

AS: 83.467



REPUBLICA DE COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA
DE INDUSTRIA
Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SOLICI
PATEI
INVE

00 83211

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

00043211 00000000

Folios: 38

: 2009-11-01 17:33:16

: 002 PATENTES D 1 REGISTRADO/ 411 PRESENTAC

: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

DATOS DEL SOLICITANTE

(71) Nombres y Apellidos o Razón Social BHP MINERALS INTERNATIONAL, INC.

No. de Identificación

Representante Legal (Persona Jurídica)

País de Domicilio

Estados Unidos de América

Departamento o Estado

Nevada

Ciudad

Reno

Dirección

(74) DATOS DEL APODERADO

Nombre

RAMIRO CASTRO DUQUE

Dirección

Cra 7 No. 16-56 Piso 9

DATOS DEL INVENTOR

(72) Nombre del Inventor (es)

J. Carlos Arroyo, James D. Gillaspie, David A.
Neudorf, Erik M. Weenink

Dirección y Domicilio

Sparks, Nevada; Reno, Nevada; Reno, Nevada; Sparks,
Nevada, Estados Unidos de América (Respectivamente)

Identificación

DATOS DE LA PATENTE DE INVENCION

(54) Título de la Invención METODO PARA LIXIVIAR MENAS DE LATERITA NIQUELIFERAPRIORIDAD REIVINDICADA
BAJO EL CONVENIO DE PARISSI ☒NO ☐(33) País US(32) Fecha 99-11-03(31) No. Solicitud 09/433,110

(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL

C 22 B 9/08

RESUMEN CON EL OBJETO Y LA FINALIDAD DE LA INVENCIÓN

Suministrar un proceso para lixiviación de las dos fracciones de "limonita" (Fe aprox. 25% y Mg aprox. 6%) y "saprolita" (Fe aprox. 20% y Mg aprox. 10%) de mena típica de laterita con contenido de níquel y cobalto. La fracción de bajo magnesio de la mena de laterita se lixivia con ácido sulfúrico a alta presión y temperatura para solubilizar los metales valiosos, a la vez que se precipita la mayor parte del hierro solubilizado como hematita u otros compuestos de hierro y una porción del aluminio disuelto como alunita u otros compuestos de aluminio.

ANEXOS DE LA SOLICITUD

Certificado de Existencia y Representación Legal cuando el solicitante sea Persona Jurídica

☐

Los poderes debidamente otorgados, o mención de su protocolización ante la S.I.C

☐

Recibo de la tasa respectiva \$608.000 (Recibo No.65,599)

☒

Si se reivindica prioridad, el certificado respectivo (copia legalizada)

☐

Traducción oficial

☐

Capítulo descriptivo

☒

Dibujos, planos necesarios

☒

Capítulo reivindicatorio

☒

Tarjeta archivo propietarios según formato

☒

Tarjeta archivo temático según formato

☐

Extracto para resumen o para publicación según formato

☐

Arte final 12 x 12 cms

☐

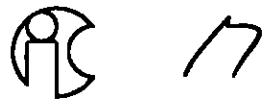
SOLICITO LA CONCESION DE LA PATENTE DE INVENCIÓN Y DECLARO QUE LA INVENCIÓN ES NUEVA Y DE MI PROPIEDAD



FIRMA DEL APODERADO

Noviembre 01, 2000
CPB/hsr.

CC. 170.322 de Btá TP.No.1003 del C.S.J.



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 65,599
FECHA : OCTUBRE 20 DE 2000

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radiacion : 00063211 00000000 Folios: 38
Fecha (AHB): 2000-11-01 17:33:16
Tracito : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTAC
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	SUCURSAL	CUENTA	No. PAGO	Vr. PAGO
BRIGARD & CASTRO LTDA	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	BOSOTA	050-00110-6	2694119	3,648,000.00

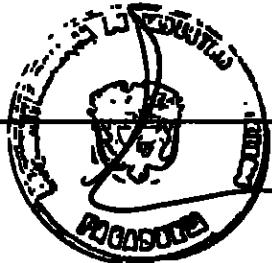
***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	608,000.00
		TOTAL :	\$ 608,000.00

SON: SEISCIENTOS OCHO MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____



Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5 y 10
Conmutador: 334 12 21
Fax: 281 31 25
e-mail: info@sic.gov.co
Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia

MÉTODO PARA LIXIVIAR MENAS DE LATERITA NIQUELÍFERA

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con el procesamiento hidrometalúrgico de menas niquelíferas y, en particular, con un método mejorado para lixiviar contenidos valiosos de níquel de la fracción de alto magnesio o saprolita de dichas menas en combinación con lixiviación de alta presión y temperatura de la fracción de limonita de la mena.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La lixiviación de alta presión y temperatura de la porción de limonita de menas de laterita niquelífera con ácido sulfúrico es bien conocida, habiéndose practicado comercialmente en la Bahía de Moa en Cuba desde 1959 (Boldt y Queneau, "The Winning of Nickel" [La Obtención de Níquel], Longmans Canada Ltd., Toronto, páginas 437-449). La cantidad de ácido sulfúrico requerida para lixiviar la principal porción (aprox. $\geq 90\%$) del níquel y el cobalto contenidos y porciones variables de varios elementos de impureza en la mena, por ejemplo, magnesio, manganeso, hierro, aluminio, cromo, supera la requerida para formar los compuestos correspondientes de sulfato de metal soluble en agua. Esto se debe a que el ácido sulfúrico sólo se disocia en el protón único (H^+) y el ión de bisulfato (HSO_4^-) a la elevada temperatura utilizada en este paso de lixiviación, típicamente $\geq 200^\circ C$. Al enfriar el lodo de lixiviación el ión de bisulfato se disocia en ión de sulfato (SO_4^{2-}), liberando un protón adicional. De este modo, el lodo enfriado de lixiviado contiene

65

inevitablemente un exceso de ácido sulfúrico además de los metales valiosos disueltos y elementos de impureza. Este exceso de ácido tiene que neutralizarse antes de la recuperación de los contenidos valiosos de níquel y cobalto disueltos, como sería evidente a cualquier persona con habilidades en el arte. El costo del exceso de ácido sulfúrico que tiene que agregarse al paso de lixiviación y el costo de los agentes neutralizantes requeridos para neutralizar el exceso de ácido sulfúrico en el licor de lixiviado final son desventajas significativas de este proceso.

Más aún, la recuperación eficiente de níquel y cobalto, en forma sustancialmente pura, del licor de lixiviado a alta presión requiere a menudo la remoción previa de impurezas tales como hierro férrico, aluminio y cromo, que se disuelven en una medida mayor o menor durante la lixiviación a presión. Estas impurezas pueden interferir en los procesos de recuperación corriente abajo del níquel y el cobalto si no se retiran de la solución. La remoción puede efectuarse elevando el pH del licor de lixiviado para realizar la hidrólisis y precipitación de estas impurezas como hidróxido o compuestos de hidrosulfato. Desafortunadamente, cuando se lleva a cabo a presión atmosférica y a temperaturas por debajo del punto de ebullición de la solución, esta hidrólisis produce a menudo precipitados voluminosos que son difíciles de separar del licor cargado mediante técnicas convencionales de sedimentación y filtración. Una desventaja más es la co-precipitación y pérdida posterior de cantidades significativas de los contenidos valiosos de níquel y cobalto durante este paso de hidrólisis.

76

Para abordar las desventajas y problemas, ya mencionados, del proceso de lixiviación a alta presión se ha desarrollado una variedad de métodos.

Taylor y colegas (Patente de los Estados Unidos 3,720,749) enseñan la precipitación y remoción de hierro y aluminio mediante la adición de un agente neutralizador soluble, por ejemplo, magnesia, al licor de lixiviado a una temperatura por encima de 130°C, precipitando así el hierro y el aluminio en una forma fácil de separar.

Una mejora del proceso de neutralización se patentó por Lowenhaupt y colegas (Patente de los Estados Unidos 4,458,794). Esta patente enseña la recuperación de níquel y cobalto de mena de laterita utilizando un lixiviado de baja presión de mena de alto magnesio, luego de la lixiviación a alta presión de mena de bajo magnesio, para precipitar hierro y aluminio. Se realiza una separación por tamaño de la alimentación de mena de laterita para producir fracciones de mena de bajo y alto magnesio para el proceso. La fracción más fina, de bajo magnesio, se lixivia a alta temperatura y presión y, luego de separar el licor de lixiviado a presión del residuo de lixiviado, poniendo en contacto el licor con la fracción más gruesa, de alto magnesio, de la mena a una presión mayor que la atmosférica y a alta temperatura, de manera que el hierro y el aluminio se precipiten en formas cristalinas, por ejemplo, hematita, alunita. Esto contribuye a la posterior sedimentación y filtración del hierro y el aluminio precipitados, disolviendo al mismo tiempo unidades adicionales de níquel de la fracción de alto magnesio de la mena. La temperatura preferida para el paso de neutralización oscila entre 140° y 200°C y requiere el empleo de autoclaves para mantener la temperatura y presión

2
7

elevadas. La patente describe también un método en donde la mena de alto magnesio se pone en contacto a presión atmosférica y temperaturas menores que el punto de ebullición, con la solución de lixiviado del paso de lixiviado a presión antes del paso de lixiviado a baja presión. La extracción de níquel es muy baja en el paso de lixiviado atmosférico (únicamente 33-44%) y se requiere todavía el lixiviado a baja presión para lograr una extracción adecuada de níquel y para precipitar hierro y aluminio en una forma fácil de sedimentar y filtrar.

Se han patentado otros métodos para emplear la fracción de alto magnesio de la mena para neutralizar el licor de lixiviado a alta presión. La Patente de los Estados Unidos 3,991,159 enseña el uso de mena de alto magnesio para neutralizar el ácido resultante del lixiviado de ácido a alta presión de una mena de bajo magnesio. Esto se logra coordinando la lixiviación de la fracción de bajo magnesio con la lixiviación de la fracción de alto magnesio a alta temperatura y presión. En este método, la lixiviación de la fracción de alto magnesio se lleva a cabo a alta temperatura (150° — 250°C) y presión para un desecho efectivo del hierro y el aluminio, pero con extracción de níquel relativamente baja de la mena de alto magnesio. Por otra parte, este proceso tiene la desventaja de requerir temperatura y presión relativamente altas para el paso de neutralización.

En la Patente de los Estados Unidos 3,804,613 se revela un método para efectuar una lixiviación con ácido a alta presión de mena de alto magnesio con cocientes ácido/mena relativamente bajos. Esto se logra preconditionando la mena de alto magnesio con licor de lixiviado del paso de lixiviado a alta

presión antes de un lixiviado a alta presión de la mena acondicionada de alto magnesio. La mena de alto magnesio tiene que someterse aún a un paso de lixiviación a alta presión a continuación del paso de acondicionamiento a presión atmosférica.

La Patente de los Estados Unidos 4,097,575 enseña el empleo de mena de alto magnesio que ha sido tostada previamente para neutralizar el ácido presente en un lodo de lixiviado resultante del lixiviado con ácido a alta presión de una mena de bajo magnesio. La mena de alto magnesio se trata térmicamente a 500°—750°C bajo condiciones de oxidación, antes del paso de neutralización, para aumentar la capacidad neutralizadora de la mena. El pH del licor final se toma por encima de 2, pero el residuo de neutralización que contiene mena no lixiviada de alto magnesio se recicla al autoclave para obtener una mayor recuperación de níquel. Adicionalmente, el hierro y el aluminio desechados se presentan en la forma de hidróxidos, los cuales son difíciles de manejar. Este proceso tiene en contra el alto costo de capital necesario para la planta de torrefacción y las desventajas asociadas con la inyección de lodo de lixiviado atmosférico de mena de alto magnesio en el autoclave de alta presión.

La Patente de los Estados Unidos 4,410,498 enseña un método para lixiviar mena de laterita de alto magnesio con ácido sulfúrico a un pH controlado de 1.5 a 3.0, agregando al mismo tiempo un agente reductor para mantener el potencial redox (reducción/oxidación) entre 200 y 400 mV (versus electrodo de referencia de calomel saturado). La adición de un agente reductor aumenta la reactividad de la serpentina en la mena y tiene como

10
9

resultado una extracción máxima de níquel consistente con una extracción mínima de hierro y magnesio y consumo mínimo de ácido. El proceso tiene las desventajas del costo extra del agente reductor, la necesidad de control del potencial electroquímico y la necesidad de equipo para controlar la atmósfera de lixiviación y prevenir las descargas externas en el caso de reductores gaseosos tóxicos como bióxido de azufre.

Los métodos indicados se orientan a utilizar las fracciones de alto y bajo magnesio de la mena de laterita niquelífera con el fin de beneficiar completamente el cuerpo de la mena, maximizar la extracción de níquel y cobalto y minimizar el contenido de hierro y/o aluminio del licor final de lixiviado. Todos estos métodos requieren el empleo de uno de los siguientes para lixiviar de manera efectiva la mena de alto magnesio: a) temperatura y presión elevadas; b) tratamiento previo mediante calcinación o torrefacción, o; c) adición de un agente reductor con pH controlado.

Constituye un objetivo de la actual invención combinar la lixiviación de la fracción de alto magnesio de la mena con la lixiviación a alta presión de la porción de bajo magnesio de la mena, sin el empleo de temperatura y presión elevadas, tratamiento previo de calcinación o adición de agentes reductores, y lograr todavía recuperaciones altas de níquel y cobalto, tiempo de lixiviación relativamente corto, extracción de bajo hierro con respecto a la solución y excelentes propiedades de separación sólido/líquido.

En la mayoría de las prácticas, el ajuste del pH del lodo de lixiviado acarrea la precipitación de hidróxidos de metal, incluyendo los hidróxidos de hierro férrico, cromo y aluminio, que se separan de la solución de lixiviado en

H
10

la separación posterior líquido/sólido. Durante este proceso, el níquel y el cobalto se co-precipitan con los hidróxidos de metal y reducen la recuperación de metales. Otra consideración importante es la eficiencia del proceso de separación líquido/sólido. En general, los hidróxidos producidos a presión atmosférica son coloidales y difíciles de filtrar o sedimentar, requiriendo de este modo equipo muy grande para una separación efectiva. Por otro lado, el metal alcalino o la jarosita de amonio es cristalina, lo cual hace más fácil filtrar y sedimentar. En la presencia de un ión de metal alcalino o amonio y en un cierto rango de pH, el hierro férrico formará jarosita, un compuesto de sulfato básico de la fórmula $M[Fe_3(SO_4)_2(OH)_6]$ en donde M es sodio, litio, potasio o amonio.

Es además un objetivo de esta invención proporcionar una solución que sea muy baja en hierro mediante la formación de jarosita a presión atmosférica en la presencia de iones metal alcalino o amonio. La pérdida de níquel y cobalto mediante la precipitación de hidróxidos de metal se minimiza, lo cual resulta en una recuperación máxima de metales, a la vez que se forma un compuesto de hierro más fácil de sedimentar.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un proceso para la eficiente lixiviación de las dos fracciones de alto y bajo magnesio de mena de laterita de níquel. La fracción de bajo magnesio de la mena se lixivia a alta temperatura y presión, al igual que en otros procesos descritos previamente. No se requieren reductores especiales, pasos de tratamiento previo o pasos de

20/11

alta presión para lixiviar la fracción de alto magnesio de la mena, lo que representa una simplificación sustancial sobre el arte previo. La actual invención contempla además la remoción de hierro mediante la formación de jarosita de metal alcalino, por ejemplo, jarosita de sodio, para producir una solución de bajo hierro apta para la recuperación de níquel y cobalto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

FIG. 1 es un diagrama de flujo de una incorporación del proceso de la presente invención.

FIG. 2 muestra otra incorporación del proceso de la presente invención.

FIG. 3 es un gráfico que muestra la tasa de extracción de níquel de mena con contenido de alto magnesio, o saprolita, como una función de la concentración de ácido sulfúrico.

FIG. 4 es un gráfico que muestra la tasa de extracción de níquel como una función del tiempo durante la lixiviación atmosférica de mena de saprolita con ácido sulfúrico a 90°C.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención provee un método novedoso para combinar la lixiviación de la fracción de alto magnesio de la mena de laterita niquelífera con la lixiviación a alta presión de la fracción de bajo magnesio de la mena, maximizando al mismo tiempo la extracción de níquel y cobalto.

Con referencia a la Figura 1, mena de laterita se separa en dos fracciones 10. Esta separación puede basarse en minería selectiva o en

13,2

clasificación de tamaño mediante cribado, por ejemplo. Una fracción es más fina que la otra y tiene un contenido menor de magnesio. Esta laterita de bajo magnesio, o así denominada laterita, se mezcla con agua para producir una pasta acuosa. Esta pasta acuosa se lixivia con ácido sulfúrico a elevada temperatura (como mínimo, alrededor de 200°C) y presión. Durante este proceso de lixiviación 20, la mayoría de los metales en la mena se solubilizan completa o parcialmente.

Concluida la reacción de lixiviación, típicamente en un lapso de 30 a 45 minutos, el lodo de lixiviado a presión se descarga a presión atmosférica y se enfría a una temperatura igual o cercana al punto normal de ebullición de la solución de lixiviado. Durante este paso se “desprende instantáneamente” vapor. El lodo de lixiviado, o licor de lixiviado, luego de la separación sólido/líquido para remover el residuo de lixiviación a presión, se pone ahora en contacto 30, a presión atmosférica, con la otra fracción de laterita. La laterita de alto magnesio o saprolita se emplea para neutralizar el ácido libre en el licor de lixiviado a una temperatura de 80° a 98°C, preferiblemente por encima de 90°C. Esta temperatura es convenientemente la temperatura del lodo de lixiviado de la mena de bajo magnesio luego de la evaporación instantánea a presión atmosférica. La concentración de ácido sulfúrico libre en la solución de lixiviado a presión es típicamente de 20 a 100 g/L H_2SO_4 . La cantidad de mena de alto magnesio o saprolita añadida se calcula basándose en las propiedades del consumo pre-determinado de ácido de la saprolita y la cantidad de ácido libre en la solución de lixiviado a presión. No es necesario controlar el pH del lodo de lixiviado, al contrario de la enseñanza

de la Patente de los Estados Unidos 4,410,498. De hecho, el pH relativamente bajo, típicamente < 1.0 , o alta acidez de la solución de lixiviado a presión es ventajosa en que la tasa de lixiviación de la saprolita es mayor a un pH menor. Sorprendentemente, es también innecesario añadir un agente reductor para controlar el potencial de oxidación/reducción (véase Figura 3 en la Patente de los Estados Unidos 4,410,498) del lodo con el fin de efectuar una lixiviación rápida de la saprolita a la más alta concentración de ácido prevaleciente en el lodo de lixiviado a presión o solución.

En este proceso es posible una elevada extracción de níquel de la mena de alto magnesio sin necesidad de tratamiento previo de la mena o el empleo de cualquier otro reactivo para aumentar la reactividad de la mena.

Con referencia a Figura 2, en otra incorporación de esta invención, la fracción de alto magnesio de la mena de laterita se lixivia primero 60 con ácido sulfúrico extra. La cantidad de ácido a añadirse se calcula de las propiedades de consumo pre-determinado de ácido de la mena de saprolita, la cantidad de ácido libre en la solución de lixiviado a presión y el cociente de procesamiento deseado de limonita a saprolita. En este proceso se solubilizarán níquel y otros metales. Esta incorporación de la invención permite variar el cociente de limonita a saprolita, manteniendo a la vez altas extracciones totales de níquel y cobalto y una extracción mínima de hierro. La adición del ácido sulfúrico extra directamente al lodo caliente de lixiviación a presión antes de agregar la saprolita acarrea la redisolución de los compuestos de hierro que se precipitaron durante el paso de lixiviación a presión. La redisolución del hierro se evita ampliamente mezclando el ácido extra con

14

toda o una porción de la mena de saprolita antes de mezclar con el lodo de lixiviado a presión.

La acidez terminal del lodo después de la neutralización con saprolita es ventajosamente 5-10 g/L de ácido sulfúrico libre. Si el cociente de ácido libre a saprolita en toda la alimentación al paso de neutralización de la saprolita es demasiado bajo, se disminuirá la extracción de lixiviado. De otro lado, si el cociente de ácido libre a saprolita es demasiado alto, habrá ácido sobrante en el lodo de neutralización final que requiere neutralización antes de la precipitación del hierro.

En otra incorporación del proceso, el paso de neutralización de la saprolita se lleva a cabo en forma continua en una serie de tanques agitados. El número y tamaño de los tanques se selecciona para maximizar la tasa de lixiviación y minimizar el tiempo total de retención requerido para obtener de la saprolita la extracción deseada de níquel. Con el fin de realizar el proceso de lixiviación a la máxima acidez media posible se emplean tanques múltiples. Esto aumenta la velocidad de reacción porque la tasa de lixiviación aumenta a medida que sube la concentración de ácido sulfúrico.

Durante cualquier paso previo a la formación de jarosita 40, puede añadirse al proceso un agente de precipitación seleccionado del grupo conformado por iones de metal alcalino, iones de amonio o mezclas de los mismos. Preferiblemente, el agente de precipitación es una fuente de iones de sodio. Un método es reciclar la solución de sulfato de sodio del proceso de recuperación corriente abajo. Éste es el producto de filtración en la formación de un precipitado de carbonato metálico. La formación de jarosita de hierro se

1615

lleva a cabo ventajosamente a temperaturas de alrededor de 90°C a 100°C bajo presión atmosférica durante dos horas, como mínimo, y a un pH de 1.6 a 2.0 (preferiblemente a 1.8). El ácido que se produce de la hidrólisis del hierro puede neutralizarse con cualquier agente neutralizador para mantener el pH deseado. Ejemplos de agente neutralizador incluyen, pero sin limitarse a ellas, cal viva, caliza o magnesia. Alternativamente, para neutralizar el ácido que se produce por la formación de jarosita se puede agregar mas laterita de magnesio alto. La precipitación de jarosita ocurre a valores pH mucho más bajos que la precipitación del hidróxido de hierro y virtualmente elimina el problema de coprecipitación del níquel y cobalto y su pérdida posterior.

Luego de la formación de la jarosita, el lodo de lixiviado pasa al proceso de separación líquido/sólido 50. Éste es preferiblemente un circuito de decantación a contracorriente, que produce un residuo de sólidos virtualmente carente de níquel y cobalto, y y licor de lixiviado claro para pasar a la recuperación de los metales.

Los siguientes ejemplos ilustran, pero no limitan, la presente invención. A menos que se indique lo contrario, todas las partes y porcentajes son en peso.

Ejemplo 1

Este ejemplo ilustra la lixiviación atmosférica de mena de saprolita con soluciones de ácido sulfúrico con concentración constante de ácido y a temperaturas entre 80° y 90°C. Mena de saprolita se redujo a una pasta acuosa con 15% de sólidos en agua deionizada y se agitó en una olla bien sellada con ácido sulfúrico a 80° ó 90°C. La concentración de ácido sulfúrico se mantuvo

17/16

constante durante los ensayos. Se tomaron muestras del líquido en diferentes momentos durante el ensayo para análisis. Al final de los ensayos se filtraron los sólidos, se lavaron, secaron y dividieron para análisis químico. La Tabla 1 muestra los resultados finales de la lixiviación para cada ensayo.

Tabla 1
Resultados de Ensayos de Lixiviado Atmosférico de Saprolita Realizados con Concentración Constante de Ácido Sulfúrico

Conc. del Ácido	Temp. (°C)	ID de la Muestra	Peso (g)	Composición			Extracción (%)			Consumo de Ácido	
				Ni	Fe	Mg	Ni	Fe	Mg	kg/ton. mena	kg/kg Ni
100	80	Mena	50	1.92	8.01	14.10	94	84.2	79.7	599	32.26
		Residuo	30.2	0.192	2.1	4.75					
50	80	Mena	50	1.87	7.14	13.59	89.7	66.2	77.7	-	-
		Residuo	31.1	0.309	3.89	4.87					
25	80	Mena	50	1.87	7.35	13.91	77.6	38.7	66.4	529.6	34.89
		Residuo	34.6	0.606	6.51	6.77					
100	90	Mena	233.5	1.91	7.31	16.07	70.1	31.6	71.8	625.0	45.50
		Residuo	192.6	0.693	6.06	5.49					

Estos resultados muestran que la mena de saprolita se lixivia efectivamente con ácido sulfúrico a temperaturas cercanas al punto de ebullición a presión atmosférica sin la necesidad de ningún tratamiento previo de la mena o reactivos adicionales durante la lixiviación. Los datos muestran también que con concentraciones menores de ácido la cinética de la disolución de hierro se queda atrás de la disolución de níquel y magnesio, lo que tiene como resultado una alta extracción de níquel y una baja extracción de hierro. Éste es un criterio importante, puesto que el hierro plantea un problema en la recuperación corriente abajo de níquel por medios conocidos por aquellas personas con habilidades en el arte. De este modo puede idearse un proceso, en el cual [se obtiene] una disolución de alto níquel y bajo hierro de mena de saprolita, lixiviando la mena con concentraciones de ácido por debajo de

18/17

alrededor de 50 g/l. La extracción de níquel como una función del tiempo se ilustra en Figura 3, la cual muestra que la tasa de extracción de níquel es una marcada función de la concentración de ácido sulfúrico.

Ejemplo 2

Este ejemplo ilustra la lixiviación atmosférica de mena de saprolita con una cantidad fija de solución de ácido sulfúrico a 90°C. Mena de saprolita se redujo a una pasta acuosa con 15% de sólidos en agua deionizada y se agitó en una olla bien sellada con ácido sulfúrico a 90°C durante 3 horas. La concentración inicial de ácido sulfúrico varió de 106 a 114 g/L en los 4 ensayos descritos. Se tomaron muestras del líquido en diferentes momentos durante el ensayo para análisis. Al final de los ensayos se filtraron los sólidos, se lavaron, secaron y dividieron para análisis químico. La Tabla 2 muestra los resultados finales de la lixiviación para cada ensayo y Figura 4 ilustra la cinética de la disolución de níquel a partir de la mena de saprolita.

Tabla 2
Resultados del Ensayo de Lixiviado Atmosférico de Saprolita con Ácido Sulfúrico a 90°C

Ensayo No.	[H ₂ SO ₄] inicial (g/L)	ID de la Muestra	Peso (g)	Composición			Extracción (%)			Consumo de Ácido	
				Ni	Fe	Mg	Ni	Fe	Mg	kg/ton. mena	kg/kg Ni
1	106	Mena	107.8	1.91	7.45	15.90	86.6	28.7	86.6	559	33.6
		Residuo	71.8	0.38	7.98	3.19					
2	106	Mena	165.9	1.11	9.10	14.60	76.2	36.4	65.6	512	60.5
		Residuo	103.5	0.42	9.28	8.07					
3	114	Mena	167	2.04	8.54	15.30	84.1	46.3	76.3	565	32.9
		Residuo	104.7	0.51	7.27	5.73					
4	101	Mena	164	1.28	11.40	16.10	73.7	33.3	69.6	507	53.8
		Residuo	112.4	0.50	11.20	7.21					

2/18

La variación de la extracción final de níquel entre los varios ensayos se debe principalmente a la diferente cantidad de ácido empleado en cada ensayo y a la variación de la composición de las muestras. En la Tabla 3 se muestran las concentraciones de metal y ácido libre en solución como una función del tiempo. De los ensayos de solución en el transcurso del tiempo se calcularon extracciones aproximadas de metal. Estos datos indican que la mayor parte del níquel se disuelve en los primeros 15 minutos de la lixiviación cuando la concentración de ácido es más alta. Transcurrido este tiempo, la saprolita continúa reaccionando a velocidades mucho más lentas hasta que se consume la mayor parte del ácido. Puesto que la mena de saprolita se lixivió con concentraciones de ácido por debajo de 50 g/l durante la mayor parte del período de ensayo, la disolución final de hierro fue relativamente baja.

Tabla 3
Composición de la Solución como una Función del Tiempo durante la Lixiviación Atmosférica de Mena de Saprolita a 90°C (Ensayo 3)

Tiempo (min)	Concentración de la Solución (g/L)				Extracción (%)		
	Ni	Fe	Mg	H ₂ SO ₄	Ni	Fe	Mg
0	0	0	0	114	0	0	0
5	2.37	4.4	11.4	34.4	65.9	29.4	42.2
15	2.82	5.4	14.9	21.6	79.3	36.5	55.7
30	2.91	5.6	16.1	16.7	82.6	38.1	61.0
45	2.72	5.4	15.5	13.7	78.6	37.4	59.5
60	2.80	5.6	16.4	12.3	81.7	39.1	63.6
90	2.67	5.2	15.5	9.3	79.1	36.9	61.1
120	2.69	5.1	15.9	7.8	80.5	36.9	63.2
150	2.68	5.4	16.6	6.9	81.3	38.7	66.4
180	2.85	5.5	17.4	6.9	86.9	40.3	70.3

Ejemplo 3

Este ejemplo ilustra la lixiviación atmosférica de mena de saprolita con el lodo de lixiviado del producto proveniente de la lixiviación a presión de

20
19

mena de bajo magnesio, o limonita. La mena de limonita se lixivió primero en un autoclave de titanio durante 30 minutos con un cociente de ácido a mena de 0.38, 270°C y 40% en peso de sólidos. Luego de la lixiviación y el descenso de la presión, se adicionó mena de saprolita como un lodo con 50% en peso para neutralizar el ácido libre remanente en la descarga del autoclave que resulta del desfase bisulfato-sulfato a bajas temperaturas. El cociente de saprolita a limonita, cuando se lixivia saprolita de esta manera, fue de alrededor de 0.17 (ensayos 1 y 2). En algunos casos, se añadió ácido sulfúrico concentrado al lodo de lixiviado con el fin de disolver más mena de saprolita y aumentar el cociente de saprolita a limonita (ensayos 3-5). La lixiviación de saprolita se llevó a cabo en un tanque agitado a 90°C durante 3 horas. Los resultados de cada ensayo se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Resultados de la Lixiviación Atmosférica de Saprolita con Descarga de Autoclave a 90°C. Se agregó Ácido Sulfúrico Extra a los Ensayos 3-5.

Ensayo No.	ID de la Muestra	Peso (g)	Composición (%)			Extracción (%)		
			Ni	Fe	Mg	de	Ni	Mg
1	Mena de Limonita	738	1.95	37.5	3.55			
	Residuo HPAL	650	0.13	43.7	0.9	Limonita	94.2	76.5
	Mena de Saprolita	110	1.91	7.6	15.6	Saprolita	70.8	66.0
	Residuo Final	722	0.20	40.1	1.7	Total	91.2	72.3
2	Mena de Limonita	721	1.89	36.4	3.35			
	Residuo HPAL	634	0.09	44.1	0.9	Limonita	95.8	77.5
	Mena de Saprolita	120	1.91	7.6	15.6	Saprolita	66.1	64.4
	Residuo Final	724	0.19	40.1	1.7	Total	91.5	71.8
3	Mena de Limonita	802	1.97	37.9	3.44			
	Residuo HPAL	705	0.11	41.0	1.0	Limonita	95.3	75.6
	Mena de Saprolita	335	1.91	7.6	15.6	Saprolita	80.4	66.0
	Residuo Final	897	0.22	33.8	2.7	Total	91.0	69.3
4	Mena de Limonita	658	1.88	36.5	3.46			
	Residuo HPAL	579	0.13	41.7	0.9	Limonita	93.7	76.0
	Mena de Saprolita	245	1.91	7.6	15.6	Saprolita	76.1	67.2
	Residuo Final	741	0.26	34.6	2.4	Total	88.9	70.5
5	Mena de Limonita	790	2	36.9	3.66			
	Residuo HPAL	695	0.14	41.60	0.96	Limonita	94.0	76.8
	Mena de Saprolita	315	1.91	8.25	15.00	Saprolita	74.9	73.2
	Residuo Final	927	0.27	32.90	2.09	Total	88.7	74.6

Estos resultados demuestran que la mena de saprolita puede emplearse para neutralizar el ácido libre en la descarga del autoclave de lixiviado con ácido a alta presión de mena de limonita, obteniendo a la vez altas extracciones de níquel de esta fracción de mena de alto magnesio. Los resultados muestran también que es posible variar el cociente de la saprolita a la limonita añadiendo ácido sulfúrico extra a la descarga del autoclave.

Ejemplo 4

Este ejemplo muestra un método de control del hierro mediante precipitación de la jarosita luego de la lixiviación de mena de limonita a alta presión y temperatura y neutralización del ácido remanente con mena de saprolita a 90°C. Primero se lixivió mena de limonita en un autoclave de titanio durante 30 minutos y un cociente de ácido a mena de 0.38, 270°C y 40% en peso de sólidos. Luego de la lixiviación y el descenso de la presión, se agregó mena de saprolita como un lodo de 50% en peso para neutralizar el ácido libre remanente en el lodo de descarga del autoclave (ACD) a presión atmosférica y 90°C. También se añadió ácido sulfúrico concentrado a la ACD para estar en capacidad de lixiviar más mena de saprolita y aumentar el cociente de saprolita a limonita a 0.4. Se agregó sulfato de sodio al lodo de saprolita antes de la adición a la ACD para proveer una fuente de iones alcalinos para formación de jarosita. El paso final, luego de la lixiviación de la saprolita, consistió en precipitar el hierro en solución como natro-jarosita. Esto se consiguió manteniendo la concentración de ácido libre en alrededor de

7621

5 g/l H₂SO₄ (pH~1.5) y la temperatura a alrededor de 95°C durante 3 horas más. La concentración de ácido libre se mantuvo al nivel mencionado mediante adiciones periódicas de lodo de CaCO₃ después de 200 minutos de lixiviación. Los resultados de este ensayo se muestran en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5
Resultados de la Lixiviación Atmosférica de Sapolita con Descarga de Autoclave a 90°C Seguida por Precipitación de Jarosita.

Ensayo No.	ID de la Muestra	Peso (g)	Composición (%)			Extracción (%)		
			Ni	Fe	Mg	de	Ni	Mg
6	Mena de Limonita	355	1.92	35.7	4.9			
	Residuo HPAL	312	0.13	40.7	1.4	Limonita	94.1	73.9
	Mena de Sapolita	140	1.91	7.3	16.1	Sapolita	75.3	69.7
	Residuo Final	448	0.24	32.6	2.5	Total	88.8	71.5

Tabla 6
Cinética de la Lixiviación Atmosférica de Sapolita con Descarga del Autoclave a 90°C Seguida por Precipitación de Jarosita.

Tiempo (min)	Concentración de la Solución (g/L)					Extracción (%)	
	H ₂ SO ₄	Ni	Fe	Mg	Na	Ni	Mg
0	76	0	0	0	4.2	0	0
20	46.6	7.42	3.66	15.9	4.15	33.5	24.6
60	15.7	7.96	4.82	21.4	3.87	63.5	56.9
120	10.3	7.75	4.52	22.1	3.97	57.9	62.0
180	10.1	7.48	3.70	22.1	4.03	49.6	63.5
230	3.0	7.78	1.00	22.8	3.93	68.0	69.1
280	5.2	7.81	0.92	23.4	3.81	73.5	73.8
330	4.4	7.83	0.56	22.6	3.78	76.5	70.8

Estos resultados muestran, una vez más, que la sapolita se empleó efectivamente para neutralizar el ácido en la descarga del autoclave y para lixiviar una elevada proporción del níquel contenido en la mena de sapolita. Al final del paso de lixiviado atmosférico, el hierro en solución disminuyó desde un máximo de alrededor de 5 g/l por la formación de jarosita hasta que la concentración del hierro en solución alcanzó alrededor de 0.5 g/l. El ensayo

23
22

de bajo níquel del residuo final luego de la precipitación de la jarosita se obtuvo a pesar de la precipitación de aproximadamente 5 g/L de hierro como jarosita.

Ejemplo 5

Este ejemplo ilustra el procesamiento continuo de mena de limonita bajo condiciones de lixiviado con ácido a alta presión (HPAL) seguido por el procesamiento de mena de saprolita bajo condiciones de lixiviado atmosférico (AL).

Un lodo de mena de limonita con 38.5% en peso de sólidos se lixivió a alta presión y temperatura (270°C y 820 psi) con un cociente de ácido a mena de 0.4 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de mena en un autoclave continuo. La limonita se procesó a una tasa de 0.8 toneladas métricas secas/día que arrojaba un tiempo de retención en el autoclave de 30 minutos. La descarga del autoclave estaba conformada por residuo HPAL y solución de lixiviado con contenido de metales y ácido sulfúrico libre (92 g/L). La composición de la mena alimentada al autoclave y el residuo de descarga, así como las extracciones calculadas de metal, se indican en la Tabla 7.

Tabla 7
Resultados de la Lixiviación con Ácido a Alta Presión (HPAL).

	Al (%)	Co (%)	Cr (%)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (%)
Alimentación de Limonita	2.82	0.125	1.47	34.4	3.72	0.71	1.63
Residuo HPAL	2.62	0.000	1.54	39.5	0.93	0.17	0.075
Extracción	20.0%	100.0%	9.5%	1.1%	78.4%	79.7%	96.0%

El lodo de descarga del autoclave se mezcló con mena de saprolita (con 46% en peso de sólidos) en la proporción de 0.3 toneladas métricas de

28
23

saprolita/tonelada métrica de limonita. Se añadió sodio como sulfato de sodio al agua empleada para preparar el lodo de mena de saprolita. Se agregó ácido sulfúrico a la mezcla en la proporción de 0.46 toneladas métricas de ácido concentrado/tonelada métrica de saprolita. El ácido concentrado combinado con el ácido residual del HPAL arrojó un cociente de ácido a saprolita de 0.96 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de saprolita. El cociente total de ácido concentrado a mena fue de 0.41 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de mena (limonita más saprolita).

El circuito de lixiviado atmosférico (AL) estaba conformado por 3 tanques en serie con un tiempo total de retención de 4.2 horas (1.4 horas/tanque). Este circuito estuvo seguido por un circuito de precipitación de jarosita (JP) conformado por 2 tanques en serie con un tiempo total de retención de 5.9 horas (primer tanque 1.4 horas, segundo tanque 4.5 horas). Se agregó lodo de cal viva a los tanques de precipitación de jarosita para controlar el pH del lodo. Las condiciones medias de estos tanques durante el tiempo del ensayo de aproximadamente 70 horas se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8
Condiciones del Lixiviado Atmosférico y la Precipitación de Hierro.

Tanque	pH	Acido Libre (g/L)	Temperatura (°C)
AL1		37.7	97
AL2		33.5	92
AL3		27.1	94
JP1	1.5	10.5	94
JP2	1.9	5.9	92

Las composiciones de los residuos resultantes de las operaciones consecutivas y las extracciones calculadas de metal de saprolita en lixiviación

25
24

atmosférica y las extracciones totales de HPAL seguidas por lixiviación atmosférica se dan en la Tabla 9.

Tabla 9
Composiciones de Mena y Residuo de Lixiviado y Extracciones de Metal para Cada Fase

	Al (%)	Co (%)	Cr (%)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (%)
Mena de Limonita	2.82	0.125	1.47	34.4	3.72	0.71	1.63
Mena de Saprolita	1.58	0.085	0.85	11.4	14.83	0.48	1.31
Residuo HPAL	2.62	0.000	1.54	39.5	0.93	0.17	0.075
Residuo AL	2.45	0.027	1.38	32.9	2.00	0.23	0.13
Residuo JP	2.04	0.007	1.19	29.2	1.53	0.18	0.092
Extracción de Saprolita	17.6%	82.6%	13.9%	- 5.4%	73.3%	38.8%	85.6%
Extracción de Limonita y Saprolita	20.0%	97.5%	10.3%	0.6%	75.6%	72.8%	94.1%

Las soluciones resultantes de las fases de lixiviación y precipitación muestran el aumento en contenido de níquel y cobalto, así como la disminución en acidez libre. El contenido Fe se incrementó inicialmente durante la fase de lixiviación atmosférica, pero posteriormente decreció durante la precipitación de jarosita, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10
Composiciones de Solución después de Cada Fase

	Al (mg/L)	Co (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Mg (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	Ácido Libre (g/L)
Solución HPAL	2741	695	491	2463	16847	3791	9826	92
Solución AL	3728	825	768	13715	33066	4472	12084	27
Solución JP	2819	820	587	1417	35663	4500	12591	5.9

Ejemplo 6

Este ejemplo ilustra el procesamiento continuo de mena de limonita bajo condiciones de lixiviado con ácido a alta presión (HPAL) seguido por el

26
25

procesamiento de mena de saprolita bajo condiciones de lixiviado (AL) atmosférico.

Un lodo de mena de limonita con 35% en peso de sólidos se lixivió a alta presión y temperatura (270°C y 820 psi) con un cociente de ácido a mena de 0.34 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de limonita en un autoclave continuo. La limonita se procesó a una tasa de 0.8 toneladas métricas secas/día, lo cual arrojó un tiempo de retención en el autoclave de 30 minutos. La descarga del autoclave estuvo conformada por residuo HPAL y solución de lixiviado que contenía metales y ácido libre (102 g/L). Las composiciones de la mena alimentada al autoclave y el residuo de descarga, así como las extracciones calculadas de metal, se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11
Resultados de la Lixiviación con Ácido a Alta Presión (HPAL)

	Co (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ni (%)
Alimentación de Limonita	0.11	40.33	2.79	1.66
Residuo HPAL	0.004	43.8	0.82	0.091
Extracción	96.1%	1.2%	70.5%	94.8%

El lodo de descarga del autoclave se mezcló con mena de saprolita (con 51% en peso de sólidos) en la proporción de 0.38 toneladas métricas de saprolita/tonelada métrica de limonita. Se agregó sodio como sulfato de sodio al agua empleada para preparar el lodo de mena de saprolita. Se añadió ácido sulfúrico a la mezcla en la proporción de 0.23 toneladas métricas de ácido concentrado/tonelada métrica de saprolita. El ácido concentrado combinado con el ácido residual del HPAL arrojó un cociente de ácido a saprolita de 0.59 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de saprolita. El cociente total de

ácido concentrado fue de 0.31 toneladas métricas de ácido/tonelada métrica de mena (limonita más saprolita).

El circuito de lixiviado atmosférico (AL) estuvo conformado por 4 tanques. Se añadió la mitad de la saprolita al primer tanque (retención 1 hora) junto con el ácido sulfúrico concentrado, mientras que la otra mitad se agregó al segundo tanque (retención 1.4 horas) junto con el lodo de descarga del autoclave. El primer tanque rebosó en el segundo tanque, el cual rebosó luego en 2 tanques en serie (cada uno con una retención de 1.4 horas). Este circuito fue seguido por un circuito de precipitación de jarosita (JP) conformado por 2 tanques en serie con un tiempo total de retención de 5.9 horas (primer tanque 1.4 horas, segundo tanque 4.5 horas). Se agregó lodo de cal viva a los tanques de precipitación de jarosita para controlar el pH del lodo. Las condiciones medias de estos tanques durante el tiempo del ensayo de aproximadamente 82 horas se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12
Condiciones del Lixiviado Atmosférico y la Precipitación de Hierro

Tanque	pH	Acido Libre (g/L)	Temperatura (°C)
AL1		54.4	71
AL2		21.5	92
AL3		20.3	91
AL4		14.7	91
JP1	1.7	7.6	94
JP2	2.1	6.5	93

Las composiciones de los residuos que resultan de las operaciones consecutivas y las extracciones calculadas de metal de saprolita en lixiviación atmosférica y las extracciones totales de HPAL seguidas por la lixiviación atmosférica se dan en la Tabla 13.

2A
27

Tabla 13
Composiciones de Mena y Residuo de Lixiviado y Extracciones de Metal para Cada Fase

	Co (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ni (%)
Alimentación de Limonita	0.11	40.33	2.79	1.66
Mena de Saprolita	0.088	11.4	14.2	1.30
Residuo HPAL	0.004	43.8	0.82	0.091
Residuo AL	0.016	36.7	1.83	0.147
Residuo JP	0.018	33.0	1.83	0.132
Extracción de Saprolita	42.9%	-4.7%	62.7%	76.5%
Extracción de Limonita y Saprolita	83.6%	0.6%	69.9%	91.8%

Las soluciones resultantes de las fases de lixiviación y precipitación muestran el aumento en contenido de metales, así como el decrecimiento en acidez libre. El contenido Fe se incrementó inicialmente durante la fase de lixiviación atmosférica, pero disminuyó con posterioridad durante la precipitación de jarosita, como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14
Composiciones de Solución después de Cada Fase

	Al (mg/L)	Co (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Mg (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	Acido Libre (g/L)
Solución HPAL	4391	764	719	3820	17220	4264	12030	102
Solución AL	3261	698	640	6618	32628	3982	11228	14.7
Solución JP	3343	757	547	1568	35399	4279	12185	6.5

Aunque se han descrito las que actualmente se cree que son las incorporaciones preferidas de la invención, aquellas personas con habilidades en el arte se darán cuenta de que pueden hacerse cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu de la invención. Es la intención reivindicar todos aquellos cambios y modificaciones que caen dentro de la verdadera órbita de la invención.

21
28

LO QUE SE REIVINDICA:

1. Un proceso hidrometalúrgico de lixiviación con ácido sulfúrico para la extracción de níquel y cobalto de mena de óxido de laterita niquelífera, que comprende:

a. proporcionar una pasta acuosa de mena de óxido niquelífera con un contenido de bajo magnesio;

b. lixiviar la pasta acuosa a una temperatura elevada (mínimo 200°C) y presión con una adición de ácido sulfúrico suficiente al menos estequiométricamente para efectuar la lixiviación del níquel y cobalto contenidos y suministrar de ese modo una solución cargada de sulfato de níquel, sulfato de cobalto y un residuo de lixiviado; y

c. lixiviar atmosféricamente a presión mena de óxido niquelífera con contenido de alto magnesio con la solución cargada del paso (b), añadiendo cantidades controladas de mena en bruto, no tratada, de alto magnesio a la solución cargada a temperaturas de desde 80°C hasta el punto de ebullición normal de la solución y disponiendo agitación y tiempo suficientes para efectuar la extracción de níquel y cobalto de la mena de alto magnesio y formar un lodo de lixiviado final.

2. El proceso de reivindicación 1 en donde la solución cargada y el residuo de lixiviado del paso (b) no se separan antes de la lixiviación atmosférica a presión de la mena de óxido niquelífera que contiene alto magnesio.

30
29

3. El proceso de reivindicación 1 que comprende además lixiviar una porción de la mena de laterita de alto magnesio a presión atmosférica con ácido sulfúrico antes de añadirla a la solución cargada del paso (b).
4. El proceso de reivindicación 1 que comprende además neutralizar la solución cargada del paso (b) con una porción de la mena de laterita de alto magnesio.
5. El proceso de reivindicación 3 que comprende además neutralizar la solución cargada del paso (b) con una porción de la mena de laterita de alto magnesio.
6. El proceso de reivindicación 1 que comprende además neutralizar el lodo de lixiviado final agregando un agente neutralizador seleccionado del grupo conformado por óxidos alcalinos y alcalinotérreos, hidróxidos, carbonatos y mezclas de los mismos.
7. El proceso de reivindicación 5 que comprende además neutralizar el lodo de lixiviado añadiendo un agente neutralizador seleccionado del grupo conformado por óxidos alcalinos y alcalinotérreos, hidróxidos, carbonatos y mezclas de los mismos.
8. El proceso de reivindicación 1 que comprende además neutralizar el lodo de lixiviado final agregando mena de laterita de alto magnesio.

30

9. El proceso de reivindicación 5 que comprende además neutralizar el lodo de lixiviado agregando mena de laterita de alto magnesio.

10. El proceso de reivindicación 6 que comprende además proveer una cantidad suficiente de un agente de precipitación seleccionado del grupo conformado por iones de metal alcalino, iones de amonio y mezclas de los mismos, para precipitar hierro férrico como jarosita.

11. El proceso de reivindicación 7 que comprende además proveer una cantidad suficiente de un agente de precipitación seleccionado del grupo conformado por iones de metal alcalino, iones de amonio y mezclas de los mismos, para precipitar hierro férrico como jarosita.

12. El proceso de reivindicación 8 que comprende además proveer una cantidad suficiente de un agente de precipitación seleccionado del grupo conformado por iones de metal alcalino, iones de amonio y mezclas de los mismos, para precipitar hierro férrico como jarosita.

13. El proceso de reivindicación 9 que comprende además proveer una cantidad suficiente de un agente de precipitación seleccionado del grupo conformado por iones de metal alcalino, iones de amonio y mezclas de los mismos, para precipitar hierro férrico como jarosita.

14. El proceso de reivindicación 1 que comprende también someter el lodo de lixiviado a un paso de separación sólido/líquido para producir un licor de lixiviado cargado final apto para recuperación de níquel y cobalto y un residuo de lixiviado final.

15. El proceso de reivindicación 6 que comprende además someter el lodo de lixiviado a un paso de separación sólido/líquido para producir un licor de lixiviado cargado final apto para recuperación de níquel y cobalto y un residuo de lixiviado final.

16. El proceso de reivindicación 7 que comprende además someter el lodo de lixiviado a un paso de separación sólido/líquido para producir un licor de lixiviado cargado final apto para recuperación de níquel y cobalto y un residuo de lixiviado final.

17. El proceso de reivindicación 8 que comprende además someter el lodo de lixiviado a un paso de separación sólido/líquido para producir un licor de lixiviado cargado final apto para recuperación de níquel y cobalto y un residuo de lixiviado final.

18. El proceso de reivindicación 9 que comprende además someter el lodo de lixiviado a un paso de separación sólido/líquido para producir un licor de lixiviado cargado final apto para recuperación de níquel y cobalto y un residuo de lixiviado final.

33
32

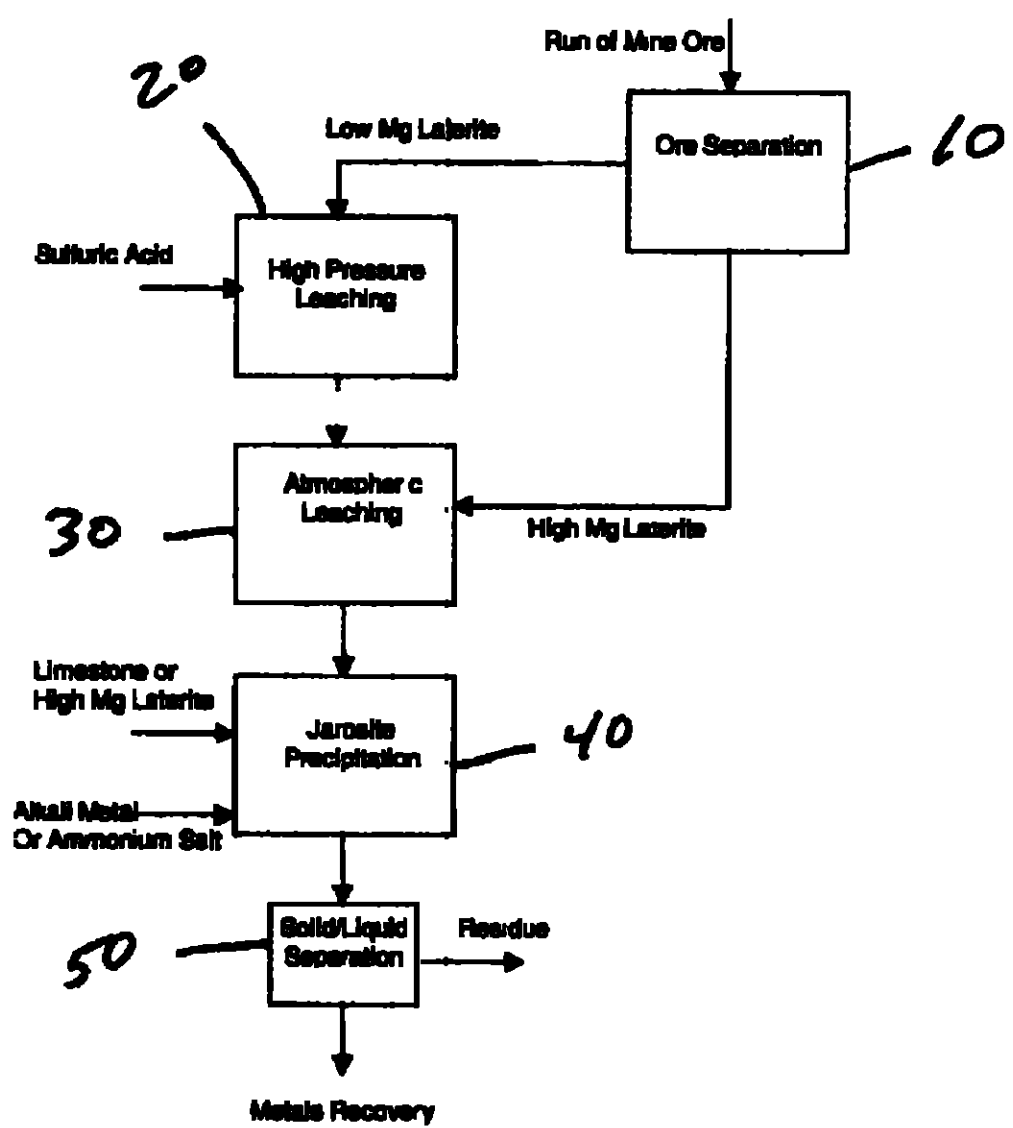
19. El proceso de reivindicación 1 que comprende además moler la mena níquelífera que contiene alto magnesio antes de agregarla a la solución cargada del paso de lixiviación a presión.

EXTRACTO DE LA REVELACIÓN

Se provee un proceso para la lixiviación de las dos fracciones de "limonita" (Fe aprox. $\geq 25\%$ y Mg aprox. $\leq 6\%$) y "saprolita" (Fe aprox. $\leq 20\%$ y Mg aprox. $\geq 10\%$) de mena típica de laterita con contenido de níquel y cobalto. La fracción de bajo magnesio de la mena de laterita se lixivia con ácido sulfúrico a alta presión y temperatura para solubilizar los metales valiosos, a la vez que se precipita la mayor parte del hierro solubilizado como hematita u otros compuestos de hierro y una porción del aluminio disuelto como alunita u otros compuestos de aluminio. Luego de reducir la presión del lodo de lixiviado a aproximadamente la presión atmosférica, el lodo de lixiviado cargado o solución se pone en contacto con la fracción de alto magnesio de la mena para solubilizar la mayor parte del níquel contenido en la fracción de la mena de alto magnesio, disolviendo al mismo tiempo sólo una pequeña porción del contenido de hierro de la fracción de mena de alto magnesio. La posterior neutralización del lodo de lixiviado en la presencia de un ión de metal alcalino o amonio permitirá la precipitación de jarosita con contenido de hierro a temperatura ambiente. Este proceso para incorporar la lixiviación de saprolita en el proceso de lixiviación a alta presión para menas de limonita no requiere temperatura o presión altas, ni un tratamiento especial de la fracción de mena de saprolita, ni la adición de reactivos especiales, por ejemplo, reactivos de reducción.

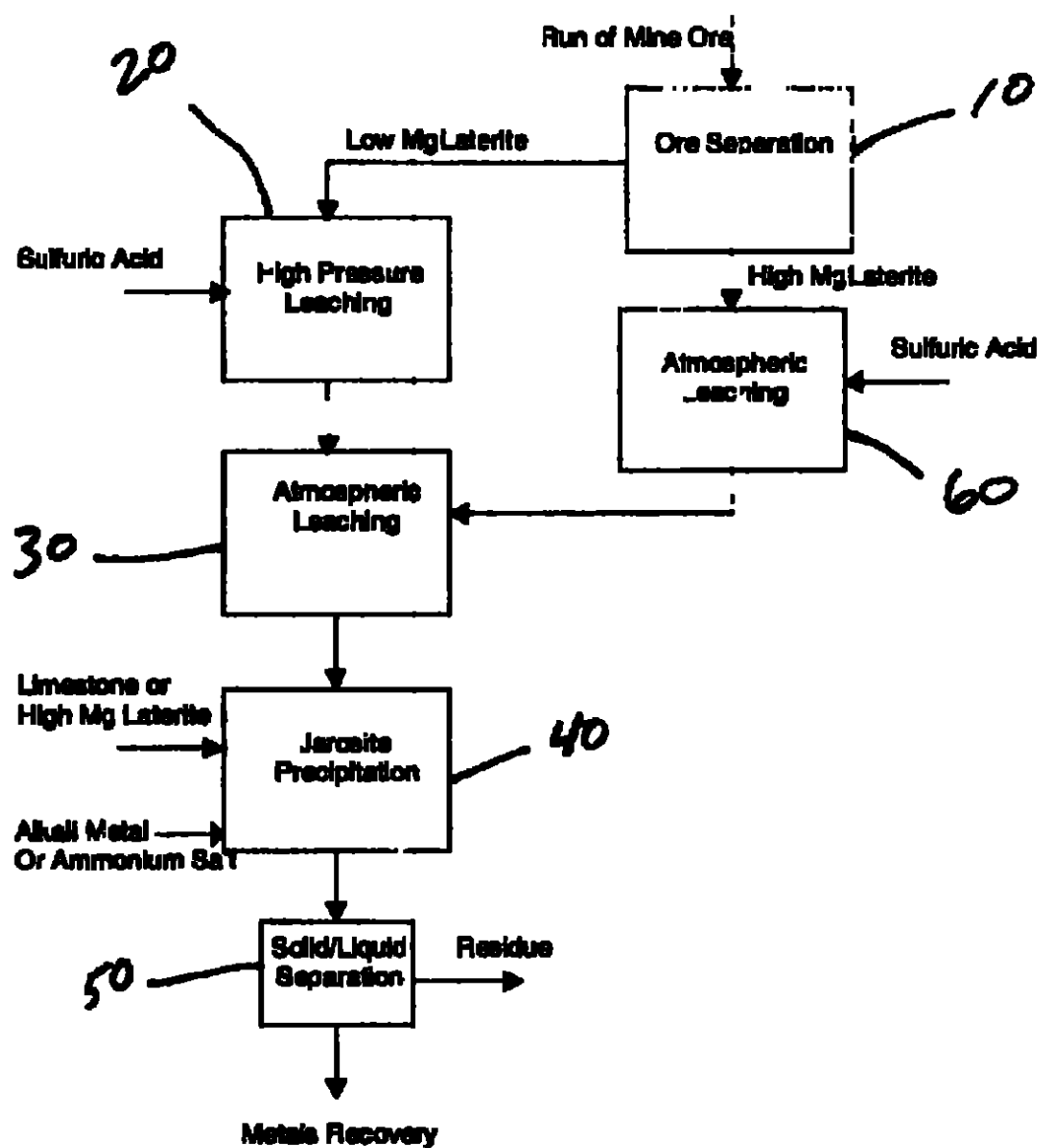
34

FIGURE 1



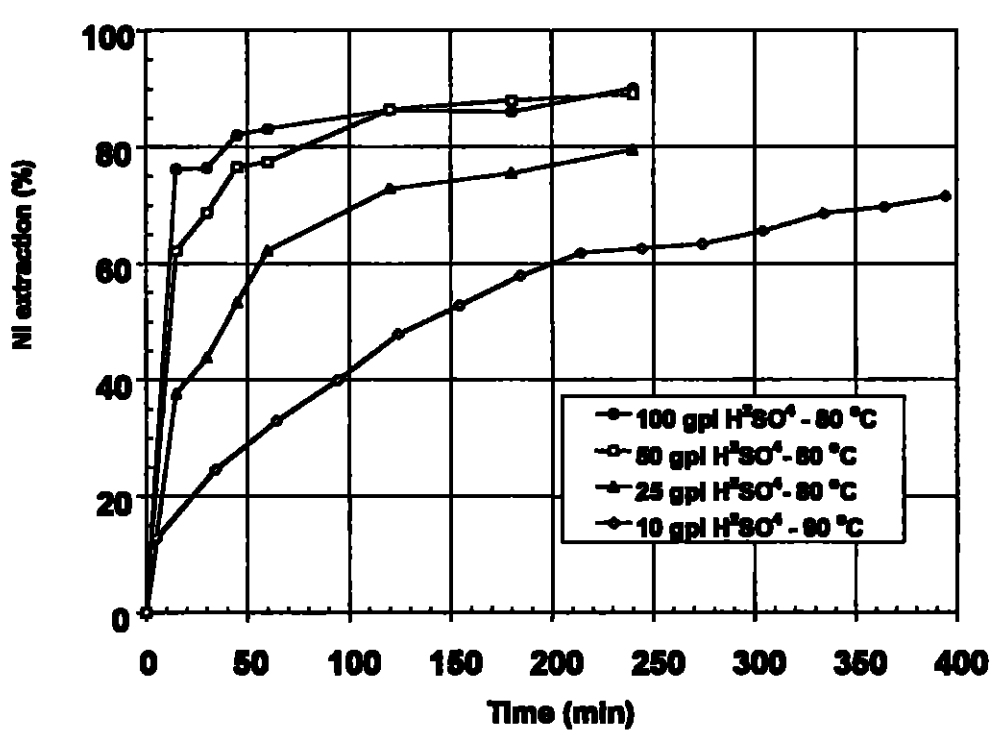
36
35

FIGURE 2



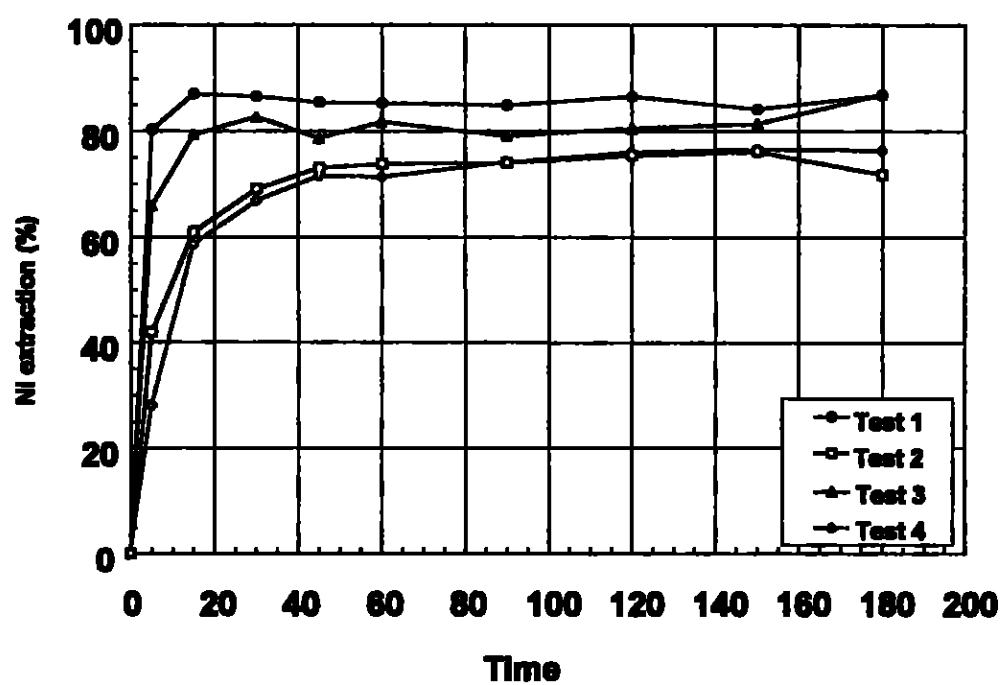
37
36

FIGURE 3



25
37

FIGURE 4





REQUISITOS MINIMOS PARA ADM

PATENTE DE INVENCION []

MODELO DE UTILIDAD []

- Nombre e identificación del Solicitante []
- Nombre e identificación del Inventor []
- Título o nombre de la Invención []
- Descripción []
- Reivindicaciones []
- Resumen []
- Comprobante de Pago []
- Poder, cuando proceda []
- Copia de la primera solicitud de patente, si reivindica prioridad, señalándola expresamente []
- Firma del solicitante o apoderado []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

DISEÑO INDUSTRIAL []

- Nombre e identificación del peticionario []
- Nombre e identificación del inventor o diseñador []
- Indicación del género de productos para los cuales debe utilizarse []
- Representación gráfica []
- Comprobante de pago []
- Poder, cuando proceda []
- Firma del solicitante o apoderado []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

Firma Responsable

Fecha: _____

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 8 y 10
Conmutador: 334 12 21-3-3-4
Fax: 281 31 25 e-mail: info@sic.gov.co
Santa Fe de Bogotá D.C. - Colombia



39

Industria y Comercio**DIVISION DE NUEVAS CREACIONES**
PRIMER EXAMEN DE FORMA**EXPEDIENTE 00-83211**

Practicado el examen jurídico de acuerdo con lo establecido en el art. 21 de la Decisión 344 se determinó que esta solicitud de Patente de Invención:

SI ☐ NO ☒ NO APLICABLE ☐ Presentó los poderes necesarios en forma correcta (Decisión 344, art. 14-a).

SI ☐ NO ☒ NO APLICABLE ☐ Acreditó, en forma correcta, la existencia y representación de la persona jurídica solicitante (art. 14-c de la Decisión 344; literal g) del art. 4 del Decreto 117/94).

SI ☒ NO ☐ NO APLICABLE ☐ Presentó, en forma correcta, el comprobante de pago por la tasa de presentación establecida (art. 13-f de la Decisión 344 y la Resolución 02 del 4 de Enero del 2000)

SI ☒ NO ☐ EXTEMPORANEAMENTE ☐ Reivindicó prioridad, dentro del plazo y de acuerdo con lo previsto en el Artículo 4 del Convenio de París.

SI ☐ NO ☒ NO APLICABLE ☐ Presentó copia, certificada su conformidad por la Administración que recibió la solicitud de la cual reivindica prioridad, al momento de radicar la solicitud nacional.

SI ☐ NO ☒ NO APLICABLE ☐ Presentó la traducción del capítulo reivindicatorio de la solicitud de la cual se reivindica prioridad (Art. 4, D-3 Convenio de París; Concepto: 5 de enero de 1999 S.I.C.).

SI ☐ NO ☒ CUMPLE LOS REQUISITOS JURIDICOS

BSERVACIONES JURÍDICAS CONVENIO DE PARIS: Deberá presentar copia certificada su conformidad por la Administración que recibió la solicitud de la cual reivindica prioridad, en cualquier momento dentro del plazo de tres (3) meses, contados a partir de la fecha de depósito de la solicitud posterior. La omisión de esta formalidad implicará la pérdida del derecho de prioridad.

En consecuencia, se conceptúa que esta solicitud:

SI ☐ NO ☒ Se ajusta a los aspectos FORMALES indicados en la Decisión 344 y por tanto,

SI ☐ NO ☒ Se recomienda PUBLICAR el extracto correspondiente.

Bogotá, D.C., 7 de Noviembre del 2000

EXAMINADOR JURIDICO.

202022

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5 y 10

Conmutador: 334 12 21

Fax: 281 31 25

Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia

41
40

Primer EXAMEN DE FORMA

Radicación no 00 88211

Concepto Técnico no 1977 Clasificación Internacional de Patentes C22 B 3/08

Practicado el examen de acuerdo a lo establecido en el Art. 21 de la Decisión 344 se determinó que esta solicitud de Patente de Invención:

- | | |
|--|--|
| SI ☒ NO ☐ | Contiene la identificación correcta del inventor (Art.8, Art.13-a). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene la identificación correcta del solicitante (Artículo 13-a). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene el resumen con el objeto y finalidad de la invención en forma correcta (Art.13-e). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene el título o nombre de la invención en forma correcta (Art.13-b). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene la descripción clara y completa de la invención (Art.13-c). |
| SI ☐ NO ☒ | Contiene los dibujos correctos (Art.14-c junto con el literal d) del Art. 4 del Dto. 117 del 94). |
| SI ☐ NO ☒ | Contiene las unidades de medida en el sistema exigido (Art.14-c junto con el Decreto 3464 del 26 de diciembre de 1980). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene una o más reivindicaciones, en forma correcta, que precisen la materia para la cual se solicita la protección mediante la patente (Art.13-d). |
| SI ☐ NO ☒ | Contiene el extracto de acuerdo con el literal c) del artículo 4 del Dto. 117 /94. |
| SI ☐ NO ☒ | Contiene el arte final del dibujo característico de acuerdo con el literal c) del artículo 4 y el artículo 27 del Dto. 117 /94. |
| SI ☐ NO ☒ | Contiene la tarjeta del Archivo Temático [formato P-104] en forma correcta (Art.14-c junto con el literal b) del artículo 4 del Dto. 117 /94). |
| SI ☒ NO ☐ | Contiene la tarjeta del Archivo de Propietarios [formato P-105] en forma correcta (Art. 14-c junto con el literal b) del artículo 4 del Dto. 117 /94). |
| SI ☐ NO ☒ | CUMPLE LOS REQUISITOS TÉCNICOS |

OBSERVACIONES Y OTROS: SI ☒ NO ☐ ver hoja(s) anexa(s)

Santa Fe de Bogotá, D.C.,

00 11 23

EXAMINADOR TÉCNICO
Código 202017

**DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
PRIMER EXAMEN DE FORMA**

CONCEPTO TÉCNICO N°

EXPEDIENTE N° 00-83211

IPC: C22B 3/08

Las siguientes son las observaciones que se desprenden del primer examen de forma:

La solicitud debe respetar las normas del sistema internacional de unidades.

Las figuras que contengan textos explicativos en inglés deben ser presentadas de nuevo en el idioma español.

Incluir el extracto para la publicación conteniendo las principales reivindicaciones corregidas de la invención.

Anexar la tarjeta temática.

Examinador Técnico de Patentes

Código 202017

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

EXPEDIENTE 00-83211

AUTO 3930

DISPONE

ARTICULO PRIMERO: Conforme lo establece el artículo 22 de la Decisión 344 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena, requiérese al solicitante, para que dentro del plazo de treinta (30) días hábiles siguientes a la fecha de notificación del auto, presente respuesta a las observaciones o complemente los antecedentes señalados en el examen de forma.

ARTICULO SEGUNDO: Notificar por estado el presente auto, advirtiéndole que contra el no procede recurso alguno en la vía gubernativa.

NOTIFIQUESE Y CUMPLASE

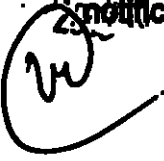
23 JUL 2009

Dado en Bogotá D.C., a los _____

EL JEFE DE LA DIVISION DE NUEVAS CREACIONES,


ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL

NOTIFICADO POR ESTADO

Bogotá D.C., 5 JUL 2009  notificado por anotación en estado de esta misma fecha.

VENCIMIENTO NOTIFICACION ESTADO

SOLICITO PRORROGA TERMINO SI_____ NO_____

VENCIMIENTO TERMINO PRORROGA

202022

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5 y 10
Conmutador: 334 12 21
Fax: 281 31 25
Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia