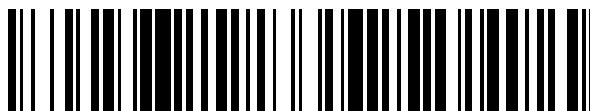


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 674**

51 Int. Cl.:

C22B 3/20 (2006.01)

C22B 3/44 (2006.01)

C22B 26/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2016 PCT/FI2016/050886**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109278**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2016 E 16822489 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3394301**

54 Título: **Eliminación de yeso de una solución de lixiviación**

30 Prioridad:

21.12.2015 FI 20155981

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

20.05.2020

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

LAITALA, HANNU

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 761 674 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

Eliminación de yeso de una solución de lixiviación

5 Campo técnico

Las realizaciones a modo de ejemplo y no limitantes se refieren generalmente a la lixiviación de metales, y más particularmente a la eliminación de yeso de una solución de lixiviación que contiene calcio.

10 Antecedentes del estado de la técnica

La lixiviación de metales tales como Cu, Zn, Co y Ni se puede llevar a cabo en una solución de sulfato por medio de ácido sulfúrico. Si hay calcio presente en el material de alimentación o si se usan compuestos químicos que contienen calcio para el control del pH en el proceso, se forma yeso durante el proceso. La solubilidad del yeso en la solución de sulfato es bastante baja, por lo que el calcio presente en una solución de lixiviación puede precipitarse como yeso. El yeso precipitante perturba el proceso de producción de varias maneras, por ejemplo, causando bloqueos de equipos y tuberías y reduciendo la eficiencia energética y de producción debido a la incrustación.

La planta de eliminación de yeso de Outotec (folleto en línea, septiembre de 2014) divulga una solución para la eliminación controlada de yeso de las soluciones de lixiviación. Típicamente utilizado en las refinerías de zinc, cobre y níquel, la eliminación del yeso se logra mediante el enfriamiento de la solución y precipitación del yeso en partículas adecuadas para sedimentación para evitar el problema de la incrustación de yeso en las tuberías de proceso y otros equipos en las etapas posteriores del proceso.

El documento US2004089103 A1 divulga un método para eliminar calcio de una solución de sulfato en el proceso de producción de zinc. El calcio se elimina como un anhídrido de la solución sin procesar que proviene del concentrado o la lixiviación del mineral antes de las etapas de purificación de la solución.

El documento WO2013068645 A1 divulga un método para lixiviar un concentrado de metal sulfídico en la producción hidrometalúrgica de metal en un proceso de lixiviación a partir del cual, por ejemplo, el yeso se separa de la solución ácida. La solución ácida se calienta a una temperatura elevada al poner el gas residual de la etapa de lixiviación en contacto directo con la solución ácida.

El documento US2006117908 A1 divulga un proceso que comprende proporcionar una solución de lixiviación impregnante que comprende valores de cobre, en el que se utilizan uno o más intercambiadores de calor para elevar la temperatura de extracción de la solución de lixiviación impregnante. Los intercambiadores de calor transfieren calor de un electrolito pobre que sale de una etapa de electrodeposición a la solución de lixiviación impregnante.

El documento US4475771 A divulga un método para recuperar ácido bórico de un depósito subterráneo de mineral de colemanita mediante extracción en solución, en el que la separación de yeso a partir del HCl regenerado comprende pasar los productos de la etapa de adición de ácido sulfúrico a través de un tanque de sedimentación y un filtro.

El documento WO01/07370 A1 divulga un método para eliminar sulfatos de una materia prima acuosa.

45 Sumario

Por lo tanto, un objetivo es proporcionar un método para resolver los problemas anteriores. El objetivo se logra mediante un método como se define en la reivindicación independiente. Se divulgan realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

Se divulga un método para eliminar el yeso del material que contiene calcio, el método comprende enfriar una solución de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución de lixiviación impregnante que contiene calcio con una solución de lixiviación impregnante empobrecida en yeso para obtener una solución de lixiviación impregnante enfriada; enfriar la solución de lixiviación impregnante enfriada en un dispositivo de enfriamiento para obtener una solución de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente; y precipitar yeso de la solución de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente para obtener la solución de lixiviación impregnante empobrecida en yeso.

En otro aspecto, se divulga un sistema para eliminar el yeso del material que contiene calcio, el sistema comprende un intercambiador de calor para enfriar una solución de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución de lixiviación impregnante que contiene calcio con una solución de lixiviación impregnante empobrecida en yeso para obtener una solución de lixiviación impregnante enfriada; un dispositivo de enfriamiento para enfriar la solución de lixiviación impregnante enfriada para obtener una solución de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente; y un tanque de sedimentación para precipitar yeso de la solución de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente para obtener la solución de lixiviación impregnante empobrecida en yeso. El método mejora la eliminación de yeso de la solución de sulfato.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación, la solución se describirá con mayor detalle mediante realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1 ilustra un proceso de precipitación de yeso existente;
La Figura 2 ilustra un proceso de precipitación de yeso de acuerdo con un ejemplo de realización.

10 Descripción detallada de algunas realizaciones

15 La precipitación descontrolada de yeso es un desafío en los procesos de extracción con disolvente (SX). El contenido de yeso en la solución de alimentación para el proceso de extracción con disolvente puede ocasionar gastos de mantenimiento adicionales y tiempo de inactividad del equipo, así como también conducir a un producto final de un estándar más bajo de la extracción con disolvente. Por lo tanto, la eliminación de yeso puede usarse antes del proceso de extracción con disolvente. Con la extracción de yeso antes de la extracción con disolvente, el gasto de mantenimiento y el tiempo de inactividad de las plantas de extracción con disolvente pueden reducirse y se puede lograr una mayor calidad del producto. Después de una lixiviación en el reactor a alta temperatura, la precipitación de yeso causa fallas en el equipo y formación de partículas en el proceso de extracción con disolvente.

20 Se puede usar un diseño de torre de enfriamiento como parte de un circuito de extracción de yeso. Al reducir la temperatura de la solución de lixiviación impregnante (PLS) por debajo del punto de solubilidad, el yeso se precipita antes del proceso de extracción con disolvente. Después de la eliminación del yeso, la temperatura de la solución se ajusta a las necesidades del proceso de extracción con disolvente. El diseño de la torre de enfriamiento puede basarse en un modelamiento de dinámica de flujo por ordenador (CFD) para encontrar la estructura óptima y estimar la eficiencia de enfriamiento y el comportamiento de la torre. Un flujo de aire horizontal permite la separación óptima de las gotitas en un separador de partículas, lo que resulta en eficiencia de enfriamiento combinada con una pérdida de deriva optimizada.

25 Se puede usar un diseño de torre de enfriamiento de la solución de tiro forzado para enfriar la suspensión que proviene de la lixiviación para la extracción de cobre con disolvente. Las aplicaciones en las que se usan las torres de enfriamiento de soluciones incluyen, entre otras, enfriamiento de electrolitos consumidos, eliminación de yeso y eliminación de cloruro, y las soluciones enfriadas en torres de enfriamiento de la solución contienen ácido sulfúrico, partículas sólidas, sulfato de cobre, cobalto y/o zinc a alta concentración que causa incrustaciones y otros problemas de proceso dentro del equipo.

30 En una torre de enfriamiento de la solución, se introduce gas en la torre desde la parte inferior de la torre y se desplaza hacia arriba, interactuando con las gotitas de la solución que caen desde la parte superior de la torre. Algunas de las gotitas quedan atrapadas en el flujo de aire que viaja hacia arriba a través de la torre, especialmente las gotitas más pequeñas. A medida que el flujo de aire sale de la torre, viaja a través de los separadores de partículas. Puede haber dos capas de separadores de partículas: un separador de partículas gruesas y un separador de partículas finas para eliminar las gotitas, es decir, minimizar la pérdida de deriva.

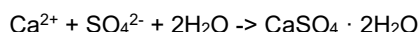
35 El yeso es blanco en su forma pura; por lo general, el color del yeso varía según los componentes metálicos presentes en la solución. El yeso se forma a partir de calcio, ácido sulfúrico y agua ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). En soluciones ácidas, si la temperatura sube por encima de 90°C , el yeso tiende a no formarse si la solución se sobresatura. En lugar de yeso, se forma anhídrita (CaSO_4). El yeso tiene muchos usos en la construcción, y también se usa como fertilizante y acondicionador del suelo. Sin embargo, el yeso recuperado de los procesos hidrometalúrgicos no es necesariamente lo suficientemente limpio como para usarse en estas aplicaciones. El yeso producido por procesos hidrometalúrgicos puede contener componentes precipitados y generalmente se almacena en áreas de desechos. El calcio es soluble en soluciones ácidas y está presente como CaSO_4 . La solubilidad del calcio depende de la temperatura de la solución, y la solubilidad aumenta con el aumento de la temperatura. En agua, la solubilidad del CaSO_4 aumenta ligeramente con el aumento de la temperatura y alcanza su máximo a aproximadamente 50°C , luego comienza a disminuir. Como el H_2SO_4 está presente en la solución, aumenta la solubilidad del sulfato de calcio, pero después de cierto punto comienza a disminuir. Otros parámetros de la solución que afectan la solubilidad del CaSO_4 son la concentración de ciertos iones metálicos en la solución, tales como Zn y Fe.

40 El yeso causa varios tipos de problemas en el proceso de extracción con disolvente. Por ejemplo, la solución de lixiviación impregnante saturada de calcio (PLS) puede aumentar la formación de impurezas y precipitarse en las superficies más frías del equipo, y causar incrustaciones en vallas y agitadores. Una impureza es una emulsión estable que contiene una solución orgánica y acuosa y partículas sólidas. El tipo y la causa de las impurezas difieren entre las plantas de operación. Las partículas finas de yeso aumentan la formación de impurezas y se producen problemas, especialmente cuando se acumulan las impurezas en las vallas en el sedimentador. La solución saturada de calcio causa escamas de yeso en las superficies de los equipos. El yeso en los agitadores aumenta directamente el consumo de energía. El precipitado de yeso puede forzar el cierre de la planta para mantenimiento y eliminación de yeso.

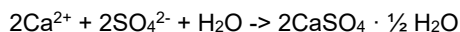
El principio de funcionamiento de un circuito de eliminación de yeso se basa en la disminución de la solubilidad del yeso cuando se baja la temperatura de la solución. Se baja la temperatura para que el yeso se precipite fuera de la solución hasta el punto donde el riesgo de precipitación de yeso en la extracción con disolvente se reduce sustancialmente. El yeso precipitado puede eliminarse eficientemente de la solución usando un tanque de sedimentación de alta velocidad y el rebosamiento utilizado en la extracción con disolvente. Después del tanque de sedimentación, la solución se vuelve a calentar a la temperatura SX. En algunos casos, parte del desbordamiento del yeso del tanque de sedimentación se recicla para actuar como semilla para la precipitación del yeso.

Con el diseño de la torre de enfriamiento, es posible dirigir la suspensión directamente de la lixiviación a la torre de enfriamiento y luego realizar una separación simultánea de sólidos para los residuos de lixiviación y yeso en el tanque de sedimentación después de la torre de enfriamiento. Por lo tanto, es posible que el yeso precipite sobre las partículas sólidas del residuo de lixiviación.

En las soluciones de sulfato, la mayor parte del calcio se precipita de acuerdo con las siguientes reacciones:



(temperatura <130 °C),



(130 °C < temperatura <160 °C).

El yeso se puede eliminar con una torre de enfriamiento separada en la que el yeso se precipita enfriando el líquido entrante. Sin embargo, como la precipitación se lleva a cabo a partir de líquido con baja concentración de sólidos, el yeso precipitado es de baja calidad. Por ejemplo, un tamaño de partícula pequeño hace que el yeso sea viscoso y pegajoso. La Figura 1 ilustra un proceso existente de precipitación de yeso. En la situación de la Figura 1, la energía térmica de la solución de alimentación de la torre de enfriamiento se desperdicia, en la que se necesita más energía para calentar la solución de sulfato antes de la lixiviación.

En un ejemplo de realización, el yeso se precipita a partir de una solución de sulfato que contiene sólidos, en la que se obtiene un precipitado de yeso grueso que es fácil de filtrar. Un ejemplo de un proceso de conexión comprende un intercambiador de calor para calentar una PLS que contiene Ca antes de que la PLS que contiene Ca entre en la torre de enfriamiento. Por lo tanto, el intercambiador de calor está configurado para eliminar la energía térmica de la PLS que contiene Ca y transferir la energía térmica eliminada a la PLS empobrecida en yeso. La solución de lixiviación impregnante así obtenida es yeso por debajo del punto de saturación, de modo que el enfriamiento de la solución de lixiviación impregnante en unos pocos grados en una etapa posterior del proceso no cause más precipitación de yeso. La solución de lixiviación impregnante contiene los iones metálicos disueltos del metal o los metales que están siendo lixiviados (obtenidos del mineral/concentrado utilizado como material de alimentación).

La Figura 2 ilustra un sistema para eliminar yeso del material que contiene calcio. En la Figura 2, una solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio se enfría poniendo en contacto indirectamente la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio con una solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso, en la que se obtiene una solución 19 de lixiviación impregnante enfriada. La solución 19 de lixiviación impregnante enfriada que contiene calcio se enfría luego adicionalmente en un dispositivo 13 de enfriamiento, en el que se obtiene una solución 12 de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente. El yeso se precipita a partir de la solución 12 de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente, en la que se obtiene dicha solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso y un residuo de lixiviación (suspensión). La solución de lixiviación impregnante obtenida es yeso por debajo del punto de saturación. El dispositivo 13 de enfriamiento puede comprender una torre de enfriamiento.

La solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio puede obtenerse lixivando material que contiene calcio, tal como un mineral y/o concentrado, en una solución de sulfato. Alternativamente, la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio se puede obtener cuando el pH de una solución de sulfato se ajusta con material que contiene calcio. Antes de enfriar la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio al poner en contacto en forma indirecta la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso, la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio puede enfriarse previamente poniendo en contacto indirectamente la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución 15 de lixiviación entrante. El enfriamiento previo de la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución 15 de lixiviación entrante, puede realizarse en un calentador 17 de la solución.

El yeso precipita de la solución 12 de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente, en la que se obtienen una suspensión 14 que contiene yeso precipitado y la solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso. El yeso puede entonces recuperarse de la suspensión 14, por ejemplo, filtrando el yeso precipitado de la suspensión 14 en un filtro.

5 El sistema comprende un segundo intercambiador 16 de calor, en el que el enfriamiento de la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso se lleva a cabo en el segundo intercambiador 16 de calor. La temperatura de la solución 10 de lixiviación impregnante que contiene calcio que ingresa al segundo intercambiador de calor es preferiblemente de 40 °C a 90 °C, más preferiblemente de 55 °C a 90 °C. La temperatura de la solución 19 de lixiviación impregnante enfriada que sale del segundo intercambiador de calor es preferiblemente de 40 °C a 85 °C, más preferiblemente de 50 °C a 85 °C. La temperatura de la solución 11 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso que ingresa al segundo intercambiador de calor es preferiblemente de 30 °C a 35 °C. La temperatura de una solución 20 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso recalentada que sale del
10 segundo intercambiador de calor es preferiblemente de 30 °C a 43 °C, más preferiblemente de 40 °C a 43 °C.

15 El yeso puede precipitarse de la solución 12 de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente sedimentando la solución 12 de lixiviación impregnante enfriada. La sedimentación de la solución de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente puede llevarse a cabo en un tanque 18 de sedimentación de yeso. El metal que se está lixivando, termina como iones metálicos disueltos en la solución 20 de lixiviación impregnante empobrecida en yeso recalentada que sale del segundo intercambiador de calor.

20 El término poner en contacto indirectamente como se usa en el presente documento se refiere a un medio que no está en contacto directo con otro. El término poner en contacto indirectamente puede referirse a un medio separado de otro, por ejemplo, por una pared sólida para evitar la mezcla de los medios. Sin embargo, el contacto indirecto permite una transferencia de calor eficiente de un medio a otro.

25 En un ejemplo de realización, la energía térmica de la solución de lixiviación también puede usarse para calentar la solución de sulfato entrante, en la que se necesita menos energía para calentar la solución de sulfato antes de la lixiviación.

30 Un ejemplo de realización simplifica el equipo de proceso requerido. La operatividad del proceso también puede mejorarse, y los costos de producción del proceso pueden reducirse. Se puede evitar el desperdicio de la energía térmica de la solución de alimentación de la torre de enfriamiento.

Para una persona experta en la materia será obvio que, a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar el yeso del material que contiene calcio, en el que el método comprende enfriar una solución (19) de lixiviación impregnante enfriada en un dispositivo (13) de enfriamiento para obtener una solución (12) de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente; precipitar yeso de la solución (12) de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente para obtener una solución (11) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso; caracterizado porque el método comprende enfriar una solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución (11) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso para obtener la solución (19) de lixiviación impregnante enfriada; el método comprende obtener la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio lixivando el material que contiene calcio en una solución de sulfato, o ajustando el pH de la solución de sulfato con el material que contiene calcio; en el que la etapa de enfriamiento de la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución (11) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso se lleva a cabo en un intercambiador (16) de calor, en el que la temperatura de la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio que ingresa al intercambiador (16) de calor es de 40 °C a 90 °C; la temperatura de la solución (19) de lixiviación impregnante enfriada que sale del intercambiador (16) de calor es de 40 °C a 85 °C; la temperatura de la solución (11) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso que ingresa al intercambiador (16) de calor es de 30 °C a 35 °C; la temperatura de la solución (20) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso que sale del intercambiador (16) de calor es de 30 °C a 43 °C.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la temperatura de la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio que ingresa al intercambiador (16) de calor es de 55 °C a 90 °C.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la temperatura de la solución (19) de lixiviación impregnante enfriada que sale del intercambiador (16) de calor es de 50 °C a 85 °C.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la temperatura de la solución (20) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso que sale del intercambiador (16) de calor es de 40 °C a 43 °C.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que antes de enfriar la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución (11) de lixiviación impregnante empobrecida en yeso, el método comprende enfriar previamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución (15) de lixiviación entrante.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la etapa de enfriamiento previo de la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio poniendo en contacto indirectamente la solución (10) de lixiviación impregnante que contiene calcio con la solución (15) de lixiviación entrante se lleva a cabo en un calentador (17) de la solución.
7. Un método como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método precipitar yeso de la solución (12) de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente para obtener una suspensión (14) que contiene yeso.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo el método recuperar yeso de la suspensión (14) filtrando yeso de la suspensión (14) en un filtro.
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (13) de enfriamiento comprende una torre de enfriamiento.
10. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método precipitar yeso de la solución (12) de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente sedimentando la solución (12) de lixiviación impregnante enfriada.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la sedimentación de la solución (12) de lixiviación impregnante enfriada adicionalmente se lleva a cabo en un tanque (18) de sedimentación.

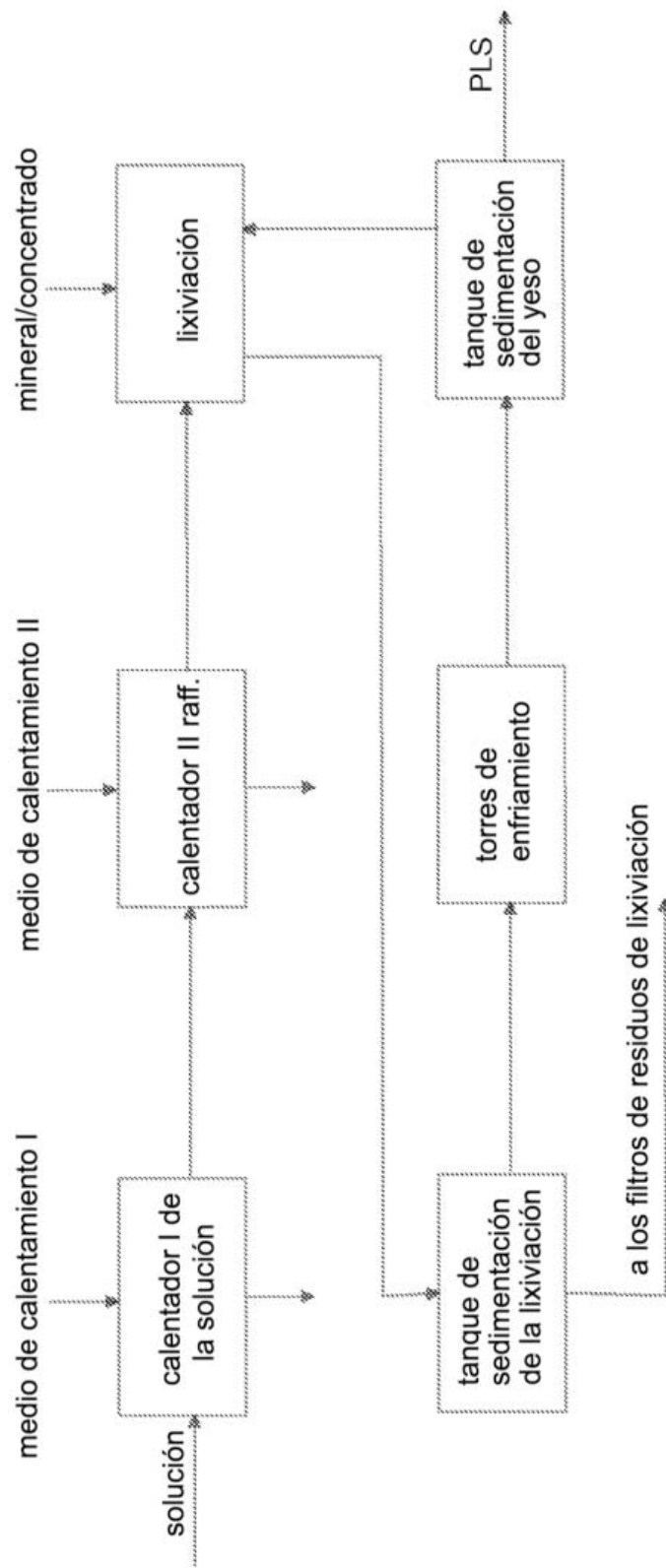


Fig. 1

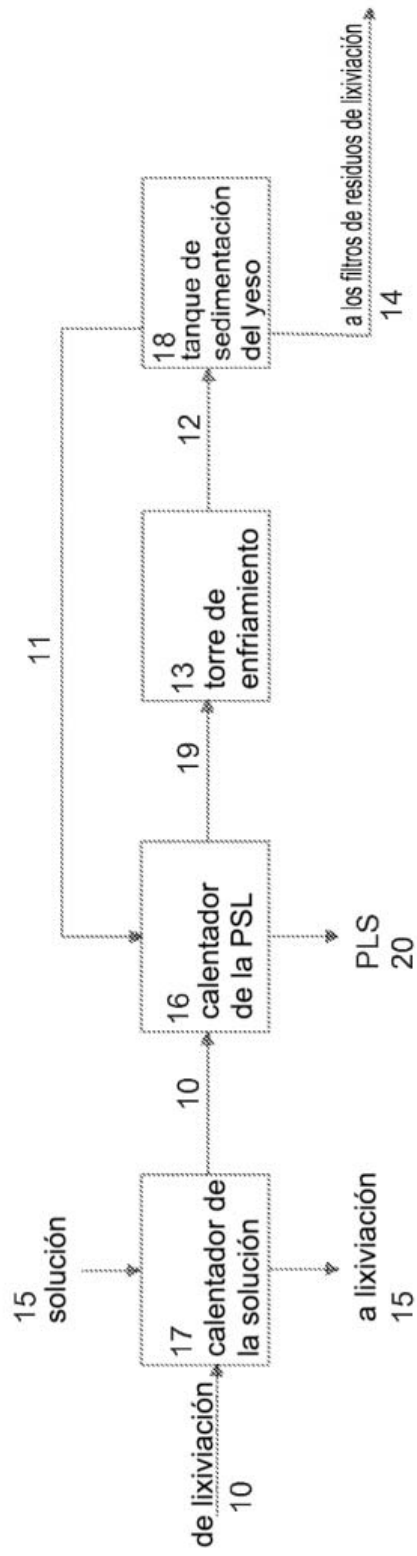


Fig. 2