

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

CONCEDIDA
-2 MAR 1977

PATENTE DE INVENCION

NUMERO	449384	10 A1
FECHA DE PRESENTACION	30 JUN. 1976	

60 PRIORIDADES: 60 NUMERO PC 2157 PC 5705	62 FECHA 30-6-75 27-4-76	63 PAIS AUSTRALIA AUSTRALIA
--	--------------------------------	-----------------------------------

64 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL C 22 B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

65 TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO DE OBTENCION DE METALES O SUS SALES A PARTIR DE MATERIA-
LES QUE CONTIENEN MINERAL".

66 SOLICITANTE (S)
THE UNIVERSITY OF MELBOURNE

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Grattan Street Parkville, Victoria (Australia)

67 INVENTOR (ES)
Robert Joseph William McLaughlin

68 TITULAR (ES)

69 REPRESENTANTE
D. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

"UN METODO DE OBTENCION DE METALES O SUS SALES A PARTIR DE MATERIALES QUE CONTIENEN MINERAL".

5. Esta invención se refiere al tratamiento de los materiales que contienen mineral y está destinada específicamente al beneficio de los minerales naturales, minerales sintéticos, escorias y otros residuos procedentes del tratamiento de los minerales así como los minerales que han recibido un tratamiento preliminar para hacer más fácil su elaboración.

10. Una gran parte del tratamiento de los minerales usado actualmente en todo el mundo es del tipo pirometalúrgico, procesos por medio de los cuales puede formarse elementos, sus óxidos y otros compuestos subsidiarios. En estos procesos se calienta la sustancia de procedencia natural o producida artificialmente a elevadas temperaturas, usualmente en un ambiente reductor, para obtener el producto final deseado.

15. Estos procesos usan generalmente una gran cantidad de energía lo que debe ser añadido al coste de producción del producto deseado y, al mismo tiempo, otros compuestos de valor pueden quedar en el residuo y no ser recuperados.

20. Por ejemplo, las escorias producidas durante la fusión de los minerales portadores de estaño tienen con frecuencia contenidos notables de tántalo y también cantidades importantes de otros metales de valor pero a menos que su riqueza sea alta, tales escorias son a menudo rechazadas, ya que el porcentaje de estos metales no es suficiente para justificar un tratamiento con gran cantidad de energía para su recuperación.

25. El objeto principal de la presente invención es proporcionar métodos mejorados de tratamiento de los materiales que contienen mineral que pueden ser minerales naturales o que pueden ser formados artificialmente para recuperar, econo-
30.

mismos, un elevado porcentaje de los elementos de valor de los mismos.

5. La invención proporciona en un aspecto un método de obtención de materiales que incluye el tratamiento del material en condiciones en las que el pH es inferior a 7 y en presencia de una fuente de iones fluoruro o iones fluoruro complejos para disolver así el material y separar los materiales deseados o sus sales o sus complejos químicos del líquido resultante.

10. Más específicamente, la invención se refiere al tratamiento del material en presencia de un ácido, preferentemente ácido clorhídrico, en presencia de un fluoruro normalmente insoluble, preferentemente fluoruro de calcio.

15. Según otro aspecto de la invención, el material que contiene mineral es tratado en condiciones en las que el pH es inferior a 7 con una sal de un metal que tiene una constante de estabilidad ($\log_{10} K_1$) relativa al fluoruro comprendida entre la del catión de la fuente de iones fluoruro y los metales o sales metálicas o sus complejos químicos a recuperar.

20. Puede obtenerse el pH deseado usando una sal que sueltre por sí misma propiedades ácidas en solución acuosa bajo ciertas condiciones o bien puede generarse el pH necesario mediante la adición de compuestos químicos, que pueden ser gases que pueden no tomar parte por sí mismos en la reacción.

25. Preferentemente la reacción tiene lugar con calentamiento de los reactivos, con preferencia a una temperatura no superior a la ebullición.

30. Si es necesario, podemos activar el material que contiene mineral para incrementar la reactividad antes de agregar los otros componentes. Una forma de activación es por calentamiento.

El fluoruro insoluble puede presentarse en una forma impura tal como fluorita o, en determinadas circunstancias cuando no ocasiona problemas la precipitación de fosfato, fluorapatita, o incluso una especie compleja tal como silicofluoruro. La invención es aplicable particularmente para ser usada

5. con elementos cuyos fluoruros o complejos que incluyen fluoruros tienen altas constantes de estabilidad, por ejemplo el titanio, aluminio, cesio, tántalo, uranio, plutonio, torio, circonio, antimonio y niobio.

10. La invención es también muy útil para la recuperación de otros metales, sus sales, o complejos cuando estos metales son mantenidos normalmente en un retículo intratable.

15. Por ejemplo, los principales minerales del litio son el espodumeno, lepidolita, subligenita y petalita, todos los cuales contienen aluminio en los retículos minerales. Hemos descubierto que el aluminio forma fluoruros y complejos que liberan el ion litio (Li^+) y durante el tratamiento posterior puede separarse una sal de litio. Siempre que se controle las condiciones no se forma el fluoruro de litio insoluble en gran cantidad.

20.

De un modo similar, puede liberarse muchos otros elementos de un retículo siempre que exista un elemento con una alta constante de estabilidad para el elemento en relación con el fluoruro presente.

25. Hemos descubierto que se incrementa la solubilidad del fluoruro insoluble de una manera notable e inesperada y con este incremento de solubilidad se produce una solución correspondiente de un determinado número de elementos que están contenidos en sustancias que pueden incluir minerales que se encuentran en la naturaleza, minerales formados artificialmen-

30.

te, escorias de minerales, residuos de minerales, etc. Una vez atacado el retículo cristalográfico de una sustancia, observamos que los elementos presentes en la estructura que no tienen altas constantes de estabilidad para los fluoruros

5. pueden hacerse también solubles, ya que el proceso es llevado a cabo normalmente con un exceso de ácido u otro disolvente y quedan abiertos para el ataque por la solución disolvente. Por ejemplo, el feldespato es atacado, siendo acompañado el aluminio mientras que los metales alcalinos entran también en solución.
- 10.

Quando se usa ácido, preferimos usar en el proceso ácido clorhídrico, parcialmente debido a su ventaja de precio con respecto a los ácidos más exóticos, y también parcialmente debido a la relativa facilidad de tratamiento de los cloruros o complejos que contienen cloruro y también debido a la relativa facilidad con que puede recuperarse el ácido clorhídrico usando procesos convencionales.

- 15.

Quando se usa una sal metálica como disolvente, preferimos usar una sal (Fe^{3+}) férrica, que tiene una constante de estabilidad de aproximadamente 5 que es intermedia entre la del calcio y el elemento a extraer, por ejemplo el circonio cuya $\log_{10}K_1$ es de aproximadamente 9. La sal preferida es el cloruro férrico. Con el fin de interrumpir la precipitación de óxido férrico, preferimos añadir una cierta cantidad de ácido, preferentemente ácido clorhídrico, aunque este puede ser añadido en cantidades muy pequeñas.

20.

25.

Se comprenderá que se puede usar también otros elementos o compuestos bajo ciertas circunstancias para controlar la capacidad oxidante o reductora de la solución, con el único requisito previo de que la constante de estabilidad de

30.

cualquier complejo formado sea más alta que la del calcio con respecto a los iones fluoruro y menor que la del elemento a extraer.

5. Aunque por varias razones, particularmente para vencer los problemas de manipulación, preferimos usar un fluoruro normalmente soluble, la invención incluye también el uso de otros compuestos que contienen flúor.

10. Prácticamente, preferimos no usar una mezcla de, por ejemplo, ácido carbónico y ácido fluorhídrico, pues aunque la mezcla es altamente reactiva, el coste del ácido fluorhídrico es elevado y de este modo la economía de tal proceso no es buena y el coste de los materiales de construcción del recipiente de reacción podría resultar extraordinariamente alto debido a la corrosividad general de la mezcla.

15. El uso del material que es normalmente insoluble de una manera sustancial resulta muy beneficioso, ya que los iones fluoruro sólo entran en solución cuando reaccionan los que ya estaban en solución manteniendo así las condiciones de equilibrio por lo que no hay, en momento alguno, gran cantidad de iones fluoruro libres y activos en el sistema.

20. Según avanza la reacción, pueden presentarse finalmente reacciones secundarias en las que se induce la hidrólisis de algo del material disuelto, bien sea a causa de una elevación del valor de pH, de una elevación de la temperatura o por espolvoreo o por cualquier otro medio conocido. Una vez que ha tenido lugar la hidrólisis, en determinadas ocasiones puede resultar más bien difícil volver a disolver el precipitado y este material tendrá que ser tratado por separado de los elementos mantenidos en solución.

30. Cuando se usa ácido como disolvente, hemos descu-

bierto que pueden precipitarse elementos tales como el antimonio, tungsteno, niobio y tantalio en forma de complejos y hay que tener cuidado en controlar la acidez y la temperatura si no se desea precipitar estos elementos, o alternativamente por modificación de la acidez o temperatura o por hidrólisis puede conseguirse una precipitación selectiva. Los precipitados pueden presentarse bajo la forma de óxidos, oxifluoruros, oxihidroxifluoruros, oxicloruros, oxihidroxicloruro, etc., y la forma real del precipitado dependerá de las condiciones de precipitación.

Para provocar la coagulación de los elementos o sus compuestos, cuando es necesario, puede usarse cualquier técnica conocida tales como la volatilización, precipitación, formación de complejos, intercambio iónico y otras técnicas.

Los compuestos metálicos precipitados pueden ser tratados por diversos métodos conocidos para separar los minerales de más valor de los otros componentes., tales como el hierro, que son de valor inferior. Una separación de este tipo resulta más fácil en muchos casos que un intento de separación de los óxidos, etc., de los sólidos resultantes de la regeneración del ácido ya que, a menos que sean controladas las condiciones de una forma rigurosa, los óxidos calentados etc., pueden resultar perfectamente intratables por los ácidos y otros tipos de tratamiento.

Puede ser deseable alterar el pH o la fuerza iónica de la solución para incrementar el rendimiento del precipitado y para facilitar la separación del precipitado del resto de la solución y volver a tratar el precipitado y la solución bien sea con ácido o álcali o de otros modos para obtener los minerales de valor a partir de los mismos. Puede

de citarse como ejemplo la fácil precipitación de los valores de tántalo a partir de minerales que contienen tántalo, escorias y otros residuos que contienen tántalo.

5. El ácido puede ser recuperado haciendo uso de plantas convencionales de recuperación del ácido o, por ejemplo, usando carbonato de magnesio u óxido de magnesio.

10. En un proceso conocido, se pasa los cloruros ricos en hierro acidificado a través de un lecho de óxido de magnesio o carbonato. Esto produce la neutralización por lo que todos los valores cloruro aparecen como cloruro de magnesio y éste es apropiado para la regeneración del ácido.

15. Creemos que la acción del fluoruro es de sustitución. El fluoruro de calcio no se considera muy soluble en los ácidos a menos que exista algo de volatilidad. No obstante, cuando está presente otra sustancia para la que las constantes de estabilidad de sus fluoruros o complejos de fluoruro son más altas que para el fluoruro de calcio, incluso a baja solubilidad, tal como del 0,5% (el factor determinado experimentalmente para la fluorita mineral en ácido clorhídrico del 33% de concentración), el ion fluoruro es competido por el otro elemento. Así pues, cuando la constante de estabilidad del compuesto o MF complejo, donde M es el elemento y F es fluoruro, es más elevada que para el CaF_2 , habrá un incremento efectivo en la solubilidad de la fluorita al ser retirado el ion fluoruro de su asociación con el calcio y para acercarse a la solubilidad de equilibrio será necesario disolver más fluorita.

20. De un modo similar, se verá que hay una variedad de otros fluoruros o complejos, por ejemplo alico fluoruros donde pueden producirse efectos similares.

30. La constante de esta bilidad para el fluoruro de cal-

5. cio es muy baja, en la literatura se da la $\log_{10} \gamma_1$ como 0,63, comparada con la constante de estabilidad de elementos tales como el circonio que es de 8,8 el torio de 7,8 y el uranio de 7,2 y de este modo, cuando están presentes estos elementos, la fluorita entrará rápidamente en solución con tal que el ratio de la mineral esté presente en una estructura apropiada para el ataque.

10. Según se indicará más adelante, podemos usar el ion férrico (Fe^{3+}) como producto intermedio para la disolución de otros iones que, a su vez, tienen una constante de estabilidad más alta que el ion Fe^{3+} , que es superior a 5 aproximadamente. El principio aquí tratado consiste en hacer soluble el fluoruro insoluble para acelerar así la reactividad. Tal procedimiento tiene ventajas obvias con ciertos minerales intratables tal como el circon.

15. Existe un cierto número de fluoruros volátiles, y los elementos que tienen tales fluoruros volátiles pueden reaccionar también de modo diferente debido a la exclusión del fluoruro volátil a la temperatura de trabajo.

20. Algunos elementos, tal como el circonio en el circon tienen un retículo mineral muy estable y de este modo en los minerales que se encuentran en la naturaleza, no pueden ser disueltos o sólo puede lograrse una disolución muy ligera usando ácido de fluorita pero hemos descubierto, como se indicará más adelante, que pueden ser disueltos más rápidamente bajo ciertas condiciones, si está presente un producto intermedio tal como el ion Fe^{3+} . Por otra parte, hemos descubierto que tales elementos, cuando se encuentran en una escoria vítrea, se vuelven completamente solubles y la solubilidad puede ser mejorada también en una escoria que no sea vítrea, y des-

30.

de fuego, cuando los minerales están en un estado metamórfico o una modificación diferente bien sea cristalina o amorfa como resultado del calentamiento por encima de la temperatura de inversión o una temperatura de descomposición.

5. Con el fin de que la invención pueda ser comprendida de un modo general, vamos a describir ahora algunas realizaciones ilustrativas específicas de la invención.

10. En la primera, se examinó cualitativamente una escoria vítrea procedente de una planta de fusión del estaño mediante fluorescencia de Rayos X y se comprobó que contenía cantidades apreciables de niobio, circonio, hierro, titanio, silicio y calcio y cantidades menores, pero no obstante importantes, de estaño, itrio, cerio, lantano y otros elementos de tierras raras, torio, tungsteno y tántalo. Existe también una variedad
15. de otros elementos en cantidades incluso más pequeñas como, por ejemplo, el uranio.

La escoria vítrea fue molida finamente para dar una gran área superficial con el fin de incrementar la reactividad. Se mezclaron 250 gramos de la escoria molida con 60 gramos de
20. fluorita bruta, que era el material no beneficiado y contenía de este modo las impurezas normales tales como el cuarzo, y 2,5 litros de ácido clorhídrico al 33%.

La mezcla fue cocida con agitación durante una hora y
25. durante este tiempo se disolvió el 26,8% del material original.

Repetimos este experimento a 90-95°C y obtuvimos una disolución del 43,6%.

Volvimos a repetir el experimento usando ebullición con un ácido al 25% y comprobamos que se producía una solubilidad del 23,6%.

30. En todos los casos, se produjo un precipitado fino

durante la recocción.

La solución fue separada de los residuos. Se hizo precipitar a la solución derivada por debajo de la temperatura de ebullición por métodos normales de hidrólisis, tal como por calentamiento, y comprobamos que se formó un copioso precipitado. Este precipitado fue examinado por análisis de fluorescencia de Rayos X y se observó que contenía una gran cantidad de niobio y tántalo. La estructura real del precipitado no ha sido investigada de una forma completa pero parece ser una mezcla no estequiométrica de los óxidos, compuestos oxo e hidroxigenuros. Al observar las proporciones relativas del tántalo comparado con el niobio, observamos que el precipitado tiene un contenido de tántalo altamente enriquecido comparado con el contenido de niobio, siendo el enriquecimiento relativo a los porcentajes relativos del material original. Evaporamos entonces la solución hasta que se produjo nuevamente hidrólisis, y en este momento el material insoluble consistió principalmente en una mezcla de los valores de los elementos estaño, titanio, hierro y cerio. El porcentaje de éstos era mayor en el licor procedente del experimento conducido al punto de ebullición y observamos que había menos niobio, tántalo, circonio y tungsteno en relación con el obtenido en el experimento conducido a la temperatura inferior.

Hemos realizado también experimentos con los valores de tántalo y hemos demostrado que un largo período de contacto a la temperatura superior movilizó primeramente el tántalo y luego, posteriormente, mientras se está efectuando todavía la disolución, se produce el comienzo de la precipitación, como se ha mencionado antes, y en ese momento se precipita ampliamente

el tántalo. Así pues, cuando es necesario separar los valores de tántalo de un mineral, es deseable mantener las temperaturas por debajo del punto de ebullición, a menos que se añada un agente complejante específico para inhibir la precipitación, por ejemplo tartrato, etc.

Cuando se calienta a una temperatura superior el líquido precedente del experimento que usa la temperatura inferior, se produce una precipitación que consiste en su mayor parte en valores de tántalo y niobio.

Hemos descubierto también que es posible realizar una serie de extracciones con el residuo que queda del experimento conducido a altas temperaturas. Como se ha indicado anteriormente, la extracción a alta temperatura hace primeramente solubles y precipita después los valores de elementos tales como el niobio, tántalo y tungsteno. Estos valores pueden hacerse solubles mediante, por ejemplo, ácido sulfúrico concentrado con una adición apropiada de complejante conocido. La ventaja de este proceso está en el hecho de que la digestión preliminar retira los elementos de interferencia por lo que puede obtenerse cantidades valiosas y relativamente puras de, por ejemplo, tántalo.

Llevamos entonces a cabo otra serie de experimentos usando la estibiotantalita mineral que procedía de Green bushes Australia Occidental. Este mineral fue sometido a un tratamiento similar al descrito anteriormente. Observamos que durante la disolución la máxima solubilidad obtenida fue del 36%, porque una vez que se disolvió más de este porcentaje se produjo una precipitación del tipo descrito anteriormente.

La Tabla 1 que sigue es una tabla que muestra la solubilidad de la estibiotantalita bajo varias condiciones y -

5. también la solubilidad de una escoria de estaño y una escoria de acero. Puede verse por los ensayos de la estibiotantalita que cuando no se usa fluorita, la solubilidad es muy baja y es los ensayos demuestran también la reprecipitación a la que se ha hecho referencia, por ejemplo, cuando se cuece una muestra durante tres horas incluso con diferentes cantidades de fluorita. Puede verse una anomalía similar con relación a la escoria de estaño.

T A B L A 1

10.	Material	Acido	Fluorita	Tiempo	Temp.	Solubilidad
		%	gr.	(horas)	°C.	%
	Estibio	20	4	1	75-85	9.2
	tantalita	25	4.64	1	75-85	12.8
		33	-	1	75-85	0.2
15.		33	6	3	90-95	36.0
		33	6	3	P.E.	15.6
		33	6	1	(107-109) P.E.	28.0
		33	12	3	90-95	12.4
		33	12	3	P.E.	12.4
20.	Escoria de	25	6	1	P.E.	23.6
	estaño	33	6	1	P.E.	52.0
		33	6	1½	P.E.	26.8
		33	6	1½	90-95	43.6
	Escoria de	25	4.64	1	75-85	46.4
25.	<u>acero</u>					

30. El antimonio, como era de esperar, resultó ser extremadamente soluble. Cuando fue clarificado el licor y se le añadió agua, se separaron por precipitación los valores de níobio y tántalo. Igualmente, observamos que los residuos sólidos de la reacción de disolución contenían material fino con

una riqueza elevada de tántalo y niobio.

El material fino puede ser sometido a otros tratamien-
tos. Por Ejemplo, hemos observado que gran parte del material
puede ser disuelta en ácido sulfúrico y puede usarse también
5. otros métodos químicos de solución. Los procesos de recupera-
ción de este tipo fueron discutidos con anterioridad.

Hemos descubierto que los materiales del tipo de la
escoria, particularmente cuando se encuentran en el estado vi-
treo, son altamente reactivos y para algunos minerales puede
10. ser deseable obtener una escoria por procesos de fusión apro-
piados pero sin usar necesariamente la energía que sería pre-
cisa para obtener un metal o su óxido.

La escoria asíobtenida puede ser tratada por la
invención a temperaturas relativamente bajas, y normalmente a
15. presiones atmosféricas para disolver, y precipitar posterior-
mente los valores de una variedad de elementos que son de in-
terés comercial. Un ejemplo de tal procedimiento consistiría
en escorificar la casiterita y extraer posteriormente los va-
lores de estaño. Otro sería la escorificación del circon con,
20. por ejemplo, sosa cáustica. La masa escorificada, una vez li-
berada por lixiviación del hidróxido sódico y silicato, es
entonces tratada. El precipitado de la hidrólisis final es
una mezcla de óxido, oxihidroxifluoruro, etc., y al calentar
lo dará tetrafluoruro de circonio más óxido, etc. Esto ofre-
25. ce una vía para la obtención de metal circonio por procesos
conocidos.

Como se ha mencionado anteriormente, la invención
puede ser aplicada de un modo ligeramente diferente usando un
proceso de dos etapas o "piggy-back".

30. Este proceso se basa en las diferencias de las concen-

tantes de estabilidad entre el material original, un material intermedio, y el material que hay que recuperar. Suponiendo que se use fluorita, teniendo una constante de estabilidad de 0,63 para el calcio con respecto al ion fluoruro según se indica en la literatura, podemos usar como producto intermedio el ion férrico (Fe^{3+}) que tiene una constante de estabilidad de aproximadamente 5 con el fin de atacar los materiales que tienen constantes de estabilidad extremadamente altas tal como, por ejemplo, el uranio, plutonio, torio y circonio.

Se introduce el ion férrico dentro del sistema, preferentemente como una solución de cloruro férrico, aunque puede usarse también otras sales, y reacciona con el fluoruro de calcio de la fluorita de tal modo que la fluorita tienda a disolverse y se forman ferrifluoruros y otros complejos. Si existe en el sistema un elemento que tenga una constante de estabilidad más alta que el ion férrico, éste absorberá entonces los iones fluoruro del ferrifluoruro y otros complejos para formar un fluoruro o complejos del elemento.

Específicamente si existe, por ejemplo, uranio y circonio en el sistema éstos tomarán el fluoruro del ferrifluoruro y otros complejos y formarán fluoruros de uranio y circonio y complejos tales como oxihidroxihaleogenuros y otros o, como los complejos de oxidación superior serían oxidantes, serían apropiadas otras condiciones.

Hemos comprobado que usando tal sistema se produce una disolución más rápida del elemento deseado comparado con la que ha sido posible anteriormente.

La Tabla 2 ilustra la invención, tanto en su sentido general, en lo que respecta al berilo, como en el sentido

más limitado, en lo que respecta a los otros materiales. En esta Tabla el ácido usado en cada caso es el ácido clorhídrico, y la mezcla fue cocida durante una hora.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

T A B L A 2

Muestra	Peso (gr)	Conc. Acido %	Vol (ml)	CaF ₂	Adiciones	Residuo peso gr	% disuelto	Peso de material de la solución
CIRCON	25	25	250	20	10g FeCl ₃	19.2	23.2	7.0
ORCELITA	25	25	250	12	6g FeCl ₃	21.9	12.4	1.9
CASITERITA	25	25	250	12	6g FeCl ₃	23.8	4.8	2.6
FLUORITA E.P. 100%	25	25	250	12	6g FeCl ₃	*	*	*
FLUORITA Natural	25	25	250	25	6g FeCl ₃	10.4	58.4	2.1
MONAZITA	25	25	250	12	6g FeCl ₃	22.2	11.2	3.0
GALENA	25	25	250	12	6g FeCl ₃	21.3	14.8	5.0
OXIDO DE PTORO	25	25	250	12	6g FeCl ₃	22.5	10	
BERILO AUSTRALIA OCC.	10	12.5	100	4.8	*	9.6	4.	9.4
BERILO BROKEN HILL	10	12.5	100	4.8	*	8.9	11	8.1
BERILO BROKEN HILL	10	12.5	100	*	*	9.7	3	*
Berilo BROKEN HILL	10	12.5	100	20	*	19.8		19.2

- En la Tabla, 2, el uso de cloruro férrico asegura que se disuelva la fluorita (aparte de cualquier material sílice residual, etc). Esto quiere decir que el peso de los re-
siduos proporciona una medida muy precisa sobre la cantidad
5. de solución que ha tenido lugar. Es importante reconocer que con elementos ligeros tal como el berilio se necesita una cantidad considerable de fluoruro. Por ejemplo, en el berilio mineral $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ tenemos $\text{Be}=5,05\%$ y $\text{Al}=10,05\%$ aproximadamente y así dado que existe una proporción de berilio a fluoruro de aproximadamente 9:38 y que para el aluminio la proporción es del orden de 27:114. Suponiendo que en dicha fluorita el fluoruro constituye el 50% (es normalmen-
te menor puesto que las fluoritas más corrientes son a menudo inferiores al 60% de CaF_2) se necesitará entonces obviamente
10. una cantidad considerable de fluorita, o cualquier otro fluoruro complejo para conseguir una reacción total más allá del primer estado de constante de estabilidad.
- 15.

A título de ejemplo, llevamos a cabo el siguiente experimento:

20. se añadieron 5gr. de pechblende a 100ml. de solución de cloruro férrico al 20% y 1gr. de fluoruro de calcio. La mezcla fue cocida y después de 5 minutos de ección, se obtuvo la disolución completa de la pechblende.
25. Se observó que tendía a existir una ligera precipitación de óxido férrico y con el fin de vencerla, añadimos simplemente una pequeña cantidad de ácido clorhídrico diluido del 6 al 7%. Se llevó a cabo el mismo experimento usando 100 ml. de ácido clorhídrico al 20%, 1 gr. de fluoruro de calcio
30. y tuvimos nuevamente la disolución después de 5 minutos

de ebullición.

5. Previamente, con el fin de disolver la pechblenda, era deseable calentar, durante períodos relativamente largos, un ácido concentrado en el que se colocaba la pechblenda, por lo que podrá verse que cualquier aspecto de la invención es notablemente superior a los procesos de la técnica anterior.

10. Hemos comprobado que oxidando el tetrafluoruro de uranio y otros complejos formados durante la reacción, es posible formar hexafluoruro de uranio y éste es, evidentemente, un material del máximo valor comercial, siendo el punto de partida para la fabricación de combustibles para reactores nucleares. Si se coloca el tetrafluoruro de uranio en un baño electrolítico, el uranio será atraído al cátodo y puede ser éste un método directo de obtención de metal de uranio puro. Se observará que el hierro es atraído también hacia el cátodo pero debido a la presencia de ácido en la solución, el hierro será disuelto inmediatamente y no contaminará el uranio obtenido. Evidentemente, en tal proceso es necesario añadir cloruro férrico.

15. El uso de una sal en vez de un ácido como agente disolvente y también para proporcionar iones para un producto intermedio puede tener gran valor en los minerales todavía más intratables que la pechblenda y no sólo ha demostrado éxito para otros minerales portadores de uranio, pudiendo ser usado también con el circonio, que es silicato de circonio y es considerado normalmente muy intratable sino que puede ser disuelto usando este aspecto de la invención puesto que el proceso "piggy back" en esencia pone más fluoruro o fluoruros complejos en solución y por consiguiente se dispone de más fluoruro para la reacción.

20. Disolviendo el circonio haciendo uso del proceso, se puede recuperar circonio puro por un tratamiento apropiado de los comple-

25.
30.

los de halogenuros formados.

En el laboreo de los minerales uraníferos, los métodos conocidos de separación del uranio dejan en los desechos la mayor parte de los constituyentes altamente radiactivos.

5. Tales desechos, al estar con frecuencia finamente molidos son arrastrados de manera relativamente fácil por las aguas superficiales. Tales residuos presentan un riesgo considerable para el medio ambiente, puesto que se reconoce generalmente que tal arrastre será rápido en el lugar donde se ha molido el material.
- 10.

Este aspecto puede ser observado mediante una consideración de la Tabla 4 y los gráficos anexos.

15.

20.

25.

30.

T A B L A 4

Muestra Peso Acido Cono. % Vol CaF₂ Adiciones Tiempo Residuo Peso STU

Muestra	Peso (gr.)	Acido	Cono. %	Vol (ml)	CaF ₂ (gr)	Adiciones	Tiempo	Residuo	Peso	STU
SA 21 Tambor Stn. Alligator	25	HCl	10	250	6		5 min	22.5	10	1.214
SA 22 " " " " " " " "	25	HCl	7	250	6		5 min	20.1	19.6	0.022
SA 23 " " " " " " " "	25	HCl	7	250	6		5 min	22.7	9.2	1.642
SA 24 " " " " " " " "	25	HCl	5	250	6		5 min	22.0	12	0.047
SA 25 " " " " " " " "	25	HCl	5	250	6		5 min	23	8	2.327
SA 26 " " " " " " " "	25	HCl	1	250	12	35g de NaOH	1 hr	31.9		0.034
SA 27 " " " " " " " "	25	H ₂ SO ₄	10	250	6	2g MnO ₂	1 hr	23.3		0.048
SA 28 Residuo Stn Alligator	10	HCl	5	250	2.6		15 min	8.2		0.017
D1 Davihita	10	HCl	10	200	2		1 hr	5.6	44	0.069
D2 " " " " " " " "	10	HCl	10	200	6		1 hr	6.5	35	0.118
Br 1 Brennerita	10	HCl	10	200	2		1 hr	0.7	93	
Br 2 " " " " " " " "	10	HCl	10	200	6		1 hr	1.2	88	
U6 Fechblenda	5	HCl	8.75	140	0.75		1 hr	0.170	97.8	2.2160
H7 " " " " " " " "	5	HCl	8.75	140	6		1 hr	3.7260	26	
SA 1 Tambor Stn Alligator	25	HCl	10	250	6		1 hr	19.3	22.8	0.023
SA 2 " " " " " " " "	25	HCl	10	250	6		3/4 hr	19.1	23.6	0.020

T A B L A 4

Mostrs. Peso Acido Cond. % Vol CaCl₂ Adiciones Tiempo Residue % Dis. Peso \$ U

Mostrs.	Peso (gr.)	Acido	Cond. %	Vol (ml)	CaCl ₂ (gr)	Adiciones	Tiempo	Residue	% Dis.	Peso Sol.	\$ U
SA 3 Tambor Sth Allige-25 tor	25	HCl	10	250	6		1 hr	19.1	23.6	0.021	
SA 4 Tambor Sth Allige-25 tor	25	HCl	10	250	6		1/4 hr	19.1	23.6	0.020	
SA 5 Tambor Sth Allige-25 tor	25	H ₂ SO ₄	10	250	-		1 hr	21.8	12.8	0.147	
SA 6 Tambor Sth Allige-25 tor	25	H ₂ SO ₄	10	250	6		1 hr	28.5		0.048	
SA 10 Tambor Sth Allige-25 tor	25	HCl	13	250	12		1 hr	27.5		0.055	
SA 11 Tambor Sth Allige-25 tor	25	HCl	5	250	12		1 hr	25.0		0.088	
SA 12 Tambor Sth Allige-25 tor	25	HCl	5	250	-		1 hr	22.0	12	>0.7	
SA 15 Tambor Sth Allige-25 tor	25	H ₂ SO ₄	5	250	-		1 hr	22.3	10.8	0.660	
SA 16 Tambor Sth Allige-25 tor	25	H ₂ SO ₄	5	250	12		1 hr	40.2		0.084	

La Tabla 4 muestra las aplicaciones de la invención y el funcionamiento de los procesos más convencionales sobre los minerales que contienen uranio y los gráficos, que son diagramas de radiación a varios niveles de energía, ilustran el material de la Tabla. En el gráfico I, el diagrama (a) es el diagrama de una muestra procedente.

El diagrama (b) es un diagrama del residuo de esta muestra después del tratamiento por un proceso convencional con ácido sulfúrico/dióxido de manganeso que es designado en la Tabla por "A 27". Se verá que este residuo contiene todavía una gran cantidad de plomo, uranio y bismuto radiactivos. Este residuo era después del tratamiento durante una hora. El diagrama (c) muestra la radiactividad del residuo después del tratamiento durante 15 minutos solamente, usando la invención con un constituyente de ácido clorhídrico del 10% solamente. Puede apreciarse la retirada casi completa de los componentes radiactivos.

El diagrama (a) del gráfico II muestra el diagrama del residuo de una muestra de South Alligator después de la cocción por espacio de una hora con 5% de ácido sulfúrico. El diagrama (b) de este gráfico muestra el residuo del diagrama (a) después del tratamiento por la invención usando 5% de ácido clorhídrico, 2,5 gr. de fluorita, siendo cocida la mezcla durante 15 minutos. La diferencia de actividad es muy evidente.

El gráfico III muestra la actividad del residuo de una muestra de material de South Alligator después de su cocción por espacio de una hora en 1% de ácido clorhídrico al que se añadieron 12 gr. de fluorita y 35 gr. de NaCl. Nuevamente, por comparación con el diagrama (a) del gráfico I, puede verse

que se ha reducido notablemente la actividad del residuo.

Los gráficos son completamente específicos. Usando métodos conocidos de lixiviación -específicamente ácido sulfúrico- la radiactividad es todavía considerable en el residuo. Usando el proceso tal como ha sido esbozado y aplicado

5. a tales residuos, la radiactividad es prácticamente nula, incluso después de 15 minutos de tratamiento. Es importante destacar en la Tabla 4 que el proceso esbozado es superior en rapidez para la extracción del uranio en comparación con el proceso conocido actualmente. Lo que es todavía más importante

10. es observar que mientras que en los procesos conocidos, es necesaria la oxidación del mineral de uranio (por ejemplo U_3O_8) con el fin de extraer la riqueza de uranio total, (puesto que la literatura indica que es más difícil extraer el U^{4+}) usando el proceso así esbozado no existen tales dificultades. Por consiguiente, como era de esperar, los minerales difíciles tales como la brannerita y la davidita (véase la Tabla 4) son susceptibles de tratamiento. Posiblemente la deducción más importante es que este proceso tiene también aplicaciones en la extracción de los productos de fisión procedente de los desechos

15. de los reactores nucleares y sin duda ello ha resultado ser completamente cierto, por lo que usando procedimientos de separación conocidos se obtiene distintas aplicaciones dentro de este campo de tecnología. Se ha activado muestras de mineral de uranio en una pila nuclear. Después del tratamiento esbozado en esta invención hay una radiactividad de casi cero.

20. Hemos descubierto que la invención puede ser usada para disolver depósitos de plomo y cinc mezclados. Aunque no se ha mostrado específicamente sobre isotopos normales la acción de la invención sobre el plomo radiac-

30. topos normales la acción de la invención sobre el plomo radiac-

tivo puede verse en los gráficos. Esto es indicativo del valor de este proceso en el tratamiento de minerales tales como los minerales de plomo/cinc de grano fino que en el momento actual están fuera del alcance de la tecnología convencional.

5.

Es posible modificar el sistema con el fin de reciclar los componentes activos. Si se convierte el ion férrico en ion ferroso volverá a formarse fluoruro de calcio puesto que la constante de estabilidad de Fe^{2+}F^- es del mismo orden que la de Ca^{++}F^- . Este último podría ser reutilizado en el proceso o alternatively podría ser recuperado por métodos conocidos. Convencionalmente, ha sido muy difícil obtener fluoruro de calcio puro, que es un material de partida para la fabricación del ácido fluorhídrico, ya que usualmente las fluoritas mineras están contaminadas, por ejemplo, con material silíceo.

10.

15.

La invención puede dar también muy buenos resultados cuando es usada en asociación con depósitos minerales que tienen algunos componentes que por sí mismos no forman complejos de fluoruro con tal que otros lo hagan. Por ejemplo, el litio se presenta normalmente como lepidolita, espodumano, petalita y amblygonita predominantemente, el primero de los cuales es silicato fluorhidroxi de aluminio y litio, el segundo y el tercero es silicato de aluminio y litio y el último es fluorofosfato de aluminio y litio. En cada caso los retículos son intratables pero hemos descubierto que aplicando la invención el aluminio reacciona para formar fluoruros y complejos y ello permite que quede libre el ion litio (Li^+).

20.

25.

Dependiendo de las condiciones, se puede precipitar el fluoruro de litio insoluble pero el ion puede ser retenido en solución para su precipitación posterior, bien sea como fluor

30.

T A B L A 3

Ejemplo	Peso Acido (gr)	% Vol. Acido	CaF ₂	FeCl ₃	Peso Res. (gr)	% disuelto	Lecciones de Foto		Peso Sol. (gr)	
							metro de llama so bro residuos	\$ Li. \$K. \$ Na.		
1 Pegmatita de Espodumeno	25 g	25	6 g	-	20.5	18.0	1.16	0.25	0.54	0.9
2 Pegmatita de Espodumeno	25	12.5	6 g	-	20.6	16.8	1.16	0.25	0.54	2.8
3 Pegmatita de Espodumeno	25	12.5	12 g	-	20.0	20.0	1.16	0.17	0.20	5.5
4 Pegmatita de Espodumeno	25	12.5	23 g	-	24.5	2.0	1.16	0.13	0.79	11.4
5 Pegmatita de Espodumeno	25	12.5	12 g	6g	19.2	23.2	1.20	0.13	1.19	7.0
6 Pegmatita de Espodumeno Incinerada	25	12.5	12 g	-	18.2	27.2	0.67	0.06	0.85	
7 Espodumeno Incinerado	25	12.5	12 g	-	18.6	25.6	0.83	-	0.07	
8 Pegmatita de Espodumeno Incinerada	25	12.5	12 g	6g	18.4	26.4	0.63	0.07	0.83	1.0
9 Espodumeno Incinerado	25	12.5	12 g	6g	18.8	24.8	0.81	-	0.07	
10 Pegmatita de Espodumeno Incinerada	25	25	12 g	6g	18.2	27.2	0.79	0.07	0.95	
11 " " " "	25	25	12 g	-	18.1	27.6	0.81	0.07	0.87	
Repodumeno	25	25	6 g	-	22.0	18.0	3.2	-	0.14	
"	25	25	-	-	23.8	4.8	3.2	-	0.14	
Repodumeno Original	25	25	-	-			3.4	-	0.14	
Pegmatita de Espodumeno original	25	25	-	-			1.16	0.51	1.96	

T A B L A 3 (continuación)

Ejemplo	Peso (gr)	Acido Vol: Acido %	CP2	FeCl3	Peso Res: (gr)	% disuelto	Lectura del Rotómetro de llamas sobre residuos Sol % Li. SE	% Na	Peso Coluacione:
12 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 800°C	10	100	12.5	4.8	7.6	24.0	1.03 0.39	1.27	1.40
13 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 800°C	10	100	12.5	-	9.5	5.0	1.16 -	0.45	0.09
14 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 1000°C	10	100	12.5	4.8	7.4	26.0	0.96 0.17	1.34	0.04
15 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 1000°C	10	100	12.5	-	9.6	4.0	0.46 0.11	0.55	1.22
16 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 1150°C	10	100	12.5	4.8	7.3	27.0	0.67 0.24	1.06	0.07
17 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 800°C	10	100	12.5	-	9.5	5.0	0.47 0.40	1.30	0.31
18 Pegmatita de Espodumeno Incinerada a 800°C	10	200	6.25	4.8	6.4	16.0	0.94 0.26	1.28	0.05
							1.11 0.12	0.90	1.23

T A B L A 3 (continuación)

Ejemplo	Tasa (gr)	Acido VI. Acido	CaO2	FeO13	Peso Res. (gr)	diámetro de llama	§ I § K	§ K	§ No	Peso soluciones		
19 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	200	6.25	4.8	-	7.6	24.0	0.37	0.23	1.05	0.94	0.59
20 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1150°C	10	200	6.25	4.8	-	7.6	24.0	0.48	0.37	1.33	0.90	0.38
21 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 800°C	10	100	12.5	9.6	-	9.6	4.0	0.90	-	0.42	0.23	1.38
22 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	100	12.5	9.6	-	9.6	2.0	0.20	-	0.55	0.97	1.27
23 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1150°C	10	100	12.5	9.6	-	9.6	6.0	0.36	0.28	0.53	0.93	0.51
24 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	400	3.12	4.3	-	7.1	29.0	0.23	0.27	1.17	1.00	1.01
25 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	100	H2SO4 12.5	4.8	* 10% NaOH	14.5	4.0	0.91	0.33	1.29	0.2	-
26 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	100	H2SO4 12.5	-	-	9.6	4.0	0.99	0.34	1.25	0.52	0.07
27 Pegmatita de Espodumeno incinerada a 1000°C	10	100	H2SO4 12.5	4.8	1 -	14.3	-	0.39	0.08	0.38	0.78	0.86

5. En cada caso los materiales considerados son espodumeno o bien pegmatita de espodumeno y la Tabla muestra el análisis de los materiales originales, el orden de reacción sin adición de fluorita, la reacción tanto con fluorita como con cloruro férrico, la variación de la temperatura de incineración y el orden de reacción usando ácido sulfúrico en vez de ácido clorhídrico.

10. En cada caso se llevó a cabo la reacción al punto de ebullición y en cada caso menos cuando se usó ácido sulfúrico y cloruro sódico por espacio de una hora que es la excepción se continuó la reacción por espacio de dos horas.

15. La invención tiene también una aplicación principal en el campo de la preparación de mezclas de arena mineral. En la separación de estas mezclas que pueden incluir rutilo, circon monacita y una variedad de otros constituyentes minerales en la industria de "arenas de playa" y otras, ocurre frecuentemente que los granos minerales se encuentran empotrados en una funda, continua u otra, de una mezcla de materiales oxo hidroxido aluminosos y ferruginosos. Tal deposición es especialmente evidente en arenas donde ha sido activa la lateritización/bauxitización. A menos que tales fundas puedan ser retiradas de estos granos minerales, la separación de los diversos constituyentes minerales usando procedimientos convencionales, tal como la separación electrostática, no permitirá dar una división fiable en especies minerales individuales. Se ha descubierto que el uso de adiciones de fluoruro o complejos de fluoruro -particularmente fluoruro de calcio como la fluorita mineral- calentando una pasta por un tiempo incluso corto, bajo condiciones ácidas, puede retirarse estas fundas como era de esperar debido a todo el princi-

20.

25.

30.

pio de la invención.

5. Muchos depósitos de uranio están asociados con oro. Hemos descubierto que después de aplicar el proceso al mineral el oro no es alterado. Mediante la adición de un oxidante por ejemplo cloruro férrico y por tratamiento posterior se extrae la totalidad del oro. Hay medios conocidos de retirada del oro de la solución.

10. La invención es también útil para el tratamiento del níquel laterítico y otros minerales que pueden ser muy intratables. Cuando se trata estos minerales haciendo uso de la invención se retira el hierro permitiendo que sea atacado el níquel u otras sales metálicas.

15. Puede aplicarse también al tratamiento de los minerales de manganeso pues el mangánico tienen una alta constante de estabilidad y pueden ser usado en asociación con nodulos de manganeso que son generalmente considerados intratables.

20. Se comprenderá que la invención puede ser aplicada a procesos tanto por tandas como continuos y si se desean los minerales a tratar pueden reaccionar en dos o más ocasiones en recipientes de reacción diferentes.

25. Igualmente, la hidrólisis puede ser realizada por cualquier método conocido de hidrólisis, tal como evaporando parte del líquido, añadiendo agua, agua hirviendo o vapor al mismo, formando "semillas" y añadiendo éstas al líquido, por evaporación hasta la sequedad y resolución de las especies no hidrolizadas, por simple evaporación, o de otros modos.

30. La forma de hidrólisis adoptada puede ser tal que dé una precipitación selectiva de ciertos valores y, según puede verse por la descripción, la temperatura puede ser

seleccionada también para disolver selectivamente o precipitar determinados componentes.

Dentro de los criterios generales de la invención, puede introducirse muchas modificaciones en el ácido usado, la concentración, la temperatura, el tiempo de disolución o incluso la presión, ya que bajo ciertas condiciones puede resultar deseable una presión superior a la presión atmosférica.

NOTA

10. La Patente de Invención que se solicita por veinte años, para España, de acuerdo con la Vigente Legislación, deberá recaer sobre "UN METODO DE OBTENCION DE METALES O SUS SALES A PARTIR DE MATERIALES QUE CONTIENEN MINERAL", con prioridad de las Patentes en Australia nº PC 2157 de fecha 30-6-75 y nº PC 5705 de fecha 27-4-76, según las características esenciales de las siguientes:

20.

25.

30.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Un Método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, que incluye el tratamiento del material a condiciones en las que el pH es inferior a 7 y en presencia de una fuente de iones fluoruro o iones fluoruro complejos para disolver así el material y separar los metales deseados o sus sales o sus complejos del líquido resultante.
10. 2.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 1 en el que la o las constantes de estabilidad ($\log_{10} K_1$) del o de los metales a obtener son más elevadas, con relación al fluoruro que el catión de la fuente de iones fluoruro o iones fluoruros complejos.
15. 3.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que se realiza el tratamiento en presencia de un ácido.
20. 4.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 3, en el que el ácido es ácido clorhídrico.
25. 5.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la fuente de iones fluoruro o iones fluoruro complejos es fluoruro normalmente insoluble.
30. 6.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 5, en el que el fluoruro normalmente insoluble es el fluoruro de calcio.

7.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 6, en el que el fluoruro de calcio es fluorita mineral.

5. 8.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la fuente de iones fluoruro complejos es un fluosilicato.

10. 9.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que se añade una sal de un elemento que tiene una constante de estabilidad ($\log_{10} K_1$) relativa al fluoruro comprendida entre la del catión de la fuente de iones fluoruro o iones fluoruro complejos y los elementos o sales de elementos o sus complejos químicos a recuperar.

15. 10.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 9, en el que se obtienen el pH deseado usando una sal que muestra propiedades ácidas en solución acuosa.

20. 11.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 9, en el que se obtiene el pH deseado mediante la adición de un compuesto químico, que puede ser un gas, que no toma parte por sí mismo en la reacción.

25. 12.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 9, en el que la fuente de iones fluoruro o iones fluoruro complejos es un fluoruro normalmente insoluble.

30. 13.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindi-

cción 12, en el que el fluoruro de metal normalmente insoluble es el fluoruro de calcio.

5. 14.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 13, en el que el fluoruro de calcio es la fluorita.

15.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la fuente de iones fluoruro complejos es un fluocilicato.

10. 16.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que la sal metálica usada para obtener el valor de pH deseado es el cloruro férrico.

15. 17.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, en el que se añade también un ácido a la mezcla.

20. 18.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 17, cuando esta relacionada con la reivindicación 16, en el que el ácido añadido es el ácido clorhídrico.

25. 19.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que el material que contienen el mineral contiene metales o sus sales seleccionados del grupo que comprende el titanio, aluminio, cerio, tantalio, uranio, plutonio torio productos de fisión radiactivos, circonio, antimonio niobio, manganeso y plomo.

30. 20.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindi --

cción 19, en el que el retículo mineral contiene también un elemento seleccionado del grupo del litio y níquel y en el que cuando se disuelve el metal o sus sales libera el litio o níquel del retículo pudiendo ponerse éste entonces, bajo condiciones controladas, en solución.

5.

21.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que se controla las características oxidantes o reductoras de la solución.

10.

22.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 21 cuando está relacionada con la reivindicación 19, en el que el material contiene un elemento del grupo formado por el platino y el oro y en el que el elemento se disuelve como resultado del control de las características oxidantes o reductoras de la solución y se precipita posteriormente a partir de la solución.

15.

23.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que se calienta la mezcla durante la reacción, bajo presión atmosférica o una temperatura inferior o igual a la de ebullición.

20.

24.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23 en el que se efectúa la reacción durante un periodo de menos de una hora.

25.

25.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, en el que se activa el material que contiene mineral, antes de la reacción, tal como ha

30.

quedado definido más adelante.

26.- Un método de obtención de metales o sus sales a partir de materiales que contienen mineral, según la reivindicación 25, en el que se consigue la activación mediante calentamiento.

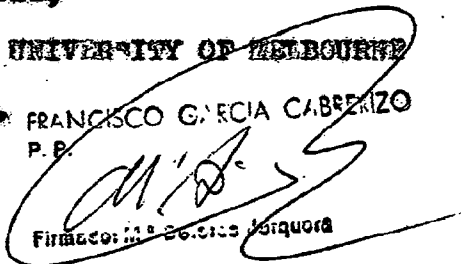
27.- UN METODO DE OBTENCION DE METALES O SUS SALES A PARTIR DE MATERIALES QUE CONTIENEN MINERAL.

Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria que consta de treinta y seis hojas, escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 30 JUN. 1976

THE UNIVERSITY OF MELBOURNE

P.P. FRANCISCO GARCIA CABERIZO
P. P.


Firmado: FRANCISCO GARCIA CABERIZO