiento de fangos activos, el fósforo y el magnesio se retiran de la corriente líquida y se concentran en el licor mezcla. Este procedimiento se conoce como eliminación biológica de fósforo mejorada (EBPR).

En referencia a la Figura 1, en un esquema típico 10, el WAS se envía a una centrífuga (u otro aparato de espesamiento) 14 para el espesamiento, los líquidos se derivan y se devuelven a la planta depuradora para su tratamiento, mientras que el lodo espesado resultante se envía a un digestor anaerobio 16 con otros fangos, donde permanece durante 15 días o más antes de enviarse a una segunda centrífuga (u otro aparato de deshidratación) 18 para su deshidratación.

Desafortunadamente, tiende a formarse estruvita en el digestor 16, y en otros equipos posterior porque el amoniaco, el magnesio y el fósforo que están presentes pueden precipitar como estruvita. Es poco práctico recoger esta estruvita y también tiene el efecto perjudicial de quedar depositada sobre las superficies del reactor 16 y obturar las tuberías y el equipo que sale del reactor.

Una centrífuga (u otro aparato de deshidratación) 18 adicional produce fango deshidratado 20 adicional, que bien se reutiliza con beneficio o se elimina, y líquidos 22, que son ricos en amoniaco y fósforo. Se ha aprendido que la estruvita aglomerada se puede recoger de los líquidos 22, mediante un reactor de estruvita 24. Esta estruvita aglomerada es un producto comercializable que se puede usar como un fertilizante de liberación temporalizada, recuperando de esta forma parte del coste del tratamiento de aguas residuales. Desafortunadamente, para recoger la estruvita se requiere la adición de magnesio al procedimiento, lo que constituye una buena parte del coste del procedimiento y reduce la rentabilidad.

En A Feasible Approach of Integrating Phosphate Recovery as Struvite at Waste Water Treatment Plants, Proceedings, Institute Of Environmental Engineering, pp. 551-558 (2007), D. Montag, y col. describen un sistema de recuperación de fosfato que desaconseja la adición de uno o más ácidos grasos volátiles (VFA) para eliminar el fósforo. Los autores lo consiguen mostrando tiempos de retención prolongados en lugar de la adición de ácidos orgánicos o inorgánicos externos. En The Modified Renphosystem: A High Biological Nutrient Removal System, Wat. Sci. Tech., Vol. 35, Nº 10, pp. 137-146 (1997), J. H. Rensink, y col. describen el denominado sistema Renpho modificado. Los autores no enseñan la adición de VFA como agentes para dosificar WAS, no enseñan la retirada/eliminación tanto del magnesio como del fosfato, no enseñan la fermentación, no enseñan el ajuste del pH antes de la mezcla agua/centrato, y no enseñan el uso de un deshidratador relacionado con un digestor.

En Wastewater Treatment Plant and Opportunities for Phosphorus Recovery, Environ. Techn., 1999, Vol. 20, Nº 7, pp 743-747, S. Williams, y col. analizan la composición de numerosas corrientes de procedimiento para la recuperación potencial de P en una EDAR británica y sugieren combinar el centrado (que tiene un elevado contenido en amoniaco) y el licor de fangos activos residual (que libera fósforo durante el almacenamiento). En An economic and environmental evaluation of the opportunities for substituting phosphorus recovered from wastewater treatment works in existing UK fertilizer markets, Environ. Tech., Vol. 21, N.º 9. pp 1067-1084 (2000), M. R. Gaterell, y col. describen un procedimiento potencial simplificado para maximizar la precipitación de estruvita (adaptado de Williams y col., citado anteriormente).

Ninguno de estos artículos, ni ninguna otra publicación de la técnica anterior conocida enseña la separación de un reactivo activado por VFA en una corriente líquida rica en fósforo y rica en magnesio a enviar a un reactor de

estruvita para la producción de estruvita aglomerada, ni tampoco en una corriente de fango pobre en fósforo y pobre en magnesio a enviar a un digestor para reducir el perjuicio de la acumulación de estruvita en el interior del mismo.

Sumario

La presente invención puede tomar la forma de un procedimiento para tratar una primera mezcla de sólidos y microorganismos residuales que contienen fósforo y magnesio, induciendo en primer lugar la mezcla de microorganismos para que libera fósforo y magnesio, que posteriormente se derivan a medida que la mezcla se espesa, para producir un líquido rico en fósforo y magnesio y una mezcla tratada con un contenido reducido en fósforo y magnesio. Esta mezcla tratada se introduce en un digestor anaerobio donde se forma amoniaco, pero se combina muy poco con el fósforo o el magnesio, ya que se ha reducido en gran medida la concentración de estos elementos. A continuación, la mezcla con alto contenido en amoniaco se deshidrata para producir un líquido rico en amoniaco, que se combina con el líquido rico en fósforo y magnesio. En una realización preferida, a partir de esta combinación se recoge un producto de estruvita útil.

Además, la producción de estruvita perjudicial en el digestor anaerobio se reduce en gran medida, en comparación con los procedimientos de tratamiento de residuos de la técnica anterior.

Los sistemas y procedimientos para llevar a la práctica la presente invención se muestran en las Figuras 2, 3, y 2A y se describen en el texto adjunto, que debería ayudar a clarificar la invención en sus diversas realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de tratamiento de residuos de la técnica anterior.
La Figura 2 es un diagrama de bloques de un tratamiento de residuos de acuerdo con la presente invención.
La Figura 3 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un sistema de tratamiento de residuos de acuerdo con la presente invención.
La Figura 2A es un diagrama de bloques de otra realización adicional de un sistema de tratamiento de residuos de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En referencia a la Figura 2, en una realización preferida de un procedimiento 110 de tratamiento de fango activo residual (WAS), el fósforo y el magnesio se liberan por acción de los microorganismos en un reactor anaerobio 112, donde está el WAS, durante un tiempo mínimo de 0,5 horas. Un procedimiento para llevar a cabo esta liberación es mediante la adición de uno o más compuestos de carbono fácilmente biodegradables (RBC), tal como uno o más ácidos grasos volátiles (VFA) al fango del reactor anaerobio, con de 3 a 8 gramos (y preferentemente 4-6 gramos) del uno o más VFA añadidos por gramo de fósforo liberado planificado. En otra técnica, el fango activo se mantiene durante 36 a 96 horas, sin la adición de VFA, para respiración y fermentación endógena para liberar fósforo y magnesio.

El WAS resultante se envía a un dispositivo de espesamiento 114, tal como una centrífuga, cinta de espesamiento o tamices rotatorios, y los líquidos 115 resultantes, que tienen niveles mejorados de fósforo y magnesio, se envían a un reactor de estruvita 124, que se analizará más detalladamente a continuación. Se produce solamente una producción de estruvita muy pequeña en los líquidos 115, ya que tiene un nivel de amoniaco muy bajo. Los VFA u otras formas de RBC se pueden generar mediante fermentación, tal como en el procedimiento unificado de fermentación y espesamiento (UFAT) descrito en la patente de los Estados Unidos n.º 6.387.264 B1. Otros procedimientos para obtener VFA incluyen diferentes procedimientos de fermentación, recogida de diferentes productos residuales y su adquisición como productos químicos, tales como ácido acético.

El WAS espesado con niveles reducidos de fósforo y magnesio se envía a un digestor anaerobio 116 con otros fangos, y normalmente se mantiene allí durante un mínimo de quince días, donde se trata adicionalmente mediante bacterias anaerobias que generan altas concentraciones de amoniaco. La producción de estruvita en el digestor 116, sin embargo, está muy reducida en comparación con la cantidad de estruvita producida en el digestor 16 del sistema de la técnica anterior (que podría ser idéntico al digestor 116) debido a la reducción en fósforo y magnesio en el WAS espesado, ambos son necesarios para la formación de estruvita. Esta reducción en la formación de estruvita reduce en gran medida la formación de depósitos de estruvita en el digestor y las tuberías y el equipo que se encuentra después del digestor anaerobio 116.

El fango tratado del digestor 116 se deshidrata 118, mediante el uso de una centrífuga, cinta de deshidratación, tamiz, prensas de marco y placas, etc. donde el sólido deshidratado resultante se reutiliza con un beneficio o se desecha. Los líquidos 122 ricos en amoniaco, que son menos capaces de formar estruvita en las conducciones y equipos asociados debido al contenido reducido en fósforo y magnesio, se envían al reactor de estruvita 124, donde el amoniaco abundante se combina con el fósforo y magnesio de los líquidos 115 para formar estruvita.

En referencia a la Figura 3, en una segunda realización preferida, la entrada al sistema 210 se realiza en forma de sólidos en suspensión en el licor mezcla (MLSS) 214 tomados de la zona anaeróbica 212 del tanque de aireación, en un sistema de eliminación biológica de fósforo mejorada (EBPR). La mayoría de los MLSS avanzan hasta una

parte adelantada del tanque de aireación 218. Los RBC se añaden a los MLSS agregados en un sistema EBPR convencional, haciendo de esta forma que el fósforo y magnesio se liberen de los microorganismos. Además de esta diferencia, el procesamiento es básicamente el mismo, aunque se necesitan algunas variaciones para adaptar el mayor flujo 214 al espesador 216, ya que el MLSS es normalmente tres veces más diluido que el WAS. Para gestionar el flujo diluido, el espesador 216 puede utilizar el espesamiento por gravedad que va seguido opcionalmente por una cinta o una centrífuga u otro dispositivo de espesamiento. El reactor anaerobio 112 y la adición suplementaria de RBC, como se muestra en la Figura 2, se pueden eliminar.

La Figura 2A muestra otra realización más del sistema inventado, similar al de la Figura 2 (y que tiene idénticos marcadores de referencia para elementos idénticos). Se puede observar que el sistema 220 incluye un flujo principal 220a y una corriente de flujo secundario 220b, como se muestra, respectivamente por encima y por debajo de la línea discontinua horizontal. En el presente documento se cita al sistema 220 como el proveedor de la producción *in situ*, es decir, cerrada o contenida, del producto de estruvita útil (por ejemplo, productos comercializables tales como aglomerados o partículas de formas y tamaños regulares e irregulares, productos no comercializables tales como fango de estruvita, etc.) a partir del WAS, sin que se necesiten aportes internos para realizar el procedimiento de producción.

Como se entenderá, el fango primario contenido en un clarificador primario 222 se procesa a través de una UFAT 224 de acuerdo con la patente de Estados Unidos n.º 6.387.264 o un procedimiento equivalente que incluye un fermentador 226 y un espesador 228 o un fermentador/espesador combinado que procesa colectivamente el fango primario para obtener VFA y un fango espesado. Los VFA de la UFAT 224 se introducen en un tanque de aireación EBPR 112a y a un separador/espesador 114 que incluye, por ejemplo, un tanque de liberación anaerobio 114a y un segundo espesador tal como una centrífuga de espesado 114b. (Reactor anaerobio 112 de la Figura 2 en esta realización alternativa de la invención que por tanto toma la forma de un tanque de aireación EBPR 112a y un clarificador secundario 112b, como se ilustra en la Figura 2A).

El fango espesado se alimenta a un digestor 116, como se muestra en la Figura 2A. Tanto corriente abajo del digestor 116 en el reactor de estruvita (como se ha descrito anteriormente en referencia a la Fig. 2) o corriente arriba del digestor 116, el pH de los líquidos ricos en P y ricos en Mg se ajusta mediante un ajustador de pH 117 (mostrado con un perímetro discontinuo ya que está situado opcionalmente en esta ubicación corriente arriba en lugar de en el reactor de estruvita 124). Los expertos en la materia apreciarán que, a pesar de ajustar el pH de los líquidos ricos en P y ricos en Mg antes de que lleguen al reactor de estruvita, sin embargo, la estruvita sigue sin formarse en la conducción corriente arriba porque no hay amoniaco presente). Además, las concentraciones máximas de los fluidos en el reactor de estruvita corriente abajo se reducen. De esta forma, el ajustador de pH 117 situado opcionalmente corriente arriba produce una corriente líquida 115' rica en fósforo y rica en magnesio como entrada el reactor de estruvita 124. (Así, el ajustador de pH 117 produce una topología en el sistema 220 que es más económica y directa que la topología del sistema 110 anteriormente descrita en referencia a la Figura 2 en la que el ajuste del pH se realiza en el reactor de estruvita.)

Un separador/espesador 114 actúa para separar la entrada de WAS de un clarificador secundario 112b corriente abajo del tanque de aireación EBPR 112a y la entrada de VFA desde la UFAT 224 en dos corrientes de salida diferentes. Una primera corriente líquida 115 rica en fósforo y rica en magnesio (Rica en P y Mg) (o, preferentemente, una corriente líquida 115' con el pH ajustado) se alimenta al reactor de estruvita 124, tal como se ha descrito anteriormente. Una segunda mezcla 230 con contenido relativamente reducido de fósforo y de magnesio (Pobre en P y Mg) se alimenta a un digestor 116 seguido por un deshidratador o centrífuga de deshidratación 118 para producir una corriente líquida 122 rica en amoniaco que también se alimenta de al reactor de estruvita 124. Los biosólidos con un contenido en fósforo reducido (P reducido) se producen como otro subproducto de la etapa de deshidratación. Al separar el WAS en dos corrientes independientes de concentración diferente que contienen fósforo y magnesio, corriente abajo, la producción de estruvita considerada perjudicial en el interior del digestor 116 se minimiza mientras que la producción simultánea de estruvita en el reactor de estruvita 124 se maximiza.

Los expertos en la técnica apreciarán que un tratamiento adicional 232 corriente abajo dentro del procedimiento principal 220a se puede llevar a cabo mediante precipitación, filtración, y desinfección (por ejemplo, cloración seguida de decloración) de la salida del clarificador secundario 112b (parte del cual se recircula a la entrada del tanque de aireación EBPR 112a, y parte del cual se desvía al procedimiento de la corriente secundaria 220b, como se ilustra). Por lo tanto, el efluente del tratamiento 232 corriente abajo es adecuado para su vertido a un río u otra masa de agua y es la salida principal del procedimiento y sistema inventado, mientras que el producto de estruvita útil y potencialmente comercializable, por ejemplo, un fertilizante aglomerado, es la corriente secundaria afluente del procedimiento y sistema inventado. El experto también apreciará que otros efluentes del reactor de estruvita 124 se pueden recircular como se muestra a la corriente afluente de la planta, en lo que se puede considerar un sistema 220 prácticamente de "ciclo cerrado".

Para las realizaciones, el reactor de estruvita pueden adoptar cualquier forma que permita la combinación del fósforo y magnesio con el amonio, para formar estruvita, incluyendo un tanque de sedimentación, donde la estruvita espontáneamente precipitada se formaría y sedimentaría para su reutilización como materia prima, un producto útil como fertilizante, o un producto residual. En una realización preferida, la estruvita aglomerada se forma según un procedimiento divulgado en la publicación internacional con número WO 2005/077834 A1.

En una primera variante preferida de la realización MLSS o WAS, la desviación de magnesio desde el digestor anaerobio y la consiguiente reducción en la formación de la estruvita perjudicial, protege a los equipos del procedimiento y reduce los costes de operación. En una segunda variante preferida, se añade magnesio para capturar fósforo adicional, provocando de esta forma que el sistema produzca estruvita adicional y una corriente residual con menos fósforo y amoniaco para recircularse de vuelta a la planta depuradora de aguas residuales para retratamiento. Además, se pueden añadir fósforo y magnesio para aumentar la producción de estruvita y reducir la cantidad de amoniaco enviado de vuelta para retratamiento.

Está previsto que la descripción anterior proporcione un ejemplo de un procedimiento y sistema que está comprendido dentro del alcance de la invención. Las personas expertas reconocerán que otros procedimientos y sistemas también estarán comprendidos en el alcance de la invención.

Se entenderá que la presente invención no está limitada al procedimiento o detalle de construcción, fabricación, material, aplicación o uso descritos e ilustrados en el presente documento. De hecho, cualquier variación de fabricación, uso, o aplicación se considera como una realización alternativa, y por tanto está dentro del espíritu y el alcance de la invención.

Se pretende además que cualesquiera otras realizaciones de la presente invención que sean resultado de cualesquiera cambios en la aplicación o procedimiento de uso o de operación, configuración, procedimiento de fabricación, forma, tamaño, o material, que no estén especificados en la descripción detallada dada por escrito o en las ilustraciones incluidas en el presente documento tal como comprendería un experto en la técnica, están comprendidos en el alcance de la presente invención.

De acuerdo con ello, aunque la presente invención se ha mostrado y descrito con referencia a las realizaciones anteriores del procedimiento y sistema inventado, será evidente para el experto en la técnica que se pueden realizar otros cambios en la forma y los detalles de la misma sin separarse del alcance de la invención tal como se ha definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de tratamiento de residuos, que comprende:

(a) producir una primera mezcla de sólidos, microorganismos y líquido a partir del agua residual, y en el que dichos microorganismos contienen fósforo y magnesio;
(b) eliminar el fósforo y magnesio de los microorganismos y permitir que dicho fósforo y magnesio eliminados se disuelvan en una parte líquida de dicha primera mezcla, en la que dicha etapa de eliminación incluye añadir compuestos de carbono fácilmente biodegradables (RBC) a dicha primera mezcla, para producir de esta forma una mezcla tratada que incluye magnesio y fósforo disueltos;
(c) fermentar y espesar dicha mezcla tratada para producir un líquido rico en fósforo y rico en magnesio que se separa de una mezcla remanente con un contenido reducido en fósforo y reducido en magnesio;
(d) tratar adicionalmente dicha mezcla con un contenido reducido en fósforo y reducido en magnesio, para crear de esta forma una mezcla rica en amoniaco y con un contenido reducido en fósforo y reducido en magnesio;
(e) deshidratar dicha mezcla rica en amoniaco para producir un líquido rico en amoniaco; y
(f) mezclar dicho líquido rico en amoniaco con dicho líquido rico en fósforo y rico en magnesio, para producir estruvita.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (b) se lleva a cabo manteniendo dicha mezcla tratada en un reactor anaerobio durante al menos 0,5 horas.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los RBC incluyen ácidos grasos volátiles (VFA).

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los RBC incluyen compuestos que se convierten en ácidos grasos volátiles (VFA) mediante dichos microorganismos.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha primera mezcla es fango activo residual.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha primera mezcla es de sólidos en suspensión en el licor mezcla.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (b) se lleva cabo haciendo pasar dicha primera mezcla a través de una zona anaerobia, en el que están presentes ácidos grasos volátiles que ocasionan que el fósforo y magnesio se expulsen de los microorganismos.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (b) se lleva a cabo reteniendo dicha primera mezcla en un reactor anaerobio durante más de 36 horas.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de mezclar dicho líquido rico en magnesio y fósforo con dicho líquido rico en amoniaco se lleva a cabo en un reactor de estruvita y en el que se añade magnesio a dicho reactor de estruvita o cualquier entrada del mismo, para aumentar de esta forma la producción de estruvita.

10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho líquido rico en amoniaco se mezcla con dicho líquido rico en fósforo y rico en magnesio de una forma que produce un producto de estruvita útil.

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha mezcla con un contenido reducido en fósforo y reducido en magnesio producida en la etapa (c) está en forma de un fango, y en el que la etapa (d) se lleva a cabo con dicho fango producido en la etapa (c) mezclado con al menos otro fango de dicho procedimiento de tratamiento de residuos.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichas etapas (a), (b), (c), (d), (e), y (f) se llevan a cabo *in situ.*

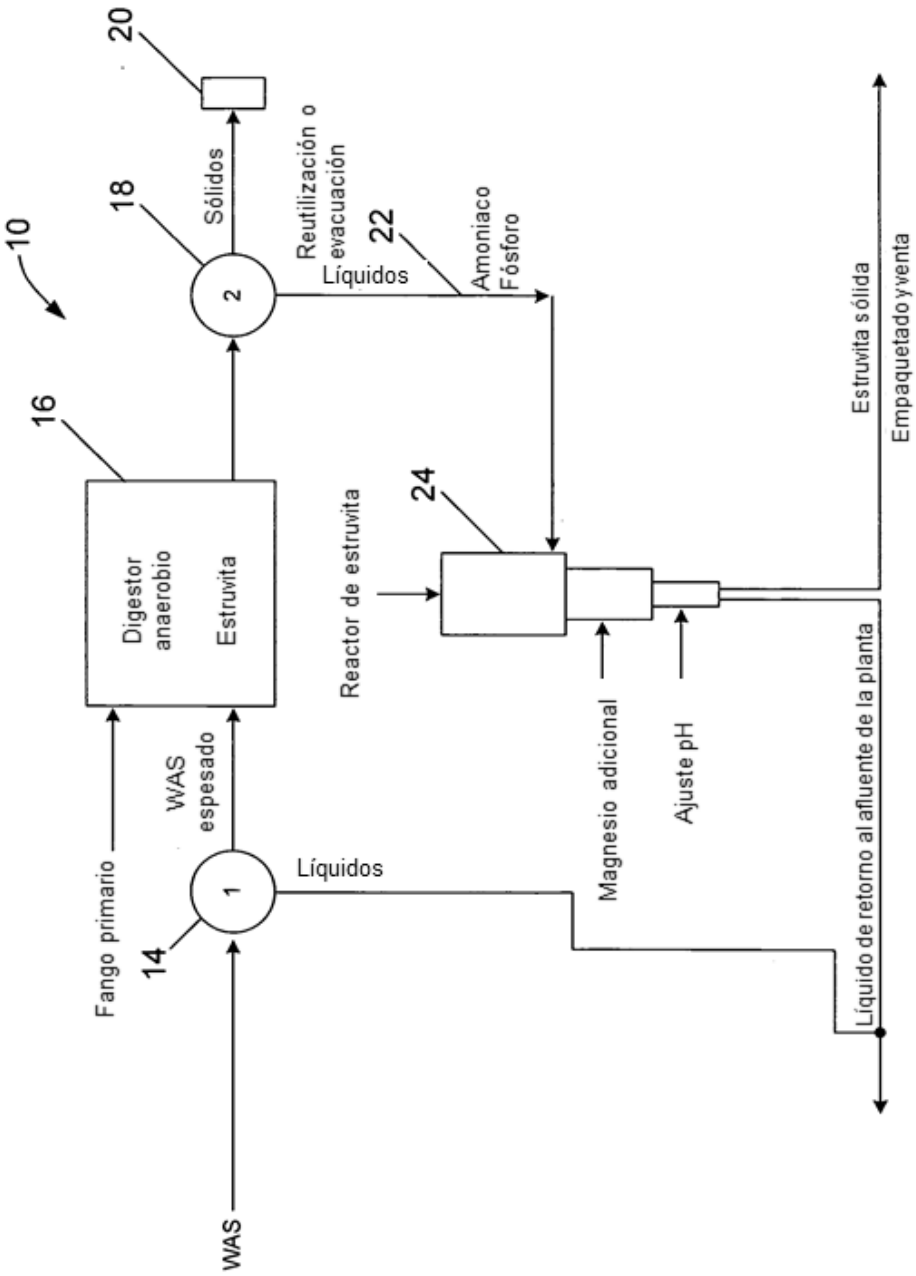

Figura 1 (Técnica anterior)

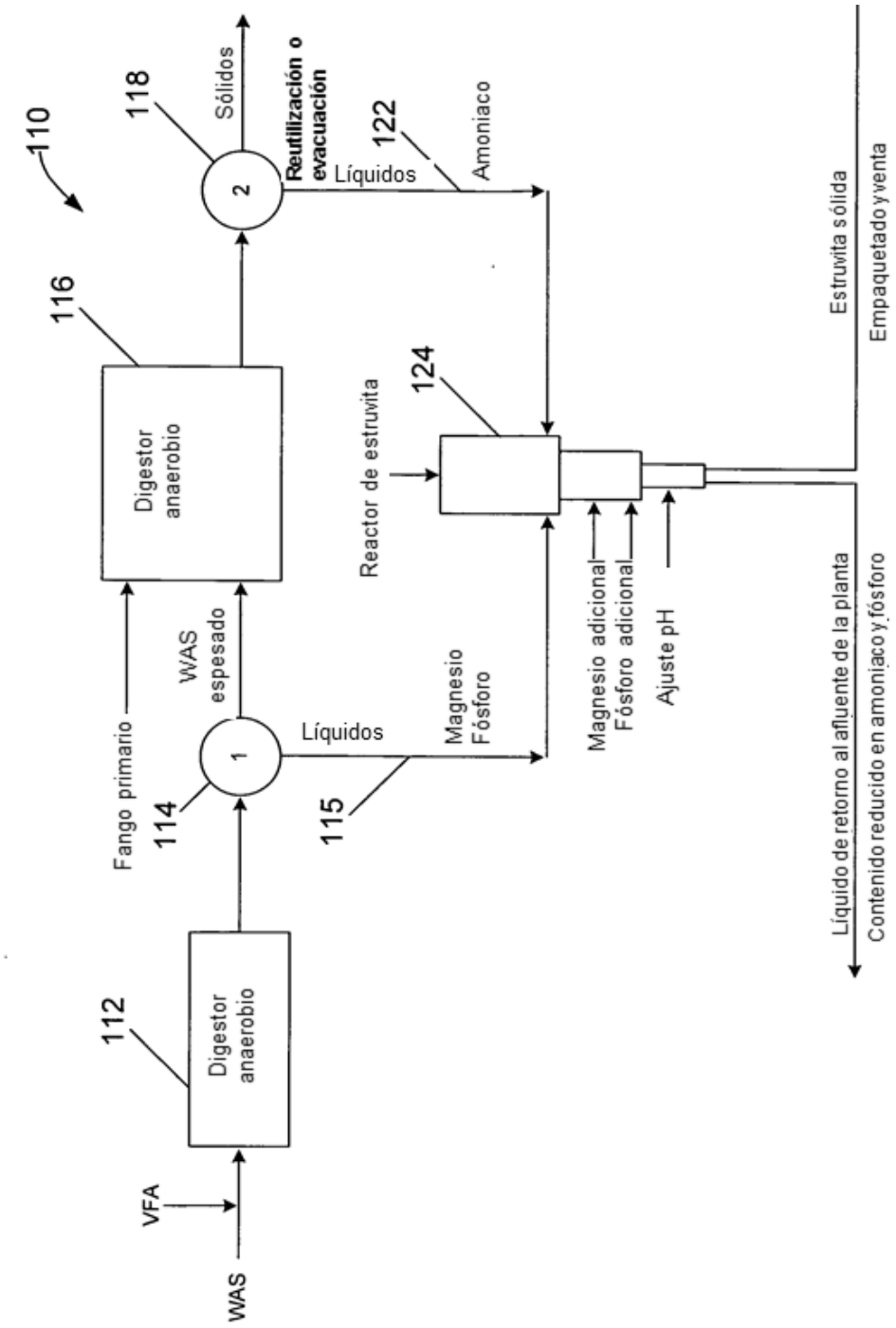
110
112
Digestor anaerobio
VFA
WAS
114
Fango primario
WAS espesado
116
Digestor anaerobio
118
Sólidos
Reutilización o evacuación
1
Líquidos
115
Magnesio
Fósforo
2
Líquidos
122
Amoniaco
124
Reactor de estruvita
Magnesio adicional
Fósforo adicional
Ajuste pH
Estruvita sólida
Empaquetado y venta
Líquido de retorno al afluente de la planta
Contenido reducido en amoniaco y fósforo

Figura 2

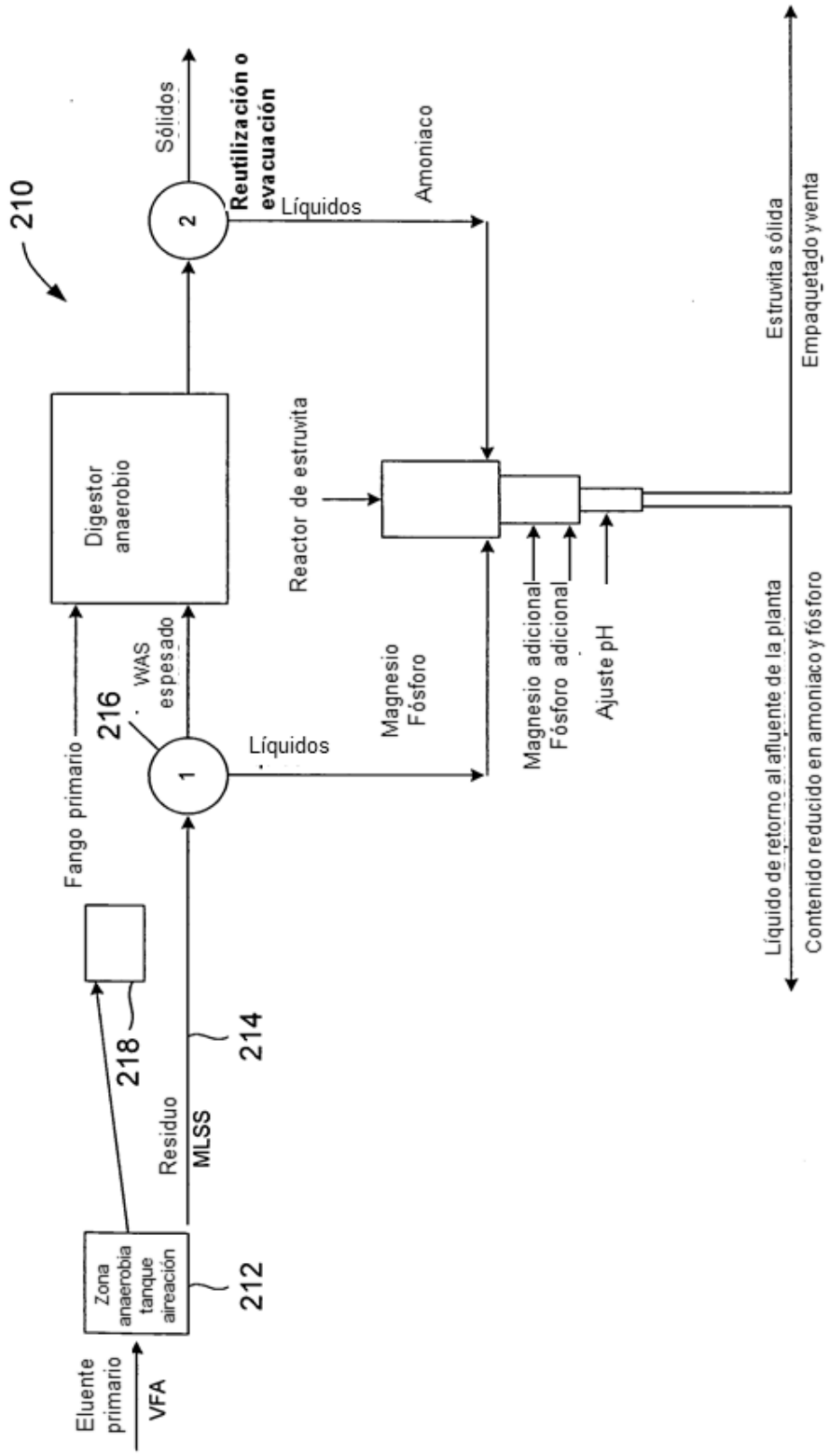
210
Sólidos
Reutilización o evacuación
Líquidos
Amoniaco
2
Digestor anaerobio
Reactor de estruvita
Estruvita sólida
Empaquetado y venta
Fango primario
216
WAS espesado
1
Líquidos
Magnesio
Fósforo
Magnesio adicional
Fósforo adicional
Ajuste pH
Líquido de retorno al afluente de la planta
Contenido reducido en amoniaco y fósforo
218
214
Residuo
MLSS
Zona anaerobia tanque aireación
212
Eluente primario
VFA

Figura 3

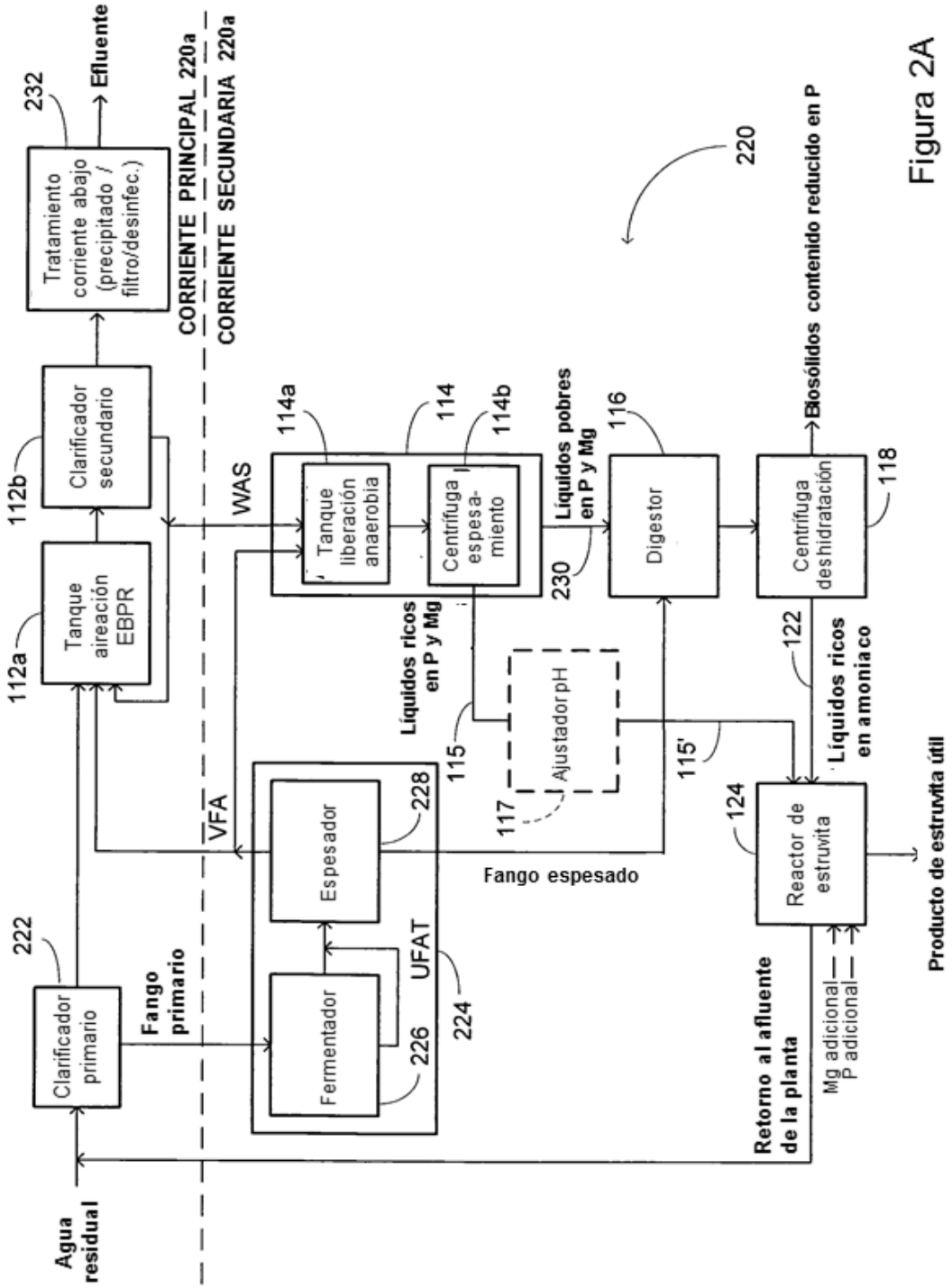
Agua residual
Clarificador primario
222
Fango primario
Fermentador
226
Espesador
228
UFAT
224
VFA
Tanque aireación EBPR
112a
Clarificador secundario
112b
Tratamiento corriente abajo (precipitado / filtro/desinfec.)
232
Efluente
CORRIENTE PRINCIPAL 220a
CORRIENTE SECUNDARIA 220a
WAS
Tanque liberación anaerobia
114a
Centrífuga espesa-miento
114
114b
Líquidos ricos en P y Mg
115
Ajustador pH
117
Líquidos pobres en P y Mg
230
Digestor
116
Fango espesado
115'
Centrífuga deshidratación
118
Biosólidos contenido reducido en P
122
Líquidos ricos en amoniaco
Reactor de estruvita
124
Producto de estruvita útil
Retorno al afluente de la planta
Mg adicional
P adicional
220

Figura 2A