

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 802**

51 Int. Cl.:

G21F 9/14 (2006.01)

G21F 9/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2009 E 09804131 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2374136**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico mediante calcinación y vitrificación**

30 Prioridad:

30.12.2008 FR 0859134

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

03.04.2013

73 Titular/es:

**AREVA NC (100.0%)
33 rue La Fayette
75009 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LEDOUX, ALAIN y
HOLLEBECQUE, JEAN-FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

DE JUSTO BAILEY, Mario

ES 2 399 802 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico mediante calcinación y vitrificación

- 5 La invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico que contiene por lo general mayoritariamente nitrato de sodio con nitratos de metales o de metaloides, que comprende una etapa de calcinación seguida por lo general por una etapa de vitrificación del calcinado obtenido durante la citada etapa de calcinación.
- 10 El sector técnico de la invención puede ser definido de manera general como el de la calcinación de efluentes líquidos, y más en particular el sector técnico de la invención puede ser definido como el de la calcinación de efluentes líquidos radiactivos a efectos de vitrificación de los mismos.
- 15 El procedimiento francés de vitrificación de los efluentes líquidos radiactivos incluye dos etapas. La primera etapa es una etapa de calcinación del efluente, en el transcurso de la cual se produce un secado y a continuación una desnitrificación de una parte de los nitratos, y la segunda etapa es una etapa de vitrificación por disolución en un vidrio de confinamiento del calcinado producido durante la etapa de calcinación.
- 20 La etapa de calcinación se efectúa en general en un tubo giratorio que se calienta hasta 400 °C por medio de un horno eléctrico. El calcinado sólido es triturado por medio de una barra loca situada en el interior del tubo giratorio.
- 25 Durante la calcinación de algunas soluciones, en particular de soluciones ricas en nitrato de sodio, es decir soluciones con un alto contenido de sodio en medio nítrico, se puede observar un efecto de pegado del calcinado sobre las paredes del tubo giratorio que puede conducir a un taponamiento total del tubo del calcinador.
- 30 La técnica ha consistido en añadir al efluente un compuesto considerado como no pegajoso, nitrato de aluminio, para permitir su calcinación evitando el atoramiento del calcinador.
- 35 Pero este nitrato de aluminio añadido al efluente aumenta la cantidad de vidrio a producir. En efecto, la presencia de alúmina en el vidrio aumenta su temperatura de elaboración y conduce a limitar la tasa de carga en el residuo, efluente en el vidrio, para no degradar las propiedades de confinamiento de este vidrio.
- 40 El contenido de aluminio en el vidrio no debe ser por tanto demasiado importante y por lo general está limitado a alrededor de un 15% en masa expresado como Al_2O_3 .
- 45 La cantidad de nitrato de aluminio a añadir es por lo tanto difícil de optimizar, en relación con cada nuevo efluente, siendo necesarios varios ensayos para determinar las condiciones operativas de calcinación en tubo giratorio caliente que permitan evitar los atoramientos del tubo. Hay que ajustar en especial el calentamiento del horno de calcinación y las cantidades de adyuvante de calcinación, el cual es diferente del adyuvante de dilución, y el cual consiste con frecuencia en azúcar.
- 50 Existe por tanto una necesidad en relación con cuanto antecede de un procedimiento de tratamiento por calcinación de un efluente acuoso nítrico que contenga compuestos tales como nitratos de metales o de metaloides y otros compuestos, susceptibles de formar óxidos pegajosos durante su calcinación, que permita evitar el pegado del calcinado sobre las paredes del tubo de calcinación y que, simultáneamente, limite el aumento de la cantidad de vidrio de confinamiento a producir durante la vitrificación del calcinado.
- 55 Más en particular, existe una necesidad de un procedimiento de tratamiento de efluentes susceptibles de provocar un pegado durante su calcinación, que haga uso de un adyuvante de dilución, el cual, evitando en todo caso el pegado del calcinado sobre las paredes del aparato de calcinación y el atoramiento de este último, de manera al menos tan eficaz como el nitrato de aluminio, no incremente como este último la cantidad de vidrio a producir, y no limite la tasa de carga del vidrio en el residuo.
- 60 Existe en especial una necesidad de un procedimiento de tratamiento de efluentes que contienen compuestos, tales como los nitratos de metales o de metaloides y otros compuestos, que generan óxidos pegajosos durante su calcinación, en particular de soluciones de gran contenido en nitrato de sodio, que evite el atoramiento del tubo de calcinación y disminuya las limitaciones impuestas sobre la formulación vítrea, siendo estas limitaciones debidas al aporte de aluminio en forma de nitrato de aluminio en el adyuvante de calcinación.
- 65 El objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico que contiene nitratos de metales o de metaloides, comprendiendo este procedimiento una etapa de calcinación del efluente para transformar los nitratos de metales o de metaloides en sus óxidos, que responden entre otras cosas a las necesidades mencionadas con anterioridad.
- El objeto de la presente invención es también el de proporcionar un procedimiento del tipo mencionado que no presente los inconvenientes, limitaciones, defectos y desventajas de los procedimientos de la técnica anterior, y que

resuelva los problemas de los procedimientos de la técnica anterior, en particular los procedimientos que hacen uso del nitrato de aluminio como adyuvante de dilución.

5 Este objeto, y otros más, han sido alcanzados, de acuerdo con la invención, por medio de un procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico que contiene nitratos de metales o de metaloides, que comprende una etapa de calcinación del efluente realizada en un tubo giratorio caliente para transformar los nitratos de metales o de metaloides en óxidos de los metales o metaloides, al menos un compuesto elegido entre los nitratos de metales o de metaloides y los otros compuestos que conduce durante la calcinación a un óxido pegajoso, y un adyuvante de dilución que conduce durante la calcinación a un óxido no pegajoso que es añadido al efluente con anterioridad a la
10 etapa de calcinación, procedimiento en el que el adyuvante de dilución comprende nitrato de aluminio y al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras.

Ventajosamente, el adyuvante de dilución está constituido por nitrato de aluminio y por al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras.
15

El procedimiento según la invención está, de manera fundamental, caracterizado por la utilización, durante la calcinación, de un adyuvante de dilución particular que comprende además del nitrato de aluminio, al menos un nitrato específico elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras.

20 La utilización de nitrato de hierro o de un nitrato de tierras raras en un adyuvante de dilución añadido a un efluente líquido acuoso nítrico con anterioridad a la calcinación de este efluente no ha sido mencionada nunca, ni evocada, hasta este momento.

Se comprueba que, de manera sorprendente, el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras poseen unas propiedades de limitación de la adherencia del calcinado cercanas a las del nitrato de aluminio, pero que los óxidos procedentes de estos nitratos específicos, que son óxidos conocidos como "no pegajosos", pueden disolverse igualmente en el vidrio final producido durante la etapa de vitrificación posterior.
25

La utilización de un adyuvante de dilución que comprenda un nitrato elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras en sustitución de una parte del nitrato de aluminio permite así evitar el atascamiento del tubo del aparato de calcinación durante la calcinación de efluentes que generan óxidos muy pegajosos, tales como las soluciones con un gran contenido de sodio, todo ello minimizando el aumento de la cantidad de vidrio de confinamiento a producir durante la etapa de vitrificación que sigue por lo general a la calcinación.
30

Se puede decir que, de manera sorprendente, el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras presentan las excelentes propiedades del nitrato de aluminio en cuanto a su capacidad de limitar el pegado del calcinado, y evitar con ello el atoramiento del tubo de calcinación, y presentan una ventaja en lo que concierne a la disminución de la cantidad de vidrio a producir y al aumento de la tasa de carga de residuo incorporada en el vidrio.
35

Las limitaciones impuestas sobre la formulación vítrea por los adyuvantes de dilución según la invención que comprenden, en sustitución de una parte del nitrato de aluminio, al menos un nitrato específico elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras, se reducen considerablemente con relación a los adyuvantes de dilución constituidos únicamente por nitrato de aluminio debido a la aportación más baja, casi nula, de aluminio.
40

Los nitratos de tierras raras se han de elegir, por lo general, entre el nitrato de lantano, el nitrato de cerio, el nitrato de praseodimio, y el nitrato de neodimio; y de ese modo, el adyuvante de dilución puede comprender ventajosamente nitrato de aluminio y al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro, el nitrato de lantano, el nitrato de cerio, el nitrato de praseodimio, y el nitrato de neodimio.
45

Más ventajosamente, el adyuvante de dilución está constituido por nitrato de aluminio y por al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro, el nitrato de lantano, el nitrato de cerio, el nitrato de praseodimio y el nitrato de neodimio.
50

Un adyuvante de dilución particularmente preferido según la invención está constituido por nitrato de aluminio y nitrato de hierro.
55

Otro adyuvante de dilución particularmente preferido según la invención está constituido por nitrato de aluminio, nitrato de lantano, nitrato de neodimio, nitrato de cerio y nitrato de praseodimio.

60 Las cantidades respectivas de cada uno de los nitratos de aluminio, de hierro y de tierras raras son libres desde el punto de vista de su eficacia para impedir el pegado del calcinado en el tubo y pueden ser así ajustadas en función de su impacto sobre las propiedades del vidrio de confinamiento preparado en una etapa posterior de vitrificación.

La cantidad de adyuvante de dilución añadida al efluente líquido está en función de los contenidos de compuestos pegajosos del efluente líquido (nitratos y/u otros compuestos), expresados en términos de óxidos, de la masa total de los nitratos (o eventualmente, de manera más precisa, de la masa total de las sales), expresada también en
65

términos de óxidos, contenidos en el efluente.

El efluente está por lo general constituido principalmente por una mezcla de metales y de metaloides con una mayoría de nitrato de sodio y puede contener igualmente una cantidad de nitratos de aluminio, de hierro y de tierras raras en contenidos insuficientes para evitar un taponamiento del tubo durante la etapa de calcinación.

El efluente puede contener igualmente compuestos "pegajosos" o "no pegajosos" que no sean nitratos, por lo general presentes en forma de sales tales como el ácido fosfomolibdénico que es un compuesto considerado como "pegajoso".

El procedimiento según la invención, debido a la utilización del adyuvante de dilución específico mencionado en lo que antecede, permite la calcinación sin taponamiento de todo tipo de efluentes, cualquiera que sea su naturaleza y la naturaleza de los nitratos y los nitratos pegajosos que se encuentren contenidos.

El efluente líquido tratado mediante el procedimiento conforme a la invención contiene al menos un compuesto tal como un nitrato de metal o de metaloide que conduce, durante la calcinación, a un óxido considerado como "pegajoso", tal como el nitrato de sodio, y/u otro compuesto (que no es un nitrato) que conduce durante la calcinación a un óxido considerado como "pegajoso".

En la presente descripción, se utilizan los términos "compuestos pegajosos", "óxidos pegajosos", o bien "nitratos pegajosos".

Se entiende por "compuestos pegajosos", "nitratos pegajosos" u "óxidos pegajosos", los compuestos, óxidos, nitratos que se sabe que se pegan a las paredes de los aparatos de calcinación, "calcinadores", y que inducen fenómenos de taponamiento de los calcinadores.

Los términos "compuesto pegajoso", "óxido pegajoso", "nitrato pegajoso", son términos utilizados habitualmente en este sector de la técnica, que tienen una significación bien determinada, que son conocidos por el experto en la materia y que no presentan para este último ninguna ambigüedad.

De ese modo, el (o los) compuesto(s), tal(es) como el (los) nitrato(s) y/o el (o los) otro(s) compuesto(s), que conduce(n) durante la calcinación a uno (o más) óxido(s) pegajoso(s), podrá(n) ser elegido(s) entre el nitrato de sodio, el ácido fosfomolibdénico, el nitrato de boro y sus mezclas.

El contenido de compuesto(s), tal(es) como este (estos) nitrato(s) y otro(s) compuesto(s), que conduce(n) durante la calcinación a uno (o más) óxido(s) "pegajoso(s)", en el efluente, expresado en óxido, con relación a la masa total de las sales, comprendidos los nitratos, contenidos en el efluente, expresado también en óxido, es por lo general superior a un 35% en masa.

El procedimiento según la invención permite, en efecto, la calcinación en particular de efluentes que presentan un contenido elevado de nitratos y de otros compuestos, denominados "pegajosos", a saber superior a un 35% en masa expresado en óxidos.

De manera particularmente ventajosa, el procedimiento conforme a la invención permite la calcinación de soluciones con un fuerte contenido en sodio, que son muy pegajosas.

Mediante "fuerte contenido" en sodio, más precisamente en nitrato de sodio, se entiende en general que el efluente tiene un contenido en nitrato de sodio, expresado en óxido de sodio Na_2O , con relación a la masa total de sales, comprendidos los nitratos contenidos en el efluente, expresados en óxidos, superior a un 30% en masa, con preferencia superior a un 50% en masa.

Las condiciones de la etapa de calcinación son conocidas por el experto en este sector de la técnica, y pueden ser adaptadas fácilmente en función de la naturaleza de los efluentes tratados.

Las condiciones de esta calcinación, aparte del hecho importante de que se evita cualquier taponamiento, no son modificadas fundamentalmente por la utilización del adyuvante de calcinación específico según la invención.

Las condiciones de la calcinación son en general las siguientes: temperatura alcanzada por el calcinado de alrededor de 400 °C, velocidad de rotación del tubo de 10 a 40 rpm, adición de un adyuvante de calcinación, por ejemplo del tipo del azúcar.

Esta etapa de calcinación se realiza por lo general en un tubo giratorio caliente, por ejemplo un tubo giratorio calentado por medio de un horno eléctrico con varias zonas de calentamiento independientes. Hay zonas de calentamiento que están dedicadas, de manera más particular, a la evaporación y otras a la calcinación.

Las zonas de calcinación permiten calentar el calcinado a una temperatura de alrededor de 400 °C.

La velocidad de rotación del tubo, la adición del adyuvante de calcinación y la presencia de una barra loca permiten dividir el calcinado sólido de modo que éste pueda reaccionar en buenas condiciones en la unidad de vitrificación.

5 El procedimiento de tratamiento según la invención comprende en general, tras la etapa de calcinación, una etapa de vitrificación del calcinado obtenido durante esta etapa de calcinación. Esta etapa de vitrificación consiste en una reacción entre el calcinado y un sinterizado de vidrio (vidrio preformado) para obtener un vidrio de confinamiento.

10 En otros términos, tras la etapa de calcinación, se lleva a cabo una etapa de vitrificación que consiste en elaborar un vidrio de confinamiento a partir de la fusión del calcinado producido durante la etapa de calcinación con el sinterizado de vidrio.

15 Tal y como se ha precisado con anterioridad, la utilización en el adyuvante de dilución de nitratos específicos de hierro y de tierras raras permite relajar las tensiones en cuanto a la formulación del vidrio. En particular, se puede incorporar una proporción superior de efluente en el vidrio cuando el calcinado ha sido obtenido utilizando el adyuvante de dilución según la invención en lugar de un adyuvante de dilución constituido únicamente por nitrato de aluminio.

20 En otros términos, la relación vinculante sobre el índice de incorporación de efluentes en el vidrio, debido al nitrato de aluminio, ha sido suprimida, y el índice de incorporación ha sido claramente incrementado y pasa, por ejemplo, de un 13% en masa de óxidos a un 18% en masa de óxidos con relación a la masa total del vidrio.

25 Además, el aporte importante de aluminio en el caso de un adyuvante de dilución constituido únicamente por nitrato de aluminio, tiene tendencia a hacer que se endurezca el calcinado, y tiene como consecuencia provocar una bajada de la reactividad entre el calcinado y el sinterizado de vidrio en el horno de vitrificación.

Por el contrario, la adición de hierro hace que el calcinado sea más friable y por tanto más fácil de vitrificar.

30 La vitrificación consiste en una reacción de fusión entre el calcinado y el sinterizado de vidrio para formar un vidrio de confinamiento.

35 Ésta se realiza en dos tipos de hornos: los hornos de inducción indirecta, que consisten en calentar mediante cuatro inductores un recipiente metálico en el que se ha introducido la mezcla de sinterizado/calcinado, y los hornos de inducción directa que consisten en calentar el vidrio por medio de un inductor a través de una estructura refrigerada (crisol frío) que deja pasar una parte del campo electromagnético y en el que se introduce, de forma continua, la mezcla de sinterizado/calcinado.

40 La invención va a ser descrita ahora con referencia a los ejemplos que siguen, dados a título ilustrativo y no limitativo.

Ejemplo 1 (comparativo):

En este ejemplo se describe la calcinación de un efluente que contiene un fuerte contenido de nitrato de sodio.

45 La composición de este efluente (residuo) ha sido proporcionada en la tabla 1, estando esta composición expresada en % en masa de los óxidos correspondientes a las sales contenidas en el efluente, que de forma mayoritaria son nitratos.

50 El porcentaje de óxidos está expresado en relación a la masa total de óxidos correspondientes a las sales contenidas en el efluente.

El efluente descrito en la tabla 1 que sigue, está muy cargado en especial de sodio y por consiguiente es muy pegajoso.

55 A este efluente se añade un adyuvante (adyuvante 1) de la técnica anterior que está constituido en un 100% en masa por nitrato de aluminio expresado como óxido Al_2O_3 .

Las condiciones de la calcinación son las siguientes:

60 Calcinador de cuatro zonas de calentamiento independientes, siendo la temperatura alcanzada por el calcinado de alrededor de 400 °C, siendo la velocidad de rotación del tubo giratorio que contiene la barra loca de 20 rpm, y siendo el contenido de adyuvante de calcinación de 40 g/l de la mezcla del efluente con el adyuvante de dilución.

Ejemplo 2:

65 En este ejemplo se realiza la calcinación del mismo efluente que el del ejemplo1 y descrito en la tabla 1.

Se añade a este efluente un adyuvante (adyuvante 2) según la invención que está constituido por un 75% en masa de nitrato de aluminio expresado como óxido Al_2O_3 y por un 25% en masa de nitrato de hierro expresado como óxido Fe_2O_3 .

5

Las condiciones de la calcinación son las mismas que las del ejemplo 1.

Tabla 1

Compuesto	Residuo (% en masa)	Adyuvante 1 (% en masa)	Adyuvante 2 (% en masa)
Al_2O_3		100,00	75,00
BaO	2,98		
Na_2O	56,43		
Cr_2O_3	0,56		
NiO	0,48		
Fe_2O_3	1,63		25,00
MnO_2	1,61		
La_2O_3	0,44		
Nd_2O_3	3,45		
Ce_2O_3	6,24		
ZrO_2	8,23		
MoO_3	5,71		
P_2O_5	3,49		
RuO_2	1,00		
B_2O_3	6,13		
SO_3	1,61		
	100,00		

10 **Ejemplo 3 (comparativo):**

En este ejemplo se realiza la vitrificación del calcinado obtenido en el ejemplo 1 comparativo.

15 Recordemos que este calcinado ha sido preparado utilizando un adyuvante ("adyuvante núm. 1") constituido únicamente por nitrato de aluminio.

La elaboración de un vidrio a partir del calcinado y de un sinterizado de vidrio que contiene el 1% en masa de aluminio, siendo la proporción de sinterizado en el vidrio de un 77,43%, conduce a una tasa máxima de incorporación del residuo inicial en el vidrio de un 11,6% proporcionado mediante el cálculo siguiente:

20

$$((100 - 51,27) * (13 - 1) / (51,27 - 1))$$

Ejemplo 4:

25 En este ejemplo se procede a la vitrificación del calcinado obtenido en el ejemplo 2 según la invención.

Recordemos que este calcinado ha sido preparado utilizando un adyuvante ("adyuvante núm. 2") constituido por un 75% en masa de sal de aluminio y un 25% en masa de sal de hierro.

30 Se ha determinado que la tasa de incorporación máxima del residuo inicial (es decir, con anterioridad a la mezcla) está limitada a un 11,6% de la masa de vidrio en el ejemplo 3 comparativo, mientras que en el ejemplo 4, la tasa de incorporación máxima es de un 15,6%.

35 Además, el aporte importante de aluminio por medio del adyuvante núm. 1 tiene tendencia a hacer que se endurezca el calcinado y tiene como consecuencia provocar un ligero descenso de reactividad entre el calcinado y el sinterizado de vidrio en el horno de vitrificación.

Por el contrario, el aporte de hierro con el adyuvante núm. 2, según la invención, hace que el calcinado sea más friable y por tanto más fácil de vitrificar.

Ejemplo 5:

5 En este ejemplo se describe la calcinación de un efluente constituido por un 100% de nitrato de sodio descrito en la tabla 2.

10 En un primer experimento, se añade a este efluente un adyuvante (adyuvante 1) de la técnica anterior, que está constituido por un 100% en masa de nitrato de aluminio expresado como óxido Al_2O_3 .

15 En un segundo experimento, la calcinación del nitrato de sodio ha sido realizada con un adyuvante (adyuvante 3) conforme a la invención, en el que una parte del nitrato de aluminio ha sido reemplazado por una mezcla de nitratos de lantano, de cerio, de neodimio y de praseodimio.

20 Para los dos casos, el contenido de nitrato de sodio expresado como masa de óxido total, representa el 30% en la mezcla del efluente con el adyuvante de dilución.

Las condiciones de la calcinación son las siguientes:

25 Calcinador con dos zonas de calentamiento independientes, siendo la temperatura alcanzada por el calcinado de alrededor de 350 °C, siendo la velocidad de rotación del tubo giratorio que contiene la barra loca de 35 rpm, y siendo el contenido de adyuvante de calcinación de 20 g/l de la mezcla del efluente con el adyuvante de dilución.

25 Tabla 2

	Efluente (%)	Adyuvante 1 (%)	Adyuvante 3 (%)
Na_2O	100		
Al_2O_3		100	38,05
La_2O_3			8,65
Nd_2O_3			28,56
Ce_2O_3			16,78
Pr_2O_3			7,95

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento de tratamiento de un efluente líquido acuoso nítrico que contiene nitratos de metales o de metaloides, que comprende una etapa de calcinación del efluente llevada a cabo en un tubo giratorio caliente para transformar los nitratos de metales o de metaloides en óxidos de los metales o los metaloides, al menos un compuesto elegido entre los nitratos de metales o de metaloides y los otros compuestos del efluente que conducen durante la calcinación a un óxido pegajoso, y un adyuvante de dilución que conduce durante la calcinación a un óxido no pegajoso que se añade al efluente con anterioridad a la etapa de calcinación, procedimiento en el que el adyuvante de dilución comprende nitrato de aluminio y al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro y los nitratos de tierras raras.
- 10
- 15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el adyuvante de dilución comprende nitrato de aluminio y al menos otro nitrato elegido entre el nitrato de hierro, el nitrato de lantano, el nitrato de cerio, el nitrato de praseodimio, y el nitrato de neodimio.
- 20 3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un compuesto que conduce durante la calcinación a uno (o más) óxido(s) pegajoso(s) se elige(n) entre el nitrato de sodio, el ácido fosfomolibdénico, el nitrato de boro y mezclas de los mismos.
- 25 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de compuesto(s) que conduce(n) durante la calcinación a uno (o más) óxido(s) pegajoso(s), expresado como óxido, con relación a la masa total de las sales contenidas en el efluente, expresada como óxido, es superior a un 35% en masa.
- 30 5.- Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el efluente tiene un contenido de nitrato de sodio, expresado como óxido de sodio Na_2O , con relación a la masa total de las sales contenidas en el efluente, expresada como óxido, superior a un 30% en masa, y con preferencia superior a un 50% en masa.
- 6.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de calcinación se realiza en un tubo giratorio caliente, que permite al calcinado alcanzar una temperatura de alrededor de 400 °C.
- 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, tras la etapa de calcinación se efectúa una etapa de vitrificación que consiste en elaborar un vidrio de confinamiento a partir de la fusión del calcinado producido durante la etapa de calcinación con el sinterizado de vidrio.