



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 364**

51 Int. Cl.:  
**C22B 11/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05850336 .8**

96 Fecha de presentación : **22.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1831414**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.09.2007**

54

Título: **Empleo de agentes tensioactivos no iónicos en la obtención de metales.**

30

Prioridad: **24.12.2004 DE 10 2004 063 501**  
**28.02.2005 DE 10 2005 009 574**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.11.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.11.2011**

73

Titular/es: **BASF SE**  
**Weinbietstr. 2**  
**67117 Limburgerhof, DE**

72

Inventor/es: **Seelmann-Eggebert, Hans-Peter;**  
**Oetter, Günter;**  
**Berastain, Arturo y**  
**Ostos Rios, Cesar**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

**ES 2 367 364 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).

## DESCRIPCION

Empleo de agentes tensioactivos no iónicos en la obtención de metales

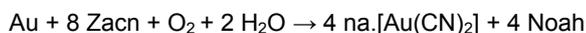
La presente invención se refiere a un procedimiento para la obtención de metales, en especial de oro y/o plata, a partir de materiales o minerales que contienen el correspondiente metal, con ayuda de una composición acuosa que contiene cianuro.

Oro pertenece a los elementos más raros de nuestro espacio vital. A modo de ejemplo, la fracción de oro en la corteza terrestre asciende aproximadamente a 4 mg/t (4 ppb). Además se encuentra oro en el mineral de cuarzo en forma de menas, vetas, etc. En este caso, el oro está acompañado frecuentemente de pirita, arsenopirita, minerales de cobre y plata. La mayor parte de oro es de ley, pero siendo macroscópicamente reducidas las quincallas de oro oropel. El oro presenta aleación con plata en la mayor parte de los casos, pero también puede contener impurezas de cobre, platino y otros metales. Además, en la naturaleza se encuentran también algunos minerales de oro. En este caso se trata sobre todo de telururos, a modo de ejemplo calaverita (AuTe<sub>2</sub>), silvanita (AgAuTe<sub>4</sub>) y nagiagita [AuTe<sub>2</sub> · 6 Pb(S, Te)].

La obtención de oro se efectúa aún en casos contados mediante lavado de oro. En la actualidad, esencialmente dos procedimientos industriales juegan un papel significativo. A tal efecto, el material que contiene oro se obtiene en primer lugar a escala industrial en el ámbito de una explotación de metal, y el mineral obtenido que contiene oro se somete a la amalgama o a la lixiviación de cianuro.

En la amalgama, el mineral que contiene oro se moltura en molino y se mezcla con agua y mercurio. El oro forma una aleación con el mercurio (amalgama), a partir de la cual se puede destilar el mercurio mediante destilación a 600°C. Mediante el procedimiento se pueden desprender aproximadamente dos tercios de oro del mineral.

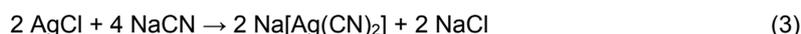
En la lixiviación de mercurio, que se describe, a modo de ejemplo, en Ullmann's Encyclopedia, 6ª edición, 2000, tomo 4.2 (versión electrónica), o en Kirk-Othmer, Encyclopedian of Chemical Technology, 3ª edición, vol. 11, páginas 972 a 992, y vol. 21, páginas 1 a 15, el mineral finamente molturado se mezcla con una disolución de cianuro sódico o potásico bajo alimentación de oxígeno ambiental, así como, en caso dado, en presencia de cal. En este caso, el oro forma un compuesto de cianuro complejo según la siguiente ecuación de reacción:



A partir del compuesto de cianuro complejo, el oro se puede obtener en forma pura mediante reducción (a modo de ejemplo con virutas de cinc). El oro sedimenta en el fondo como esponja durante esta reacción. El oro sedimenta en el fondo como esponja durante esta reducción. El precipitado se filtra, se seca y se calcina, después se funde con ayuda de un agente de fluidez, como bórax, y se vierte en lingotes. Procedimientos de elaboración alternativos son la adsorción selectiva en carbón activo (por ejemplo carbon in pulp process - CIP) o intercambiadores iónicos (por ejemplo resin in pulp process - RIP) con desorción subsiguiente con disolución de cianuro concentrada, o bien cianato de cinc en el caso de intercambiadores iónicos. Los iones de oro se pueden reducir por vía electrolítica o mediante adición de polvo de cinc a partir de los complejos cianúricos. La lixiviación de cianuro se lleva a cabo en este caso preferentemente como lixiviación en pila ("heap leaching"). En este caso se apilan montones de mineral generalmente de 100 000 a 500 000 t como pilas, y después se pulverizan desde arriba con la lejía de cianuro, de modo que la lejía de cianuro puede percolar a través de la piedra, o bien rociar la misma. En este caso, las aguas madre enriquecidas con oro se acumulan en el fondo del montón.

El procedimiento practicado con mayor frecuencia es la lixiviación de cianuro, que aprovecha las buenas propiedades complejantes de iones cianuro para disolver oro metálico, y separar iones de oro de sus asociados químicos naturales en el mineral.

También se obtiene plata preferentemente mediante el procedimiento de lixiviación de cianuro, frecuentemente junto con oro. En este caso, el material desmenuzado en lodo fino se lixivia bajo ventilación con disolución de cianuro sódico al 0,1 hasta al 0,2 %, disolviéndose tanto plata metálica, como sulfuro de plata y cloruro de plata, como también dicianoargentato (I):



Ya que la reacción (2) conduce a un equilibrio, en la lixiviación de minerales de plata sulfúricos, el sulfuro sódico  $\text{Na}_2\text{S}$  formado se debe oxidar mediante insuflado de aire ( $2 \text{S}^{2-} + 2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$ ) o mediante adición de sal de plomo ( $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{PbS}$ ), y eliminar de este modo del equilibrio. A partir de las lejías claras obtenidas se precipita la plata (más refinada) mediante introducción de polvo de cinc o aluminio (no refinado) a partir de ( $2 \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{Zn} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4] + 2 \text{Ag}$ ), después se filtra la suspensión mediante prensado de filtro, y la torta de filtración obtenida de este modo se funde. No obstante, en la lixiviación de cianuro son desfavorables las grandes cantidades de sales de cianuro, que se requieren para la separación de metal a partir de los materiales que contienen metal. De este modo, por ejemplo para la obtención de oro, o bien plata - según el material contenga oro, o bien plata - son necesarios hasta 300 g de cianuro por tonelada de material, no pudiéndose disolver aún completamente el oro, o bien la plata, del material de partida incluso con grandes cantidades de sales de cianuro empleadas. Habitualmente se elimina del material inicial sólo un 60 a un 90 % de oro, o bien plata presente.

Además, debido a la elevada acción tóxica de sales de cianuro, cantidades tan grandes no son inofensivas desde el punto de vista ecológico.

Además, la lixiviación de cianuro, que se lleva a cabo frecuentemente como lixiviación en pila, requiere una inversión de tiempo considerable. De este modo, el tiempo que es necesario para un proceso de lixiviación habitual es, según material de partida, 30 a 90 días.

En el estado de la técnica, para la mejora de la efectividad de la lixiviación de cianuro se recomienda la adición de tensioactivos a la lejía de cianuro, mediante lo cual se puede reducir la cantidad necesaria de cianuro y el tiempo necesario de lixiviación de cianuro, y aumentar el rendimiento alcanzable en oro, o bien plata.

De este modo, la US 5 827 348 describe el empleo de agentes tensioactivos alifáticos de flúor para la lixiviación de cianuro, empleándose una lejía que contiene cianuro, que presenta una tensión superficial de menos de 40 Din/cm debido a la adición de tensioactivo.

La ZA 8800823 describe el empleo de dioctilsulfosuccinatos sódicos, alquilfenoles etoxilados y ácidos grasos como agente auxiliar en la extracción de oro.

La ZA 9109627 A describe el empleo de etoxilatos de alquiléter bloqueados con grupos terminales como agente auxiliar en la lixiviación de cianuro para la obtención de oro.

La US 4 929 274 describe un procedimiento para la lixiviación en pila, en el que se emplea un agente tensioactivo en la lejía que contiene cianuro. En el caso del agente tensioactivo se trata de ésteres de ácidos grasos etoxilados, sulfosuccinatos de alquilo o alcoholes grasos.

También la US 2003/0192403 A1 describe el empleo de agentes tensioactivos como agente auxiliar de extracción en la obtención de oro. En el caso de agentes tensioactivos empleados se trata de alcoholes alifáticos etoxilados.

A pesar del empleo de agentes tensioactivos durante la lixiviación de cianuro, aún no son satisfactorios los rendimientos de metal, a modo de ejemplo de oro, o bien plata, referido al material de partida empleado. También requiere aún mejora el tiempo de lixiviación necesario. Además existe una necesidad de reducir las cantidades necesarias de sales de cianuro en las disoluciones de lixiviación.

Técnicamente, los procedimientos descritos se utilizan para empleo de agentes tensioactivos sólo en medida reducida, ya que mediante el empleo de agentes tensioactivos se dificulta la elaboración de la lejía de cianuro que contiene metal.

Por consiguiente existe la tarea de encontrar un procedimiento para aumentar los rendimientos de metal, en especial de oro y/o plata, referido al material de partida empleado. Además, el procedimiento conducirá preferentemente a reducir el tiempo de lixiviación necesario, así como la cantidad de cianuro necesaria para la lixiviación. Tampoco se debe influir negativamente sobre la elaboración de lejía de cianuro mediante el agente tensioactivo presente en la misma.

El problema se soluciona mediante un procedimiento para la obtención de metales a partir de materiales que contienen éstos metales, que comprende los siguientes pasos de procedimiento:

(a) puesta a disposición de un material que contiene metal, en caso dado molturado;

(b) puesta a disposición de una composición según la reivindicación 1;

(c) puesta en contacto del material que contiene metal en presencia de un agente oxidante con la composición, obteniéndose unas aguas madre enriquecidas con complejos de cianuro metálico.

5 La composición está caracterizada porque en una disolución acuosa ajustada a un valor de pH de 9,8 a 10,2 con NaOH, el agente tensioactivo no iónico en una concentración de un 0,01 a un 0,2 % en peso, de modo especialmente preferente de un 0,01 a un 0,1 % en peso, en especial de un 0,01 a un 0,05 % en peso, a 23°C, conduce a una reducción del ángulo de contacto sobre vidrio tras 1 segundo, de modo especialmente preferente tras 0,5 segundos, en al menos 20°, en especial al menos 30°, especialmente al menos 40°.

10 En una forma preferente de ejecución de la presente invención, la composición acuosa resultante que contiene cianuro con el agente tensioactivo no iónico presenta un ángulo de contacto sobre vidrio de menos de 40°, de modo especialmente preferente menos de 20°, en especial menos de 10°.

En este caso, el ángulo de contacto se mide sobre un soporte de vidrio extra blanco de la firma Gerhard Menzel Glasbearbeitungswerk GmbH & Co. KG, Braunschweig con un grosor de portaobjetos de 1 mm. La especificación aproximada del portaobjetos de vidrio es la siguiente en este caso:

Composición química aproximada:

15	dióxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	72,20 %
	óxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	14,30 %
	óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	1,20 %
	óxido de calcio	CaO	6,40 %
	óxido de magnesio	MgO	4,30 %
20	óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,20 %
	óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03 %
	tríóxido de azufre	SO <sub>3</sub>	0,30 %

Otras propiedades de vidrio son las siguientes:

25	Coefficiente de expansión medio (20-300°C)	90,6 x 10 <sup>-7</sup> /°C
	Punto de dilatación log n 14,5	513°C
	Punto de reblandecimiento-Littleton	720°C

Irradiación de la segunda superficie especular

30 Reflexión solar total (M = 2) como proporción de la reflexión normal de una segunda superficie especular en el caso de elevación solar de 30°: 95,3 %

Transparencia

Permeabilidad solar total (M = 2) como proporción de la permeabilidad normal en el caso de elevación solar de 30°: 91,6 %

Indice de refracción de la luz

35	Con λ = 546,07 nm	1,5171
	hermeticidad	2,479

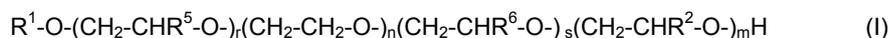
El soporte de vidrio se limpia con acetona antes de la medida del ángulo de contacto y se seca en el armario secador a 70°C durante 2 horas.

La disolución acuosa empleada para la determinación del ángulo de contacto está exenta de cianuros.

5 En la composición según la invención se emplea un agente tensioactivo no iónico ("Niotensid"). El agente tensioactivo no iónico se selecciona preferentemente de modo que, bajo las condiciones alcalinas de lixiviación de metal, en especial de oro y/o plata, con un valor de pH preferentemente de 8 a 13, de modo especialmente preferente de 9 a 12, en especial 9 a 11, conduzca a un aumento de la extracción de metal, y en caso dado a una reducción del tiempo de lixiviación.

10 En este caso, el agente tensioactivo no iónico empleado en una forma de ejecución especialmente preferente es biodegradable, en especial fácilmente biodegradable.

El agente tensioactivo no iónico se selecciona a partir del grupo constituido por alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (I)



con el significado

15  $R^1$  alquilo o alquilfenol con 4-22 átomos de carbono ramificado al menos una vez,

$R^2$  alquilo con 3-4 átomos de carbono,

$R^5$  alquilo con 1-4 átomos de carbono,

$R^6$  metilo o etilo,

n valor medio de 1 a 50,

20 m valor medio de 0 a 20, preferentemente 0,5 a 20,

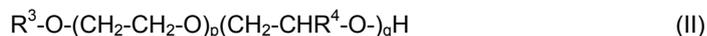
r valor medio de 0 a 50,

s valor medio de 0 a 50,

siendo m al menos 0,5, si  $R^5$  es metilo o etilo, o r tiene el valor 0.

25 Además se puede tratar de una mezcla de un 20 a un 95 % en peso, preferentemente un 30 a un 95 % en peso de al menos uno de los alcoxilatos de alcohol anteriores, y un 5 a un 80 % en peso, preferentemente un 5 a un 70 % en peso de un correspondiente alcoxilato alcohólico, en la que  $R^1$ , no obstante, es un resto alcohol no ramificado con el mismo número de carbonos.

Además se puede tratar de alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (II)



30 con el significado

$R^3$  alquilo o alquilfenol con 4-22 átomos de carbono ramificado o no ramificado,

$R^4$  alquilo con 3-4 átomos de carbono,

p valor medio de 1 a 50, preferentemente 4 a 15,

q valor medio de 0,5 a 20, preferentemente 0,5 a 4, de modo más preferente 0,5 a 2.

35 Además se puede tratar de una mezcla constituida por un 5 a un 95 % en peso de al menos un alcoxilato de alcohol ramificado (II), como se acaba de describir, y un 5 a un 95 % en peso de un correspondiente alcoxilato de alcohol, en el que se presenta, no obstante, un resto alquilo no ramificado en lugar de un resto alquilo ramificado.

En los alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (I),  $R^2$  es preferentemente propilo, en especial n-propilo.

En los alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (II), n presenta preferentemente un valor medio de 4 a 15, de modo especialmente preferente 6 a 12, en especial 7 a 10.

5 Preferentemente, m presenta un valor medio de 0,5 a 4, de modo especialmente preferente 0,5 a 2, en especial 1 a 2. La expresión "valor medio" se refiere a productos técnicos, en los que se pueden presentar distintos números de unidades óxido de alquileo en las moléculas aisladas. Describe la fracción de correspondientes unidades óxido de alquileo presentes en media en los productos técnicos. Por lo tanto, un valor de 0,5 significa que en media una de cada dos moléculas porta una correspondiente unidad. En lugar del límite inferior de 0,5, según una forma preferente de ejecución de la invención, para los índices n, m, p, q se presenta el límite inferior 1.

10 Preferentemente, r es 0. Preferentemente, s es 0.

El resto  $R^1$  es preferentemente un resto alquilo con 8 a 15, de modo especialmente preferente 8 a 13, en especial 8 a 12 átomos de carbono, que está ramificado al menos una vez. También se pueden presentar varias ramificaciones.

$R^5$  es preferentemente metilo o etilo, en especial metilo.

15  $R^6$  es preferentemente etilo.

En las mezclas se presentan compuestos con restos alcohol no ramificados y ramificados  $R^1$ . Este es el caso, a modo de ejemplo, en oxoalcoholes, que presentan una fracción de cadenas de alcohol lineales y una fracción de cadenas de alcohol ramificadas. A modo de ejemplo, un oxoalcohol con 13/15 átomos de carbono presenta con frecuencia aproximadamente un 60 % en peso de cadenas de alcohol completamente lineales, pero además también aproximadamente un 40 % en peso de cadenas de alcohol ramificadas con  $\alpha$ -metilo y ramificadas con 22 átomos de carbono.

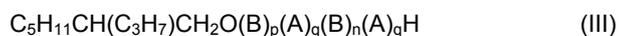
25 En los alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (II),  $R^3$  es preferentemente un resto alquilo ramificado o no ramificado con 8 a 15 átomos de carbono, de modo especialmente preferente un resto alquilo ramificado o no ramificado con 8 a 13 átomos de carbono, y en especial un resto alquilo ramificado o no ramificado con 8 a 12 átomos de carbono.  $R^4$  es preferentemente propilo, en especial n-propilo. p presenta preferentemente un valor medio de 4 a 15, de modo especialmente preferente un valor medio de 6 a 12, y en especial un valor medio de 7 a 10. q presenta preferentemente un valor medio de 0,5 a 4, de modo especialmente preferente 0,5 a 2, en especial 1 a 2.

Correspondientemente a los alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (I), también los alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (II) se pueden presentar como mezclas con restos alcohol no ramificados y ramificados.

30 Como los componentes de alcohol que sirven como base de los alcoxilatos de alcohol entran en consideración no solo alcanoles puros, sino también mezclas homólogas con un intervalo de átomos de carbono. Son ejemplos alcanoles con 8/10 átomos de carbono, alcanoles con 10/12 átomos de carbono, alcanoles con 13/15 átomos de carbono, alcanoles con 12/15 átomos de carbono. También son posibles mezclas de varios alcanoles.

35 Los anteriores alcoxilatos de alcohol o mezclas según la invención se obtienen preferentemente mediante reacción de alcoholes de la fórmula general  $R^1-OH$ , o bien  $R^3-OH$ , o mezclas de correspondientes alcoholes ramificados y no ramificados, en caso dado en primer lugar con óxido de alquileo con 3 a 6 átomos de carbono, a continuación con óxido de etileno, y seguidamente, en caso dado, con óxido de alquileo con 3 a 4 átomos de carbono, y acto seguido con un correspondiente óxido de alquileo con 5 a 6 átomos de carbono. En este caso, los alcoxilados se llevan a cabo preferentemente en presencia de catalizadores de alcoxilado. En este caso se emplean en especial catalizadores básicos, como hidróxido potásico. Mediante catalizadores de alcoxilado especiales, como bentonitas o hidrotalcitas modificadas, como se describen, a modo de ejemplo, en la WO 95/04024, se puede limitar en gran medida la distribución estadística de las cantidades de óxidos de alquileo incorporados, de modo que se obtienen alcoxilatos "narrow range".

45 En una forma especial de ejecución de la presente invención se trata de mezclas de alcoxilato, que contienen alcoxilatos de la fórmula general (III)



con el significado

A etilenoxi

B en cada caso independientemente alquilenoxi con 3 a 10 átomos de carbono, preferentemente propilenoxi, butilenoxi, pentilenoxi, o mezclas de los mismos,

presentándose grupos A y B en forma de bloques en el orden indicado,

	p	número de 0 a 10,
5	n	número mayor que 0 a 20,
	m	número mayor que 0 a 20,
	q	número mayor que 0 a 10,
	p+n+m+q	al menos 1,

presentándose en mezcla

- 10 un 70 a un 99 % en peso de alcoxilatos A1, en los que  $C_5H_{11}$  tiene el significado  $n-C_5H_{11}$ , y un 1 a un 10 % en peso de alcoxilatos A2, los que  $C_5H_{11}$  tiene el significado  $C_2H_5CH(CH_3)CH_2$  y/o  $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2$ .

15 En la fórmula general (III), p significa un número de 0 a 10, preferentemente 0 a 5, en especial 0 a 3. En tanto se presenten bloques (B)<sub>p</sub>, p es preferentemente un número de 0,1 a 10, de modo especialmente preferente 0,5 a 5, en especial 1 a 3.

En la fórmula general (III), n significa preferentemente un número en el intervalo e 0,25 a 10, en especial de 0,5 a 7, m es preferentemente un número en el intervalo de 2 a 10, en especial 3 a 6. B es preferentemente propilenoxi y/o butilenoxi, especialmente propilenoxi en ambas posiciones.

20 Preferentemente, q es un número en el intervalo de 1 a 5, de modo especialmente preferente en el intervalo de 2 a 3.

La suma p+n+m+q es al menos 1, preferentemente 3 a 25, de modo especialmente preferente 5 a 15, en especial 7 a 13.

25 En los alcoxilatos se presentan preferentemente 3 o 4 bloques de óxido de alquileo. Según una forma de ejecución, siguiendo al resto alcohol se presentan en primer lugar unidades etilenoxi, a continuación unidades óxido de propileno, y seguidamente unidades etilenoxi. Según otra forma de ejecución, siguiendo al resto alcohol se presentan en primer lugar unidades propilenoxi, después unidades etilenoxi, seguidamente unidades propilenoxi, y por último unidades etilenoxi. En lugar de las unidades propilenoxi también se pueden presentar las demás unidades alquilenoxi indicadas.

30 En este caso, p, n, m y q designan un valor medio, que resulta como promedio para los alcoxilatos. Por lo tanto, p, n, m, q pueden divergir también de valores numéricos enteros. En el alcoxilado de alcanoles se obtiene en general una distribución de grado de alcoxilado que se puede ajustar en cierto alcance mediante empleo de diferentes catalizadores de alcoxilado. Mediante la selección de cantidades apropiadas de grupos A y B se puede adaptar el espectro de propiedades de las mezclas de alcoxilato según la invención según requisitos prácticos.

35 Las mezclas de alcoxilato se obtienen mediante alcoxilado de los alcoholes que sirven como base  $C_5H_{11}CH(C_3H_7)CH_2OH$ . Los alcoholes de partida se pueden mezclar a partir de los componentes aislados, de modo que resulta la proporción según la invención. De este modo se pueden obtener mediante condensación aldólica de aldehído valérico, y subsiguiente hidrogenado. La obtención de aldehído valérico y los correspondientes isómeros se efectúa mediante hidroformilado de buteno, como se describe, a modo de ejemplo, en la US 4 287 370; Beilstein EIV 1, 32 68, Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5ª edición, tomo A1, páginas 323 y 328 y siguientes. La siguiente condensación aldólica se describe, a modo de ejemplo, en la US 5 434 313, y Römpp, Chemie Lexikon, 9ª edición, palabra clave "adición aldólica", página 91. El hidrogenado del producto de condensación aldólica sigue condiciones de hidrogenado generales.

45 Por lo demás se puede obtener 2-propilheptanol mediante condensación de 1-pentanol (como mezcla de los correspondientes metil-1-butanoles) en presencia de KOH a temperaturas elevadas, véase, por ejemplo, Marcel Guerbet, C. R. Acad Sci Paris 128, 511, 1002 (1899). Por lo demás remítase a Römpp, Chemie Lexikon, 9ª edición,

editorial Georg Thieme Stuttgart, y a las citas indicadas en la misma, así como Tetrahedron, vol. 23, páginas 1723 a 1733.

En la fórmula general (III), el resto  $C_5H_{11}$  puede tener el significado  $n-C_5H_{11}$ ,  $C_2H_5CH(CH_3)CH_2$  o  $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2$ . En el caso de los alcoxilatos se trata de mezclas, presentándose

- 5 - un 70 a un 99 % en peso, preferentemente un 85 a un 96 % en peso de alcoxilatos A1, en los que  $C_5H_{11}$  tiene el significado  $n-C_5H_{11}$ , y
- un 1 a un 30 % en peso, preferentemente un 4 a un 15 % en peso de alcoxilatos A2, en los que  $C_5H_{11}$  tiene el significado  $C_2H_5CH(CH_3)CH_2$  y/o  $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2$ .

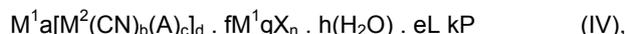
El resto  $C_3H_7$  tiene preferentemente el significado  $n-C_3H_7$ .

- 10 El alcoxilado se cataliza preferentemente mediante bases fuertes, que se añaden convenientemente en forma de un alcoholato alcalino, hidróxido alcalino o hidróxido alcalinotérreo, por regla general en una cantidad de un 0,1 a un 1 % en peso, referido a la cantidad de alcohol  $R^2-OH$  (véase G. Gee et al., J. Chem. Soc. (1961), página 1345; B. Wojtech, Makromol. Chem. 66, (1966), página 180).

- 15 También es posible una catálisis ácida de la reacción de adición. Además de ácidos de Brönsted, también son apropiados ácidos de Lewis, como por ejemplo  $AlCl_3$  o  $BF_3$ -dieterato,  $BF_3 \cdot H_3PO_4$ ,  $SbCl_4 \cdot 2 H_2O$ , hidrotalcita (véase P. H. Plesch, The Chemistry of Cationic Polymerization, Pergamon Press, New York (1963). También son apropiados como catalizador compuestos de cianuro metálico doble (DMC).

Como compuesto de DMC se pueden emplear en principio todos los compuestos apropiados conocidos por el especialista.

- 20 Compuestos de DMC apropiados como catalizador se describen, a modo de ejemplo, en la WO 99/16775 y la DE-A-101 17 273. Para el alcoxilado son apropiados como catalizador en especial compuestos de cianuro metálico doble de la fórmula general (IV):



en la que

- 25 -  $M^1$  es al menos un ión metálico seleccionado a partir del grupo constituido por  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Mo^{4+}$ ,  $Mo^{6+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $V^{4+}$ ,  $V^{5+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $W^{4+}$ ,  $W^{6+}$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Pd^{2+}$ ,  $Pt^{2+}$ ,  $V^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $La^{3+}$ ,  $Ce^{3+}$ ,  $Ce^{4+}$ ,  $Eu^{3+}$ ,  $Ti^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Ag^+$ ,  $Rh^{2+}$ ,  $Rh^{3+}$ ,  $Ru^{2+}$ ,  $Ru^{3+}$ ,
- $M^2$  es al menos un ion metálico seleccionado a partir del grupo constituido por  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $V^{4+}$ ,  $V^{5+}$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Rh^{3+}$ ,  $Ru^{2+}$ ,  $Ir^{3+}$ ,
- 30 - A y X, independientemente entre sí, son un anión seleccionado a partir del grupo constituido por halogenuro, hidróxido, sulfato, carbonato, cianuro, tiocianato, isocianato, cianato, carboxilato, oxalato, nitrato, nitrosilo, hidrogenosulfato, fosfato, dihidrogenofosfato, hidrogenofosfato o hidrogenocarbonato,
- L es un ligando miscible con agua, seleccionado a partir del grupo constituido por alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, poliéteres, ésteres, poliésteres, policarbonato, ureas, amidas, aminas primarias, secundarias y terciarias, ligandos con nitrógeno de piridina, nitrilos, sulfuros, fosfuros, fosfitos, fosfanos, fosfonatos y fosfatos,
- 35 - k es un número fraccionario o entero mayor o igual a cero, y
- P es un aditivo orgánico,
- a, b, c, d, g y n se seleccionan de modo que se garantice la electroneutralidad del compuesto (I), pudiendo ser  $c = 0$ ,
- 40 - e, la fracción de moléculas de ligando, es un número fraccionario o entero mayor que 0 o 0,
- f y h son, independientemente entre sí, un número fraccionario o entero mayor que 0 o 0.

- Como aditivos orgánicos P se deben citar: poliéteres, poliésteres, policarbonatos, ésteres de polialquilenglicolsorbitano, glicidiléteres de polialquilenglicol, poli(acrilamida-co-ácido acrílico), ácido poliacrílico, poli(acrilamida-co-ácido maleico), poli(acrilonitrilo), acrilatos de polialquilo, metacrilatos de polialquilo, polivinilmetiléter, polivinililéter, acetato de polivinilo, alcohol polivinílico, poli-N-vinilpirrolidona, poli(N-vinilpirrolidona-co-ácido acrílico), polivinilmetilcetona, poli(4-vinilfenol), poli(ácido acrílico-co-estireno), polímeros de oxazolina, polialquileniminas, copolímeros de ácido maleico y de anhídrido de ácido maleico, hidroxietilcelulosa, poliacetatos, compuestos iónicos tensioactivos o con actividad interfacial, ácido galénico o sus sales, ésteres o a midas, carboxilatos de alcoholes polivalentes y glicósidos.
- Estos catalizadores pueden ser cristalinos o amorfos. Para el caso de que k sea igual a cero, son preferentes compuestos de cianuro metálico doble cristalinos. En el caso de que k sea mayor que cero son preferentes catalizadores tanto cristalinos, parcialmente cristalinos, como también substancialmente amorfos.
- De los catalizadores modificados existen diversas formas de ejecución preferentes. Una forma de ejecución preferente son catalizadores de la fórmula (IV), en los que k es mayor que cero. El catalizador preferente contiene al menos un compuesto de cianuro metálico doble, al menos un ligando orgánico, y al menos un aditivo orgánico P.
- En otra forma de ejecución preferente, k es igual a cero, opcionalmente, e es también igual a cero, y X es exclusivamente un carboxilato, preferentemente formiato, acetato y propionato. Tales catalizadores se describen en la WO 99/16775. En esta forma de ejecución son preferentes catalizadores de cianuro metálico doble cristalinos. Además son preferentes catalizadores de cianuro metálico doble, como se describen en la WO 00/74845, que son cristalinos o en forma de plaquetas.
- La obtención de catalizadores modificados se efectúa mediante reunión de una disolución de sal metálica con una disolución de cianometalato, que pueden contener opcionalmente tanto un ligando orgánico L, como también un aditivo orgánico P. A continuación se añade el ligando orgánico, y opcionalmente el aditivo orgánico. En una forma preferente de ejecución de la obtención de catalizador se obtiene en primer lugar una fase de cianuro metálico doble inactiva, y a continuación ésta se transforma en una fase de cianuro metálico doble activa mediante recristalización, como se describe en la PCT/EP01/01893.
- En otra forma preferente de ejecución de catalizadores, f, e y k son diferentes a cero. En este caso se trata de catalizadores de cianuro metálico doble, que contienen un ligando orgánico miscible con agua (en general en cantidades de un 0,5 a un 30 % en peso) y un aditivo orgánico (en general en cantidades de un 5 a un 80 % en peso), como se describe en la WO 98/06312. Los catalizadores se pueden obtener bajo agitación intensiva (24000 rpm con Turrax), o bajo agitación, como se describe en la US 5 158 922.
- En especial son apropiados como catalizador para compuestos de cianuro metálico doble para el alcoxilado, que contienen cinc, cobalto o hierro, o dos de los mismos. A modo de ejemplo es especialmente preferente Berliner Blau.
- Preferentemente se emplean compuestos de DMC cristalinos. En una forma de ejecución preferente se emplea un compuesto de DMC cristalino de tipo Zn-Co como catalizador, que contiene como otro componente de sal metálica acetato de cinc. Tales compuestos cristalizan en estructura monoclinica, y presentan un hábito en forma de plaquetas. Tales compuestos se describen, a modo de ejemplo, en la WO 00/74845 o la PCT/EP01/01893.
- Compuestos de DMC apropiados como catalizadores se pueden obtener en principio de todas las maneras conocidas por el especialista. A modo de ejemplo, los compuestos de DMC se pueden obtener mediante precipitación directa, método "incipient wetness", mediante obtención de una fase precursora, y subsiguiente recristalización.
- Los compuestos de DMC se pueden emplear como polvo, pasta o suspensión, o conformar para dar un cuerpo moldeado, introducir en cuerpos moldeados, espumas o similares, o aplicar sobre cuerpos moldeados, espumas o similares.
- La concentración de catalizador empleada para el alcoxilado, referida al esqueleto cuantitativo final es típicamente menor que 2000 ppm (es decir, mg de catalizador por kg de producto), preferentemente menor que 1000 ppm, en especial menor que 500 ppm, de modo especialmente preferente menor que 100 ppm, a modo de ejemplo menor que 50 ppm o 35 ppm, en especial menor que 25 ppm.
- La reacción de adición se ejecuta a temperaturas de 90 a 240°C, preferentemente de 120 a 180°C, en recipiente cerrado. El óxido de alquileo o la mezcla de diversos óxidos de alquileo se alimenta a la mezcla constituida por mezcla de alcoholes según la invención y álcali, bajo la presión de vapor de la mezcla de óxido de alquileo dominante a la temperatura de reacción seleccionada. En caso deseado, el óxido de alquileo se puede diluir hasta aproximadamente un 30 a un 60 % con un gas inerte. De este modo se da una seguridad adicional contra poliadición explosiva de óxido de alquileo.

Si se emplea una mezcla de óxidos de alquileo, se forman cadenas de poliéter en las que los diferentes componentes de óxido de alquileo presentan distribución prácticamente estadística. Variaciones en la distribución de los componentes a lo largo de la cadena de poliéter resultan de las diferentes velocidades de reacción de los componentes, y también se pueden conseguir arbitrariamente mediante alimentación continua de una mezcla de óxidos de alquileo de composición controlada por programa. Si se hacen reaccionar sucesivamente los diferentes óxidos de alquileo, se obtienen cadenas de poliéter con distribución en bloques de componentes de óxido de alquileo.

La longitud de las cadenas de poliéter oscila dentro del producto de reacción estadísticamente alrededor de un valor medio, el valor estequiométrico resultante esencialmente de la cantidad de adición.

Mezclas de alcoxilato preferentes de la fórmula general (I) se pueden obtener mediante reacción de alcoholes de la fórmula general  $C_5H_{11}CH(C_3H_7)CH_2OH$  con óxido de propileno/óxido de etileno en el orden indicado anteriormente, bajo condiciones de alcoxilado. Condiciones de alcoxilado apropiadas se indican anteriormente y en Nikolaus Schönfeldt, Grenzflächenaktive Äthylenoxid-Addukte, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 1984. Por regla general, el alcoxilado se lleva a cabo en presencia de catalizadores básicos, como KOH, en substancia. No obstante, el alcoxilado se puede llevar a cabo también bajo empleo concomitante de un disolvente. En este caso se pone en marcha una polimerización de óxido de alquileo, en la que se llega a una distribución estadística de homólogos, cuyo valor medio se indica con p, n, m y q en este caso.

En el caso de un propoxilado llevado a cabo preferentemente en primer lugar, y subsiguiente etoxilado, se puede reducir el contenido en alcohol restante en los alcoxilatos, ya que se añade óxido de propileno uniformemente al componente alcohólico. Por el contrario, óxido de etileno reacciona preferentemente con etoxilatos, de modo que en el caso de un empleo inicial de óxido de etileno para la reacción con los alcanos puede resultar una distribución de homólogos más ancha. Las mezclas de alcoholes empleadas según la invención tienen generalmente un olor propio que se puede suprimir en gran medida mediante el alcoxilado completo.

Además, también se puede tratar de alcoxilatos de iso-tridecanol en forma de bloques de la fórmula general (V)

$$R-O-(C_mH_{2m}O)_x-(C_nH_{2n}O)_y-H \quad (V),$$

en la que

R designa un resto iso-tridecilo,

m representa el número 2, y simultáneamente n representa el número 3 o 4, o

m representa el número 3 o 4, y simultáneamente n representa el número 2, y

x e y significan independientemente números de 1 a 20,

siendo la variable x mayor o igual que y en el caso  $m = 2/n = 3$  o 4.

Estos alcoxilatos de iso-tridecanol en forma de bloques se describen, a modo de ejemplo, en la DE 196 21 843 A1, cuyo contenido total respecto a esta manifestación se incluye en la presente invención mediante referencia.

El iso-tridecanol (alcohol isotridecílico) que sirve como base del componente alcohólico es de origen sintético, y se obtiene mediante oligomerización de componentes de olefina inferiores apropiados, y subsiguiente oxosíntesis (hidroformilado). Se este modo se puede trimerizar por vía catalítica isobutileno, 1-butileno, 2-butileno, o mezclas de los mismos, se puede tetramerizar por vía catalítica propileno, o se puede dimerizar por vía catalítica 2-metil-1-penteno. Las olefinas con 12 átomos de carbono obtenibles de este modo se hacen reaccionar entonces para dar el alcohol con 13 átomos de carbono homólogo, a modo de ejemplo por medio de CO y H<sub>2</sub> en un catalizador apropiado.

La cantidad principal de iso-tridecanol está constituida por alcanos primarios con 13 átomos de carbono con al menos 3, en especial 4 ramificaciones (cadenas laterales de alquilo). Por regla general se trata de tetrametilnonanos, por ejemplo 2,4,6,8-tetrametil-1-nonanol o 3,4,6,8-tetrametil-1-nonanol. También se pueden presentar etildimetilnonanos, como 5-etil-4,7-dimetil-1-nonanol.

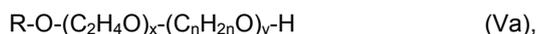
No obstante, como componentes alcohólicos que sirven como base entran en consideración no sólo iso-tridecanol puro, sino también mezclas de homólogos constituidas por alcanos ramificados con 11 a 14 átomos de carbono, que contienen iso-tridecanol como componente principal. Tales mezclas de homólogos se producen bajo determinadas condiciones en el oligomerizado de componentes olefinicos inferiores expuesto anteriormente, y subsiguiente oxosíntesis. Una composición típica de tal mezcla es la siguiente:

- alcohol con 11 átomos de carbono ramificado (iso-undecanol) 2-15 % en peso,
- alcohol con 12 átomos de carbono ramificado (iso-dodecanol) 15-35 % en peso,
- iso-tridecanol 55-75 % en peso, y
- alcohol con 14 átomos de carbono ramificado (iso-tetradecanol) 1-10 % en peso.

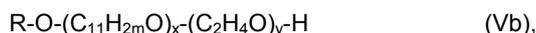
5 Del iso-tridecanol empleado en la presente invención se deben definir los "oxoalcoholes con 13/15 átomos de carbono", que constituyen mezclas de las correspondientes olefinas lineales, es decir, alfa-dodeceno y alfa-tetradeceno, que se han hidroformilado. Los alcoholes con 13 a 15 átomos de carbono obtenidos son lineales, o presentan como máximo una ramificación.

10 Los grados de alcoxilado x e y, que representan por regla general valores promedio, ya que en la mayor parte de los casos se presenta una distribución estadística de unidades óxido de alquileo con un máximo de frecuencia, significan de modo preferente, independientemente entre sí, números de 1,5 a 12. Mediante catalizadores de alcoxilado especiales, por ejemplo bentonitas o hidrotalcitas modificadas, como se describen en la WO-A 95/04024, la distribución estadística se puede limitar en gran medida, de modo que se obtienen "alcoxilatos narrow range".

15 Los alcoxilatos de iso-tridecanol (V) en forma de bloques descritos son aductos de óxido de etileno-óxido de propileno, o bien óxido de butileno, de la fórmula (Va)



con n = 3 o 4 (Va), o aductos de óxido de propileno, o bien óxido de butileno-óxido de etileno de la fórmula (Vb)



con m = 3 o 4 (Vb).

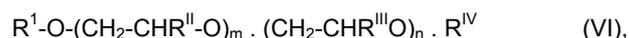
20 Si m o n representan el número 3 o 4, es preferentemente el número 3 (bloque de óxido de propileno).

La proporción de variables x e y, que es decisiva para el balance entre partes de molécula hidrófilas e hidrófobas, es mayor o igual a 1 en los aductos (Va), la proporción de x a y asciende preferentemente a 1 : 1 hasta 4 : 1, en especial 1,5 : 1 a 3 : 1.

25 La proporción de variables x e y es algo menos crítica en los aductos (Vb), y por regla general asciende a 1 : 3 hasta 3 : 1, preferentemente 1 : 1,5 a 3 : 1.

30 Otra clase de agentes tensioactivos no iónicos apropiada son alcoxilatos de alcohol bloqueados con grupos terminales, en especial de los alcoxilatos de alcohol citados anteriormente. En una forma de ejecución especial se trata de los correspondientes alcoxilatos de alcohol bloqueados con grupos terminales de alcoxilatos alcohólicos de las fórmulas generales (I), (II), (III) y (V). El bloqueo de grupos terminales se puede efectuar, a modo de ejemplo, mediante sulfato de dialquilo, halogenuros de alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, halogenuros de fenilo, preferentemente cloruros, bromuros, de modo especialmente preferente cloruro de ciclohexilo, bromuro de ciclohexilo, cloruro de fenilo o bromuro de fenilo.

35 Se describen ejemplos de alcoxilatos bloqueados con grupos terminales también en la DE-OS 37 26 121, cuya manifestación total a este efecto se incluye en la presente invención mediante referencia. En una forma de ejecución preferente, estos alcoxilatos de alcohol presentan la estructura general (VI),



en la que

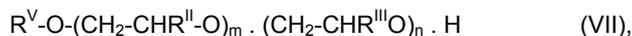
R<sup>I</sup> es hidrógeno o alquilo con 1 a 20 átomos de carbono,

R<sup>II</sup> y R<sup>III</sup> son iguales o diferentes, y significan en cada caso, independientemente entre sí, hidrógeno, metilo o etilo,

40 R<sup>IV</sup> es alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, preferentemente alquilo con 1 a 4 átomos de carbono o ciclohexilo o fenilo,

m' y n' son iguales o diferentes, y son mayores o iguales a cero, con la condición de que la suma de m' y n' asciende a 3 hasta 300.

Estos compuestos se obtienen mediante reacción de compuestos de polioxialquileo de la fórmula (VII)



5 en la que R<sup>V</sup> significa hidrógeno o alquilo con 1 a 20 átomos de carbono, y R<sup>II</sup>, R<sup>III</sup>, m' y n' poseen en cada caso el significado citado anteriormente, con un sulfato de dialquilo de la fórmula (VIII),

(R<sup>IV</sup>O)<sub>2</sub>SO<sub>2</sub> (VIII) o un halogenuro de alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, en especial alquilo con 1 a 4 átomos de carbono, preferentemente cloruro o bromuro, halogenuro de ciclohexilo o fenilo, preferentemente cloruro o bromuro,

10 en el que R<sup>IV</sup> posee el significado citado anteriormente, en presencia de hidróxido alcalino. La reacción se efectúa a una temperatura de 20 a 60°C en presencia de una disolución acuosa de un hidróxido alcalino, no debiendo ser la concentración de hidróxido alcalino durante el tiempo total de reacción menor que un 35 % en peso, referido a la fase acuosa, y empleándose por equivalente molar de grupos hidroxilo orgánicos al menos 1 mol de sulfato de dialquilo de la fórmula (VIII) y al menos un mol de hidróxido alcalino. Todos los grupos alquilo que se presentan en las fórmulas (VI), (VII) y (VIII) citadas anteriormente pueden ser tanto de cadena lineal, como también ramificados.

15 R<sup>I</sup>, R<sup>IV</sup> y R<sup>V</sup> son, a modo de ejemplo, metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo o sec-butilo.

R<sup>I</sup> y R<sup>V</sup> son además, a modo de ejemplo, pentilo, isopentilo, sec-pentilo, terc-pentilo, hexilo, 2-metilpentilo, heptilo, octilo, 2-etilhexilo, isooctilo, nonilo, isononilo, decilo, isodecilo, undecilo, dodecilo, tridecilo, 3,5,5,7-tetrametilnonilo, isotridecilo, tetradecilo, pentadecilo, hexadecilo, heptadecilo, octadecilo, nonadecilo o eicosilo (las denominaciones isooctilo, isononilo, isodecilo e isotridecilo son nombres triviales, y proceden de los alcoholes obtenidos según la oxosíntesis - véase a tal efecto Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie, 4ª edición, tomo 7, páginas 215 a 217, así como tomo 11, páginas 435 y 436).

20

Preferentemente se emplean como productos de partida derivados de polioxialquileo de la fórmula (VI), en la que R<sup>V</sup> significa hidrógeno o alquilo con 8 a 16 átomos de carbono.

25 Además son derivados de polioxialquileo de la fórmula (VII) preferentes aquellos en los que la suma de m' y n' asciende a 3 hasta 10, o 50 a 100.

Como agente de alquilado es preferente un sulfato de dialquilo de la fórmula (VIII), en la que R<sup>IV</sup> significa etilo, o en especial metilo.

30 Si se emplean aquellos derivados de polioxialquileo de la fórmula (VII), en la que R<sup>V</sup> significa hidrógeno, como productos de partida, se efectúa un eterificado doble. En este caso se llega a derivados de polioxialquileo eterificados de la fórmula (VI), en la que R<sup>I</sup> es idéntico a R<sup>IV</sup>.

35 La concentración de agente tensioactivo no iónico en la composición según la invención puede variar en dependencia de las condiciones de lixiviación, en especial en dependencia del material a lixiviar. El agente tensioactivo no iónico es soluble preferentemente en una concentración en la composición acuosa que contiene cianuro, que posibilita aumentar significativamente el contenido de extracción en oro, o bien plata, reducir significativamente el tiempo de lixiviación, o reducir significativamente la cantidad necesaria de sales de cianuro en la lejía. Por lo tanto, la concentración de agente tensioactivo no iónico en la composición según la invención asciende preferentemente a un 0,01 hasta un 0,1 % en peso, de modo especialmente preferente un 0,02 a un 0,09 % en peso, en especial un 0,025 a un 0,75 % en peso, especialmente un 0,3 a un 0,07 % en peso.

40 Remítase expresamente a que las composiciones según la invención se pueden aplicar durante el procedimiento de extracción en diferentes intervalos de concentración (régimen de gradiente). Además, las sustancias tensioactivas (como parte de la composición) se pueden añadir parcial o completamente al material de partida, o bien mineral, por ejemplo en el molturado del material, también ya antes del comienzo del procedimiento de extracción.

45 La cantidad de aplicación de agente tensioactivo no iónico asciende por tonelada de material de partida a 1 hasta 30 ppm, preferentemente 1 a 20 ppm, de modo especialmente preferente 2 a 15 ppm, en especial 3 a 10 ppm según la invención. En este caso se ha mostrado conveniente emplear una concentración más elevada al comienzo del procedimiento de extracción que hacia el final de la lixiviación.

Además, la composición según la invención puede contener adicionalmente al menos un agente tensioactivo aniónico ("agente tensioactivo aniónico") y/o al menos un agente tensioactivo catiónico y/o al menos un agente tensioactivo anfótero.

En una forma de ejecución preferente, el agente tensioactivo aniónico, al menos uno, es seleccionado a partir del grupo constituido por sulfatos de alcohol graso, alcoholes sulfatados alcoxilados, sulfonatos de alcano, sarcosinatos de N-acilo, sulfonatos de alquilbenceno, sulfonatos y disulfonatos de olefina, sulfonatos de alquiléster, ácidos policarboxílicos sulfonados, sulfonatos de alquilglicerina, sulfonatos de ésteres glicéricos de ácidos grasos, poliglicoletersulfatos de alquilfenol, sulfonatos de parafina, fosfatos de alquilo, isotionatos de acilo, tauratos de acilo, tauratos de acilmetilo, ácidos alquilsuccínicos, ácidos alquenilsuccínicos o sus semiésteres o semiamidas, ácidos alquilsulfosuccínicos o sus amidas, mono- y diésteres de ácidos sulfosuccínicos, poliglicósidos de alquilo sulfatados, carboxilatos de alquilpoliglicol y sarcosinatos de hidroxialquilo.

Agentes tensioactivos aniónicos apropiados son sulfatos de alcohol graso de alcoholes grasos, a modo de ejemplo, con 8 a 22, preferentemente 10 a 18 átomos de carbono, sulfatos de alcohol con 12 a 18 átomos de carbono, sulfato de laurilo, sulfato de cetilo, sulfato de miristilo, sulfato de palmitilo, sulfato de estearilo y sulfato de alcohol graso de sebo.

Otros agentes tensioactivos aniónicos apropiados son alcoholes sulfatados etoxilados con 8 a 22 átomos de carbono (etersulfatos de alquilo), o bien sus sales solubles. Se obtienen compuestos de este tipo, a modo de ejemplo, alcoxilándose en primer lugar un alcohol con 8 a 22 átomos de carbono, preferentemente 10 a 18 átomos de carbono, por ejemplo un alcohol graso, y sulfatándose el producto de alcoxilado a continuación. Para el alcoxilado se emplea preferentemente óxido de etileno, empleándose por mol de alcohol 1 a 50, preferentemente 1 a 20 moles de óxido de etileno. No obstante, el alcoxilado de alcoholes se puede llevar a cabo también con óxido de propileno por separado, y en caso dado óxido de butileno. Además son apropiados aquellos alcoholes alcoxilados con 8 a 22 átomos de carbono, que contienen óxido de etileno y óxido de propileno, u óxido de etileno y óxido de butileno, u óxido de etileno y óxido de propileno, y óxido de butileno. Los alcoholes alcoxilados con 8 a 22 átomos de carbono pueden contener las unidades óxido de etileno, óxido de propileno y óxido de butileno en forma de bloques o en distribución estadística. Según tipo de catalizador de alcoxilado se puede obtener etersulfatos de alquilo con distribución de homólogos de óxido de alquilenos ancha o limitada.

Otros agentes tensioactivos aniónicos apropiados son sulfonatos de alcano, como sulfonatos de alcano con 8 a 24 átomos de carbono, preferentemente 10 a 18 átomos de carbono, así como jabones, como por ejemplo las sales de Na y K de ácidos carboxílicos saturados y/o insaturados con 8 a 24 átomos de carbono.

Otros agentes tensioactivos aniónicos apropiados son bencenosulfonatos de alquilo con 8 a 20 átomos de carbono ("LAS"), preferentemente bencenosulfonatos de alquilo con 9 a 13 átomos de carbono y toluenosulfonatos de alquilo con 9 a 13 átomos de carbono.

Además son apropiados como agentes tensioactivos aniónicos sulfonatos y disulfonatos de olefina con 8 a 24 átomos de carbono, que pueden constituir también mezclas de sulfonatos, o bien disulfonatos de alqueno e hidroxialcano, estersulfonatos de alquilo, ácidos policarboxílicos sulfonados, sulfonatos de alquilglicerina, sulfonatos de ésteres glicéricos de ácido graso, etersulfatos de alquilfenolpoliglicol, sulfonatos de parafina con aproximadamente 20 a aproximadamente 50 átomos de carbono (basados en parafina obtenida a partir de fuentes naturales, o mezclas de parafina), fosfatos de alquilo, isotionatos de acilo, tauratos de acilo, metiltauratos de acilo, ácidos alquilsuccínicos, ácidos alquenilsuccínicos o sus semiésteres o semiamidas, ácidos alquilsulfosuccínicos o sus amidas, mono- y diésteres de ácidos sulfosuccínicos, sarcosinatos de acilo, poliglicósidos de alquilo sulfatados, carboxilatos de alquilpoliglicol, así como sarcosinatos de hidroxialquilo. Los agentes tensioactivos aniónicos se añaden a la composición según la invención preferentemente en forma de sales. Cationes apropiados en estas sales son iones metálicos alcalinos, como sodio, potasio y litio, y sales amónicas, como por ejemplo sales hidroxietilamónicas, di(hidroxietil)amónicas y tri(hidroxietil)amónicas.

Se pueden emplear agentes tensioactivos aniónicos aislados o una combinación de diversos agentes tensioactivos aniónicos. Se pueden emplear agentes tensioactivos aniónicos también sólo de una clase, a modo de ejemplo sólo sulfatos de alcohol graso o sólo sulfonatos de alquilbenceno, pero también se pueden emplear mezclas de agentes tensioactivos de diferentes clases, por ejemplo una mezcla de sulfatos de alcohol graso y sulfonatos de alquilbenceno.

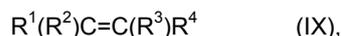
El agente tensioactivo aniónico se puede substituir en la composición según la invención hasta un 99 %, preferentemente hasta un 60 %, de modo especialmente preferente hasta un 30 %, en especial hasta un 10 % de agente tensioactivo no iónico.

Además, la composición según la invención puede contener un agente tensioactivo catiónico, que es seleccionado a partir del grupo constituido por sales de tetraalquilamonio, sales de imidazolinio y óxidos de amina.

Además se pueden emplear agentes tensioactivos catiónicos, como se describen en la WO 99/19435. Son ejemplos sales de dialquildimetilamonio con 8 a 16 átomos de carbono, sales de dialcoxidimetilamonio o sales de imidazolinio con resto alquilo de cadena larga.

El agente tensioactivo catiónico se puede substituir en la composición según la invención hasta en un 99 %, preferentemente hasta un 60 %, de modo especialmente preferente hasta un 30 %, en especial hasta un 10 % de agente tensioactivo no iónico.

- 5 Si en la composición según la invención se emplea un agente tensioactivo anfótero, éste puede ser seleccionado a partir del grupo de agentes tensioactivos, que contienen ácidos carboxílicos, preferentemente ácidos carboxílicos con insaturación etilénica, así como además al menos una unidad de monómero con insaturación etilénica de la fórmula general (IX)



- 10 en la que  $R^1$  a  $R^4$ , independientemente entre sí, representan H,  $CH_3$ , un resto alquilo saturado de cadena lineal o ramificado con 2 a 12 átomos de carbono, un resto alqueno de cadena lineal o ramificado, mono- o poliinsaturado, con 2 a 12 átomos de carbono, restos alquilo o alqueno substituidos con  $NH_2$ , OH, COOH, como se definen anteriormente, un grupo heteroatómico con al menos un grupo cargado positivamente, un átomo de nitrógeno cuaternizado o al menos un grupo amina con una carga positiva en el intervalo de pH entre 2 y 11, o COOH o COOR<sup>5</sup>, siendo  $R^5$  un resto hidrocarburo saturado o insaturado, de cadena lineal o ramificado, con 1 a 12 átomos de carbono.

Son ejemplos de las unidades de monómero de la fórmula (I) citadas anteriormente dialilamina, metildialilamina, sales de tetrametilamonio, sales de acrilamidopropil(trimetil)amonio ( $R^1$ ,  $R^2$  y  $R^3$  = H,  $R^4$  = C(O)NH(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>X<sup>-</sup>), sales de metacrilamidopropil(trimetil)amonio ( $R^1$  y  $R^2$  = H,  $R^3$  = CH<sub>3</sub>, H,  $R^4$  = C(O)NH(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>X<sup>-</sup>).

- 20 Los agentes tensioactivos anfóteros especialmente preferentes contienen como unidades monómeras derivados de dialilamina, en especial sal de dimetildialilamonio, y/o sal de metacrilamidopropil(trimetil)amonio, preferentemente en forma de cloruro, bromuro, yoduro, hidróxido, fosfato, sulfato, hidrosulfato, etilsulfato, metilsulfato, mesilato, tosilato, formiato o acetato en combinación con unidades de monómero del grupo de ácidos carboxílicos con insaturación etilénica.

- 25 Se puede emplear los agentes tensioactivos anfóteros aislados o una combinación de diferentes agentes tensioactivos anfóteros. Se pueden emplear agentes tensioactivos anfóteros de sólo una clase, pero también se pueden aplicar mezclas de agentes tensioactivos de diversas clases.

El agente tensioactivo anfótero se puede substituir en la composición según la invención hasta en un 99 %, preferentemente hasta un 60 %, de modo especialmente preferente hasta un 30 %, en especial hasta un 10 % de agente tensioactivo no iónico.

- 30 La composición según la invención presenta un valor de pH preferentemente de 8 a 13, de modo especialmente preferente 9 a 12, en especial 9 a 11. El contenido en cianuro de la composición según la invención asciende preferentemente a 100 hasta 500 ppm, de modo especialmente preferente 100 a 400 ppm, en especial 100 a 300 ppm.

- 35 Además es preferente que la composición según la invención contenga adicionalmente de modo preferente 100 a 500 ppm, de modo especialmente preferente 100 a 400 ppm, en especial 100 a 200 ppm de cal.

Además, la composición según la invención puede contener adicionalmente al menos un agente de floculado. Se mencionan ejemplos correspondientes en "The Extractive Metallurgy of Gold in South Africa", The South African Institute of Mining and Metallurgy, vol. 1, 1987, páginas 287 y 288, cuya manifestación total se incluye en la presente invención mediante referencia. Son ejemplos apropiados poliacrilamidas y cal.

- 40 Además, la composición según la invención puede contener adicionalmente al menos un agente dispersante, a modo de ejemplo seleccionado a partir del grupo constituido por sales de ácidos naftalinsulfónicos, productos de condensación de ácidos naftalinsulfónicos y formaldehído, así como policarboxilatos. Agentes dispersantes correspondientes son adquiribles comercialmente, a modo de ejemplo, bajo los nombres comerciales Tamol®, Sokalan® y Nekal® de BASF AG, así como bajo el nombre comercial Solsperse® de Lubrizol.

- 45 Estos agentes dispersantes pueden actuar también como inhibidores de escala (inhibidores de sedimentación), ya que dispersan el carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub> que se forma en el medio alcalino, y de este modo impiden, por ejemplo, una obturación de toberas o una formación de depósito en canalizaciones. Independientemente, la composición según la invención puede contener adicionalmente al menos otro inhibidor de escala. Inhibidores de escala apropiados se describen, a modo de ejemplo, en la WO 04/099092, que describe copolímeros de ácido (met)acrílico que comprenden
- 50

(a) un 50 a un 80 % en peso, preferentemente un 50 a un 75 % en peso, de modo especialmente preferente un 55 a un 70 % en peso de un esqueleto básico de ácido poli(met)acrílico,

5 (d) un 1 a un 40 % en peso, preferentemente un 5 a un 20 % en peso, de modo especialmente preferente un 7 a un 15 % en peso de al menos una unidad unida al esqueleto básico y/o integrada en el esqueleto básico, seleccionada a partir del grupo constituido por unidades isobuteno, unidades terelactona y unidades isopropanol, y

(c) un 5 a un 50 % en peso, preferentemente un 5 a un 40 % en peso, de modo especialmente preferente un 10 a un 30 % en peso de unidades amida a base de ácidos aminoalquilsulfónicos,

10 ascendiendo el peso total de unidades en el copolímero de ácido (met)acrílico a un 100 % en peso, y refiriéndose todos los datos porcentuales al copolímero de ácido (met)acrílico.

Los copolímeros de ácido (met)acrílico previstos según la WO 04/099092 presentan preferentemente un peso molecular promedio en peso de polímero que contiene grupos sulfónicos de 1000 a 20000 g/mol, y se pueden obtener preferentemente mediante los siguientes pasos de procedimiento:

15 (1) polimerización a través de radicales de ácido (met)acrílico en presencia de isopropanol y en caso dado agua, resultando un polímero I, y

(2) amidación del polímero I procedente del paso de procedimiento (1) mediante reacción con al menos un ácido aminoalcanosulfónico.

Como otros inhibidores de escala apropiados se deben citar, a modo de ejemplo:

20 - semiamidas de ácido policarboxílico que son obtenibles mediante reacción de polímeros que contienen grupos anhídrido y compuestos que contienen grupos amino (según la DE 195 48 318),

- ácido silícico (según la EP 0 556 162),

- ácido viniláctico y/o ácido isopropeniláctico (según la DE 197 195 16).

- homopolímeros de ácido acrílico (según la US-A-3 756 257),

- copolímeros de ácido acrílico y/o ácido (met)acrílico y ácido viniláctico y/o ácido isopropeniláctico,

25 - copolímeros de estireno y ácido viniláctico,

- copolímeros de ácido maleico y ácido acrílico, polímeros de injerto hidrosolubles o dispersables en agua, que son obtenibles mediante polimerización por injerto iniciada a través de radicales,

(I) al menos un monómero con insaturación monoetilénica sobre

30 (II) polímeros de un peso molecular de 200 a 5000 de ácidos dicarboxílicos con insaturación monoetilénica o sus anhídridos, empleándose sobre 100 partes en peso de base de injerto (I) 5 a 2000 partes en peso (I) (DE 195 03 546),

- anhídridos de ácido polimaleico, en caso dado hidrolizados, y sus sales (según la US-A-3 810 834, la GB-A-1 454 657 y la EP-A-0 261 589),

- iminodisuccinatos (según la DE 101 02 209),

35 - formulaciones que contienen complejantes, como ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y/o ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA) (según la US 5 366 016),

- fosfonatos,

- poliacrilato,

- ácidos poliaspárticos, o bien ácidos poliaspárticos modificados según la DE 44 34 463,

- imidas de ácido poliaspártico,
- polímeros que contienen ácido hidroxámico, éteres de ácido hidroxámico y/o grupos hidrazida (según la DE 44 27 630),
- polímeros de maleinimida, en caso dado hidrolizados (según la DE 43 42 930),
- 5 - policarboxilatos de naftilamina (según la EP 0 538 969),
- ácidos oxaalcanopolifosfónicos (según la EP 330 075),
- ácidos polihidroxicano-amino-bis-metilenfosfónicos (según la DE 40 16 753), y
- poliglucosanos oxidados (según la DE 43 30 339).

10 Los documentos citados anteriormente, respecto a los respectivos inhibidores de escala, se incluyen en la presente invención mediante referencia.

En una forma especial de ejecución de la presente invención, a continuación de los pasos de procedimiento (a), (b) y (c), se efectúan los siguientes pasos de procedimiento (d) y (e):

(d) separación del complejo metálico de la composición, y

(e) reducción del metal complejado bajo obtención de metal elemental.

15 El procedimiento según la invención es apropiado en principio para la obtención de cualquier metal a partir de un material de partida que contiene el correspondiente metal, en tanto que el metal forme un compuesto esencialmente soluble con el cianuro, y por consiguiente se pueda disolver a partir del material de partida. En una forma preferente de ejecución de la presente invención, el procedimiento es apropiado para la obtención de oro, plata y/o platino. En una forma de ejecución especialmente preferente, el procedimiento según la invención es apropiado para la obtención de oro y/o plata. A continuación se describe más detalladamente la obtención de los metales nobles oro, o bien plata. Las explicaciones son válidas en su generalidad también para todos los demás metales que se pueden obtener con el procedimiento según la invención.

20 El procedimiento según la invención se lleva a cabo preferentemente de modo que el material que contiene gas noble se amontona, y después se pulveriza con la composición según la invención. En este caso, el pulverizado del material que contiene oro se efectúa preferentemente gota a gota. Tras la separación del complejo de cianuro de oro a partir de la composición, éste se puede emplear de nuevo para otros procesos de lixiviación.

25 Como agentes oxidantes, en el procedimiento según la invención se emplea, a modo de ejemplo, oxígeno, por ejemplo en forma de oxígeno ambiental, peróxido de hidrógeno, y otros agentes oxidantes apropiados.

30 Como material que contiene oro se emplea preferentemente una mezcla, que contiene oro en forma metálica, además de otros metales o compuestos metálicos.

En una forma preferente de ejecución del procedimiento según la invención, el material que contiene oro comprende oro metálico, en caso dado en aleación con plata y/u otros metales nobles y/o impurificado con adiciones de otros metales y/o asociado con minerales metalíferos.

35 En el caso del material que contiene oro se trata, a modo de ejemplo, de yacimientos nativos o combinados, a modo de ejemplo minerales.

El material que contiene oro es seleccionado preferentemente a partir del grupo constituido por cuarzo aurífero, pirita aurífera, telururo de oro y plata (silvanita,  $\text{AuAgTe}_4$ ), mineral foliado (nagiagita ( $\text{Pb, Au}$ ),  $(\text{S, Te, Sb})_{1-2}$ ) y calvita (crenerita,  $\text{AuTe}_2$ ).

En otra forma de ejecución de la presente invención, el material aurífero es chatarra electrónica.

40 La chatarra electrónica puede proceder, a modo de ejemplo, de placas conductoras de componentes electrónicos, componentes semiconductores desmenuzados, como por ejemplo circuitos de conexión integrados, de los residuos de baterías secas tras sus tratamientos pirolíticos, o de las sustancias residuales remanentes de procesos mecánicos de reciclaje de chatarra electrónica.

5 Como materiales argentíferos se pueden emplear, a modo de ejemplo, minerales de plata sulfúricos, como plata gris (argentita)  $\text{Ag}_2\text{S}$ , plata gris al cobre (estromeyerita)  $\text{CuAgS}$  (= " $\text{CuS} \cdot \text{Ag}_2\text{S}$ "), así como sulfuros dobles de plata con sulfuro de arsénico y antimonio, por ejemplo espaniolita  $(\text{Cu}, \text{Ag})_3(\text{Sb}, \text{As})\text{S}_3$  (= " $3(\text{Cu}, \text{Ag})_2\text{S} \cdot (\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_3$ "), proustita (proustita)  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  (= " $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ "), pirargirita (pirargirita)  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$  (= " $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ ") plata agria (margirita)  $\text{AgSbS}_2$  (= " $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ ") y cerargirita  $\text{AgCl}$  (clorargirita), o bien  $\text{AgBr}$  (bromargirita).

10 Es preferente que el material metalífero a extraer presente un tamaño específico. Si las partículas de material aisladas a extraer son demasiado grandes, el rendimiento en metal lixiviado es demasiado reducido. Por otra parte, un tamaño de partícula demasiado reducido conduce a caudales de composición según la invención demasiado reducidos debido al material metalífero. Por lo tanto, el material metalífero se somete en general a uno o varios pasos de molienda antes del proceso de lixiviación. Si se llevan a cabo uno o varios pasos de molienda, éstos se pueden efectuar preferentemente en presencia del agente tensioactivo no iónico previsto según la invención, a modo de ejemplo en forma de una disolución acuosa. En caso dado, también se puede prescindir de la adición del agente tensioactivo no iónico en la propia lixiviación de cianuro.

15 En caso dado - según tipo de material metalífero, en especial en la obtención de oro y plata, especialmente en la obtención de oro - es ventajoso someter al material molido a un paso de aglomeración antes de la propia lixiviación de cianuro. Si se realiza un paso de aglomeración, éste se puede llevar a cabo preferentemente en presencia del agente tensioactivo no iónico previsto según la invención, a modo de ejemplo en forma de una disolución acuosa. En caso dado, también se puede prescindir de la adición de agente tensioactivo no iónico en la propia lixiviación de cianuro. Mediante la adición de agente tensioactivo durante la aglomeración se puede garantizar una humectación esencialmente completa del material metalífero con una disolución acuosa que contiene cianuro. El agente de aglomeración se obtiene en general mediante mezclado mecánico de 2 a 10 kg de cal o cemento, de modo especialmente preferente cemento de Portland, por tonelada de material metalífero a aglomerar con un 8 a un 16 % de una disolución acuosa, en caso dado que contiene cianuro, preferentemente bajo adición del agente tensioactivo no iónico previsto según la invención.

25 En otra forma de ejecución de la presente invención, también es posible aplicar el agente tensioactivo no iónico previsto según la invención independientemente de una disolución acuosa que contiene cianuro, a modo de ejemplo como disolución acuosa propia, sobre el material a lixiviar. De modo preferente, esto se puede efectuar inmediatamente antes, después o durante la aplicación de la disolución acuosa que contiene cianuro. En este caso, en dependencia del material a lixiviar, en caso dado es suficiente emplear el agente tensioactivo previsto según la invención sólo en los primeros pasos de lixiviación de cianuro, a modo de ejemplo durante uno o dos días, mientras que a continuación se puede emplear gradualmente menos agente tensioactivo (régimen de gradiente), o bien se puede prescindir de la adición de agente tensioactivo.

35 La elaboración de las disoluciones de complejo de cianuro metalífero obtenido de este modo se efectúa de modo conocido por el especialista, a modo de ejemplo mediante adsorción en carbón activo, o bien intercambiadores de iones, así como reducción mediante adición de cinc, o por vía electroquímica.

La presente invención se explica mediante los siguientes ejemplos.

#### Determinación de ángulo de contacto

40 Los ángulos de contacto se determinaron con un aparato de medida de ángulo de contacto de alta velocidad asistido por vídeo de tipo OCAH 200 de la firma Dataphysics Instruments GmbH, Raiffeisenstraße 34, Filderstadt, en un soporte de vidrio extra blanco de la firma Gerhard Menzel Glasbearbeitungswerk GmbH & Co. Kg, Braunschweig. Los agentes tensioactivos, o bien las combinaciones de agente tensioactivos según la invención, indicados en la tabla 1, se emplearon en la concentración indicada en la tabla 2 (% en peso) en una disolución acuosa ajustada a pH 10 con NaOH. El ángulo de contacto se determinó a 23°C un segundo tras alimentación. El ángulo de contacto de hidróxido sódico de pH 10 sin adición de agente tensioactivo asciende a 51° bajo estas condiciones.

45 Correspondientemente se indican ejemplos no correspondientes a la invención en la tabla 3. Los datos numéricos respecto al contenido en óxido de etileno (OE), o bien óxido de propileno (OP), se deben entender como moles respecto a 1 mol de alcohol. El alcoholado se efectuó por bloques en el orden indicado, o mediante gasificado de mezcla (random/mix).

## Ensayos de columna

5 Como modelo de lixiviación en pila llevada a cabo industrialmente sirvieron ensayos de columna, en los que se empaquetaron en columnas y se lixiviaron con disolución de cianuro alcalina muestras representativas de mineral aurífero. La adición de agentes tensioactivos según la invención ocasiona entonces un aumento del rendimiento en oro y/o una cinética mejorada de lixiviación, o bien una reducción de la cantidad de cianuro requerida para la lixiviación.

10 Para la verificación de la eficacia mejorada de las composiciones que contienen agentes tensioactivos reivindicadas se emplearon respectivamente disoluciones acuosas de NaCN al 0,05 % que contenían 50-200 ppm de agente tensioactivo, que se ajustaron a pH 10,5 con hidróxido sódico, en comparación con la correspondiente disolución que no contenía agente tensioactivo. La lixiviación se efectuó respectivamente durante 30 días bajo adición continua o discontinua de agente tensioactivo con un caudal de 180 ml/día kg de mineral.

15 Las columnas tenían un diámetro interno de 12 cm, una longitud de 120 cm, y estaban cargadas respectivamente con 25 kg de mineral. El mineral estaba molturado y tamizado a un tamaño de partícula  $x$  de  $0,5 \leq x \leq 2,5$  cm. El contenido en oro ascendía respectivamente a 0,5-1,5 g/t de ganga. Se emplearon minerales de las minas Minera Yanacocha, SRL, Oeste Pit, o bien Quinoa Pit, Cajamarca, Peru y Minera Nueva California, Carretera Mancos Km 15, Distrito de Mancos, Provincia Yungay, Ancash-Peru. Los resultados se reúnen en la tabla 4.

Los datos en % acumulados respecto al rendimiento en oro se refieren al contenido en oro total de las columnas aisladas. El contenido en oro se determinó por medio de ICP-OES (Inductively coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy) en un Vista MPX de la firma Varian, Inc., Darmstadt.

20

Tabla 1

Sistema tensioactivo nº	Composición química, o bien nombre comercial
1	Alcohol Guerbet C <sub>10</sub> + 1,2 OP + 4,8 OE
2	Alcohol Guerbet C <sub>10</sub> + 1,8 OP + 6,6 OE
3	Alcohol Guerbet C <sub>10</sub> + 5 OE
4	Alcohol Guerbet C <sub>10</sub> + 7,9 OE
5	oxoalcohol C <sub>10</sub> + 10,1 OE
6	oxoalcohol C <sub>13</sub> -C <sub>15</sub> + 6,1 OE + 3,2 OP, bloqueo de grupos terminales con DMS (sulfato de dimetilo)
7	oxoalcohol C <sub>13</sub> + 5,8 OE + 2,5 OP
8	oxoalcohol C <sub>13</sub> + 5,8 OE + 2,5 OP/n-hexanol + 5 OE 70/30 % en peso
9	oxoalcohol C <sub>13</sub> -C <sub>15</sub> + 6,5 OE + 2 BuO, bloqueo de grupos terminales con DMS (sulfato de dimetilo)
10	oxoalcohol C <sub>9</sub> -C <sub>11</sub> + 6,7 OE + 6,5 OP régimen mix/random
11	oxoalcohol C <sub>13</sub> -C <sub>14</sub> + 6,5 OE 2 BuO, bloqueo de grupos terminales con DMS (sulfato de dimetilo)/44OP + 38 OE 60/40 %
12	Pluronic® PE 3100 (polímero en bloques de OP-OE, BASF AG Ludwigshafen)
13	Pluronic® PE 6800 (polímero en bloques de OP-OE, BASF AG Ludwigshafen)

(continuación)

Sistema tensioactivo nº	Composición química, o bien nombre comercial
14	Emulan® HE 50 (etoxilato de alcohol, BASF AG Ludwigshafen)
15	Plurafac® LF 403 (etoxilato de alcohol, BASF AG Ludwigshafen)
16	Lutensol® AT 11 (etoxilato de alcohol graso C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub> , BASF AG Ludwigshafen)
17	Texapon® NSO (disolución acuosa, lauriletersulfato, sal sódica, Cognis, Düsseldorf)

Tabla 2

Sistema tensioactivo ej. nº	% en peso en NaOH acuoso, pH 10	Angulo de contacto [°] tras 1 seg a 23°C
1	0,05	23
1	0,20	18
2	0,05	22
2	0,10	11
3	0,10	16
4	0,10	17
5	0,05	12
5	0,01	18
6	0,05	23
7	0,01	21
7	0,05	11
8 (comparativo)	0,05	32
9	0,01	26
9	0,1	19
7	0,03	16
7	0,1	09
10	0,03	22
10	0,05	17
11	0,05	28

Tabla 3

Sistema tensioactivo ej. n°	% en peso en NaOH acuoso, pH 10	Angulo de contacto [°] tras 1 seg a 23°C
12	0,2	49
13	0,2	46
14	0,2	44
15	0,2	47
16	0,2	48
17	0,2	43

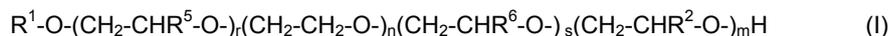
Sistema tensioactivo ej. n°	Concentrado ppm	Rendimiento en Au acumulado [%] tras				Observaciones	
		5 días	30 días	10 días			20 días
-	-	79		80,5	82	82	Yanacocha Quinoa Pit
10	50	80		82	83	84	Adición de tensioactivo continua
3	50	81		84	84,5	84,5	Adición de tensioactivo continua
7	50	79,5		82	84	86	Adición de tensioactivo continua
-	-	80,5		81	82	82	Nueva California
10	50	82		83	84,5	85	Adición de tensioactivo continua
9	50	82,5		84	86	86	Adición de tensioactivo continua
10	80	81		82	82	82,5	10 días, después sin adición de tensioactivo
-	78	79		79,5	80	80	Yanacocha, Oeste Pit
11	79	80		81	82	83	Adición de tensioactivo continua
9	79,5	81		82	84	84,5	Adición de tensioactivo continua
6	79,5	80,5		81,5	83	83,5	Adición de tensioactivo continua

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la obtención de metales a partir de materiales que contienen éstos metales, que comprende los siguientes pasos de procedimiento:

(a) puesta a disposición de un material que contiene metal, en caso dado molturado;

5 (b) puesta a disposición de una composición acuosa que contiene cianuro, que contiene al menos un agente tensioactivo no iónico, caracterizada porque el agente tensioactivo no iónico en una disolución acuosa ajustada a un valor de pH de 9,8 a 10,2 con NaOH, en concentración de 0,01 a 0,2 % en peso a 23°C, conduce a una reducción del ángulo de contacto sobre vidrio tras 1 segundo de al menos 20°, y porque el agente tensioactivo no iónico es seleccionado a partir del grupo constituido por alcoxilatos de alcohol de la fórmula general (I)



con el significado

R<sup>1</sup> alquilo o alquilfenol con 4-22 átomos de carbono ramificado al menos una vez,

R<sup>2</sup> alquilo con 3-4 átomos de carbono,

15 R<sup>5</sup> alquilo con 1-4 átomos de carbono,

R<sup>6</sup> metilo o etilo,

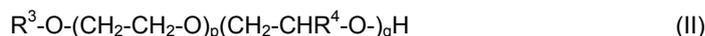
n valor medio de 1 a 50,

m valor medio de 0 a 20,

r valor medio de 0 a 50,

20 s valor medio de 0 a 50,

siendo m al menos 0,5, si R<sup>5</sup> es metilo o etilo, o r tiene el valor 0, o de la fórmula general (II)



con el significado

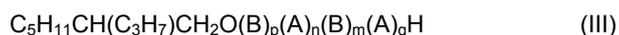
R<sup>3</sup> alquilo o alquilfenol con 4-22 átomos de carbono ramificado o no ramificado,

25 R<sup>4</sup> alquilo con 3-4 átomos de carbono,

p valor medio de 1 a 50,

q valor medio de 0,5 a 20,

o de la fórmula general (III)



30 con el significado

A etilenoxi

B en cada caso independientemente alquilenoxi con 3 a 10 átomos de carbono, o mezclas de los mismos, presentándose grupos A y B en forma de bloques en el orden indicado,

p número de 0 a 10,

n	número mayor que 0 a 20,
m	número mayor que 0 a 20,
q	número mayor que 0 a 10,
p+n+m+q	al menos 1,

5 presentándose en mezcla

un 70 a un 99 % en peso de alcoxilatos A1, en los que C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> tiene el significado n-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>, y

un 1 a un 30 % en peso de alcoxilatos A2, los que C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> tiene el significado C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub> y/o CH<sub>3</sub>CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>, o

del grupo de alcoxilatos de iso-tridecanol de la fórmula general (V)

10 
$$R-O-(C_mH_{2m}O)_x-(C_nH_{2n}O)_y-H \quad (V),$$

en la que

R designa un resto iso-tridecilo,

m representa el número 2, y simultáneamente n representa el número 3 o 4, o

m representa el número 3 o 4, y simultáneamente n representa el número 2, y

15 x e y significan independientemente números de 1 a 20,

siendo la variable x mayor o igual que y en el caso m = 2/n = 3 o 4;

(c) puesta en contacto de material metálico en presencia de un agente oxidante con la composición según b), obteniéndose unas aguas madre enriquecidas con complejos de cianuro metálicos, en una cantidad de aplicación de 1 a 30 ppm de agente tensioactivo no iónico por tonelada de material de partida.

20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el procedimiento comprende adicionalmente los pasos de procedimiento (d) y (e):

(d) separación de complejo de cianuro metálico de las aguas madre, y

(e) reducción de metal complejoado bajo obtención de metal elemental.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el metal es oro, plata y/o platino.

25 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el metal noble es oro, y el material aurífero es una mezcla que contiene oro en forma metálica, además de otros metales o compuestos metálicos.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el material aurífero comprende oro metálico, en caso dado en aleación con plata y/u otros metales nobles y/o impurificado con adiciones de otros metales y/o asociado con minerales metálicos.

30 6.- Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque el material aurífero es seleccionado a partir del grupo constituido por cuarzo aurífero, pirita aurífera, telururo de oro y plata (silvanita, AuAgTe<sub>4</sub>), mineral foliado (nagiagita (Pb, Au), (S, Te, Sb)<sub>1-2</sub>) y calvita (crenerita, AuTe<sub>2</sub>).

7.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el metal noble es oro, y el material aurífero es chatarra electrónica.

35 8.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el metal noble es plata, y el material argentífero es seleccionado a partir del grupo constituido por plata gris Ag<sub>2</sub>S, plata gris al cobre CuAgS (= "CuS. Ag<sub>2</sub>S"), y sulfuros dobles de plata con sulfuro de arsénico y antimonio.