

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 913 226**

51 Int. Cl.:

C04B 5/00 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

C21C 5/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2015 PCT/BR2015/050148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16041039**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015 E 15842603 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022 EP 3196176**

54 Título: **Procedimiento y sistema para eliminar el potencial de expansión de escoria de acero LD y EAF**

30 Prioridad:

19.09.2014 BR 102014023373

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.06.2022

73 Titular/es:

ROLTH DO BRASIL INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTD (100.0%)
Av. Doutor José Bonifácio Coutinho Nogueira,
214, Sala 224, Jardim Madalena
13091-611 Campinas - SP, BR

72 Inventor/es:

BAUMGARTENN, SIDNEI LUIZ

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 913 226 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 y sistema para eliminar el potencial de expansión de escoria de acero LD y EAF

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de la planta de acero LD y LE, con vistas a la retirada de los elementos expandibles presentes en la escoria de la planta de acero.

10 Por medio del procedimiento de la presente invención, después de la eliminación de la capacidad de expansión de la escoria, es posible obtener productos en el área de elaboración de agregados de cemento, tales como adoquines, bloques, tubos grandes y otros, así como reciclar los materiales metálicos presentes en la escoria de acería, monóxidos de hierro (FeO) que se van a usar como materia prima para la sinterización en la producción de acero en la propia siderurgia que ha generado la escoria, y además obtener un producto que es rico en CaO y MgO libre, que se puede usar en agricultura como corrector de suelos. Por lo tanto, de acuerdo con el procedimiento de la presente invención es posible reciclar todos los compuestos generados, eliminando cualquier necesidad de eliminación de los mismos en vertederos industriales.

20 **Antecedentes de la invención**

La escoria de acería se genera en el procedimiento de fabricación del acero, como resultado de la transformación del arrabio líquido en acero.

25 La industria siderúrgica brasileña representa una producción anual de 36 millones de toneladas de acero, en la que por cada tonelada de acero producida se produce un promedio de 110 a 120 kg de escoria de las siderúrgicas LD y LE. Se estima una producción de hasta seis millones de toneladas/año de escoria de acería, que se clasifican ambientalmente como "residuos de clase II no inertes" y presentan propiedades expansivas.

30 **Técnica anterior**

En el procedimiento de transformación del arrabio en acero por medio del convertidor LD (procedimiento de Linz-Donawitz), se usa oxígeno gaseoso, que promueve la combustión de carbono y silicona, en el que se añaden el fundente y los agentes fundentes (CaO, CaO.MgO y CaF₂) para la limpieza del acero (desulfuración y desfosforación). En los hornos eléctricos de arco voltaico, los electrodos de grafito y la chatarra metálica abren el arco, iniciando el procedimiento de fusión de la carga metálica, de modo que la presencia de oxígeno de la chatarra y el oxígeno inyectado promueven la ebullición del baño líquido, con el objetivo de retirar los elementos que son perjudiciales para la calidad del acero, tales como fósforo, nitrógeno e inclusiones no metálicas incorporadas a la escoria. En el procedimiento de ebullición por inyección de oxígeno tanto en el convertidor LD como en los hornos eléctricos de arco voltaico, se incorpora a la escoria hierro metálico (Fe⁰) y monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²). Los fundentes y agentes fundentes (CaO, CaO.MgO y CaF₂) se añaden en exceso, quedando libres las partes de CaO y MgO, sin que participen en la formación de escoria.

45 Este procedimiento tiene lugar a una temperatura de hasta 1500 °C, de modo que la escoria líquida se retira rápidamente en el crisol, hasta que el acero líquido se vuelve visible. La escoria se transporta al patio de vertido, conocido como patio de escoria. Para que la escoria se manipule para la recuperación de lodos metálicos, se lleva a cabo el procedimiento de enfriamiento por chorro de agua. En este procedimiento de enfriamiento rápido, la escoria tiende a cristalizar de manera desordenada, formando cristales vítreos de estructura amorfa, en los que la parte más interna de la escoria experimentará un enfriamiento más lento, formando cristales bastante más cristalizados, formando granos de mayor resistencia.

50 Por lo tanto, analizando todos los componentes presentes en la escoria, se observa que los elementos CaO libre, MgO libre, hierro metálico (Fe⁰) y monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²) presentan capacidad de expansión.

55 El CaO y el MgO libres en contacto con la humedad (H₂O) tienden a hidratarse, formando Ca(OH)₂ y Mg(OH)₂; CaO y MgO en contacto con CO₂ tienden a formar CaCO₃ y MgCO₃. El hierro metálico (Fe⁰) en contacto con el oxígeno (O₂) tiende a oxidarse en una primera etapa a monóxido de hierro (FeO), en una segunda etapa a dióxido de hierro (Fe₂O₃); y en presencia de agua tiende a formar óxido de hierro hidratado, de acuerdo con la ecuación general de formación de herrumbre:

60 $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$

En el último proceso de oxidación, más hidratación del hierro, la capacidad de expansión puede ser tan alta como 600 veces. El procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende una etapa de secado de la escoria a una temperatura de 120 °C, seguida de una etapa de desagregación y fragmentación usando molinos de impacto y/o molinos semiautógenos, una etapa de aeroclasificación, para la retirada de elementos con capacidad de expansión, que son CaO y MgO libres, puesto que presentan una granulometría fina y, como resultado, son susceptibles de

recogerse en la etapa de aeroclasiificación, sometiéndose la escoria a un procedimiento de clasificación por tamaño, y para cada fracción existe una separación magnética de baja intensidad para retirar el hierro metálico (Fe₀) y el monóxido de hierro (FeO).

En el procedimiento de enfriamiento de la escoria de acería con agua, se produce un enfriamiento muy rápido, lo que provoca que los elementos se agrupen de manera desordenada, formando compuestos, con una estructura cristalina amorfa. Este choque térmico crea propiedades de hidraulicidad en la escoria. En el procedimiento de la presente invención, el secado de la escoria a 120 °C promueve la deshidratación de los cristales amorfos, recuperando propiedades de hidraulicidad.

La composición química de la escoria de acería, CaO + MgO + SiO₂ + Al₂O₃ + hierro, cuando se somete a temperaturas de hasta 1500 °C, tiende a formar compuestos similares presentes en el clínker, por ejemplo: silicato tricálcico (3CaO.MgO₂SiO₂), silicato dicálcico (2CaO.SiO₂) y aluminato tricálcico (3CaO.Al₂O₃), y proporciona la propiedad de hidraulicidad de los cristales amorfos, que imparte las propiedades cementosas similares al clínker.

En la actualidad, las escorias de acerías se han usado ampliamente como sustratos para carreteras. Sin embargo, es necesario eliminar el procedimiento de capacidad de expansión. Entre los procedimientos conocidos para la eliminación de la capacidad de expansión, uno de ellos consiste en realizar el curado del material por hidratación y carbonatación, lo que puede requerir hasta seis meses; el curado natural en un período de hasta dos años; y el curado forzado por vapor durante un período de 48 horas. Esta técnica requiere el consumo de una gran cantidad de agua y una gran área de almacenamiento, lo que la hace inviable desde el punto de vista ecológico y financiero y sin duda sigue siendo una gran desventaja para la industria siderúrgica.

El documento JP 2008 214150 A proporciona un procedimiento de estabilización de la escoria de fabricación de acero en polvo convirtiendo la escoria de fabricación de acero en polvo que tiene un factor de expansión alto en escoria de fabricación de acero en polvo que tiene un factor de expansión bajo. Esto se logra controlando la escoria de fabricación de acero en polvo que contiene ≥60 % en masa, una que tiene ≤1 mm de diámetro de partícula y tiene ≥3 % de factor de expansión volumétrico para contener ≥10 % en masa y ≤25 % en masa de agua y manteniéndola durante ≥5 h mientras se suministra un gas que contiene dióxido de carbono a una tasa de ≥5 Nm³/h y ≤100 Nm³/h expresado en términos de dióxido de carbono puro por 1 tonelada de escoria. Como resultado, la escoria de fabricación de acero en polvo alcanza un factor de expansión volumétrico de ≤1,5 %.

Una vez que hemos identificado los elementos que provocan la capacidad de expansión, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una vía de procedimiento para retirarlos.

Objetivos de la invención

Por lo tanto, el objetivo principal de la presente invención es eliminar la capacidad de expansión de la escoria, sin necesidad de curado por hidratación y carbonatación, además de eliminar todos los elementos que podrían experimentar expansión, tales como r: CaO libre y MgO libre. hierro metálico (Fe₀) y monóxido de hierro (FeO).

Por tanto, las ventajas del procedimiento de la presente invención en la eliminación de la capacidad de expansión consisten en:

- disminuir el tamaño del patio de almacenamiento de escoria de acería;
- generar productos de mayor valor añadido;
- utilización total de todos los productos y subproductos generados en el procedimiento de eliminación de la capacidad de expansión de la escoria de acería;
- eliminación de la responsabilidad ambiental;
- reemplazo parcial del cemento en la fabricación de agregados cementosos, tales como: adoquines, bloques, hormigones drenantes y otros;
- elevar la resistencia (MPa) de los agregados cementosos;
- reemplazo parcial del clínker en la producción de cemento;
- además, la presente invención posibilita obtener materias primas y productos con las siguientes aplicaciones:
 - agregados para la fabricación de todos los productos cementosos, tales como suelos encajables de bloques de sellado aparente y estructural bajos, medios y altos (MPa), lechadas y encofrados;
 - obtener polvos finos y superfinos que contienen CaO y MgO libres, usados en agricultura como correctores de suelos

y también en la corrección de pH en efluentes ácidos;

- obtener hierro metálico con una pureza superior a un 75 % para reemplazar la chatarra en el procedimiento de enfriamiento del acero líquido;

- obtener un producto rico en monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}), que se debe volver a sinterizar como carga de alto horno para la fabricación de arrabio;

- readquirir las propiedades de hidraulicidad de la escoria con el procedimiento de deshidratación, promovido por el procedimiento de la presente invención, similar al clínker. Este es el procedimiento por el que el material se endurece a través de su reacción con el agua y, por lo tanto, se usa para reemplazar el cemento y elevar la resistencia del cemento.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo del procedimiento de reciclaje de escoria, en el que se eliminan los elementos que provocan la capacidad de expansión;

la figura 2 es un diagrama esquemático con las etapas del procedimiento de reciclaje de escoria, en el que se eliminan los elementos que provocan la capacidad de expansión.

Descripción detallada de la invención

En las figuras 1 y 2 es posible entender las características del procedimiento de reciclaje de escoria que elimina los elementos que provocan la capacidad de expansión, que comprende las etapas analizadas a continuación en el presente documento.

La escoria de acería bruta 1 se dispone en el patio de escoria, disponible después del tratamiento primario de la escoria de acería, que comprende las siguientes etapas: retirada de los lodos metálicos más grandes, seguido de trituración y separación magnética para retirar los fragmentos metálicos más grandes. Al final del procedimiento se generan escorias separadas por diferencia de tamaño. Por ejemplo, escorias de tipos n.º 2 y 0 (cero), en las que la escoria n.º 2 tiene un tamaño medio de 102 mm (4 pulgadas) y la escoria 0 es igual o inferior a 50,8 mm (2 pulgadas).

A continuación, la escoria se transporta por volquete a la unidad de mejoramiento y alimenta un silo, que está equipado con un alimentador de zapatas 2. En una configuración de la invención dada a modo de ejemplo, el silo 2 puede tener una capacidad de aproximadamente 30 m³.

El alimentador de zapatas retira la escoria bruta del silo 2 y alimenta una trituradora primaria 3, que puede ser una central trituradora móvil n.º 8060, tal como una trituradora de mandíbula, para reducir los fragmentos a un tamaño de grano inferior a 50,8 mm (2 pulgadas). El procedimiento de trituración se lleva a cabo usando la humedad natural de la escoria. Para la escoria 0 (cero) no es necesario esta etapa de trituración primaria 3, de modo que se puede desviar de la trituradora primaria 3.

Después de la trituración primaria de la escoria de acería n.º 2, el material se recoge y transporta al separador magnético 4 para la retirada de los fragmentos metálicos más grandes, que se denominan fragmentos metálicos gruesos 5.

La escoria sin fragmentos metálicos gruesos 5 se recoge y transporta a un secador rotatorio 6. La alimentación del secador rotatorio 6 puede ser con gas caliente proporcionado por un horno de parrilla móvil 7, que tiene biomasa como fuente de energía, tal como: granza o astillas de eucalipto, fragmentos de granzas usadas, residuos de construcción civil, hojas y ramas podadas de árboles nativos y otras fuentes de biomasa. El horno de parrilla móvil genera preferentemente gas caliente a una temperatura de aproximadamente 850 °C.

Acoplado al secador rotatorio 6, para controlar la emisión de residuos a la atmósfera, así como para capturar los finos de CaO y MgO libres, hay un ciclón con un conjunto de filtros de mangas 8 y un ventilador centrífugo, del que se puede expulsar la humedad del sistema en forma de vapor.

La escoria seca 10, con una temperatura de descarga de aproximadamente 120 °C, se recoge y transporta por una cinta transportadora, que puede estar provista de una cinta que puede soportar una temperatura de hasta 150 °C, y alimenta un molino de impacto 11, tal como un molino de impacto de doble rotor. De forma alternativa, el molino de impacto se puede reemplazar por un molino semiautógeno, como por ejemplo un VSI (impactadora de eje vertical).

El molino de impacto 11 (o molino semiautógeno) está concebido para promover la desagregación y fragmentación de las escorias más grandes a un tamaño de grano de más o menos ¼" (6,35 mm).

La escoria es un agregado compuesto por cristales de estructura amorfa, cristales bien formados de mayor resistencia,

partículas finas de CaO y CaO.MgO y fragmentos metálicos. En este procedimiento de desagregación y fragmentación, las escorias de mayor resistencia se fragmentan en partículas inferiores a ¼" (6,35 mm); los agregados compuestos por cristales de estructura amorfa y los agregados de CaO y CaO.MgO se desagregan individualmente en partículas finas y superfinas.

5 El molino de impacto 11 (o molino semiautógeno) está equipado con un sistema de aeroclasificación, creando una depresión en el interior del molino, para arrastrar todas las partículas finas y superfinas, por medio de un clasificador estático 12, tal como un ciclón, acoplado al aeroclasificador.

10 Los ciclones tales como el aeroclasificador 12 tienen eficacia para retener partículas de, por ejemplo, hasta 10 micrómetros, de modo que las partículas más pequeñas se recogen en un conjunto de filtros de mangas 13 conectados al aeroclasificador 12, para liberar solo aire a la atmósfera. La depresión de arrastre se crea por el ventilador centrífugo 14 situado después del conjunto de filtros de mangas 13.

15 En la descarga 15 se recogen partículas inferiores a 100 micrómetros y superiores a 10 micrómetros, que se denominan "finos", constituidas por CaO libre, CaO.MgO libre y silicatos de calcio de estructura amorfa. En la descarga 16 del conjunto de filtros de mangas se recogen todas las partículas inferiores a 10 micrómetros, que están igualmente constituidas básicamente por CaO libre, CaO.MgO libre y silicatos de calcio de estructura amorfa.

20 Después de la desagregación y fragmentación en un molino de impacto 11, las partículas de escoria más grandes que son superiores a 150 micrómetros después se recogen en una cinta transportadora que puede resistir altas temperaturas y se transportan a un enfriador 17. El enfriador 17 proporciona enfriamiento hasta una temperatura de aproximadamente 50 °C por medio de un aeroclasificador, que puede realizar el intercambio de calor y la retirada final de todas las partículas finas y superfinas en la etapa de aeroclasificación llevada a cabo en el molino de impacto 11.

25 El aeroclasificador 17 está provisto de un ciclón 18, tal como un clasificador estático de alta eficacia, de modo que el material inferior a 10 micrómetros rechazado por el ciclón se recogerá en un conjunto de filtros de mangas 19. En la descarga del ciclón 18 se recogen las partículas inferiores a 100 micrómetros y superiores a 10 micrómetros, que están constituidas básicamente por CaO libre, CaO.MgO libre y silicatos de calcio de estructura amorfa.

30 En la descarga del conjunto de filtros de mangas 19 se recogen las partículas inferiores a 10 micrómetros, que están igualmente constituidas básicamente por CaO libre, CaO.MgO libre y silicatos de calcio de estructura amorfa.

35 La depresión del aeroclasificador 17 para realizar el intercambio de calor y realizar la depresión para retener los finos en el ciclón 18 en el conjunto del filtro de mangas 19 se proporciona por un ventilador centrífugo 20 (aire sin polvo) debidamente dimensionado, que puede liberar la humedad fuera del sistema en forma de vapor.

40 El material, después de su enfriamiento y clasificación en el aeroclasificador 17, se recoge y transporta por una cinta transportadora al tamiz vibratorio de tres niveles 21, donde el primer nivel 23 puede estar provisto de una criba de 6,35 mm (¼"); se puede proporcionar una criba de 4 mm en el segundo nivel 24; y se puede proporcionar una criba de 2 mm en el tercer nivel 25.

45 En la parte superior 22 del primer nivel 23 se genera una fracción superior a 6,35 mm (¼") que puede regresar al molino de impacto 11, cerrando el circuito.

En la parte superior del segundo nivel 24, se genera una fracción inferior a 6,35 mm (¼") y superior a 4 mm. En la parte superior del tercer nivel 25, se genera una fracción inferior a 4 mm y superior a 2 mm. En la parte inferior del tercer nivel se genera una fracción inferior a 2 mm.

50 La fracción superior a 6,35 mm (¼") se procesa en un separador magnético de baja intensidad 26, generando una escoria no magnética sin hierro metálico (FeO) y monóxido de hierro (FeO) 29, ya disponible para su uso.

55 La fracción inferior a 4 mm y superior a 2 mm se procesa en una baja densidad 27, generando una escoria no magnética sin hierro metálico (FeO) y monóxido de hierro (FeO) 30, ya disponible para su uso.

La fracción inferior a 4 mm y superior a 2 mm se procesa en un separador magnético de baja intensidad 28, generando una escoria no magnética sin hierro metálico (FeO) y de monóxido de hierro (FeO) 31, ya disponible para su uso.

60 La fracción inferior a 2 mm se procesa igualmente en un separador magnético de baja intensidad 28, generando una escoria no magnética sin hierro metálico (FeO) y monóxido de hierro (FeO) 31, ya disponible para su uso.

65 El separador magnético 26, proporcionado para la fracción inferior a 6,35 mm (¼") y superior a 4 mm, genera además una fracción magnética 32, compuesta por hierro metálico (FeO) y monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²). El separador magnético 27, proporcionado para la fracción inferior a 4 mm y superior a 2 mm, genera una fracción magnética 33, compuesta por hierro metálico (FeO) y monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²). El separador magnético 28, proporcionado para la fracción inferior a 2 mm, genera una fracción magnética 34, compuesta por hierro metálico (FeO) y monóxido

de hierro (FeO o Fe^{+2}).

5 La fracción magnética 32 (-6,35 mm (1/4") y +4 mm) se reprocesa posteriormente en un separador magnético de baja intensidad 35, en el que se generan dos productos, uno concentrado con alto contenido en hierro metálico 39 y un segundo producto con alta concentración de monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}) 38.

10 La fracción magnética 33 (-4 mm y +2 mm) se reprocesa posteriormente en un separador magnético de baja intensidad 36, en el que se generan dos productos, a saber: uno concentrado con alto contenido en hierro metálico 41 y un segundo producto con alta concentración de hierro monóxido (FeO o Fe^{+2}) 40.

La fracción magnética 34 (-2 mm) se reprocesa posteriormente en un separador magnético de baja intensidad 37, en el que se generan dos productos, uno concentrado con alto contenido en hierro metálico 43 y un segundo producto con alta concentración de monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}) 42.

15 Todas las fracciones magnéticas con alto contenido metálico (FeO) 39, 41 y 43 se recogen en una cinta transportadora y se depositan en un silo para la recepción de hierro metálico 44.

20 Todas las fracciones magnéticas con alto contenido en monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}) 38, 40 y 42 se recogen en una cinta transportadora y se depositan en un silo para la recepción de monóxido de hierro 45.

Se entenderá a partir de la descripción anterior que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios en los modos de realización preferentes de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería, caracterizado por comprender las etapas de:

- a) disponer la escoria de acería bruta (1) separada por diferencia de tamaño y transportarla a una unidad de procesamiento;
- b) alimentar una trituradora primaria (3) para reducir los fragmentos a un tamaño de grano inferior a 50,8 mm (2 pulgadas), que tiene lugar en virtud de la humedad natural de la escoria, y recoger el material procesado por la trituradora primaria (3); o para partículas de escoria con un tamaño inferior a esta granulometría, desviando el material de la trituradora primaria;
- c) transportar el material desde la trituradora primaria hasta un separador magnético (4), en el que se retiran los fragmentos metálicos superiores a un tamaño de grano determinado (5);
- d) secar la escoria sin fragmentos metálicos más grandes (5) en un secador rotatorio (6);
- e) alimentar la escoria seca (10) a un molino de impacto (11) que descarga y fragmenta la escoria a un tamaño de grano predeterminado de 6,35 mm (1/4 de pulgada);
- f) aeroclasificación con desagregación y fragmentación que se produce en el molino de impacto (11) por medio de un clasificador estático (12) que proporciona una depresión en el interior del molino, para arrastrar y recoger las partículas finas, siendo las partículas inferiores a 100 μm y superiores a 10 μm , y partículas superfinas, siendo las partículas inferiores a 10 μm ;
- g) alimentar las partículas de escoria superiores a 150 μm , después de su desagregación y fragmentación, a un enfriador (17), en el que se proporciona enfriamiento por medio de un aeroclasificador, que realiza el intercambio de calor y permite la retirada de las partículas finas y superfinas que no se han recogido en la etapa de aeroclasificación en el molino de impacto (11);
- h) disponer el material enfriado en un tamiz vibratorio (21) que tiene dos o más niveles (23, 24 y 25) provistos de cribas con tamaños predeterminados para tamizar las fracciones separadas de acuerdo con sus tamaños de grano;
- i) separación magnética de dichas fracciones en separadores magnéticos de baja intensidad (26, 27 y 28), con generación de fracciones de escoria no magnéticas sin hierro metálico y de monóxido de hierro (FeO) (29, 30 y 31), y fracciones magnéticas (32, 33 y 34) compuestas por hierro metálico y monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}); y
- j) reprocesar dichas fracciones magnéticas (32, 33 y 34) en separadores magnéticos de baja intensidad (35, 36 y 37), con generación de concentrado con alto contenido en hierro metálico (39, 41 y 43) y un producto con alta concentración de monóxido de hierro (FeO o Fe^{+2}) (38, 40 y 42).

2. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que anterior a la etapa (a) tiene lugar un tratamiento primario de la escoria de acería que comprende las siguientes etapas: (i) retirada de los lodos metálicos más grandes; (ii) secuenciación de trituración; y (iii) separación magnética para la retirada de los fragmentos metálicos más grandes, de modo que al final del procedimiento de tratamiento primario se generan escorias que incluyen partículas de escoria con un tamaño promedio de 102 mm (4 pulgadas) y partículas de escoria con un tamaño promedio igual o inferior a 50,8 mm (2 pulgadas).

3. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que en la etapa de disposición de la escoria de acería, el material pasa a la unidad de mejora, que incluye un silo equipado con un alimentador de zapatas (2) con capacidad de aproximadamente 30 m^3 .

4. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la alimentación del secador rotatorio (6) se realiza por gas caliente proporcionado por un horno de parrilla móvil (7), en base a la combustión de biomasa, que consiste en uno o más de: granza o astillas de eucalipto, fragmentos de granza usada, residuo de madera de construcción civil, hojas y ramas podadas de árboles nativos y otras fuentes de biomasa, y por que el horno de parrilla móvil preferentemente genera gas caliente a una temperatura de 850 °C.

5. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la etapa (d) comprende además controlar la emisión de residuos a la atmósfera, así como capturar los finos de CaO y MgO libres, por medio de un ciclón con un conjunto de filtros de mangas (8) y un ventilador centrífugo (9), para liberar la humedad fuera del sistema en forma de vapor.

6. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que en la etapa (e) la escoria seca se seca a una temperatura de descarga de 120 °C, se recoge y transporta al molino de impacto (11) por una cinta transportadora que puede soportar una temperatura de hasta 150 °C.

7. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que en la etapa (e) la desagregación y fragmentación de la escoria tiene lugar en un molino de impacto de doble rotor, o de forma alternativa en un molino semiautógeno con impacto de eje vertical.

- 5 8. El procedimiento para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el tamiz vibratorio de la etapa (h) es un tamiz vibratorio de tres niveles (21), en el que: i) el primer nivel (23) está provisto de una criba de 6,25 mm (1/4 de pulgada); ii) el segundo nivel (24) está provisto de una criba de 4 mm (0,16 pulgadas); y iii) el tercer nivel (25) está provisto de una criba de 2 mm (0,08 pulgadas).
9. Un sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería, caracterizado por comprender:
- 10 a) una trituradora primaria (3) para reducir la escoria de acería a un tamaño de grano inferior a 50,8 mm (2 pulgadas) en virtud de la humedad natural de la escoria;
- b) un separador magnético (4) para retirar fragmentos metálicos superiores a 50,8 mm (2 pulgadas) (5);
- c) un secador rotatorio (6) para secar la escoria sin fragmentos metálicos superiores a 50,8 mm (2 pulgadas) (5);
- d) molino de impacto (11) que recibe la escoria seca y desagrega y fragmenta las partículas de escoria superiores a 50,8 mm (2 pulgadas) hasta una granulometría predeterminada de 6,35 mm (1/4 de pulgada);
- 15 e) un clasificador estático (12) conectado al molino de impacto (11) para aeroclasificación para arrastrar las partículas finas, siendo las partículas inferiores a 100 μm y superiores a 10 μm , y las partículas superfinas, siendo las partículas inferiores a 10 μm ;
- f) un enfriador (17) para enfriar las partículas de escoria superiores a 150 μm por medio de intercambio de calor y retirada de las partículas finas y superfinas que no se han recogido por el molino de impacto (11);
- 20 g) un tamiz vibratorio (21) provisto de dos o más niveles (23, 24 y 25) con cribas de tamaños predeterminados para tamizar las fracciones separadas de acuerdo con su granulometría;
- h) separadores magnéticos de baja intensidad (26, 27 y 28), para separar las partículas, con generación de fracciones de escoria no magnéticas sin hierro metálico y de monóxido de hierro (FeO) (29, 30 y 31), y de fracciones magnéticas (32, 33 y 34) compuestas por hierro metálico y monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²); y
- 25 i) separadores magnéticos de baja intensidad (35, 36 y 37) para reprocesar dichas fracciones magnéticas (32, 33 y 34), con generación de concentrado con alto contenido metálico (39, 41 y 43) y un producto con alta concentración de monóxido de hierro (FeO o Fe⁺²) (38, 40 y 42).
- 30 10. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que se proporciona una unidad de mejora que incluye un silo equipado con un alimentador de zapatas (2) con capacidad de aproximadamente 30 m³ para transportar el material a la trituradora primaria.
- 35 11. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que la trituradora primaria (3) está dimensionada para fragmentar la escoria hasta una granulometría inferior a 50,8 mm (2 pulgadas), y se proporciona una desviación de la trituradora primaria (3) para las escorias que ya tienen esta granulometría.
- 40 12. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que el secador rotatorio (6) se alimenta con gas caliente procedente de un horno de parrilla móvil (7), en base a la combustión de biomasa, que consiste en uno o más de: granza, astillas de eucalipto, fragmentos de granza usada, residuos de madera de la construcción civil, hojas y ramas podadas de árboles nativos y otras fuentes de biomasa que pueden generar gas caliente a una temperatura de 850 °C.
- 45 13. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por que el secador (6) está además conectado a un ciclón con un conjunto de filtros de mangas (8) para controlar la emisión de residuos a la atmósfera, así como para capturar los finos de CaO y MgO libres y un ventilador centrífugo (9) para liberar la humedad fuera del sistema en forma de vapor.
- 50 14. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que una cinta transportadora provista de una cinta que puede soportar una temperatura de hasta 150 °C transporta la escoria seca a una temperatura de 120 °C al molino de impacto (11).
- 55 15. El sistema para eliminar la capacidad de expansión de la escoria de acería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que, el tamiz vibratorio (21) es un tamiz de tres niveles, en el que: i) el primer nivel (23) está provisto de una criba de 6,25 mm (1/4 de pulgada); ii) el segundo nivel (24) está provisto de una criba de 4 mm (0,16 pulgadas); y iii) el tercer nivel (25) está provisto de una criba de 2 mm (0,08 pulgadas).

FIGURA. 1A

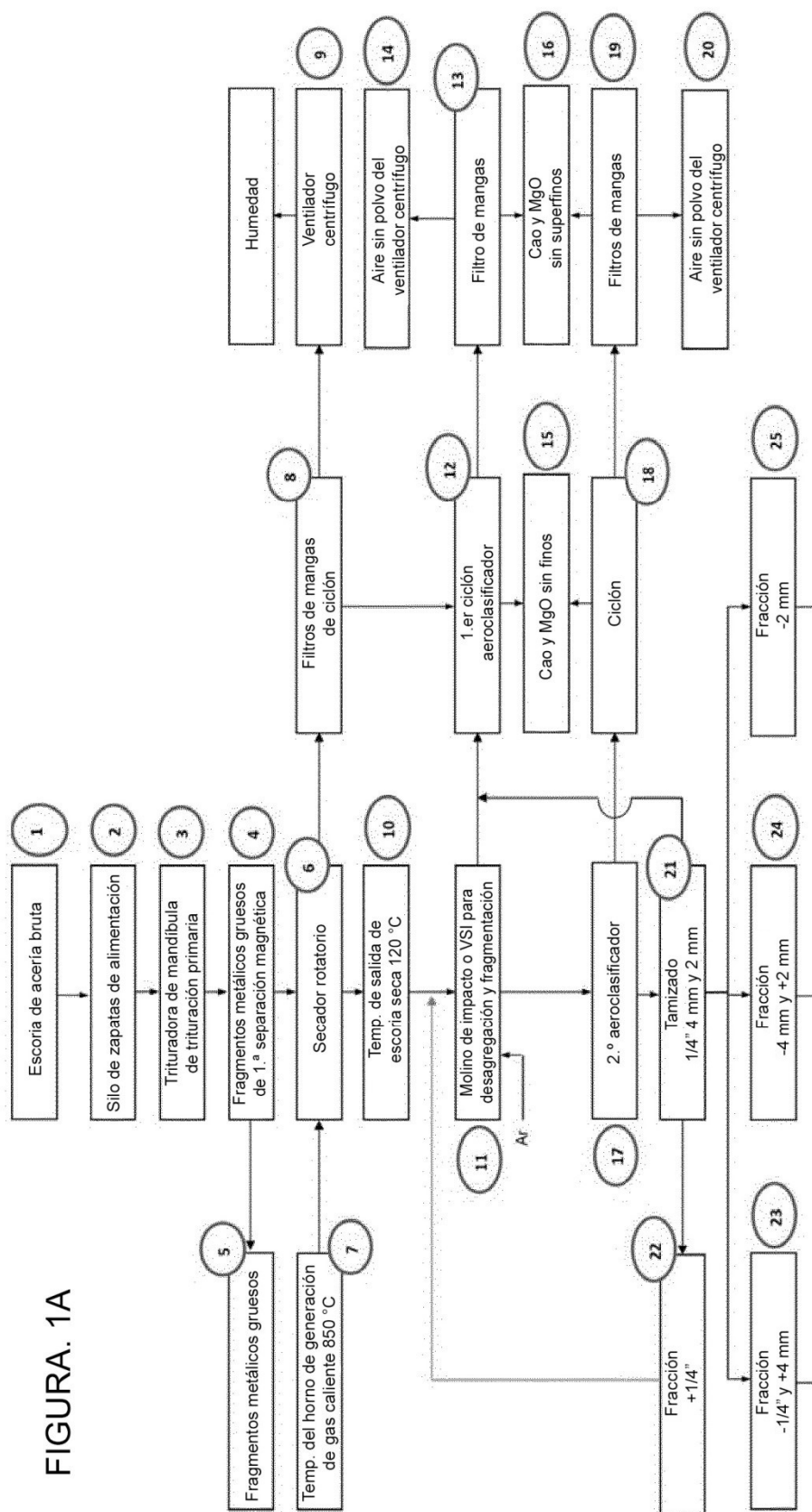
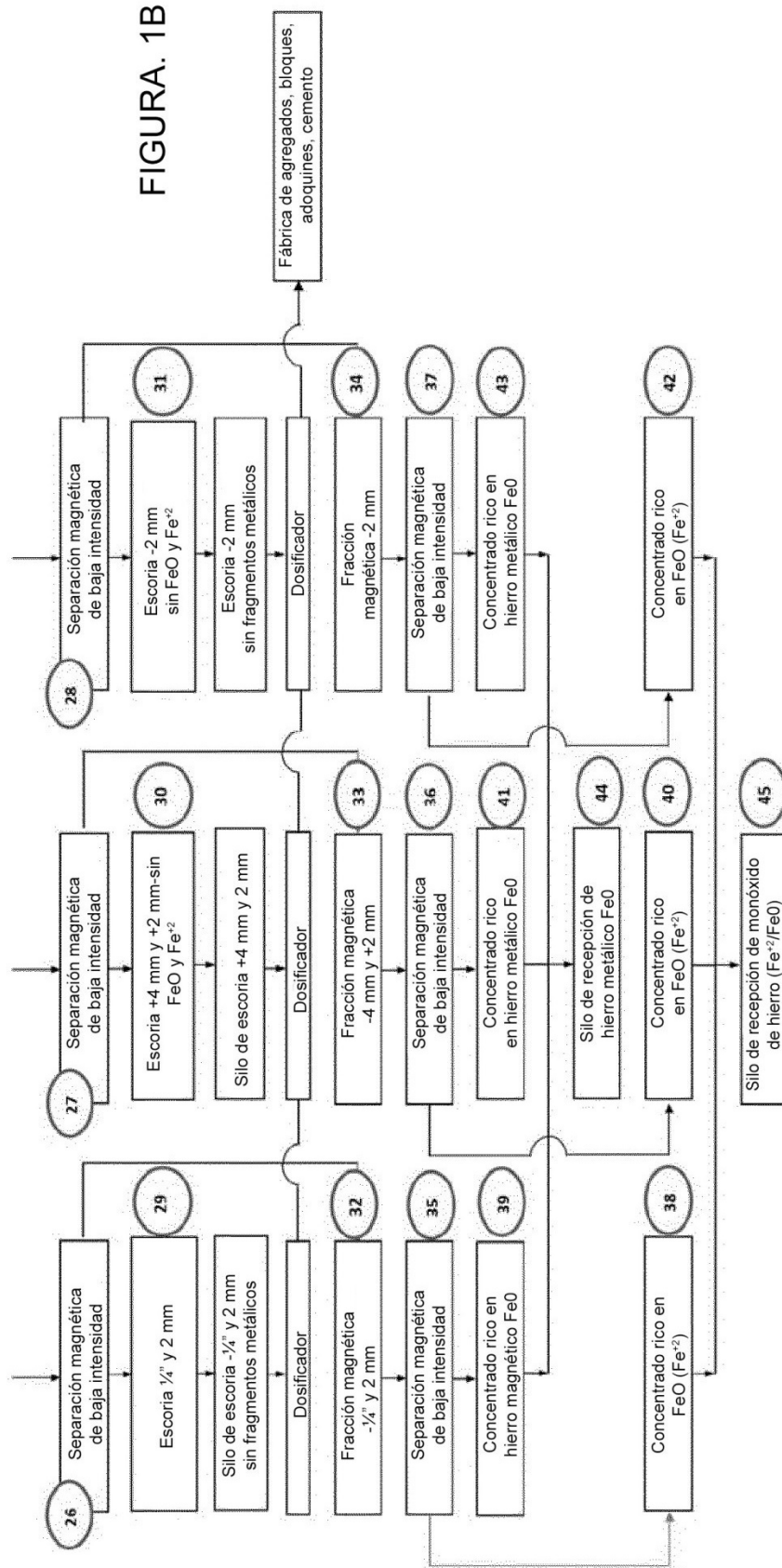


FIGURA. 1B



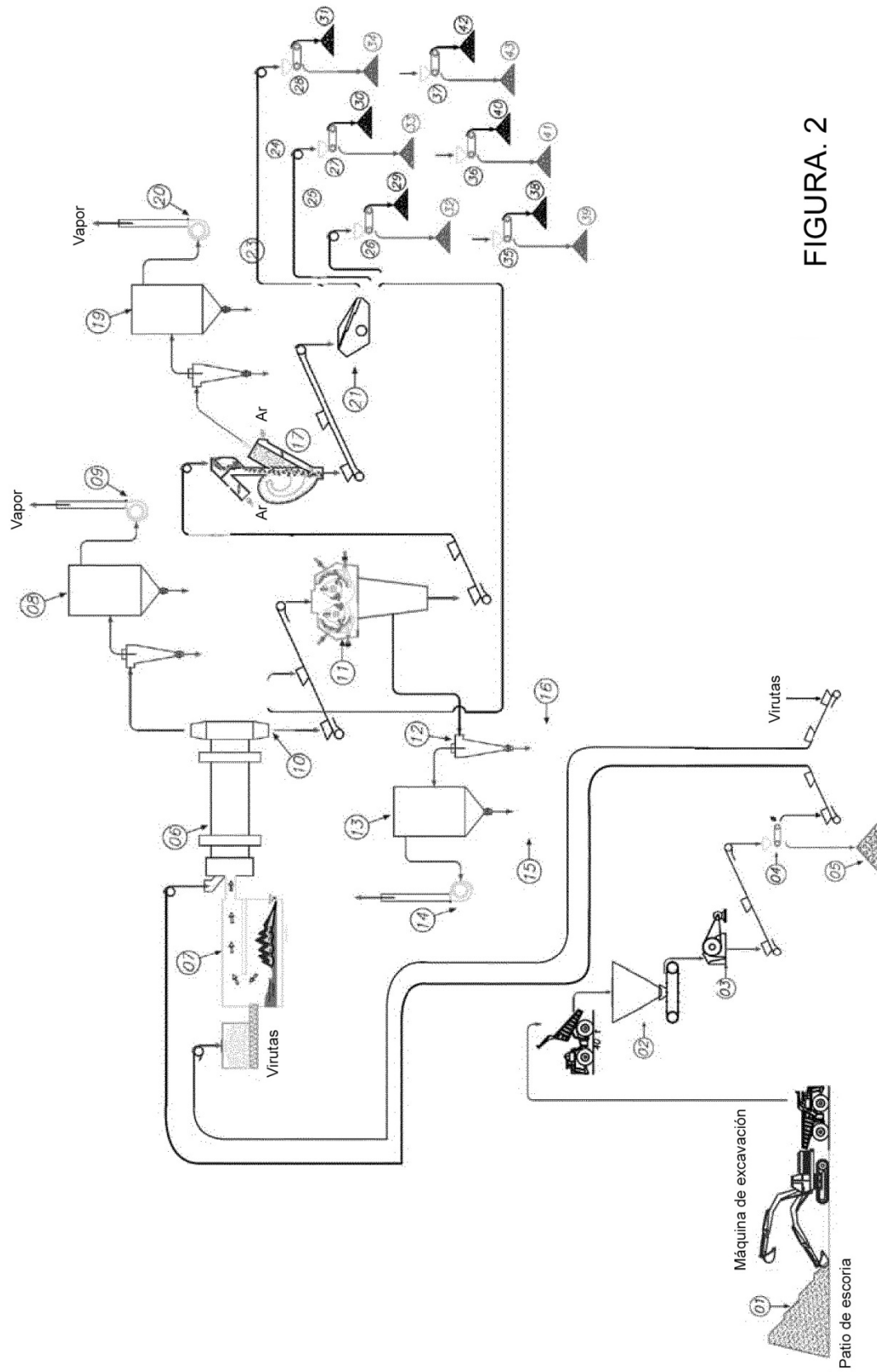


FIGURA. 2