

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 694**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

D21C 11/00 (2006.01)

C02F 103/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2015 PCT/FI2015/050221**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150630**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015 E 15717529 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3126296**

54 Título: **Procedimiento para reducir fósforo en un efluente o filtrado**

30 Prioridad:

31.03.2014 FI 20145307

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

24.01.2020

73 Titular/es:

**UPM-KYMMENE CORPORATION (100.0%)
Alvar Aallon katu 1
00100 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**RISTOLAINEN, MATTI;
ELUEN, INES y
AGUERREBERE, MARIA JOSE**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 738 694 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para reducir fósforo en un efluente o filtrado

5 **SECTOR DE LA INVENCIÓN**

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir el fósforo en un efluente o filtrado a partir de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. La presente invención se refiere además a un sistema para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso, en particular un proceso de fabricación de pasta química.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

15 Los efluentes producidos en las fábricas de pasta o papel y otras plantas productoras de efluentes se tratan normalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales para reducir la cantidad de compuestos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, tales como el fósforo. El fósforo debe eliminarse de los efluentes que se vierten desde la planta al medio ambiente, por ejemplo, a un sistema de agua, para evitar la contaminación. Como las regulaciones ambientales que restringen las emisiones de fósforo tienden a ser más estrictas, existe la necesidad de reducir la cantidad de fósforo en los efluentes que se transportan desde la fábrica a una planta de tratamiento de aguas residuales y, en última instancia, al medio ambiente.

20 Las soluciones tradicionales para la eliminación de fósforo implican, por ejemplo, un tratamiento terciario o la utilización de microorganismos concentradores de fósforo (que concentran P). Un inconveniente del tratamiento terciario es la elevada inversión y los costes operativos. Los microorganismos que concentran P funcionan en medios anaeróbicos, lo que complica las operaciones necesarias e implica tratamientos específicos para el efluente a utilizar.

25 Los inventores de la presente invención han reconocido, por lo tanto, la necesidad de un procedimiento para reducir el fósforo en el efluente obtenido a partir de procesos, tales como procesos de fabricación de pasta química.

30 La Patente US 6,830,696 describe un procedimiento para tratar el licor negro alcalino residuo, en el que el material que contiene fosfato acidulado se mezcla con el licor negro para llevar el pH a, aproximadamente, 3 para separar la lignina del licor negro. Se puede añadir a continuación CaO adicional para llevar el pH a, aproximadamente, 9 o superior; precipita $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y se separa para dejar una solución de NaOH para utilizar nuevamente en el proceso de fabricación de pasta.

35 La Patente US 5,401,362 describe un procedimiento para eliminar metales de transición de los fluidos de tratamiento en una fábrica de pasta de celulosa, en la cual una parte sustancial de un filtrado obtenido de una etapa de lavado se trata añadiendo material alcalino para ajustar el pH para que sea mayor de 9, provocando que los metales de transición precipiten. Después del tratamiento, el precipitado se elimina en un filtro y el filtrado obtenido, que tiene un contenido reducido de iones de metales de transición, se puede utilizar en diversas ubicaciones.

PROPÓSITO DE LA INVENCIÓN

40 El propósito de la presente invención es dar a conocer un nuevo tipo de procedimiento para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. Además, el propósito de la presente invención es dar a conocer un sistema para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso, en particular un proceso químico de fabricación de pasta.

50 **CARACTERÍSTICAS**

El procedimiento, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 1.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

55 Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la presente invención y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, ayudan a explicar los principios de la presente invención. En los dibujos:

60 La figura 1 es una ilustración del diagrama de flujo de un procedimiento para reducir el fósforo en el efluente o el filtrado de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. La figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema para reducir el fósforo en el efluente o filtrado de un proceso químico de fabricación de pasta que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas.

65

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas, en el que el procedimiento comprende las etapas de:

- a) obtener una primera parte de un efluente o filtrado de una etapa en la que las condiciones son ácidas;
- b) obtener una segunda parte de un efluente o filtrado de la misma etapa o de una etapa diferente, en la que las condiciones son ácidas;
- c) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- d) permitir que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato;
- e) separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado; y
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.

En este contexto, debe entenderse que el término "efluente" o "filtrado" se refiere a un líquido acuoso que contiene fósforo, que se debe eliminar completamente o en parte.

En este contexto, también debe entenderse que el término "efluente" se refiere a un líquido de desecho que se obtiene a partir del proceso y que se debe verter a partir del proceso. El efluente generalmente se trata con fines de purificación mediante el tratamiento de aguas residuales antes del vertido. El tratamiento de aguas residuales puede tener lugar en una planta de tratamiento de aguas residuales de una fábrica de pasta química. El efluente también puede referirse, por ejemplo, a un efluente o filtrado de blanqueo que se va a verter o tratar con fines de purificación mediante tratamiento de aguas residuales antes del vertido.

En este contexto, también debe entenderse que el término "filtrado" se refiere a un efluente del cual se elimina la materia sólida en suspensión mediante un tratamiento de filtración, un tratamiento de flotación o cualquier otro tratamiento. De este modo, el término "filtrado" no implica necesariamente que la materia sólida en suspensión, tal como las fibras, se haya eliminado por filtración.

El procedimiento se puede utilizar en una fábrica de fabricación de pasta química, en la que se produce pasta química utilizando el denominado proceso al sulfato o kraft.

En este contexto, debe entenderse que el término "pasta" se refiere a un material fibroso lignocelulósico preparado separando química o mecánicamente fibras de celulosa a partir de un material basado en fibras naturales. Los procesos denominados kraft o al sulfato se pueden utilizar para producir pasta.

El proceso es un proceso químico de fabricación de pasta.

En una realización, el proceso es un proceso de fabricación de pasta kraft.

En una realización, el efluente o filtrado se emite a partir de las operaciones de la línea de fibra de una fábrica de pasta química, tal como una fábrica de pasta kraft.

Las operaciones de una fábrica de pasta kraft se dividen convencionalmente en una línea de fibra, un sistema de recuperación química y un tratamiento de aguas residuales. Las operaciones de la línea de fibra suelen incluir la cocción, el lavado de la pasta cruda (lavado de productos químicos de cocción gastados a partir de la pasta), la deslignificación con oxígeno, el blanqueo y el secado de la pasta. En muchas fábricas de pasta kraft convencionales, el pH en las etapas de cocción, lavado de la pasta cruda, deslignificación con oxígeno y separación de nudos y cribado es alcalino. Todos los efluentes o filtrados obtenidos de dichas etapas son normalmente alcalinos. Frecuentemente, el pH en una o más etapas de blanqueo es ácido. De este modo, los efluentes o filtrados obtenidos de las etapas de blanqueo pueden ser ácidos o alcalinos, dependiendo de la etapa específica y los productos químicos utilizados en ella.

En una realización, el efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa del proceso, en la que las condiciones son ácidas.

Los inventores de la presente invención han descubierto que, normalmente, se encuentra un contenido muy elevado de fósforo en los efluentes o filtrados que se pueden obtener de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas. Por ejemplo, una concentración de fósforo del efluente o filtrado puede ser de 5 a 20 mg/l, o de 9 a 16 mg/l. De este modo, puede ser muy útil obtener el efluente o el filtrado de la primera etapa del proceso, en la que las condiciones son ácidas. En esta realización, el contenido de fósforo en los efluentes o filtrados a partir del proceso puede reducirse significativamente, incluso si solo se trata el efluente o filtrado de la primera etapa del proceso, en la que las condiciones son ácidas, o una parte del mismo, según el procedimiento de la presente invención.

La primera parte del efluente o filtrado y la segunda parte del efluente o filtrado pueden obtenerse de la misma etapa

del proceso en la que las condiciones son ácidas. También se pueden obtener de dos o más etapas diferentes del proceso, en las que las condiciones son ácidas.

5 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de una primera etapa en la que las condiciones son ácidas; y la segunda parte del efluente o filtrado se obtiene de una segunda y/o etapa posterior en las que las condiciones son ácidas.

10 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa del proceso, en la que las condiciones son ácidas.

15 En una realización, la primera y/o segunda parte de efluente o filtrado comprende un efluente o filtrado obtenido de una etapa en la que las condiciones son ácidas, efluente o filtrado al que se ha añadido un efluente o filtrado alcalino. En esta realización, el pH de dicha segunda parte del efluente o filtrado no puede ser alcalino antes de la etapa f). El pH de la primera parte del efluente o filtrado puede ser ya alcalino, mediante la adición o mezcla de efluente o filtrado alcalino en el mismo antes de la etapa c), ya que el pH en cualquier caso se ajustará a alcalino. El efluente o filtrado alcalino se puede obtener de una etapa del proceso en la que las condiciones son alcalinas. El efluente alcalino se puede añadir o mezclar a un efluente o filtrado obtenido de una etapa en la que las condiciones son ácidas antes de la etapa a), b), b1) y/o c). El efluente o filtrado alcalino también se puede añadir o mezclar a la segunda parte antes de la etapa f), siempre que el pH de dicha segunda parte del efluente o filtrado no sea alcalino antes de la etapa f).

25 En una realización, el efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa de las operaciones de línea de fibra de una fábrica de pasta química en la que las condiciones son ácidas. La fábrica de pasta química puede ser, por ejemplo, una fábrica de pasta kraft.

El efluente o filtrado es un filtrado de blanqueo ácido o un efluente de blanqueo ácido. Estos filtrados de blanqueo ácidos o efluentes de blanqueo ácidos se obtienen, normalmente, a partir de un proceso químico de fabricación de pasta.

30 En una realización, el filtrado de blanqueo ácido o el efluente de blanqueo ácido es el filtrado de blanqueo ácido o el efluente de blanqueo ácido que se puede obtener de la primera etapa de blanqueo ácido.

35 Normalmente, se encuentra un contenido muy elevado de fósforo en el filtrado de blanqueo ácido que se puede obtener de la primera etapa de blanqueo ácido. De este modo, puede ser muy útil obtener el filtrado de blanqueo ácido de la primera etapa de blanqueo ácido. En esta realización, el contenido de fósforo en los efluentes a partir del proceso se puede reducir significativamente, incluso si solo se trata el filtrado de blanqueo ácido de la primera etapa de blanqueo ácido, o una parte del mismo, según el procedimiento de la presente invención.

40 En este contexto, la expresión "etapa de blanqueo" se puede referir a cualquier etapa después de las etapas de pasta cruda, y debe entenderse que también incluye etapas de deslignificación con oxígeno, que eliminan selectivamente la lignina, el ácido hexenurónico y/o los metales. En este contexto, la expresión "etapa de blanqueo" se puede referir también a cualquier etapa inmediatamente posterior a la etapa de oxígeno. La primera etapa de blanqueo puede ser alcalina o ácida. Comúnmente es una etapa A ácida seguida de una etapa D sin una etapa de lavado entre ellas. Esta es la denominada etapa de blanqueo A/D1.

45 En una realización, el filtrado es un filtrado de blanqueo A, D, D1, A/D o A/D1 o cualquier otro filtrado de blanqueo ácido. Debe entenderse que "A" se refiere a una etapa de blanqueo ácido. Debe entenderse que "D" se refiere a una etapa de blanqueo con dióxido de cloro. Las etapas A, D y D1 pueden ser etapas separadas entre sí; sin embargo, en este contexto, cada una de las etapas A, D y D1 debe entenderse como etapas de blanqueo.

50 El efluente ácido también se puede obtener a partir del tratamiento de acidificación de la pasta sin blanquear, que se realiza antes del blanqueo, después del lavado de la pasta cruda y el tratamiento con oxígeno de la unidad de deslignificación con oxígeno. Este efluente ácido también contiene, normalmente, compuestos de fósforo disueltos.

55 El filtrado también puede ser un filtrado ácido que se puede obtener a partir del tratamiento de acidificación de la pasta no blanqueada después del lavado de la pasta cruda, tratamiento que se realiza para disolver los compuestos de fósforo que se disuelven en la pasta antes del blanqueo.

60 En un ejemplo, el procedimiento comprende las etapas de:

- a) obtener un efluente o filtrado de una etapa en la que las condiciones son ácidas;
- b1) dividir el efluente o filtrado en una primera parte y una segunda parte;
- c) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- d) permitir que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato;
- 65 e) separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado; y
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.

En la etapa b1), el efluente o filtrado puede dividirse, por ejemplo, dividiendo un flujo del efluente o filtrado en dos flujos separados. El primer flujo se puede transportar a las etapas c)-e) para obtener un flujo de efluente o filtrado purificado; el segundo flujo del efluente o filtrado puede combinarse con el flujo de efluente o filtrado purificado.

5 En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa b) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.

10 En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa b1) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) y la etapa b) o b1) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.

15 En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a), b) y/o b1) es 1-7; o 2-7; o 1-6; o 2-6; o 1-3; o 2-3.

En una realización, el pH de la primera parte del efluente o filtrado se ajusta en la etapa c) a 8-14; o a 8-11; o a 9-10; o a 9,2-9,8.

20 Cuando el pH de la primera parte del efluente o filtrado se ajusta a alcalino, precipita el fósforo, normalmente como fosfato de calcio. La fuente de calcio en el fosfato de calcio precipitado puede ser calcio contenido originalmente en el efluente o filtrado y/o calcio que se introduce en la primera parte del efluente o filtrado como un componente del agente alcalino. De este modo, el precipitado contiene normalmente fosfato de calcio. El precipitado puede comprender, además otras sales de fosfato, tales como hidrógeno fosfato de calcio; carbonato de calcio; sulfato de calcio; compuestos orgánicos de fósforo y/u otros componentes precipitados/coprecipitados.

25 El agente alcalino puede ser cualquier agente que sea capaz de elevar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a un pH en el que pueda precipitar el fósforo. El agente alcalino puede ser una solución, tal como una solución acuosa, un sólido o una mezcla de los mismos.

30 En una realización, el agente alcalino es
 CaO;
 un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;
 35 Ca(OH)₂;
 NH₄OH;
 un efluente o filtrado alcalino;
 un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o
 un polvo, una solución acuosa, o cualquier mezcla de los mismos.

40 En una realización, el agente alcalino es CaO sólido.

45 En una realización, el agente alcalino es una solución acuosa de CaO, una solución acuosa de un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH, una solución acuosa de Ca(OH)₂, una solución acuosa de NH₄OH, o cualquier mezcla de las mismas.

El agente alcalino también puede ser una mezcla de un sólido y una solución acuosa.

50 Si el agente alcalino es Ca(OH)₂, CaO, un polvo, una solución acuosa o cualquier mezcla de los mismos, como mínimo, algunos de los iones de calcio contenidos en el mismo pueden precipitar con el fósforo contenido en la primera parte del efluente o filtrado.

55 El agente alcalino puede ser un agente alcalino que se utiliza para ajustar el pH de las aguas residuales, tal como una solución acuosa de Ca(OH)₂.

60 La concentración del agente alcalino puede variar. Sin embargo, un agente alcalino relativamente potente, o una solución acuosa que contiene una elevada concentración de un agente alcalino, puede tener la utilidad añadida de que se necesite un pequeño volumen del agente alcalino para ajustar el pH a alcalino. De este modo, se puede evitar un aumento en el volumen y la disolución del precipitado. Por ejemplo, si se utiliza una solución acuosa de Ca(OH)₂ como agente alcalino, preferentemente, la concentración de la solución acuosa de Ca(OH)₂ es, como mínimo, 2 g/l, o más preferentemente, como mínimo, 20 g/l. De manera aún más preferente, el agente alcalino es CaO sólido.

65 En la etapa c), la primera parte del efluente o filtrado se puede mezclar con el agente alcalino. La mezcla normalmente acelera la precipitación de fósforo. La mezcla puede efectuarse, por ejemplo, mediante agitación. La mezcla también puede efectuarse utilizando un aparato adecuado para mezclar el agente alcalino con la primera

parte del efluente o filtrado ácido. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, un tanque o una tubería que comprende medios para la mezcla. Los medios para la mezcla pueden ser, por ejemplo, un mezclador, un brazo mezclador o un agitador. Dicho aparato también puede ser, por ejemplo, una tubería provista de una o más toberas para inyectar el agente alcalino en la tubería en la que puede fluir la primera parte del efluente o filtrado ácido.

5 La temperatura en la etapa c) se puede ajustar, por ejemplo, entre 25 y 90°C. El aumento de la temperatura puede aumentar la precipitación.

10 La separación del precipitado en la etapa e) se puede efectuar, por ejemplo, por decantación, clarificación, flotación o sedimentación.

15 Después de separar el precipitado de la primera parte del efluente o filtrado, el efluente o filtrado purificado obtenido de este modo tiene un contenido de fósforo sustancialmente reducido. La eliminación de fósforo es, normalmente, tan eficiente que el efluente o filtrado purificado obtenido puede considerarse sustancialmente libre de fósforo.

20 Puede que no siempre sea deseable eliminar completamente el fósforo del efluente o filtrado, en particular en los casos en los que el efluente o filtrado se transfiera posteriormente a una planta de tratamiento de aguas residuales. Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan procesos bacterianos para el tratamiento de aguas residuales, para los cuales es preferente o incluso necesario una baja cantidad de fósforo en el efluente o filtrado. Además, puede ser suficiente tratar solo la primera parte del efluente o filtrado para reducir significativamente el contenido de fósforo en el efluente o filtrado. Por ejemplo, no es necesario un tratamiento de todos los efluentes o filtrados ácidos que se pueden obtener a partir de un proceso para reducir significativamente el fósforo en el volumen total de efluentes y filtrados que se pueden obtener a partir de todo el proceso.

25 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado consiste en el 2-95% (v/v); el 5-95% (v/v); el 5-50% (v/v); o el 10-40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado. En este contexto, debe entenderse que el volumen total del efluente o filtrado consiste en el volumen total de la primera y la segunda parte.

30 Se puede obtener una reducción significativa de fósforo en el efluente o en el filtrado, incluso si la primera parte del efluente o del filtrado es una parte relativamente pequeña en comparación con el volumen total del efluente o filtrado.

35 La primera y segunda parte del efluente o filtrado o sus proporciones en volumen pueden seleccionarse de modo que, por ejemplo, la concentración de fósforo, el pH de dichas partes y/o el pH del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado combinados sea óptima.

La primera parte del efluente o filtrado tiene un mayor contenido o concentración de fósforo que la segunda parte.

40 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado tiene una concentración de fósforo de 5-20 mg/l; o 9-16 mg/l.

En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se puede obtener de la etapa en la que las condiciones son ácidas y en la que el contenido o la concentración de fósforo son mayores.

45 La etapa f) se puede realizar en cualquier etapa del proceso antes de la neutralización posterior de la combinación que se puede obtener de la etapa f) en una planta de tratamiento de aguas residuales, en la que la neutralización se realiza para ajustar el pH adecuado para el tratamiento aeróbico. La neutralización posterior se realiza, normalmente, antes de la cuba de aireación. Puede realizarse, por ejemplo, en la línea de fibra, antes del tratamiento clarificador preliminar o en cualquier otra etapa antes de la aireación.

50 El procedimiento comprende además la etapa h) de transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) al tratamiento o el vertido de aguas residuales.

55 La combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que puede obtenerse de la etapa f) se puede transportar directamente al tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, a una planta de tratamiento de aguas residuales o para un vertido. El pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) también se puede ajustar más, por ejemplo, a un pH neutro, si es necesario.

60 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) es neutro o casi neutro.

65 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) está en el intervalo de 6 a 8, o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) se ajusta a neutro o casi neutro.

5 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) se ajusta a un pH en el intervalo de 6 a 8, o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

10 Si el efluente o filtrado purificado se combina con la segunda parte del efluente o filtrado, frecuentemente, la segunda parte del efluente o filtrado es capaz de ajustar el pH a un nivel más bajo. El pH de la combinación resultante puede ser neutro o cercano a un pH neutro. Dependiendo de, por ejemplo, la relación entre el volumen del efluente o filtrado purificado y el volumen de la segunda parte del efluente o filtrado, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) se puede ajustar aún más. Se puede utilizar un agente neutralizante adecuado para ajustar el pH del efluente. El agente neutralizante puede ser un agente alcalino o un agente ácido.

15 En una realización, el agente alcalino con el que se ajusta el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) es el mismo agente alcalino con el que se ajusta el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino en la etapa c).

20 Las etapas g) y h) se pueden realizar simultáneamente o en cualquier orden.

Se da a conocer un sistema para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso químico de fabricación de pasta que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas, en el que el sistema comprende:

25 un aparato de digestión para la cocción de la pasta;
 un aparato de lavado para el lavado de la pasta;
 un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar el efluente o filtrado ácido de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo, en la que las condiciones son ácidas;
 un aparato de purificación para eliminar el fósforo del efluente o filtrado ácido;
 30 un primer conducto entre el aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta y el aparato de purificación para transportar una primera parte del efluente o el filtrado ácido desde el aparato para separar el efluente o filtrado de la pasta hasta el aparato de purificación;
 un segundo conducto para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido;
 comprendiendo el aparato de purificación un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido y para permitir que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato, y un aparato de separación para separar el precipitado para producir el efluente o filtrado purificado; y
 35 un aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido.

40 En una realización, el primer y el segundo conducto están conectados al aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo, en la que las condiciones son ácidas. En una realización, el primer conducto está conectado al aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, y el segundo conducto está conectado al primer conducto. En una realización, el segundo conducto está conectado al aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, y el primer conducto está conectado al segundo conducto. En estas realizaciones, el primer y el segundo conducto pueden estar conectados directa o indirectamente. De este modo, hay una conexión de flujo desde el aparato para separar el efluente o filtrado de la pasta con el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido y que permite que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato; y una conexión de flujo desde el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido y que permite que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato con el aparato de separación para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado. También hay una conexión de flujo desde el aparato de separación para separar el precipitado para producir efluente o filtrado purificado con el aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido.

55 El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido puede comprender, por ejemplo, un tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación. Puede comprender, además, medios para conectar el tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación al segundo conducto para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido. El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido puede comprender también, por ejemplo, un mezclador, un tanque o una cuba a través de la cual se conectan el tercer y segundo conducto. El tercer y el segundo conducto pueden estar conectados directa o indirectamente.

65 El sistema puede contener también bombas para diversos fluidos, tuberías, tanques y/o mezcladores apropiados. Además, puede contener, por ejemplo, un aparato de secado para secar pasta blanqueada, un sistema de recuperación química y/u otros componentes de una fábrica de pasta química. El sistema de recuperación química

puede incluir un ciclo alcalino y un sistema de circulación de cal.

5 En una realización, el aparato de blanqueo comprende un aparato para separar el efluente o filtrado de pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo para separar el efluente o filtrado ácido que se puede obtener de la primera etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas.

10 En una realización, el aparato para separar el efluente o filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo es un aparato de filtración para filtrar el efluente o filtrado ácido que se puede obtener de una etapa de blanqueo.

15 En otras realizaciones, el aparato para separar el efluente o filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo puede ser una prensa, una prensa de lavado, una lavadora de desplazamiento de tambor o cualquier otro aparato que sea capaz de separar pasta y efluente o filtrado.

15 En una realización, el sistema comprende:

un aparato de digestión para la cocción de la pasta;
 un aparato de lavado para el lavado de la pasta;
 20 un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta que se puede obtener de una etapa de blanqueo, en la que las condiciones son ácidas;
 un primer conducto para transportar una primera parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar el efluente o filtrado de la pasta;
 un aparato de purificación para eliminar el fósforo del efluente o filtrado ácido;
 25 un segundo conducto para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido;
 en el que el primer extremo del primer conducto está conectado al aparato para separar el efluente o el filtrado de la pasta y el segundo extremo del primer conducto está conectado al aparato de purificación;
 el aparato de purificación comprende un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido y para permitir que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato; un aparato de
 30 separación para separar el precipitado para producir el efluente o filtrado purificado; y un tercer conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de purificación; y
 el tercer conducto está conectado al segundo conducto para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido.

35 El primer, el segundo y el tercer conducto se pueden conectar a los componentes respectivos del sistema directa o indirectamente.

Cada uno de los conductos primero, segundo y tercero puede comprender, por ejemplo, una tubería o cualquier otro medio para establecer una conexión de flujo.

40 En una realización, el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido comprende un conducto para introducir el agente alcalino. Puede comprender además un aparato para mezclar el agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, una tubería provista de una o más toberas para inyectar el agente alcalino en la tubería en la que puede fluir la primera parte del efluente o filtrado ácido.

45 El agente alcalino puede ser cualquier agente alcalino descrito anteriormente. En una realización, el agente alcalino es
 CaO;
 un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;
 50 Ca(OH)₂;
 NH₄OH;
 un efluente o filtrado alcalino;
 un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o
 un polvo, una solución acuosa, o cualquier mezcla de los mismos.

55 En una realización, el sistema comprende un reactor para poner el agente alcalino en contacto con la primera parte del efluente o filtrado ácido para llevar a cabo la precipitación de fósforo. El reactor puede equiparse con una o más toberas para inyectar el agente alcalino en el reactor. El agente alcalino puede introducirse de este modo continuamente inyectándolo en un flujo de la primera parte del efluente o filtrado ácido. En un reactor, la primera
 60 parte del efluente o filtrado ácido puede fluir en una tubería y el agente alcalino puede inyectarse en el flujo.

El aparato de separación para separar el precipitado para producir el efluente o filtrado purificado puede ser, por ejemplo, una decantadora centrífuga, un clarificador, un separador de sólidos o un aparato de floculación.

65 El segundo conducto y el tercer conducto pueden conectarse entre sí, por ejemplo, utilizando una conexión o empalme de tubería adecuado. También pueden conectarse a través de un tanque, un mezclador o una cuba para

combinar y/o mezclar el efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado ácido.

El sistema puede comprender además una tubería o un conducto para hacer pasar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) a una planta de tratamiento de aguas residuales o para su vertido.

Las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente en el presente documento pueden utilizarse en cualquier combinación entre sí. Diversas de las realizaciones pueden combinarse entre sí para formar una realización adicional de la presente invención. Un procedimiento o un sistema, al que se refiere la presente invención, puede comprender, como mínimo, una de las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente en el presente documento.

Una ventaja de la presente invención es que el contenido de fósforo en el efluente o filtrado que proviene del proceso puede reducirse significativamente mediante el procedimiento, según la presente invención.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que es un proceso de bajo coste, que no requiere inversiones significativas para el equipo. Tampoco requiere inversiones significativas para reactivos; se pueden utilizar reactivos tales como agentes alcalinos que, en cualquier caso, se utilizarían para ajustar el pH del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que se reduce la necesidad de ajustar el pH del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que se puede obtener una reducción significativa de fósforo en el efluente o filtrado, incluso si el volumen de la primera parte del efluente o filtrado es relativamente pequeño en comparación con todo el volumen del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que pueden retenerse pequeñas cantidades de fósforo en el efluente o filtrado que se transporta al tratamiento de aguas residuales; esto puede ser ventajoso, por ejemplo, cuando el tratamiento posterior de aguas residuales utiliza procesos bacterianos, para los cuales es preferente una cantidad de fósforo en el efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que puede realizarse, por ejemplo, en la línea de fibra de una fábrica de pasta química. De este modo, se puede utilizar para reducir el fósforo en el efluente o en el filtrado que ya se encuentra en la fábrica de pasta química.

EJEMPLOS

A continuación, se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente invención, un ejemplo de las cuales se ilustra en el dibujo adjunto.

La siguiente descripción da a conocer algunas realizaciones de la presente invención con un detalle tal que un experto en la materia puede utilizar la presente invención basándose en la divulgación. No todas las etapas de las realizaciones se discuten en detalle, dado que muchas de las etapas resultarán obvias para el experto en la materia, basándose en la presente memoria descriptiva.

Por razones de simplicidad, los números de artículo se mantendrán en las siguientes realizaciones de ejemplo en el caso de componentes repetidos.

La figura 1 ilustra un procedimiento, según una realización de la presente invención, para reducir el fósforo en el efluente o filtrado de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. El proceso comprende en esta realización, como mínimo, dos etapas de proceso separadas en las que las condiciones son ácidas. En la etapa a), una primera parte de un efluente o filtrado se obtiene de una de estas etapas. Una segunda parte de un efluente o filtrado se obtiene de una etapa separada en la etapa b), o el efluente o filtrado que se obtiene de una sola etapa se divide en la etapa b1) en una primera parte y una segunda parte. La primera parte obtenida de este modo se transporta a la etapa c). Se añade agente alcalino para ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino en la etapa c). En la etapa d), se deja precipitar el fósforo, y el precipitado se separa en la etapa e). El efluente o filtrado purificado del que se ha separado el precipitado se transporta a la etapa f), en la que se combinan el efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado. La combinación obtenida de este modo se puede transportar al vertido o al tratamiento de aguas residuales (etapa g)).

La figura 2 ilustra un sistema, según una realización dada a conocer, para reducir el fósforo en el efluente o filtrado de un proceso químico de fabricación de pasta que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. Diversos componentes que pueden formar parte del sistema no se han incluido en esta ilustración esquemática por simplicidad.

En esta realización de ejemplo, el sistema comprende un aparato de digestión 1 para la cocción de la pasta a partir de material lignocelulósico. Desde el aparato de digestión 1, la pasta (denominada a menudo "pasta cruda") se transporta a un aparato de lavado 2 para el lavado de la pasta. El aparato de lavado 2 puede contener, por ejemplo, uno o más lavadores de pasta cruda, que utilizan normalmente flujo a contracorriente. La pasta lavada se transporta a un aparato de blanqueo 3. En esta realización, el aparato de blanqueo contiene tres etapas de blanqueo indicadas con 3', 3" y 3'''. La etapa 3', en esta realización la primera etapa de blanqueo es una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, por ejemplo, una etapa A/D1; las etapas 3" y 3''' pueden ser ácidas o alcalinas. El sistema comprende también un aparato 11 para secar la pasta. El aparato de blanqueo 3 comprende un aparato 4 para separar el efluente o filtrado de la pasta que se puede obtener de la etapa de blanqueo 3'. El sistema comprende, además, un primer conducto 5 para transportar una primera parte del efluente o filtrado ácido que se puede obtener utilizando el aparato 4 para separar el efluente o filtrado de la pasta al aparato de purificación 6. El primer conducto 5 está conectado directa o indirectamente al aparato 4 para separar el efluente o el filtrado de la pasta y al aparato de purificación 6. El aparato de purificación 6 comprende un aparato 8 adaptado para mezclar un agente alcalino con la primera parte del efluente o filtrado ácido y para permitir que precipite el fósforo. El aparato 8 puede contener, por ejemplo, un tanque para permitir que el fósforo precipite. Dicho tanque puede ser, por ejemplo, un tanque de fondo cónico. El aparato 8 comprende, además, un aparato de separación 9 para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado.

El sistema comprende también un segundo conducto 7 para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido que se puede obtener del aparato 4 para separar el efluente o filtrado de la pasta; y un tercer conducto 10 para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación 9. El segundo conducto 7 está conectado al aparato 4 para separar el efluente o filtrado de la pasta, directa o indirectamente, por medios adecuados. El tercer conducto 10 está conectado al aparato de separación 9 para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado. El segundo conducto 7 y el tercer conducto 10 están conectados directa o indirectamente para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido. El segundo conducto 7 y el tercer conducto 10 pueden conectarse, por ejemplo, de modo que formen un conducto para transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado ácido a una planta de tratamiento de aguas residuales 12 y posteriormente a su vertido.

EJEMPLO 1 - Eliminación de fósforo del filtrado de blanqueo ácido

Los filtrados de blanqueo ácidos (filtrados A/D1) se obtuvieron de una fábrica de pasta kraft. Un flujo de filtrado de $9 \text{ m}^3/\text{ADt}$ se dividió en dos partes, una primera parte de $2 \text{ m}^3/\text{ADt}$ y una segunda parte de $7 \text{ m}^3/\text{ADt}$.

La primera parte se trató utilizando una solución acuosa de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). El hidróxido de calcio se utilizó en una concentración de 1,84 g/l o 20 g/l. El pH de la primera parte se ajustó a 9,0, 9,2, 9,5, 9,8 o 10,0 añadiendo la solución acuosa de hidróxido de calcio. El precipitado se eliminó por decantación después de 2 horas de ajustar el pH a alcalino. Después de la eliminación del precipitado, el filtrado purificado obtenido de la primera parte se combinó con la segunda parte y se transportó a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se obtuvieron muestras de la primera parte del filtrado antes de la adición de la solución de hidróxido de calcio y después de la eliminación del precipitado. El contenido total de fósforo de las muestras se determinó utilizando el procedimiento de análisis "Metales ICP (plasma acoplado inductivo) con digestión por microondas" según la norma SFS-EN ISO 11885.

Se midió una reducción de, aproximadamente, el 60-99% en el contenido de fósforo en el filtrado purificado obtenido de la primera parte en comparación con el filtrado de blanqueo ácido no tratado. El ajuste del pH de la primera parte a un pH por encima de 9,2 no mejoró la reducción obtenida.

La solución con la mayor concentración de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (20 g/l) produjo una mejor reducción que la solución más diluida de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (1,84 g/l). Esto se debió probablemente a una mayor dilución de la muestra con 1,84 g/l, que casi dobla la cantidad de filtrado después del tratamiento, en comparación con 20 g/l (el factor de dilución fue de solo 1,06).

Resultará obvio para un experto en la materia que, con el avance de la tecnología, la idea básica de la presente invención puede implementarse de diversas maneras. La presente invención y sus realizaciones, por lo tanto, no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente; en su lugar, pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reducir el fósforo en el efluente o filtrado a partir de un proceso químico de fabricación de pasta que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas, **caracterizado por que** el procedimiento comprende las etapas de:
- 5
- a) obtener una primera parte de un efluente o filtrado de una etapa, en la que las condiciones son ácidas, en la que el efluente o filtrado es un líquido acuoso que contiene fósforo;
- 10 b) obtener una segunda parte de un efluente o filtrado de la misma etapa o de una etapa diferente, en la que las condiciones son ácidas, en la que la primera parte del efluente o filtrado tiene un contenido o concentración de fósforo más elevado que la segunda parte;
- c) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- d) permitir que el fósforo en la primera parte del efluente o filtrado precipite en forma de una sal de fosfato;
- 15 e) separar el precipitado de la primera parte de efluente o filtrado para producir un efluente o filtrado purificado; y
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado; en el que
- el efluente o filtrado es un filtrado de blanqueo ácido o un efluente de blanqueo ácido, y el procedimiento comprende además la etapa g) de transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado que se puede obtener de la etapa f) al tratamiento de aguas residuales o a su vertido.
- 20
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el efluente o filtrado se emite a partir de las operaciones de la línea de fibra de una fábrica de pasta química.
- 25
3. Procedimiento, según la reivindicación 1 o 2, en el que el efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa del proceso, en la que las condiciones son ácidas.
- 30
4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de una primera etapa en la que las condiciones son ácidas; y la segunda parte del efluente o filtrado se obtiene de una segunda etapa en la que las condiciones son ácidas.
- 35
5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el pH del efluente o filtrado obtenido en la etapa a) y/o b) es inferior a 6; o inferior a 3.
- 40
6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el efluente de blanqueo ácido o el filtrado de blanqueo ácido es el efluente de blanqueo ácido o el filtrado de blanqueo ácido que se puede obtener de la primera etapa de blanqueo ácido.
- 45
7. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el pH de la primera parte del efluente o filtrado se ajusta en la etapa c) a 8-14; o a 8-11; o a 9-10; o a 9,2-9,8.
- 50
8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el agente alcalino es CaO; un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH; Ca(OH)₂; NH₄OH; un efluente o filtrado alcalino; un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o un polvo, una solución acuosa o cualquier mezcla de los mismos.
- 55
9. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la primera parte del efluente o filtrado consiste en el 2-95% (v/v); el 5-50% (v/v); o el 10-40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado.
10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la primera parte del efluente o filtrado tiene una concentración de fósforo de 5-20 mg/l; o 9-16 mg/l.

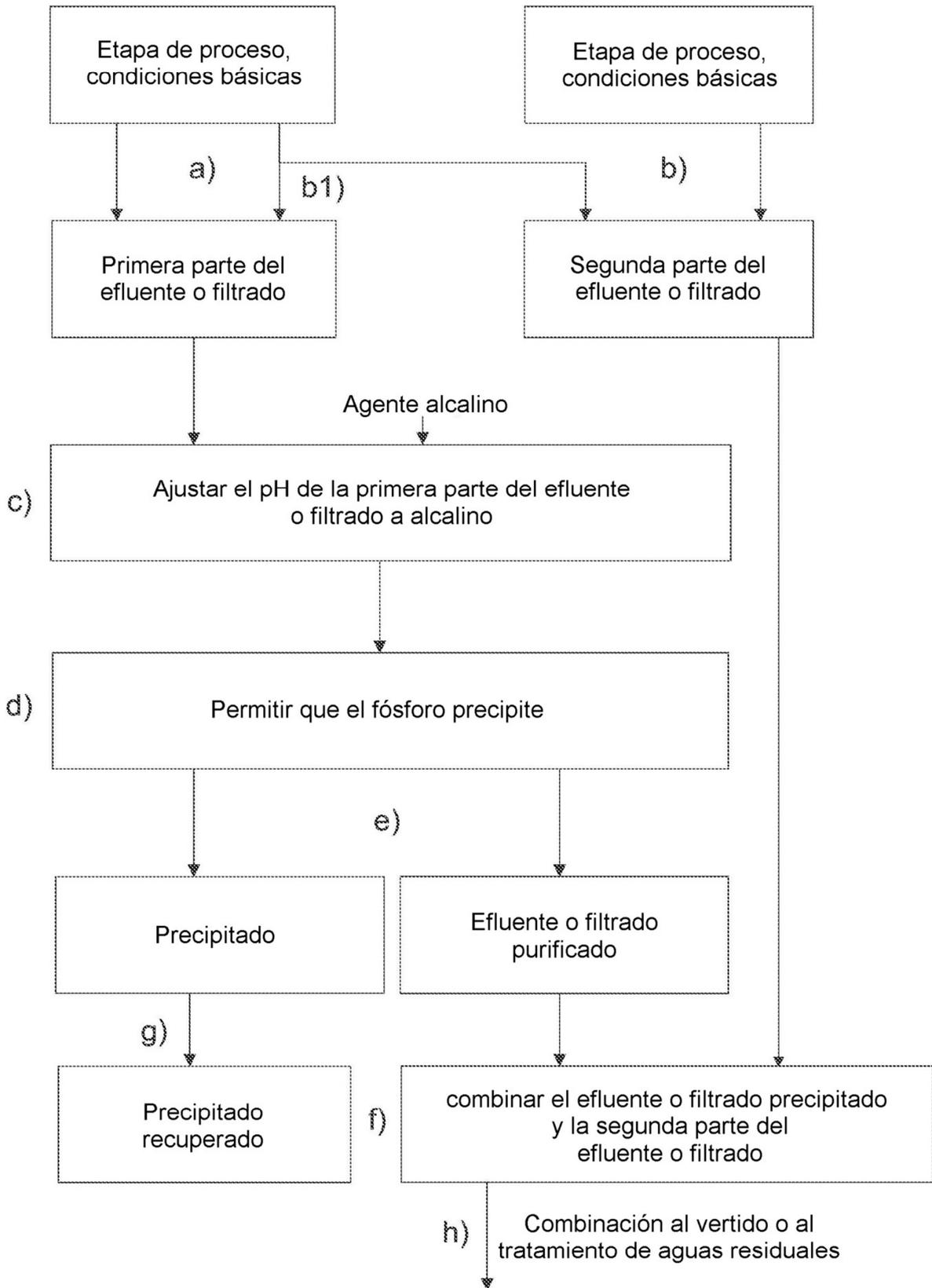


Fig. 1

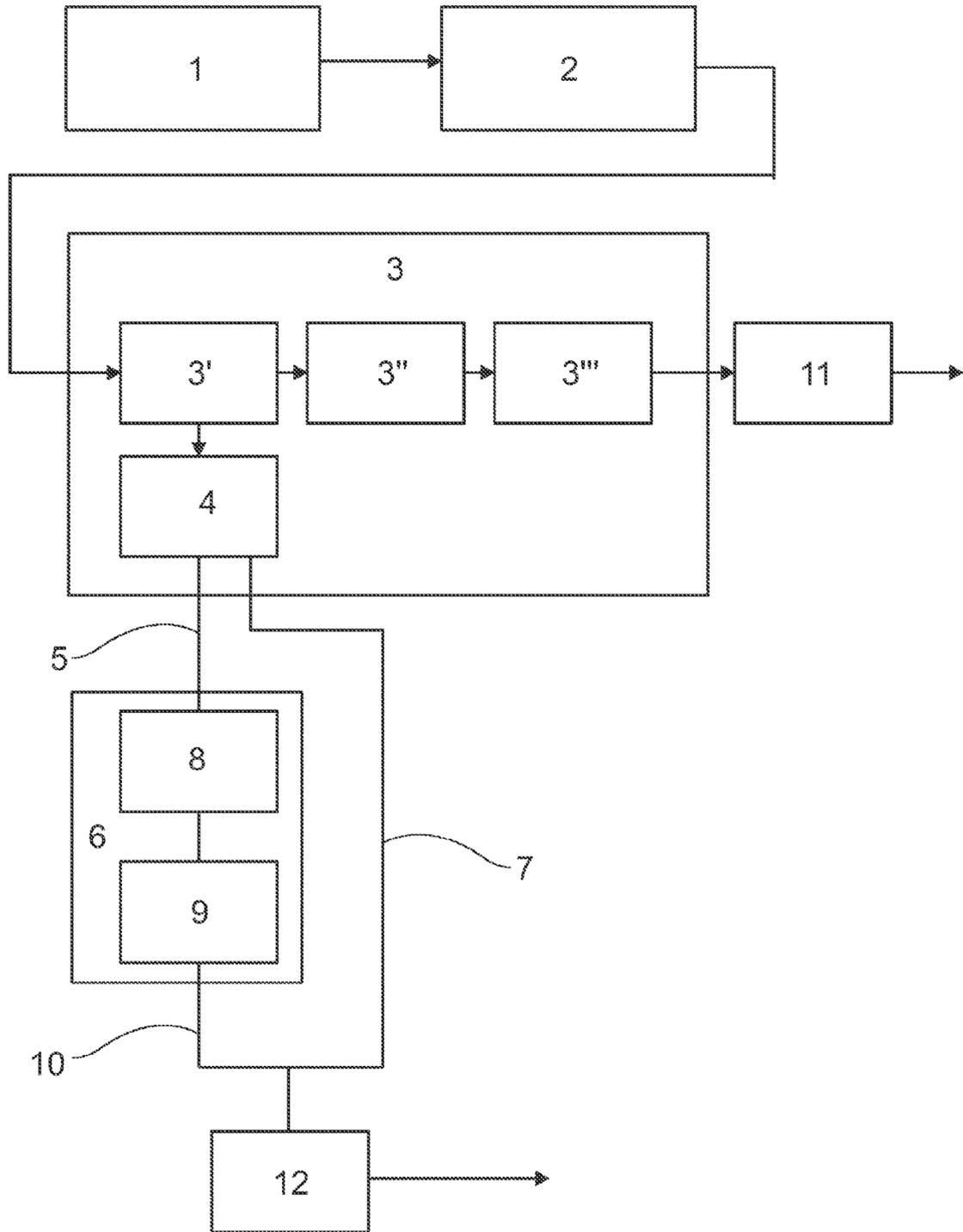


Fig. 2

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10 • US 6830696 B
• US 5401362 A