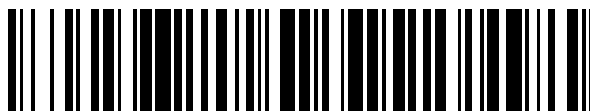


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 540**

51 Int. Cl.:

C22B 3/26 (2006.01)

C22B 3/00 (2006.01)

C22B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2015 PCT/FI2015/050385**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185803**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2015 E 15731385 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018 EP 3152338**

54 Título: **Extracción de oro con disolventes**

30 Prioridad:

05.06.2014 FI 20145517

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

12.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HAAPALAINEN, MIKA y
KARONEN, JANNE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 540 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

Extracción de oro con disolventes

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la recuperación de oro, en particular a un método de extracción de oro de una solución de lixiviación cargada (PLS, por sus siglas en inglés) obtenida a partir de la lixiviación de oro.

Antecedentes de la invención

10 El documento WO 2011154603 A1 describe un método para recuperar oro mediante extracción con disolvente en donde el oro se extrae de una solución de lixiviación cargada mediante un agente de extracción orgánico, que es una mezcla de dos componentes: un diéster orgánico y un alcohol orgánico de cadena larga. En este método, el oro cargado en fase orgánica se lava preferiblemente con una solución de HCl de 2 a 6 M para rechazar las impurezas y luego se separa con una solución de separación para recuperar el oro en la fase acuosa. En el seno de la solución de separación, el oro se reduce y pasa a estado sólido utilizando un agente reductor. Una de las desventajas asociadas con el método anterior es que con este método, el ácido de lavado debe ser al menos HCl 3M, preferiblemente HCl 5M, para minimizar la pérdida de Au y maximizar el resultado del lavado. En el lavado, algo de ácido se coextrae pasando a la fase orgánica. Luego, el ácido se separa en la primera etapa de separación, que aumenta la acidez y dificulta la eficiencia de separación del oro. Además, el ácido separado se pierde en la recuperación de oro.

Breve descripción de la invención

20 Un objeto de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un método y un aparato para implementar el método para superar los problemas anteriores. Los objetivos de la invención se logran mediante un método que se caracteriza por lo que se indica en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

25 La invención se basa en la idea de concentrar al máximo el oro en una solución de separación tan pura como sea posible antes de reducirlo y hacerlo pasar a estado sólido. La concentración de oro se logra mediante la reextracción de oro separado una o dos veces según el método de la invención.

Una ventaja del método de la invención es que se puede evitar el lavado de la fase orgánica con HCl concentrado. Además, el uso total de HCl es mucho menor que en un método típico que comprende una etapa de lavado. Finalmente, el volumen total de solución de oro concentrada es bastante pequeño y tiene un efecto positivo en el tamaño y eficiencia de la etapa de recuperación de oro con un costo reducido.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá con mayor detalle por medio de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos (anexos), en los cuales

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de una realización de la presente invención;

La Figura 2 muestra el efecto de la acidez de PLS y el contenido de cloruro para la eficiencia de extracción de oro;

35 La Figura 3 muestra la eficiencia de extracción de oro de OT-307 con PLS que tiene un contenido de cloruro de 131 g/L y una acidez de 10 g/L.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un método de extracción de oro de la solución de lixiviación cargada (PLS) obtenida a partir de la lixiviación de oro, que comprende las etapas de:

- 40 (a) extraer la PLS con un agente de extracción orgánico que comprende un diéster orgánico y un alcohol orgánico de cadena larga para obtener una primera fase orgánica que comprende oro;
- (b) separar oro de la primera fase orgánica con una primera solución acuosa para obtener un primer refinado acuoso que comprende oro y una primera fase orgánica empobrecida;
- 45 (c) añadir HCl y NaCl en el primer refinado acuoso para aumentar su contenido de ácido a al menos 8 g/L y el contenido de cloruro a al menos 30 g/L para obtener una primera solución acuosa que comprende oro;
- (d) extraer la primera solución acuosa con un agente de extracción orgánico que comprende un diéster orgánico y un alcohol orgánico de cadena larga para obtener una segunda fase orgánica que comprende oro;
- (e) separar oro de la segunda fase orgánica con una segunda solución acuosa para obtener un segundo refinado acuoso que comprende oro y una segunda fase orgánica empobrecida;

(f) opcionalmente, repetir las etapas (c) a (e) una o más veces para obtener un refinado acuoso final que comprende oro.

La repetición de las etapas de extracción-separación concentra el oro en el refinado acuoso final. Si todas las etapas de extracción utilizan O/A global = 1:3 y O/A global = 3:1 en la etapa de separación, el factor de concentración de oro podría ser tan alto como 590 veces.

5 El oro se puede recuperar del refinado acuoso final mediante cualquier método adecuado conocido por un experto en la técnica, p. ej., mediante un agente reductor o mediante absorción de oro en carbón activado. El oro se puede recuperar, por ejemplo, mediante reducción con ácido oxálico u oxalato de sodio o una mezcla de ambos. El oro también se puede reducir a partir del refinado acuoso final por medio de electrólisis.

10 El método de la presente invención es particularmente adecuado para soluciones de lixiviación cargadas (PLS) obtenidas a partir de lixiviación de oro, tal como una solución acuosa ácida a base de cloruro que comprende oro o una suspensión que contiene sólidos. La PLS se puede obtener lixiviando mineral de oro, concentrado o algún otro material sólido que contenga oro, tal como limo de ánodo, ceniza, chatarra o material de intercambio iónico, carbón activado o adsorbente utilizado en la recuperación de oro.

15 La extracción en la etapa (a) se lleva a cabo en una o más etapas, preferiblemente en al menos dos etapas, típicamente en dos o tres etapas.

La etapa (b) se realiza directamente después de la etapa (a), es decir, no hay lavado, p. ej. mediante una solución acuosa de ácido clorhídrico, se realiza entre las etapas de la extracción y de la separación. Esto también se aplica a cualquier etapa posterior (d) y (e).

20 La solución de separación en la etapa (b), es decir, la primera solución acuosa, y cualquier etapa posterior (e), es decir, la segunda (o posterior) solución acuosa, comprende preferiblemente NaCl para mejorar la separación de fases y para proporcionar un cierto contenido de cloruro para las siguientes etapas de extracción. La primera solución acuosa comprende de 0 a 100 g/l de NaCl, preferiblemente de 1 a 80 g/l de NaCl, más preferiblemente de 10 a 50 g/l de NaCl. La segunda (o posterior) solución acuosa comprende de 0 a 100 g/l de NaCl, preferiblemente de 1 a 80 g/l de NaCl, más preferiblemente de 10 a 50 g/l de NaCl. La etapa (b) se lleva a cabo en una o más, preferiblemente al menos dos, más preferiblemente de dos a cuatro etapas.

En cualquier etapa (c), se añade HCl y NaCl al refinado acuoso para aumentar su contenido de ácido a al menos 8 g/L, preferiblemente de 10 g/L a 20 g/L, y el contenido de cloruro a al menos 30 g/L, preferiblemente de 40 g/L a 60 g/L.

30 La solución acidificada se alimenta luego a la siguiente etapa de extracción (d), donde se utiliza preferiblemente el mismo agente de extracción orgánico que en la etapa (a). La extracción en la etapa (d) se realiza en una o más etapas. El número de etapas de extracción en la etapa (d) es preferiblemente al menos dos, más típicamente de dos a tres, para mantener una buena recuperación de oro de la solución acuosa introducida en esta etapa que tiene un contenido de cloruro más bajo que la PLS original.

35 El agente de extracción orgánico utilizado en las etapas de extracción (a) y (d) es típicamente una mezcla de un diéster de un diol orgánico y un alcohol de cadena larga ramificada, tal como un reactivo de extracción de oro descrito en el documento WO2011/154603. Preferiblemente, el agente de extracción orgánico es una mezcla de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol y un alcohol C₆₋₁₂ ramificado, en particular una mezcla de diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol y 2-etilhexanol (OT-307).

40 La repetición opcional de las etapas (c) a (e) aumenta el contenido de oro de la solución de separación final y mejora la economía de la etapa de recuperación de oro. Preferiblemente, las etapas (c) a (e) se repiten al menos una vez, típicamente una o dos veces. El segundo refinado acuoso obtenido en la primera etapa (e) a la etapa repetida (d) también necesita la adición de HCl y NaCl en la etapa (c) al mismo nivel que el primer refinado acuoso obtenido en la etapa (b). El flujo de volumen del segundo refinado acuoso en las etapas repetidas (c) a (e) es típicamente solo
45 alrededor del 1,5% del flujo de la PLS original. El volumen del refinado acuoso final puede ser tan bajo como 0,17% del flujo de la PLS original. Preferiblemente, el volumen del refinado acuoso final es de 0,06 a 3% del flujo de la PLS original.

Preferiblemente, todas las etapas de la extracción y de la separación están conectadas como flujos en contracorriente.

50 La Figura 1 muestra un diagrama de flujo del método de la presente invención. Con referencia a la Figura 1, la solución de lixiviación cargada 10 obtenida a partir de la lixiviación de material que contiene oro se introduce en una primera etapa de extracción (a) E1 en donde se extrae en dos o tres etapas con OT-307 20. Se obtiene una primera fase orgánica que comprende oro 11 y una primera solución empobrecida 30. La primera fase orgánica 11 se introduce luego en una primera etapa de separación (b) S1, en donde se separa en 3 a 4 etapas con una primera
55 solución acuosa 40 que comprende 10 g/L de NaCl. Se obtienen un primer refinado acuoso que comprende oro 12 y una primera fase orgánica empobrecida 21.

Luego se añade HCl 41 y NaCl 42 al primer refinado acuoso en una primera etapa de adición (c) A1 para aumentar su contenido de ácido a al menos 8 g/L y contenido de cloruro a al menos 30 g/L para obtener una primera solución acuosa que comprende oro 13.

5 La primera solución acuosa 13 se introduce a una segunda etapa de extracción (d) E2 en donde se extrae tres veces con OT-307 22. Se obtiene una segunda fase orgánica que comprende oro 14 y una segunda solución empobrecida 31. La segunda fase orgánica 14 se introduce luego a una segunda etapa de separación (e) S2 en donde se separa en 3 a 4 etapas con una segunda solución acuosa 43 que comprende 10 g/L de NaCl. Se obtiene un segundo refinado acuoso que comprende oro 15 y una segunda fase orgánica empobrecida 23.

10 Luego se añade HCl 44 y NaCl 45 al segundo refinado acuoso 15 en una segunda etapa de adición (c) A2 para aumentar su contenido de ácido a al menos 8 g/L y el contenido de cloruro a al menos 30 g/L para obtener una segunda solución acuosa que comprende oro 16.

15 La segunda solución acuosa 16 se introduce a una tercera etapa de extracción (d2) E3 en donde se extrae tres veces con OT-307 24. Se obtiene una tercera fase orgánica que comprende oro 17 y una tercera solución empobrecida 32. La tercera fase orgánica 17 se introduce luego a una tercera etapa de separación (e2) S3 en donde se separa en 3 a 4 etapas con una tercera solución acuosa 46 que comprende 10 g/L de NaCl. Se obtiene un refinado acuoso final 18 que comprende oro Strip3 y una tercera fase orgánica empobrecida 25 y el refinado acuoso final 18 se introduce a una etapa de recuperación de oro en donde se recupera oro del refinado acuoso final. Las fases orgánicas empobrecidas 21, 23, 25 se pueden combinar, p. ej. en un tanque orgánico 100 y hacer recircular 26 a las etapas de extracción de oro (a) y/o (d) E1, .. E3.

20 Ejemplos

Ejemplo 1

25 Se llevaron a cabo ensayos de extracción en laboratorio para probar el efecto de la acidez de PLS para la eficiencia de extracción de oro con el agente de extracción OT-307. Se preparó una solución de PLS sintética que contenía 10 mg/L de Au y 50 g/L de NaCl. Para cada ensayo, la concentración de ácido de PLS se ajustó mediante HCl. La acidez de PLS varió de 0,1 g/L a 100 g/L. Cada fase acuosa y orgánica se agitaron juntas 15 minutos a temperatura ambiente utilizando O/A=1:1. Las fases se separaron y se analizó el contenido de oro de cada refinado. La eficiencia de extracción de oro de cada punto de ensayo se puede ver en la Figura 2. La eficiencia de extracción de oro aumentó rápidamente a medida que se incrementó la acidez, estando a un nivel del 71% con una concentración de 10 g/L de ácido y 40 g/L de cloruro.

30 Ejemplo 2

35 Se llevaron a cabo ensayos de extracción en laboratorio para probar el efecto de mayor contenido de cloruro para la eficiencia de extracción de oro con el agente de extracción OT-307. Se preparó una solución sintética de PLS que contenía 50 mg/L de Au y 10 g/L de HCl y 200 g/L de NaCl. Por lo tanto el contenido de cloruro fue de 131 g/l. Se utilizaron cinco relaciones O/A diferentes. Cada fase acuosa y orgánica se agitaron juntas 15 minutos a temperatura ambiente. Las fases se separaron y se analizó el contenido de oro de cada refinado. La eficiencia de extracción de oro de cada punto de ensayo se puede ver en la Figura 3. La eficiencia de extracción de oro es de aproximadamente 92% (O/A=1:1) con una concentración de cloruro de 131 g/L.

Ejemplo 3

40 Se llevaron a cabo ensayos de extracción en laboratorio para estudiar cómo aumentará la concentración de oro en el segundo refinado acuoso después de separar la fase orgánica obtenida de la segunda etapa de extracción. OT-307 fue un agente de extracción en ambas secuencias de extracción-separación. Se preparó PLS sintética y contenía 30,1 mg/L de Au, 10 g/L de HCl, 214 g/L de Cl⁻, 15 g/L de Br⁻ y algunas impurezas típicas de los metales Cu, Ca, Fe (III) y Zn. La PLS y las fases orgánicas, utilizando una relación de fases O/A=1:4, se agitaron juntas 5 minutos a temperatura ambiente. Las fases se separaron y se analizó el refinado. Aproximadamente el 80% del oro se extrajo cargando la fase orgánica a un valor de 96,4 mg/L de Au. La fase orgánica cargada se separó luego mediante una solución acuosa que contenía 10 g/L de NaCl utilizando una relación de fases O/A=3:1. El primer refinado de separación acuoso recibido contenía 259 mg/L de Au. Se separó aproximadamente el 90% del oro cargado. Se añadió HCl en el primer refinado de separación acuoso para aumentar la concentración de ácido hasta un valor de 34 g/L, así como la concentración de cloruro hasta un valor de 40 g/L. Se introdujo una fase orgánica fresca y, que utilizaba una relación de fases de O/A=1:2, las fases se agitaron juntas 5 minutos a temperatura ambiente. Las fases se separaron y se analizó este segundo refinado. Aproximadamente el 55% del oro se extrajo en una etapa cargando la segunda fase orgánica a un valor de 255 mg/L de Au. Este segunda fase orgánica cargada se separó mediante una solución acuosa que contenía 10 g/L de NaCl utilizando una relación de fases de O/A=2:1. El segundo refinado de extracción acuoso recibido contenía 323 mg/L de Au. Aproximadamente el 64% del oro cargado se separó en una etapa de separación.

La composición de cada solución acuosa se muestra en la Tabla 1. En esta tabla se puede ver cómo aumenta la concentración de oro, mientras que la concentración de impurezas y el volumen de solución disminuyen. El aumento

de las etapas en contracorriente de extracción y separación en la segunda secuencia de extracción-separación aumentaría aún más la concentración de oro en el refinado final.

Tabla 1

	Volumen de solución mL	Au mg/L	Ca mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Zn mg/L
PLS	1600	30,1	67300	75900	186	432
1. refinado	133	259	26	310	47	9,7
2. refinado	73	323	<1	6,3	1	<0,5

- 5 Será obvio para una persona experta en la técnica que, a medida que la tecnología avanza, el concepto inventivo se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de extracción de oro de la solución de lixiviación cargada (PLS) obtenida a partir de la lixiviación de oro, que comprende las etapas de:
 - 5 (a) extraer la PLS con un agente de extracción orgánico que comprende un diéster orgánico y un alcohol orgánico de cadena larga para obtener una primera fase orgánica que comprende oro;
 - (b) separar oro de la primera fase orgánica con una primera solución acuosa para obtener un primer refinado acuoso que comprende oro y una primera fase orgánica empobrecida;
 - (c) añadir HCl y NaCl en el primer refinado acuoso para aumentar su contenido de ácido a al menos 8 g/L y su contenido de cloruro a al menos 30 g/L para obtener una primera solución acuosa que comprende oro;
 - 10 (d) extraer la primera solución acuosa con un agente de extracción orgánico que comprende un diéster orgánico y un alcohol orgánico de cadena larga para obtener una segunda fase orgánica que comprende oro;
 - (e) separar oro de la segunda fase orgánica con una segunda solución acuosa para obtener un segundo refinado acuoso que comprende oro y una segunda fase orgánica empobrecida;
 - 15 (f) opcionalmente, repetir las etapas (c) a (e) una o más veces para obtener un refinado acuoso final que comprende oro.
2. El método según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) se realiza en una o más, preferiblemente al menos dos, más preferiblemente de dos a tres etapas.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la etapa (b) se realiza en una o más, preferiblemente al menos dos, más preferiblemente de dos a cuatro etapas.
- 20 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde en la etapa de extracción (d) se utiliza el mismo agente de extracción orgánico que en la etapa (a).
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde las etapas (c) a (e) se repiten al menos una vez.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde todas las etapas de la extracción y de la separación están conectadas como flujos en contracorriente.
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el agente de extracción orgánico es una mezcla de un diéster de un diol orgánico y un alcohol de cadena larga ramificada, en particular una mezcla de diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol y 2-etilhexanol.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la primera solución acuosa comprende de 0 a 100 g/l de NaCl, preferiblemente de 1 a 80 g/l de NaCl, más preferiblemente de 10 a 50 g/l de NaCl.
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la segunda solución acuosa comprende de 0 a 100 g/l de NaCl, preferiblemente de 1 a 80 g/l de NaCl, más preferiblemente de 10 a 50 g/l de NaCl.
- 35 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el oro se recupera del refinado acuoso final.
11. El método según la reivindicación 10, en donde el oro se recupera mediante reducción.
12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el volumen del refinado acuoso final es de 0,06 a 3% del flujo de PLS original.
13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la primera solución acuosa comprende NaCl.
- 40 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde la segunda solución de lavado comprende NaCl.

Figura 1

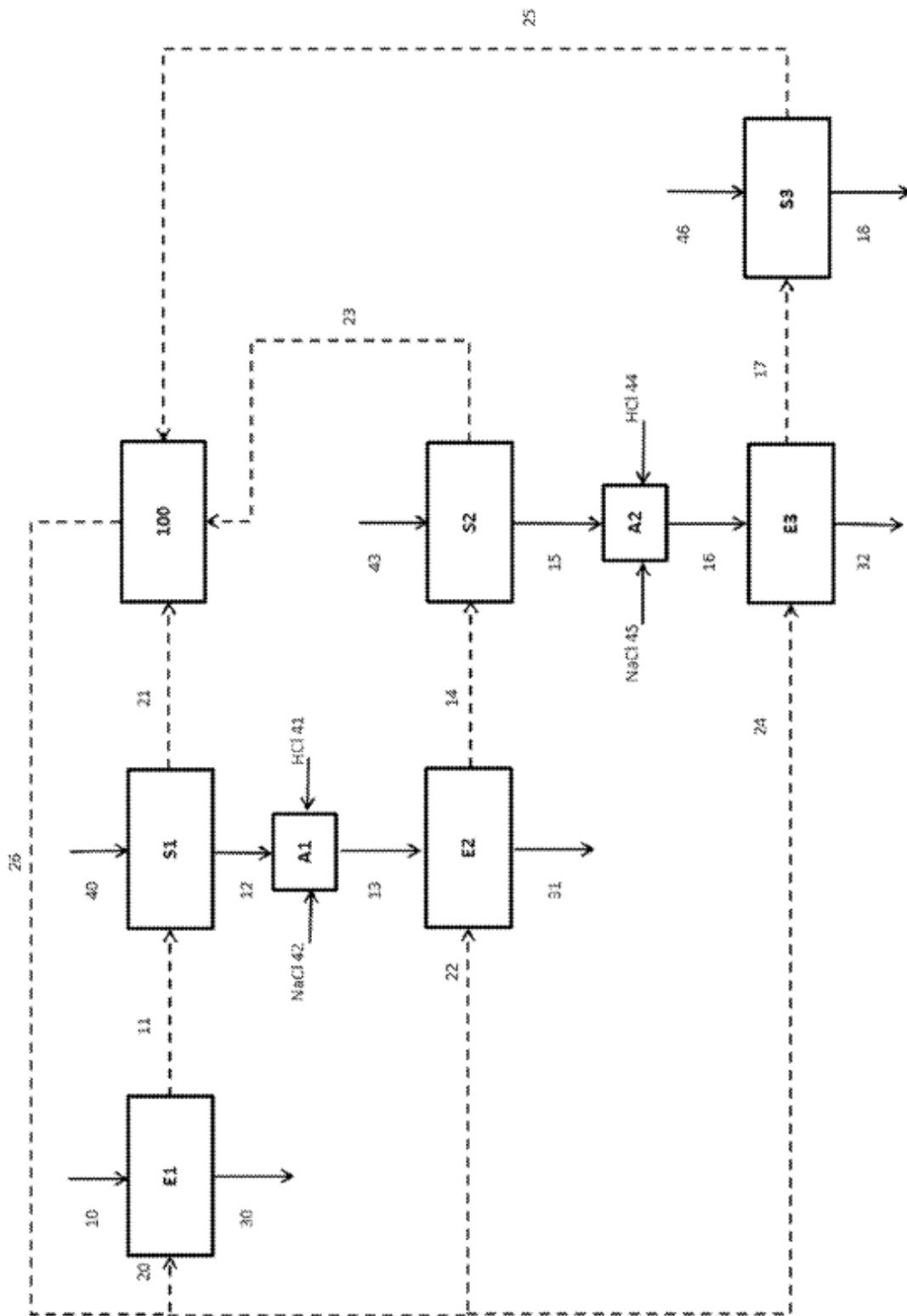


Figura 2

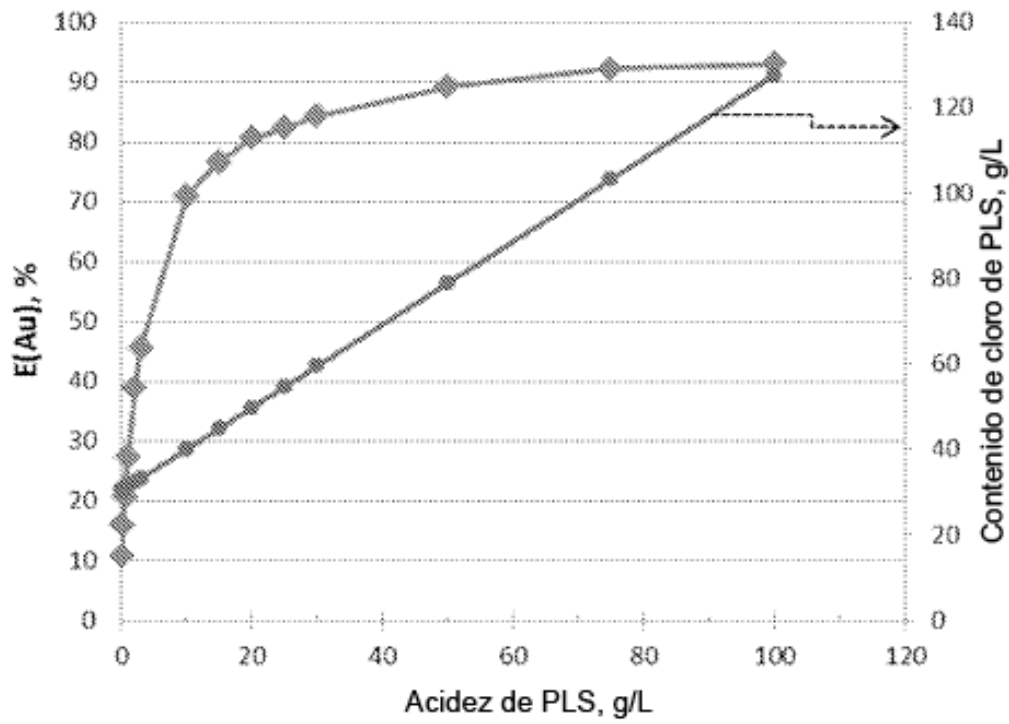


Figura 3

