



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 589**

51 Int. Cl.:  
**C22B 11/00** (2006.01)  
**C22B 3/10** (2006.01)  
**C22B 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07704804 .9**  
96 Fecha de presentación : **09.02.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1984531**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **Método para recuperar oro mediante lixiviación con haluro.**

30 Prioridad: **17.02.2006 FI 20060149**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.10.2011**

73 Titular/es: **OUTOTEC Oyj**  
**Riihitontuntie 7**  
**02200 Espoo, FI**

72 Inventor/es: **Haavanlammi, Liisa;**  
**Hyvärinen, Olli;**  
**Tiihonen, Marika y**  
**Tontti, Reijo**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 366 589 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

Método para recuperar oro mediante lixiviación con haluro

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para recuperar oro relacionado con la producción hidro-metalúrgica de cobre a partir de un residuo o producto intermedio que contiene azufre y hierro que se genera en el lixiviado de la materia prima de cobre. La recuperación tanto de cobre como de oro tiene lugar en un medio de cloruro. El oro que se encuentra en el residuo o en el intermedio se somete a lixiviado por medio de cobre divalente, oxígeno y bromuro en una disolución de cloruro de cobre (II)-cloruro de sodio, en condiciones en las que el potencial de reducción de oxígeno presenta un máximo de 650 mV y el pH está entre 0,5 y 2,5.

El método Hydrocopper para fabricar cobre por vía hidro-metalúrgica a partir de una materia prima que contiene cobre tal como un concentrado de sulfuro de cobre se divulga en la solicitud de patente de EE.UU. 6.007.600. De acuerdo con el método, se somete a lixiviado la materia prima en contra-corriente con una disolución de cloruro alcalino-cloruro de cobre en varias etapas, para formar una disolución de cloruro de cobre (I) monovalente. Parte de la disolución que se forma se somete a oxidación llevada a cabo con gas de cloro, en la que el cloruro de cobre (II) generado se recircula para concentrar el lixiviado. La purificación de la disolución se lleva a cabo sobre el resto de la disolución que se forma en el lixiviado de la materia prima. La disolución pura de cloruro cuproso se precipita por medio de la adición de un hidróxido alcalino en el óxido de cobre (I) y posteriormente se reduce el óxido hasta el cobre en estado elemental. La disolución de cloruro alcalino formada durante la precipitación del óxido de cobre (I) se somete posteriormente a electrolisis de cloro-álcali, a partir de la cual se usa el cloro gas y/o la disolución de cloruro obtenidos para oxidar el cloruro de cobre (I) y/o el lixiviado de materia prima, usándose el hidróxido alcalino generado en la electrolisis para la precipitación del óxido y usándose el hidrógeno generado para la reducción hasta cobre en estado elemental. La recuperación de oro a partir del residuo de lixiviado no se describe de forma separada en relación con el método.

Se conocen varios métodos en la técnica anterior, que se usan para el lixiviado de oro a partir de materiales que contienen azufre e hierro, en referencia a un proceso de recuperación de cobre basado en cloruro.

La patente de EE.UU. 4.551.213 divulga un método, por medio del cual se puede lixiviar oro a partir de materiales que contienen azufre, en particular a partir de residuos de procesos hidro-metalúrgicos. El material de partida preferido para el método es el residuo procedente del proceso CLEAR. El proceso CLEAR es un proceso de recuperación de cobre hidro-metalúrgico, que tiene lugar en un entorno de cloruro y a presión elevada. El residuo que contiene oro se somete a levigación en agua y la suspensión obtenida se ajusta de manera que contenga 12-38 % en peso de cloruro. Se ajusta el potencial de oxidación-reducción al intervalo de 650-750 mV y el valor de pH por debajo de 0. Se añade el cloruro de cobre (II) o el cloruro de hierro (III) a la suspensión para oxidar el oro que se encuentra en la materia prima, tras disolución. Se menciona en la publicación que el potencial de oxidación-reducción no debe aumentar por encima de 750 mV, ya que por encima de este valor tiene lugar la disolución del azufre. No existe información en la publicación acerca de la cantidad de azufre disuelto o de hierro.

La patente EP 646185 se refiere a la recuperación de cobre a partir de concentrados sulfídicos mediante lixiviado con cloruro en condiciones atmosféricas. En la etapa final de lixiviado en contra-corriente, el oro es lixiviado directamente al interior del electrolito a partir de la electrolisis de cobre, cinc y plomo con un elevado potencial de oxidación. Es una característica esencial del método que se consiga un elevado potencial de oxidación por medio de un complejo de haluro tal como  $\text{BrCl}_2$ , que se forma en la electrolisis. De acuerdo con el ejemplo 4, que describe el lixiviado de oro, el oro se disuelve a un potencial de oxidación-reducción de aproximadamente 700 mV frente a  $\text{Ag}/\text{AgCl}$ .

La solicitud de patente WO 03/091463 divulga un método para lixiviar oro a partir de un residuo de lixiviado o intermedio que contiene hierro y azufre, que se genera en el lixiviado con cloruro atmosférico de un concentrado de sulfuro de cobre. Se afirma en la publicación que es posible lixiviar oro a partir de un material que contiene hierro y azufre en el interior de una disolución acuosa de cloruro de cobre (II) y de cloruro sódico por medio de cobre divalente y oxígeno, en condiciones en las que el potencial de oxidación-reducción se encuentra por debajo de 650 mV y el valor de pH de la disolución se encuentra dentro del intervalo de 1-3. En estas condiciones, el hierro todavía no se disuelve y se azufre permanece en gran medida en estado no disuelto, evitando de este modo los costes que se generan cuando se retiran el hierro y el azufre de la disolución. La recuperación de oro a partir de la disolución se lleva a cabo por medio de uno de los métodos de la técnica anterior tal como electrolisis o carbono activado. El método en cuestión resulta bastante bueno en sí mismo, pero en la práctica es un poco lento.

Actualmente, se ha desarrollado un nuevo método para lixiviar oro a partir de un residuo de lixiviado o intermedio que contiene hierro y azufre, que se genera durante el lixiviado atmosférico con cloruro de un concentrado de sulfuro de cobre y se encuentra esencialmente libre de cobre. Los inventores han encontrado que el oro se lixivía a partir de un material que contiene hierro y azufre en el interior de una disolución acuosa de cloruro de cobre (II) y de cloruro alcalino y se alimenta un gas que contiene oxígeno en el interior de la disolución, al tiempo que una pequeña

cantidad de bromuro acelera el tiempo que se precisa para tenga lugar la disolución del oro. De este modo, el lixiviado tiene lugar por medio de cobre divalente en condiciones en las que se regula el potencial de oxidación-reducción con oxígeno dentro del intervalo de 600-650 mV frente a un electrodo de Ag/AgCl y se ajusta el pH de la disolución dentro del intervalo de 0,5 -2,5, preferentemente de 0,5 – 1,5. La alimentación de bromuro acelera la disolución de oro sin provocar que aumente el potencial de oxidación-reducción del lixiviado por encima del valor de 650 mV.

El residuo que contiene oro o el intermedio se somete a levigación en una disolución de cloruro alcalino que contiene cloruro de cobre (II), facilitando que se consiga el potencial de oxidación-reducción necesario para el lixiviado de oro justo por medio del cobre divalente y el oxígeno. Con el fin de mejorar el lixiviado, se alimenta algo de bromuro alcalino, tal como bromuro de sodio o de potasio, en el interior de la suspensión que se forma, de manera que la concentración de ion de Br de la etapa de lixiviado de oro sea 0,5-3,0 g/l, preferentemente 8-15 g/l. Tras la etapa de lixiviado de oro, se somete la disolución que contiene oro a la nueva etapa de recuperación de oro, después de la cual se recircula la disolución hasta la etapa de lixiviado.

El lixiviado tiene lugar en condiciones atmosféricas a una temperatura que se encuentra dentro del intervalo entre temperatura ambiente y el punto de ebullición de la suspensión, preferentemente a una temperatura de entre 80 °C y el punto de ebullición de la suspensión. La recuperación de oro a partir de la disolución se lleva a cabo usando algún método conocido de la técnica anterior tal como electrolisis o por medio de carbono activado. El resto del residuo es un residuo susceptible de descarga. Cuando se ha recuperado el oro a partir de la disolución, la disolución se recircula de nuevo hasta la etapa de lixiviado de oro.

Las características esenciales de la invención resultarán evidentes en las reivindicaciones adjuntas.

Resulta ventajoso conectar el método recién desarrollado con un proceso de lixiviado con cloruro concentrado de cobre como sub-proceso. Como se ha mencionado anteriormente, por ejemplo, la patente de EE.UU. 6.007.600 divulga dicho proceso. En el método en cuestión, se lixivia una materia prima que contiene sulfuro de cobre como concentrado, en contra-corriente, con una disolución de cloruro alcalino y cloruro de cobre (II), NaCl-CuCl<sub>2</sub>, en varias etapas para formar una disolución de cloruro de cobre (I) monovalente, CuCl. La disolución de cloruro alcalino formada en el proceso se somete a electrolisis de cloro álcali y se aprovechan el hidróxido alcalino, el cloro y el hidrógeno formados en varias etapas del proceso de electrolisis. Tras el lixiviado del concentrado queda un residuo, que contiene principalmente el azufre y el hierro de la materia prima, así como también el oro presente en la materia prima. El método desarrollado está enfocado al residuo de lixiviado de oro, que se forma en el tipo de proceso mencionado anteriormente. La etapa de lixiviado del residuo o del intermedio que contiene oro tiene lugar en principio de forma separada de la etapa actual de lixiviado de concentrado, ya que la disolución a partir de la cual se separa el oro, en lugar de ser devuelta al circuito de lixiviado del concentrado, se recircula al lixiviado de oro.

Se mide el potencial de oxidación-reducción durante la etapa de lixiviado de oro con electrodos de Pt y de Ag/AgCl y se mantiene el potencial a un valor máximo de 650 mV, preferentemente a un máximo de 640 mV. Cuando se mantiene el valor de potencial de oxidación-reducción por debajo de 650 mV, el azufre no se disuelve a partir del residuo, y permanece como azufre en estado elemental. El intervalo preferido de pH varía entre 0,5 y 1,5, de manera que el hierro de residuo permanece en su mayoría en estado no disuelto. El gas de oxidación usado puede ser aire, aire enriquecido con oxígeno u oxígeno. La cantidad de cobre divalente, Cu<sup>2+</sup>, en disolución es preferentemente de 40-100 g/l y la cantidad de cloruro de sodio está dentro del intervalo de 200-330 g/l.

Si la disolución de cloruro usada en el lixiviado de oro es una disolución de cloruro de sodio, el bromuro alcalino a alimentar también es preferentemente bromuro de sodio. El precio del sodio es menor que el del potasio, por lo que su uso se encuentra justificado. La mayoría del bromuro a introducir en la etapa de lixiviado de oro se encuentra en circulación en el interior de la etapa de lixiviado. No obstante, se retira una pequeña parte del mismo, 0,5-10%, con el filtrado, que se forma durante la filtración que se lleva a cabo sobre el residuo de lixiviado de oro. Para evitar pérdidas de bromuro, se someta el filtrado a la etapa de oxidación que pertenece a la etapa de lixiviado del concentrado. En la etapa de oxidación, parte del cloruro de cobre (I) formado en el lixiviado del concentrado se oxida de nuevo hasta cloruro de cobre (II) por medio del cloruro formado en la electrolisis de cloro álcali, que se alimenta en el interior de la etapa final del proceso de lixiviado del concentrado. El cloro gas también oxida el bromuro del filtrado para dar gas de bromo, que se recupera en un lavador conectado con la etapa de oxidación, en el cual se disuelve en el líquido de lavado. Como el líquido de lavado, se envía a la etapa de lixiviado de oro. El líquido de lavado se recircula hasta la etapa de lixiviado de oro, en la que la suspensión de la etapa de lixiviado reduce el bromo de nuevo hasta bromuro.

El método de la invención se describe a continuación en el diagrama de flujo de la Figura 1, en el que la recuperación de oro se combina con un proceso de lixiviado de concentrado de sulfuro de cobre.

La Figura 2, es una representación gráfica del efecto de la adición de bromuro, como función de rendimiento de la velocidad de disolución de oro y potencial de oxidación-reducción de acuerdo con el ejemplo 1, y

La Figura 3 es una representación gráfica del efecto de la adición de bromuro sobre la velocidad de disolución de

oro y el potencial de oxidación-reducción de acuerdo con el ejemplo 2.

El diagrama de flujo de acuerdo con la Figura 1 es un ejemplo de una realización de la invención de los inventores. Las flechas continuas de la Figura 1 describen el flujo de sólidos y las flechas discontinuas el flujo de la disolución.

5 Se alimenta una materia prima de sulfuro de cobre, tal como un concentrado de sulfuro de cobre, en el interior de la primera etapa de lixiviado 1, en el interior de la cual se hace circular la disolución 3, que es una disolución acuosa de cloruro de cobre (II) y un cloruro alcalino que abandona la segunda etapa de lixiviado 2. Cuando posteriormente se habla de cloruro alcalino, por motivos de simplicidad, únicamente se menciona el cloruro de sodio, aunque también se pueden usar otras álcalis en su lugar si fuese necesario. Cada etapa de lixiviado se presente en forma de un único bloque, pero resulta claro que cada etapa generalmente consiste en varios reactores y espesamiento. En las etapas de lixiviado del concentrado de cobre, el cobre se disuelve en el interior de la disolución de proceso, y la disolución es conducida hasta el espesamiento. Tras el espesamiento de la primera etapa de lixiviado, la disolución de desagüe 4 contiene cloruro de cobre, en el cual hay aproximadamente 70 g/l de cobre principalmente monovalente, y es conducida de acuerdo con el proceso Hydrocopper™ hasta la recuperación de cobre (no mostrado en detalle en el dibujo). El lixiviado de los sólidos contenidos en la corriente de fondo 5 continúa en la segunda etapa de lixiviado 2 con la disolución de cloruro 6. La disolución de cloruro se forma a partir de la disolución de cloruro de sodio que se obtiene en la electrolisis de cloro álcali que pertenece al proceso de Hydrocopper™, y la disolución de cloruro de cobre (II), que se forma en la etapa de oxidación 7 mediante la oxidación de parte del cloruro de cobre (I) 4 formado durante la primera etapa de lixiviado.

La disolución 3 que abandona el espesado de la segunda etapa de lixiviado 2 es conducida a la primera etapa de lixiviado 1 para lixiviar el concentrado. El lixiviado del residuo 8 que abandona la segunda etapa de lixiviado continúa en una etapa de lixiviado 9 por separado para lixiviar el oro que se encuentra presente en él. De manera general, la etapa de lixiviado 9 de oro tiene lugar en varios reactores, pero por motivos de simplicidad, toda la etapa se describe como una unidad. El precipitado de la etapa de lixiviado de oro se somete a lixiviado con una disolución concentrada de cloruro de cobre (II) y de cloruro de sodio 10, en la que la concentración de  $\text{Cu}^{2+}$  es de 40-100 g/l y la concentración de cloruro de sodio es de 200-330 g/l y la cantidad de bromuro, calculado como iones de bromuro, es de 0,5-30 g/l. Además, el oxígeno es conducido a la etapa de lixiviado, que permite que aumente el potencial de oxidación-reducción de la disolución hasta un valor adecuado para que tenga lugar el lixiviado de oro, es decir un intervalo de 600-650 mV frente a un electrodo de Ag/AgCl.

Preferentemente, el bromuro alcalino es bromuro de potasio o de sodio y la etapa temprana de lixiviado de bromuro se conduce en forma de sólido finamente molido dentro de la etapa de lixiviado de oro. Debido a que existe una circulación cerrada de la disolución en la etapa de lixiviado de oro, no es necesaria la adición continua de bromuro y únicamente se sustituye, con posterioridad, una pequeña cantidad que se consume en el proceso por una corriente de alimentación de bromuro. La corriente de alimentación de bromuro acorta el tiempo de lixiviado de oro, ya que el oro se disuelve como resultado de que el bromuro permanece en la disolución y no precipita de nuevo. También es posible que el oro se disuelva como complejo de bromuro más fácilmente que como complejo de cloruro.

Al final de la etapa de lixiviado de oro 9, se lleva a cabo la separación de sólidos. La corriente de fondo 11 que se forma es conducida bien como tal o es filtrada para la recuperación de oro 12, que tiene lugar por ejemplo mediante carbono activado en columnas de carbono. Se obtiene un producto de oro 13 a partir de las columnas. La disolución que se retira de las columnas es una disolución 10 que no contiene oro, que se recircula de nuevo hasta la etapa de lixiviado de oro 9. La corriente de fondo espesante de la etapa de recuperación de oro, es decir el precipitado, tras el tratamiento posterior normal tal como filtración y lavado 14, comprende un residuo final 15, que incluye casi todo el azufre del concentrado y la mayoría del hierro. El filtrado residual y el agua residual 16 contiene hierro disuelto y una pequeña cantidad de bromuro que circula en la etapa de lixiviado de oro. El filtrado y el agua residual 16 son conducidos a la etapa de oxidación 7 del proceso de lixiviado del concentrado. El cloro alimentado en la etapa de oxidación provoca la oxidación del bromuro a gas de bromo. El gas generado durante la etapa de oxidación es conducido al lavador de gas que pertenece a la etapa, en el cual tiene lugar la disolución del bromo generado en el interior del líquido de lavado. El líquido de lavado 17 es conducido a la etapa de lixiviado de oro, y la suspensión de la etapa de lixiviado reduce de nuevo el bromo a bromuro. Esto garantiza que el bromuro circule únicamente en esta etapa.

A continuación, se describe la invención por medio de los ejemplos adjuntos.

#### Ejemplo 1

60 En un ensayo por lotes, se lixivió un residuo que contenía una media de 7 g/t de oro, que había sido formado en el lixiviado de una materia prima que contenía sulfuro de cobre. Se sometió a lixiviado el residuo en los ensayos por lotes en un reactor de 5 litros, equipado con electrodos continuos para la medición del pH y del potencial de oxidación-reducción. Los ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de 95 °C. El tiempo estimado de lixiviado de oro fue de 30-40 h. Al comienzo del lixiviado, se ajustó el valor de pH a 2,0 por medio de una corriente de alimentación de oxígeno y ácido clorhídrico, después de lo cual se dejó caer el pH libremente, pero no por debajo del valor de 0,5. El valor de pH debería ser de 2,5 al comienzo del lixiviado, con el fin de evitar que el cobre de la

5 disolución precipite en forma de atacamita. Durante el lixiviado, se elevó el potencial redox de forma gradual (durante 5-8 horas) hasta un valor de 580 mV y posteriormente se añadió 15 g/l de bromuro de sodio con el fin de mejorar el lixiviado de oro. Se repitió la adición de bromuro a intervalos de 10 horas y en ese momento la cantidad fue de 10 g/l. El diagrama 2 muestra los resultados. La adición de bromuro presenta el efecto beneficioso de disolver el oro, en particular a valores bajos de potencial. Cuando hubo bromuro de sodio en la disolución, el oro se disolvió a un valor de potencial de 630 mV, que constituye un potencial fácil de conseguir con una corriente de alimentación de oxígeno.

#### 10 Ejemplo 2

15 Se sometió a ensayo el efecto del bromo en un circuito continuo de lixiviado en un ensayo a escala de laboratorio. No se conectó la circulación del lixiviado del circuito de oro con el circuito de lixiviado de concentrado de cobre; únicamente se transfirieron los sólidos que no contenían cobre del circuito de lixiviado de concentrado de cobre a la etapa de lixiviado de oro. Había dos reactores de lixiviado de 5 litros en la etapa de lixiviado de oro, habiendo en ambos pantallas separadoras, dispositivos de mezcla y electrodos continuos para la medición de pH y del potencial redox. La temperatura del circuito de lixiviado en los reactores de lixiviado fue de 95 °C. El tiempo de retención de los sólidos en los reactores fue de 10-15 horas. El pH del primer reactor de lixiviado se mantuvo en un valor de 1,0 y el pH del segundo reactor fue de 0,9. El potencial redox de lixiviado fue máximo a 630 mV. La concentración de iones de  $\text{Cu}^{2+}$  de la disolución fue de 60 g/l y la concentración de NaCl fue de 250 g/l. El progreso del lixiviado se describe en el diagrama 3. Se añadieron 8-10 g/l de bromo a la disolución del circuito de oro en el punto número 5. Como muestra el diagrama, tras la adición de bromo se dobló la concentración de oro de la disolución.

20

## REIVINDICACIONES

1. Un método para recuperar oro de un residuo de lixiviado considerablemente libre de cobre o intermedio que contiene hierro y azufre, que se genera en un proceso de lixiviado atmosférico con cloruro de una materia prima sulfídica de cobre, en el que el oro se lixivia del residuo o del intermedio en una disolución acuosa de cloruro de cobre (II) y cloruro alcalino en condiciones atmosféricas por medio de un gas que contiene oxígeno y el cobre divalente que se encuentra presente en la disolución, y se ajusta en potencial de oxidación-reducción de la suspensión formada a un valor máximo de 650 mV frente a un electrodo de Ag/AgCl, **que se caracteriza por que** con el fin de mejorar el lixiviado, el bromuro alcalino se conduce hasta la disolución de forma que la cantidad de iones de bromo en disolución sea de 0,5 – 30 g/l, el pH se regula hasta un valor de 0,5-2,5; el oro disuelto en el lixiviado se recupera por medio de un método conocido en sí mismo y el precipitado no disuelto formado en la etapa de lixiviado de oro es un residuo que contiene azufre e hierro.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** la cantidad de ion de bromo en disolución es de 8-15 g/l.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **que se caracteriza por que** el bromuro alcalino es bromuro de sodio o potasio.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el precipitado formado en la etapa de lixiviado de oro se filtra y el filtrado y el agua residual se conducen hasta una etapa de oxidación que pertenece a un proceso de lixiviado de concentrado de sulfuro de cobre, en el que durante la etapa de oxidación el bromuro que se encuentra presente en el filtrado y en el agua de lavado se oxida por medio de gas de cloro hasta gas de bromo, que se recupera en el interior del fluido de lavado del lavador de gas de la etapa de oxidación, y el fluido de lavado se recircula hasta la etapa de lixiviado de oro.
5. El método de la reivindicación 4, **que se caracteriza por que** la cantidad de bromuro retirado con el filtrado y el agua de lavado de la etapa de lixiviado de oro es de 0,5-10 %.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, **que se caracteriza por que** la suspensión de la etapa de lixiviado de oro reduce el bromo que se encuentra presente en el fluido de lavado del lavador de gas hasta bromuro.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el potencial de oxidación-reducción de la etapa de lixiviado de oro se mantiene dentro del intervalo de 580-640 mV.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el pH de la suspensión de la etapa de lixiviado de oro se mantiene en un valor de 0,5-1,5.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** la cantidad de cobre divalente de la suspensión es de 40-100 g/l.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** la cantidad de cloruro alcalino de la suspensión es de 200-330 g/l.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** la temperatura se mantiene dentro del intervalo entre 80 °C y el punto de ebullición de la suspensión.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el gas que contiene oxígeno es uno de los siguientes: aire, aire enriquecido con oxígeno y oxígeno.

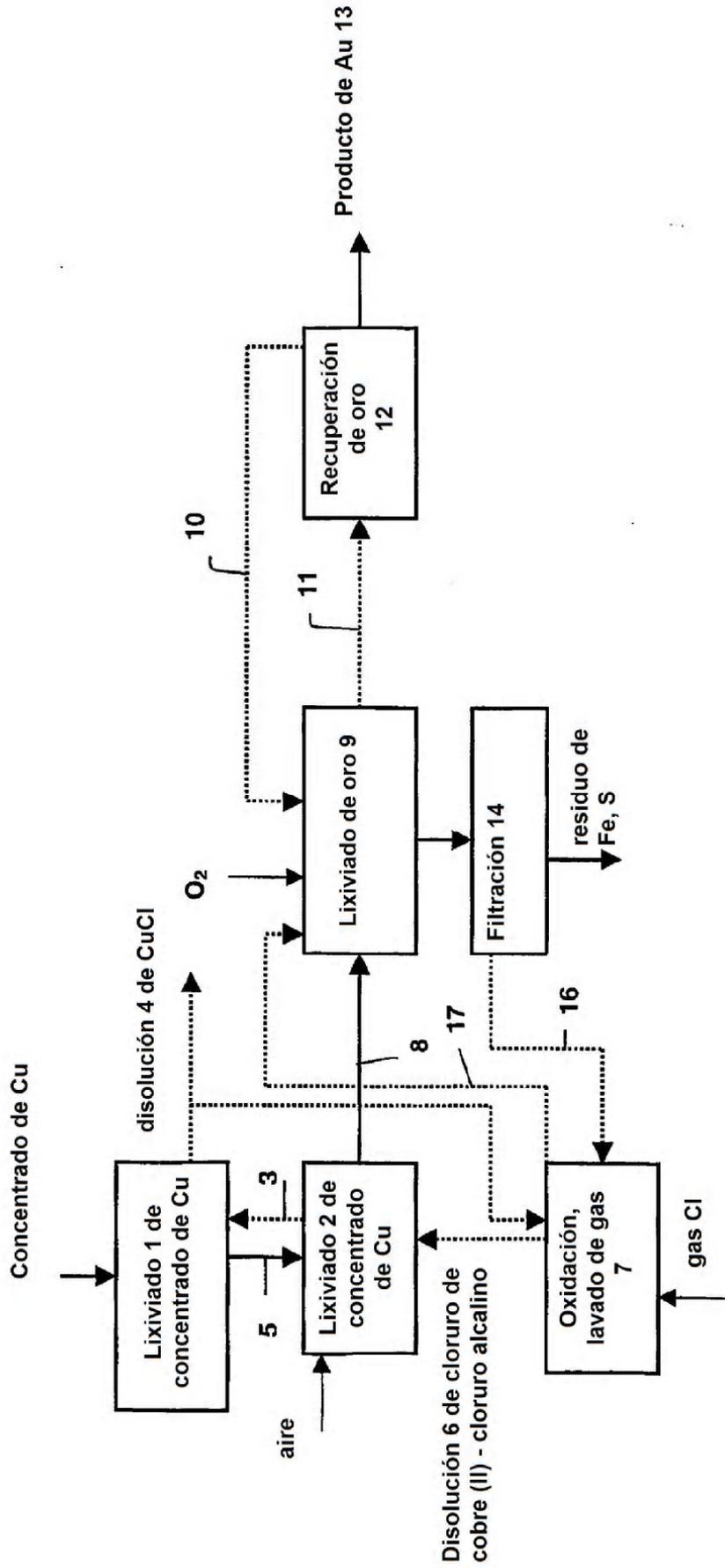


Figura 1

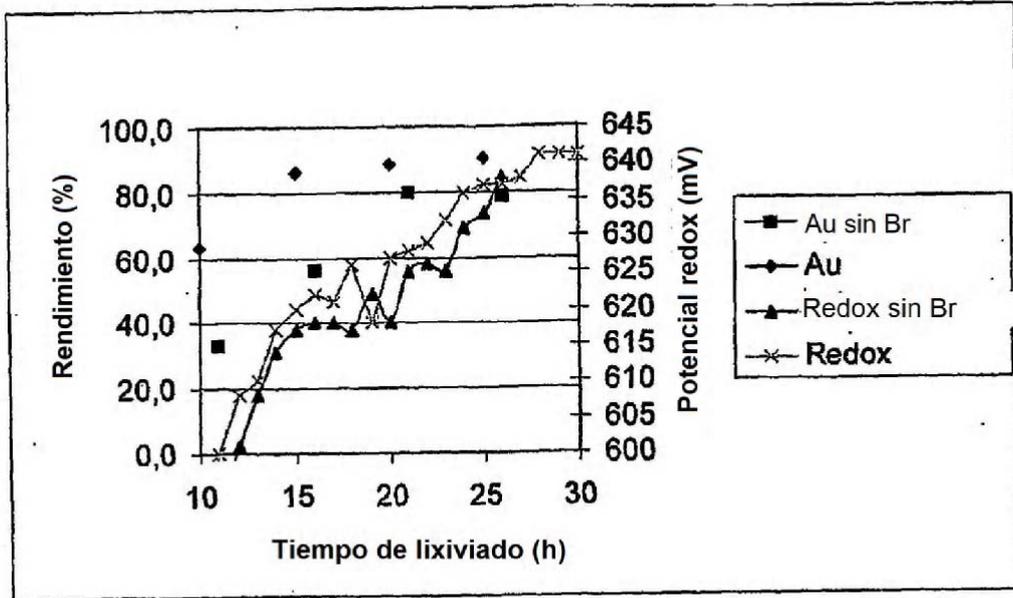


Figura 2

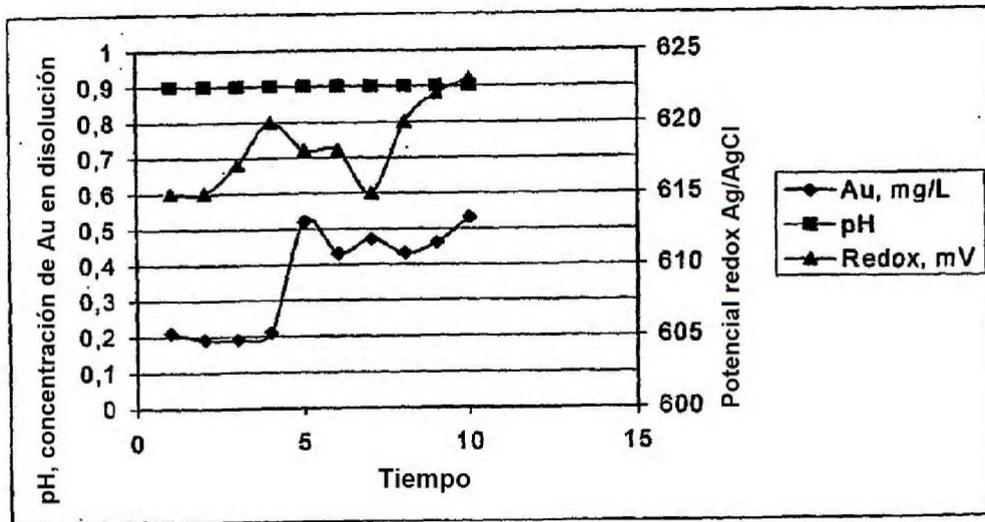


Figura 3