

AÑO 1960.

Expediente núm. \_\_\_\_\_



255328

# REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

2553 23

PATENTE DE INTRODUCCION

## MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE INTRODUCCION** por diez años, en España

a favor de

Coto Minero Vivaldi y Anexas S.A., de nacionalidad  
española domiciliado en Bilbao

calle de Príncipe núm. 5

por:

« Procedimiento para la obtención de hierro partiendo de mi-  
neral conteniendo óxidos de hierro ».

Nº 16628

Agente Sr. D. Guillermo Roeb.



2553 23

*Memoria Descriptiva*

*para*

una Patente de Introducción  
por diez años, en España

*a favor de*

la r.s. Coto Minero Vivaldi y Anexas, S.A.

*residente en*

Príncipe, 5; 5<sup>a</sup> - Bilbao (Vizcaya)

*por:*

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE HIERRO PARTIENDO  
DE MINERAL CONTENIENDO OXIDOS DE HIERRO.

- 2 -



2553 23

La presente patente se refiere a metalurgia y tiene por objeto un método o procedimiento perfeccionado para la producción de hierro metálico. Más particularmente la patente se propone un método o procedimiento que ventajosa y económicamente pueda emplearse para la obtención de productos férreos metálicos de elevada graduación partiendo de materiales férreos a base de óxidos, incluidos minerales férreos de diversas graduaciones, como los minerales usuales en el comercio y algunos minerales de graduación tan baja que no pueden trabajarse industrialmente por los métodos o procedimientos hasta ahora acostumbrados. La patente se propone además proporcionar un método o procedimiento que ventajosa y económicamente puede emplearse para la obtención de productos férreos metálicos de elevada graduación partiendo de minerales férreos de diversas graduaciones, gracias al empleo de materiales reductores carbonosos de diversas graduaciones y tipos, incluidos los materiales carbonosos usuales en el comercio, como carbón y coque de elevada graduación, y algunos materiales carbonosos reductores, por ejemplo carbón de baja graduación, madera y virutas de madera de calidad metalúrgicamente demasiado pobre para emplearse industrialmente en los métodos y procedimientos hasta ahora usuales para recuperar el hierro de sus minerales.

La patente aprovecha el calor contenido en escoria fundida como fuente de calor para activar la reducción al estado metálico del hierro contenido en su mineral.



2553 23

5 En una forma de ejecución de la patente, una carga consti-  
tuída (1) por material férreo a base de óxido, (2) material  
fundente para combinarse con la ganga contenida en el mate-  
rial férreo a base de óxido, y (3) material sólido carbonoso,  
se coloca sobre la superficie de un baño de escoria fundida  
mantenido a una temperatura suficientemente elevada para pro-  
porcionar substancialmente todo el calor requerido para la  
fusión del material fundente y de la ganga de la carga con  
10 producción de escoria fundida y para efectuar y activar la  
10 reducción del hierro del material férreo a base de óxido de  
la carga por medio del material reductor carbonoso de la misma  
carga, con producción de hierro metálico fundido que se se-  
para de la escoria fundida.

15 La patente permite aprovechar ventajosamente  
material férreo finamente dividido a base de óxido. En la  
práctica de la patente el material férreo finamente dividido  
a base de óxido se mezcla con material fundente finamente di-  
vidido y material carbonoso sólido finamente dividido para  
formar una carga finamente dividida, en la que los componen-  
20 tes se encuentran íntimamente mezclados. La mezcla íntima de  
los componentes de la carga en formas finamente divididas  
favorece la reducción del hierro de su óxido y facilita la  
producción de hierro metálico y la recuperación del hierro  
de material férreo a base de óxido, en estado metálico cuando  
25 la carga que lleva los componentes íntimamente mezclados se  
coloca sobre la superficie del baño de escoria fundida.



2553 23

Para llevar a la práctica el procedimiento según la patente puede emplearse material férreo a base de hierro conteniendo hierro en estado ferroso, por ejemplo óxido ferroso, o en estado férrico, por ejemplo óxido férrico o tanto en el estado ferroso como en el estado férrico.

Nosotros preferimos emplear caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia (caldeo de arco-resistencia) para mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada para proporcionar el calor requerido para la fusión del material fundente de la carga y para efectuar y activar la reducción del hierro del material férreo a base de óxido mediante el material carbonoso reductor. El caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia empleado según la presente patente, comprende el aprovechamiento del calor desarrollado por uno o más arcos extendidos entre las extremidades formadoras del arco de los electrodos y la superficie superior del baño de escoria fundida, más el calor desarrollado a consecuencia de la resistencia de la escoria del baño al paso de la corriente eléctrica a través de la misma, al correr o pasar entre los electrodos.

Si empleamos material férreo finamente dividido a base de óxido para formar una carga para la reducción, preferimos emplear carbón como el material sólido carbonoso de la carga, preferentemente carbón con propiedades coqueantes o fundentes, si es posible, y para calentar la mezcla de la carga a una temperatura superior a la temperatura de



2553 23

fusión o coquización del carbón, antes de colocar la carga sobre la superficie del baño de escoria fundida. Empleando carbón y particularmente carbón con propiedades coquizantes o fundentes, conseguimos varias ventajas. Así, empleando carbón de cualquier tipo como material sólido carbonoso reductor, conseguimos una reducción importante en el coste del material reductor en comparación con el coste del coque comúnmente empleado en los procedimientos de reducción y recuperación del hierro. Empleando carbón con propiedades fundentes o coquizantes y calentando la mezcla de la carga a una temperatura superior a la temperatura de fusión o coquización del carbón, conseguimos una mezcla más estable íntima y por tanto más eficaz de los componentes de la carga para los efectos del carbón como fundente o coquizante, que actúa como material de ligazón de los otros componentes de la carga y se suprime por completo o se evita en grado importante la tendencia de las partículas a separarse o segregarse, tendencia que caracteriza a las mezclas sueltas de materiales finamente divididos. Si se quiere, el caldeo de la carga antes de colocarla sobre la superficie del baño de escoria fundida, puede controlarse para efectuar la reducción al estado ferroso o al estado metálico de una porción del hierro del óxido del mismo contenido en la carga. En la práctica de la patente, al emplear carbón con propiedades fundentes o coquizantes, preferimos realizar el tratamiento térmico para efectuar la fusión o coquización, haciendo pasar la

5

10

15

20

25

- 6 -



2553 23

5

10

15

20

25

mezcla de la carga a través de un horno rotatorio o de otro dispositivo adecuado provisto de medios calentadores adecuados, en el que se mantenga el revolvimiento de la carga con objeto de conservar los componentes de la misma carga en el estado requerido de íntimamente mezclados, mientras todavía se encuentran en estado de fina división, de suerte que, cuando tiene lugar la fusión o coquización, los componentes queden fijados en su asociación íntima requerida y se forme una carga esencialmente homogénea. El caldeo de la carga sirve para efectuar la vaporización de las sustancias volátiles del carbón con el resultado doblemente ventajoso de proporcionar un material volátil combustible que puede quemarse y preferentemente se quema para proporcionar una parte del calor requerido para el tratamiento térmico, y la de evitar introducir dentro del horno eléctrico las sustancias volátiles del carbón con los siguientes inconvenientes resultantes de la gasificación de las sustancias volátiles dentro del horno eléctrico. El revolvimiento de la carga durante el tratamiento térmico para la coquización, asegura la producción de un material granular muy suelto que puede someterse al subsiguiente tratamiento reductor en mejores condiciones que el material apelonado. El material granular favorece el manejo y la carga fácil y por consiguiente facilita la reducción. En general, la fusión o coquización en una extensión o grado adecuado puede efectuarse a una temperatura de unos 500°C a 600°C.



# 2553 23

El control del caldeo preliminar de la carga para efectuar la reducción de una parte del hierro de su óxido, proporciona la ulterior ventaja de reducir el peligro resultante del soplado cuando la carga se ha de tratar después en un horno eléctrico de arco, gracias a reducir la cantidad de oxígeno, que se debe combinar con carbono y se expulsa en la forma de monóxido de carbono, para la producción de una cantidad dada de hierro metálico en el horno eléctrico de arco.

Empleando el caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia, (caldeo de arco-resistencia) para mantener el baño de escoria fundida a la temperatura requerida, preferimos emplear un horno cubierto de arco eléctrico provisto de uno o varios electrodos extendidos verticalmente. En el funcionamiento de este horno durante el desarrollo del procedimiento de la patente, manteniendo los extremos generadores del arco de uno o más electrodos a una proximidad suficientemente corta respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida, para impedir la disipación del calor desarrollado en el arco, por reflexión, y para asegurar la entrega al baño de escoria fundida substancialmente de todo el calor desarrollado en el arco, e introducimos el material de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en él, en tal proporción que se mantenga una zona de baja presión adyacente a las extremidades generadoras del arco de uno o más electrodos.

- 8 -



2553 23

5

El establecer zonas de baja presión da por resultado el evitar el soplado periódico frecuente de la carga por fuera del horno, con el consiguiente peligro para los operarios y con la perturbación del funcionamiento que tiene lugar a consecuencia de no poderse fijar de antemano ni controlar las proporciones de la reacción y de las zonas de alta presión creadas por el establecimiento de lechos profundos de material de carga alrededor de los electrodos según que hasta ahora se venía practicando.

10

La introducción de la carga en el interior del horno eléctrico se realiza en tal proporción que se deposita en la superficie del baño fundido entre las paredes del horno y los electrodos, sin correr en contacto con los electrodos o en tal proporción que corra en contacto con los electrodos y forme alrededor de los mismos una capa de una profundidad de solo unas pocas pulgadas.

15

20

25

El empleo de un horno cubierto de arco eléctrico con caldeo combinado de arco eléctrico y de resistencia (caldeo de arco-resistencia) en conformidad con la patente, permite controlar o regular eficazmente el carbono en el hierro fundido producido. Así, por ejemplo, si la cantidad de material carbonoso, contenida en la carga introducida en el horno eléctrico, equivale substancialmente a la cantidad teóricamente requerida para reducir el hierro de su óxido contenido en la carga, se producirá un hierro metálico fundido conteniendo no más de unos dos por ciento (2%) de car-



28  
**2553 23**

5 bono en peso. Reduciendo más la cantidad de material carbonoso en la carga a cantidades inferiores a la cantidad teóricamente requerida para reducir el hierro de su óxido contenido en la carga, podrá obtenerse un producto de hierro metálico fundido con diversas cantidades de carbono, desde unos dos por ciento (2%) hasta menos de uno por ciento (1%).  
10 Incorporando a la carga del horno eléctrico diversas cantidades de carbono, superiores a la cantidad teóricamente requerida para reducir el hierro de su óxido contenido en la carga, se podrán obtener productos de hierro metálico fundido conteniendo carbono en cantidades entre dos por ciento (2%) y las cantidades contenidas en el lingote ordinario de hierro.

15 Al llevar a la práctica el procedimiento según la patente, todo el material carbonoso que se ha de emplear para reducir el hierro de su óxido en el horno eléctrico, puede introducirse dentro del horno en mezcla con los otros componentes de la carga reductora o una porción puede introducirse en el horno en mezcla con los otros componentes de la carga total y otra porción puede introducirse separadamente en el horno eléctrico de arco.  
20

25 La disipación del calor, desarrollado en el arco, por reflexión puede impedirse satisfactoriamente manteniendo los arcos con una longitud no mayor de próximamente media pulgada. Una zona de presión convenientemente baja adyacente a uno o varios electrodos puede mantenerse limitando la profundidad del material de carga inmediatamente próxima

- 10 -



2553 23

a uno o varios electrodos hasta un máximo de doce (12) pulgadas.

5 Al trabajar en el horno eléctrico empleando el caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia (arco-resistencia) en conformidad con la patente, los extremos de uno o más electrodos se mantienen preferentemente, con relación a la vertical, en posiciones del orden entre próximamente media pulgada ( $1/2''$ ) sobre la superficie del baño de escoria, y de dos pulgadas ( $2''$ ) por debajo de la superficie del baño de escoria. La inmersión o penetración de uno o de los varios electrodos en o dentro del baño de escoria en una pequeña profundidad, permitirá mojar los electrodos por la escoria, hará posible retener el carácter del caldeo por arco-resistencia de la operación, aprovechando constantemente el calor desarrollado en el arco más el calor desarrollado por la resistencia de la escoria del baño de la misma al paso de la corriente eléctrica entre los electrodos a través de la misma. La salida del horno se controla para mantener en el mismo horno un baño de escoria con una profundidad no inferior a unas tres pulgadas ( $3''$ ) con objeto de mantener constantemente entre las extremidades generadoras del arco de los electrodos y el metal por debajo del baño de escoria una capa de escoria con una profundidad de por lo menos una pulgada ( $1''$ ).

25 El mantener constantemente dentro del horno un baño de escoria fundida de una profundidad adecuada con



2553 23

una capa de escoria fundida dispuesta entre los extremos  
productores del arco de los electrodos y el metal fundido  
por bajo del baño de escoria permite emplear voltajes esen-  
cialmente constantes con un factor de potencia esencialmente  
5 constante y hace posible el trabajo uniforme del horno.

Gracias a funcionar el horno constantemente  
como un horno de arco-resistencia con arcos cortos y con  
resistencia constante o esencialmente fija gracias al control  
de la profundidad del baño de escoria fundida y gracias a las  
10 disposiciones de los electrodos, podemos trabajar de forma  
esencialmente constante con un factor de potencia de unos  
95% ó mejor, en comparación con los factores de potencia de  
75% á 85%, con los que los hornos eléctricos de acero traba-  
jan según la práctica ordinaria hasta ahora seguida.

En el funcionamiento del horno eléctrico de  
arco se colocan reguladores automáticos del electrodo para  
mantener los electrodos en posiciones constante o esencial-  
mente fijas con relación a la superficie del baño de escoria  
fundida, ya que para un tipo particular de operación la esco-  
ria es de una composición esencialmente constante y por con-  
siguiente de resistencia constante. Cuando conviene aumentar  
o disminuir la temperatura del baño de escoria fundida para  
alguna operación particular, se aumenta o disminuye el vol-  
taje y el regulador del electrodo se ajusta para mantener la  
20 longitud del arco dentro del órden requerido (equivalente a  
la longitud del arco establecida gracias a mantener los ex-  
25

12 -



2553 23

5 tremos generadores del arco de los electrodos en una posición,  
con relación a la vertical, entre próximamente media pulgada  
(1/2") por encima de la superficie del baño de escoria, y de  
dos pulgadas (2") por debajo de dicha superficie). Siguiendo  
este procedimiento la resistencia se mantiene constante y  
consiguientemente se aumenta o disminuye la energía aplicada.

10 Preferimos emplear un horno de arco eléctrico  
con una capacidad receptora de cincuenta (50) a cien (100)  
ó más toneladas de hierro fundido, y al llevar a la práctica  
el procedimiento según la presente patente, preferimos san-  
grar el horno a intervalos cuando la cantidad de hierro fun-  
dido en el horno es igual o sustancialmente igual a la capa-  
15 cidad receptora del horno. La producción de cargas tan gran-  
des proporciona metal fundido en cantidades suficientemente  
grandes para conservar suficiente calor sensible que permita  
transportarlo en calderos a los locales de vaciado o a otros  
hornos, sin que se forme la desagradable costra superficial.

20 En conformidad con la patente el material  
férreo a base de óxido puede someterse a uno o más tratamien-  
tos que supongan el empleo de calor para efectuar la reduc-  
ción del hierro a estado metálico, y la producción de un pro-  
ducto de hierro metálico fundido y de un producto de escoria  
fundida. Así, por ejemplo, (1) el material férreo a base de  
25 óxido puede incorporarse a una carga sólida constituida por  
material carbonoso reductor y material adecuado fundente, y  
la carga sólida, sin caldeo precedente o sin caldeo precedente  
a tal grado que alteraría su composición inicial con relación



2553 23

5 al óxido de hierro, puede colocarse sobre la superficie de un baño de escoria fundida mantenido a una temperatura su-  
ficientemente elevada para proporcionar el calor requerido para efectuar una reducción conveniente económica y esencial-  
mente completa del hierro con producción de hierro metálico fundido y de escoria fundida, ó (2) una carga constituida por material férreo a base de óxido, material carbonoso re-  
ductor y material fundente adecuado, puede someterse a un  
tratamiento térmico preliminar para efectuar la reducción al  
10 estado metálico de una porción del hierro del material fé-  
rreo a base de óxido, con producción de un producto granular, y el producto granulado del tratamiento térmico preliminar puede colocarse sobre la superficie de un baño de escoria  
fundida mantenido a una temperatura suficientemente elevada  
15 para proporcionar el calor requerido para efectuar la fusión del hierro metálico producido en el tratamiento térmico pre-  
liminar y la conveniente reducción económica o sustancial-  
mente completa del hierro restante no reducido del material férreo a base de óxido, con producción de hierro metálico  
fundido y de escoria fundida; ó (3) en el tratamiento del  
20 material férreo a base de óxido conteniendo uno o más ele-  
mentos no férreos, como cobre, níquel, cobalto, y hierro, una carga sólida constituida por el material férreo a base de  
óxido, material fundente adecuado y material carbonoso reduc-  
tor en una cantidad limitada, suficiente para efectuar la re-  
25 ducción al estado elemental del elemento no férreo, puede

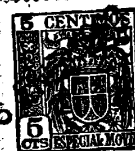
14

2553 23



5 colocarse directamente (sin someterla a un caldeo preliminar)  
o después de habersela sometido a un tratamiento térmico pre-  
liminar, sobre la superficie de un baño de escoria fundida  
mantenido a temperatura suficientemente elevada para propor-  
10 cionar el calor requerido para efectuar la reducción perse-  
guida y la fusión, con producción de un producto metálico fun-  
dido conteniendo el elemento o elementos no férreos y una es-  
coria fundida conteniendo óxido de hierro, y el producto de  
la escoria fundida, juntamente con suficiente material carbo-  
15 noso reductor para efectuar la reducción de la cantidad dese-  
ada de hierro del óxido de hierro contenido en la escoria,  
puede colocarse en un horno conteniendo un baño de escoria  
fundida mantenido a una temperatura suficientemente elevada  
para proporcionar el calor requerido para la reducción del  
20 hierro del óxido del mismo, con producción de hierro metálico  
fundido y escoria fundida.

Con preferencia el horno en que se coloca la  
escoria fundida de hierro a base de óxido, resultante de la  
operación realizada para obtener un producto metálico contienien-  
25 do metales no férreos, es un horno eléctrico de arco pro-  
visto de uno o más electrodos extendidos verticalmente y ma-  
niobrados en conformidad con los principios y prácticas aquí  
expuestas con relación a factores tales como el control de la  
longitud del arco, las posiciones relativas de los extremos  
generadores del arco de los electrodos y las superficies de  
los baños de escoria fundida, el impedimento de la disipación



26  
2553 23

5 del calor desarrollado en el arco y el aprovechamiento del calor desarrollado en el arco más el calor desarrollado a consecuencia de la resistencia de la escoria a la corriente o al paso, a través de la misma, de la corriente eléctrica entre los electrodos.

10 El caldeo preliminar de una carga para efectuar la granulación con reducción controlada del hierro al estado metálico en conformidad con la patente, puede llevarse a cabo a temperaturas entre unos 500°C y el punto de fusión del hierro metálico producido. Con preferencia la reducción se realiza a una temperatura en la zona superior del campo extendido desde 500°C hasta el punto de fusión del hierro metálico que puede producirse. Una temperatura adecuada para facilitar la reducción del hierro con producción de un producto granular adecuado, se encuentra justamente o justamente por debajo de la temperatura de fusión de la escoria - preferentemente a una temperatura a la que tiene lugar un reblandecimiento suficiente de la carga sometida al tratamiento de reducción para la obtención de un producto sinterizado o fritado muy suelto o libremente móvil. El ajuste de las proporciones de los materiales formadores de la escoria presentes en la carga puede realizarse ventajosamente para conseguir una reducción eficaz a temperaturas de sinterización o a temperaturas de fusión incipiente del orden de unos 1100°C a 1300°C.

25 El procedimiento completo preferido de la pa-

16-



# 2553 23

5           tente comprende dos o más etapas, dependiendo de la composi-  
ción del mineral tratado, incluidas una etapa preliminar de  
reducción a baja temperatura y una etapa de fusión. Cuando  
el hierro es el único elemento metálico económicamente re-  
cuperable existente en el mineral o cuando se busca un pro-  
ducto metálico único comprendiendo solamente el hierro del  
mineral o que comprenda el hierro y cualquier otro elemento  
metálico presente en el mineral, el procedimiento completo  
preferido de la patente para la producción de un producto  
10           metálico a base de hierro, puede consistir en una fase de  
reducción a baja temperatura para la obtención de un producto  
granular sinterizado comprendiendo el hierro metálico redu-  
cido y otra etapa de fusión y reducción destinada a recibir  
y tratar el producto sinterizado para la producción de un  
15           baño fundido formado por capas separables de metal fundido  
y de escoria fundida.

          Cuando el procedimiento de la patente se  
aplica para el tratamiento de un mineral de hierro contien-  
do uno o más de los metales no férreos, níquel, cobalto y  
20           cobre, la fusión y reducción puede realizarse en dos etapas,  
en la primera de las cuales se obtiene un producto metálico  
fundido conteniendo una gran proporción o sustancialmente  
todo o todos los metales no férreos y una pequeña cantidad  
de hierro, y en la segunda etapa un producto metálico fun-  
25           dido conteniendo el resto del hierro metálico producido.  
Cuando el procedimiento de la patente se emplea para el



26 MF

2553 23

5

tratamiento de un mineral de hierro muy fosforoso, puede emplearse un procedimiento similar al empleado en la separación de los metales no férreos, para obtener un producto metálico comprendiendo algo de hierro y rico en fósforo en la primera etapa o etapa preliminar de fusión y reducción, y un producto conteniendo el resto del hierro en una segunda etapa o etapa principal de fusión y reducción.

10

Para fundir el mineral que se ha de tratar y producir una carga adecuada de reducción en conformidad con la patente, incorporamos al mineral de hierro de la carga, material sólido carbonoso y material fundente, por ejemplo cal (como tal o en forma de caliza) y sílice, según se requiera, para fundir la ganga del mineral y los elementos o componentes generadores de ceniza del material carbonoso.

15

Los componentes de la carga se seleccionan para conseguir la producción de una escoria con una relación molecular cal-sílice del orden de 0,7 á 3,0 moléculas de CaO por 1,0 molécula de SiO<sub>2</sub>. En cualquier modificación del procedimiento de la patente puede emplearse cualquier relación conveniente

20

cal-sílice, aunque nosotros preferimos emplear relaciones dentro del orden de 0,7 á 1,5 CaO respecto a SiO<sub>2</sub> para la reducción selectiva del hierro con objeto de eliminar el fósforo, azufre, arsénico, cobalto, níquel etc. y de 1,5 á 2,6 próximamente, para reducir y refinar el hierro en la segunda etapa, o, cuando se emplean minerales de hierro de alta graduación en la carga primitiva y relativamente no existen im-

25

18-



2553 23

purezas. En general, cuando se emplea el horno eléctrico para la fusión y reducción, pueden utilizarse relaciones más elevadas de  $\text{CaO}$  respecto a  $\text{SiO}_2$ , dependiendo de que se quiera un acero afinado o un hierro en lingotes como producto final.

5

10

15

20

25

Nosotros podemos incorporar a la carga que se ha de someter al tratamiento preliminar de reducción y sinterización para obtener un producto granular, toda o cualquier porción requerida de la cantidad total necesaria de material sólido carbonoso y podemos controlar los tratamientos de reducción y sinterización, con relación a los tiempos, temperatura y adiciones de materiales fundentes, de manera que se efectúe la reducción del hierro por medio de todo el material carbonoso o de cualquier proporción conveniente del mismo. Cuando se emplea una cantidad de material sólido carbonoso inferior a la cantidad requerida para efectuar la reducción completa, puede agregarse material sólido carbonoso reductor adicional a la carga utilizada en la subsiguiente operación de fusión y reducción. Cuando el tratamiento reductor y sinterizador se controla de manera que la reducción se efectúe por medio de solo una porción del material sólido carbonoso, la ulterior reducción puede efectuarse en la etapa de fusión y reducción subsiguiente al tratamiento de reducción y sinterización. En una forma preferida de ejecución de la patente incorporamos a la carga que se ha de someter al tratamiento preliminar de reducción y sinterización, material sólido carbonoso reductor en cantidad suficiente para reducir



2553 23

5 todo el hierro del mineral de hierro de la carga, y el tratamiento preliminar de reducción y sinterización lo conducimos de modo que se efectúe la reducción de una gran proporción del hierro, no siendo muy importante la reducción completa ya que la ulterior reducción podrá tener lugar en la siguiente etapa de fusión y reducción.

10 Para formar una carga en conformidad con la patente preferimos mezclar íntimamente los diversos componentes, incluidos el mineral, el material sólido carbonoso y el material fundente. Los materiales pueden triturarse a cualquier grado conveniente de finura y pueden emplearse cualesquiera métodos mezcladores y dispositivos adecuados. Para la mezcla más eficaz preferimos moler conjuntamente en un molino 15 adecuado los diversos componentes de la carga. Una carga en la que todos los materiales están finamente divididos y una gran proporción de las partículas son suficientemente pequeñas para atravesar un tamiz de 10 mallas, permite conseguir una sinterización y reducción con producción de un producto granular. Las cargas con partículas más pequeñas permiten un 20 contacto más íntimo de los componentes y contribuyen a una sinterización y reducción más rápidas.

25 La sinterización se realiza preferentemente a tal temperatura que la cal empleada para la fusión pueda combinarse químicamente con la sílice existente en la carga. De este modo la cal actúa más eficazmente como agente fundente durante los tratamientos de reducción y fusión. El tra-

- 20 -  
2553 23



tamiento sinterizador puede también dar por resultado la producción de compuestos cálcicos de hierro que son más fácilmente reducibles que los compuestos de hierro contenidos en el mineral primitivo de hierro.

5

10

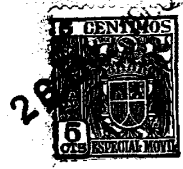
15

20

25

El tratamiento preliminar de reducción y sinterización constituye una parte importante del trabajo total requerido para recuperar de su mineral el hierro metálico. Así, por ejemplo, se puede reducir una proporción grande del hierro poniendo los materiales formadores de la escoria en situaciones en las que pueden funcionar con gran eficacia para formar productos de escoria fundida en el subsiguiente tratamiento de fusión, y el material sólido carbonoso se pone en situación y en condiciones para actuar eficazmente en el subsiguiente tratamiento de fusión y reducción cuando se efectúa solo una reducción parcial en la operación preliminar de reducción y sinterización y en ella se entrega al horno de fusión un producto sinterizado granular que puede elevarse rápidamente a temperaturas de fusión de la escoria y del metal, para efectuar el trabajo completo y total de la reducción, de la fusión y de la separación de la escoria y del metal remanente, que se han de efectuar para producir un metal útil.

Cualquier tipo adecuado de horno puede emplearse para realizar el tratamiento de reducción y sinterización. Nosotros preferimos emplear un tambor rotatorio del tipo de tambor para cemento o un horno sinterizador del tipo de hogar móvil, por ejemplo el horno sinterizador Dwight-Lloyd o un tambor de túnel.



2553 23

5

Quando se trabaja eficazmente para recuperar hierro solo, el presente procedimiento se convierte en un procedimiento de dos etapas, en el que la etapa de reducción y formación de la escoria se lleva a cabo a una temperatura baja para producir un producto parcial o totalmente sinterizado y parcial o totalmente reducido, y la etapa de fusión y refinado se lleva a cabo a una temperatura elevada, en un equipo para alta temperatura, para producir escoria fundida y hierro fundido de cualquier composición requerida.

10

El procedimiento de la presente patente puede realizarse ventajosamente para aprovechar minerales muy fosforosos, gracias al empleo de dos hornos eléctricos de fusión y de reducción. En el primer horno se funde un sinter parcialmente reducido conteniendo óxido de hierro y algún hierro metálico, para producir una cantidad de hierro muy fosforoso. La escoria de este horno se sangra en un segundo horno y la reducción del óxido de hierro se completa con coque o carbón, para producir hierro en lingotes poco fosforoso o acero, según en cada caso se requiera. El hierro muy fosforoso se sangra del primer horno y se vacía en lingotes. La operación puede realizarse en el mismo horno, si se quiere, sangrando primeramente el hierro muy fosforoso y completando luego la reducción del restante óxido de hierro en la escoria para producir hierro poco fosforoso o acero.

15

20

25

El procedimiento de la patente, incomparable con ningún otro procedimiento, permite obtener una producción

- 22 -

2553 23



5 de elevado tonelaje. Puede emplearse un tambor rotatorio de  
180 pies de longitud y 8 pies de diámetro para producir por  
lo menos 240 toneladas e incluso 500 toneladas o más de  
hierro por día. Este tambor puede utilizarse para alimentar  
uno o más hornos de fusión. Puede también utilizarse para ca-  
10 lentar desperdicios ligeros de hierro y acero. Esto es, des-  
perdicios ligeros como torneaduras cortas o torneaduras en  
trizas, pueden agregarse a la carga y calentarse previamente  
antes de penetrar en el horno de fusión. Los desperdicios  
15 grandes pueden agregarse directamente dentro del horno de  
fusión.

Para la producción equivalente a la de los  
hornos de soplante se podrá por lo demás emplear tambores  
mayores de 500 á 700 pies de longitud. Estos tambores requie-  
15 rirían varios hornos de fusión de tamaño normal.

Muchos intentos se han realizado para efectuar  
la fusión de hierro en lingotes en el horno eléctrico, pero  
no han resultado económicos en comparación con el horno de so-  
plante. Con nuestro procedimiento el horno eléctrico resulta  
20 económico aún con el elevado coste de la energía en los cen-  
tros productores de acero de los Estados Unidos, pues la can-  
tidad de energía requerida se reduce sustancialmente a la me-  
ramente requerida para el afinado, la cual, en buena práctica,  
puede descender hasta 700 kilowattios/hora por tonelada de me-  
25 tal.

El presente procedimiento hace también posi-



26

# 2553 23

ble el funcionamiento de hornos eléctricos mayores. El horno eléctrico usual para acero que trabaja con chatarra o desperdicios, funciona a un bajo factor de potencia a causa de la gran cantidad de inductancia requerida para hacer uniforme la operación. Este bajo factor de potencia resulta una carga pesada para los generadores de energía. Con nuestro procedimiento el horno de fusión y de reducción puede fácilmente proyectarse para trabajar con un factor de potencia de 95 por ciento y aumentar de este modo la eficacia de la fusión y reducir la carga gravitante sobre los generadores de energía. El procedimiento permite disponer de más energía gracias al aprovechamiento más eficaz de la capacidad existente. Esto se debe a que la fusión tiene lugar en todos los casos bajo una escoria realmente pesada. La escoria fundida se sangra aproximadamente en la misma proporción en que se produce, después de formar una cubierta de escoria fluida adecuada para el metal, de suerte que en ella se mantiene siempre una capa de escoria suficientemente pesada para fusión eficaz y para que la energía dentro del horno produzca un alto rendimiento.

El objeto de la patente se entenderá mejor gracias a la siguiente descripción en combinación con los adjuntos dibujos, en los que:

La fig. 1 es una alzada parcialmente en sección de un dispositivo adecuado para llevar a la práctica el procedimiento de la patente;

La fig. 2 es una alzada en sección sustancial-

- 24 -

2553 23



26

mente a lo largo de la línea 2-2 de la fig. 1;

Y la fig. 3 es una planta en sección sustancialmente a lo largo de la línea 3-3 de la fig. 2.

5 El dispositivo ilustrado en los dibujos comprende un horno eléctrico cubierto 10, provisto de tres electrodos 11 esencialmente idénticos, sostenidos por soportes convencionales (no ilustrados) y conectados eléctricamente en circuito con cualesquiera medios adecuados de suministros de energía y control (no ilustrados), incluidos transformador y medios reguladores del voltaje y medios automáticos para situar y ajustar los electrodos.

10 El horno eléctrico de arco 10 es de sección transversal rectangular en el plano horizontal y comprende una parte de hogar o fondo 12, paredes laterales 13 y otras  
15 paredes 14 y un techo 15, todos ellos construidos con materiales refractarios adecuados. Puede emplearse cualquier horno eléctrico de configuración adecuada en su sección transversal horizontal.

20 El techo 15 está provisto de orificios adecuados a través de los cuales se extienden los electrodos 11 y los cuales permiten movimientos verticales de los electrodos en conformidad de las solicitudes y características del trabajo. Los espacios entre los electrodos y los bordes de los orificios o aberturas, a través de los cuales se extienden y sobresalen los electrodos, pueden proveerse de empaquetaduras  
25 u otros medios cualesquiera adecuados de junta hermética, para



2553 23

impedir o disminuir o evitar las corrientes de gases entre el interior y el exterior del horno sin obstaculizar los movimientos verticales necesarios de los electrodos.

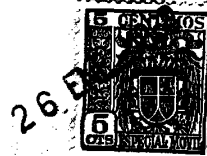
5 Unas tolvas 16 con sus porciones inferiores extendidas y con junta de cierre, en las aberturas del techo 10 están previstas junto a los bordes laterales exteriores y a los bordes extremos del horno eléctrico en alineación con los electrodos, para introducir los materiales de carga 17 dentro del interior del horno.

10 Las partes 18 de las paredes laterales y extremas del horno inmediatamente por debajo de las tolvas 16 se construyen preferentemente de modo que formen una inclinación o talud correspondiente o equivalente al ángulo de reposo del material de carga. Preferentemente las partes inclinadas de las paredes serán escalonadas o terraplenadas, como se ilustra en los dibujos, para lograr la deposición y retención en ellas de capas protectoras del material de carga.

20 Un sistema de conductos 19 comunica el interior del horno eléctrico 10 a través de una abertura en el techo 15 con el interior del tambor rotatorio 20 y con una admisión de aire 26 para permitir la recogida y aprovechamiento del monóxido de carbono producido en el proceso.

25 El dispositivo ilustrado en la figura 1 de los dibujos comprende un tambor rotatorio 20 en comunicación con una cámara estacionaria 21 colectora de polvo y está provisto de una tolva y una resbaladera o disposición conduc-

-26-



2553 23

5

tora 22 para introducir dentro el material de carga en o cerca de su punto de altura más elevado. En el extremo opuesto del tambor rotatorio se prevén medios para introducir una mezcla combustible de aire y de monóxido de carbono producido en el horno eléctrico para poder aprovechar el monóxido de carbono en el caldeo previo del material de carga que se ha de introducir dentro del horno eléctrico. La cámara 21 colectora de polvo está provista de un dispositivo rotatorio de junta hermética 25 el cual permite la expulsión de las partículas de polvo recogidas sin permitir que penetre aire u otro gas del exterior.

10

15

Una tolva o cámara 23 de almacenaje se prevé para recibir el material de carga del tambor rotatorio y un conjunto transportador de hélice 24 se prevé para entregar el material de carga calentado desde la cámara de almacenaje 23 á las tolvas 16 del horno desde las cuales se introduce dentro del horno eléctrico.

20

25

Como se ha indicado en los dibujos y se ha descrito anteriormente, el tambor rotatorio 20 se manobra preferentemente a una temperatura elevada del orden de 500°C á 1300°C para efectuar la aglomeración de una mezcla finamente dividida de mineral (material férreo a base de óxido), de material fundente, por ejemplo cal (CaO), y carbón, obteniendo un producto granular muy suelto y móvil, y proporcionando el calor gracias a la combustión del monóxido de carbono producido en el horno eléctrico de arco 10



26  
2553 23

y de la substancia volátil del carbón destilada del carbón en el tambor.

5 Según la patente el tambor puede funcionar en primer lugar como un dispositivo refrigerador en el que se enfrían los gases salientes procedentes del horno eléctrico de arco conteniendo monóxido de carbono y acondicionarse para el tratamiento subsiguiente, o aprovecharse gracias al contacto con materiales de carga relativamente fríos (o a baja temperatura) dentro del tambor, en el que preferentemente del interior del mismo tambor se expulsará eventualmente el aire.

10 Alternativamente, gracias a prever un by-pass o rodeo del tambor, el monóxido de carbono puede conducirse directamente a uno o más puntos de utilización. Cuando del interior del tambor se elimina el aire y los gases calientes conteniendo monóxido de carbono, el tambor funciona principalmente como dispositivo mezclador para producir una carga íntimamente mezclada de material férreo finamente dividido a base de óxido, de material fundente y de material carbonoso, la cual puede entregarse al horno eléctrico de arco substancialmente a la temperatura atmosférica sin granulación o aglomeración. A temperaturas relativamente bajas producidas gracias al empleo de cantidades controladas relativamente grandes de paso de los materiales de carga a través del tambor y al desarrollo controlado de las cantidades de calor, el tambor funciona principalmente como un dispositivo de granulación,

5

10

15

20

25

-28-

2553 23



5 en el que el carbón con una temperatura relativamente baja  
de fusión o coquización actúa de agente aglomerante o de li-  
gazón. A temperaturas relativamente elevadas, correspondientes  
a temperaturas de sinterización o temperaturas de fusión inci-  
10 piente, producidas gracias al empleo de cantidades controla-  
das relativamente bajas en el paso de los materiales de carga  
a través del tambor y al desarrollo controlado de las canti-  
dades de calor, el tambor funciona como cámara reductora para  
reducir una porción del hierro del material férreo a base de  
15 óxido de la carga, y también como dispositivo granulador, en  
el que los materiales o minerales no carbonosos reblandecidos  
de la carga actúan como agentes conglomeradores.

Puede preverse cualquier número conveniente  
de cámaras almacenadoras 23 de cualquier tamaño adecuado pa-  
15 ra permitir la retención o almacenaje de cualquier cantidad  
requerida de la mezcla preformada de la carga, apta para in-  
troducirse dentro del horno eléctrico de arco 10. La cámara  
o cámaras de almacenaje pueden aislarse para retener el calor  
sensible de las mezclas de carga entregadas por el tambor  
20 rotatorio, y las mezclas de carga pueden expulsarse del alma-  
cén e introducirse dentro del horno del arco eléctrico a  
cualquier temperatura adecuada entre la temperatura atmosférica  
y la temperatura de descarga del tambor rotatorio cuando el  
caldeo de la mezcla de carga se realiza en el mismo tambor  
25 rotatorio. La reducción de una parte del hierro de su óxido  
en el tambor rotatorio reduce o disminuye la carga que la



2553 23

26

5

10

reducción impone al horno de arco eléctrico, con el resultado de aumentar la capacidad del mismo horno de arco eléctrico para producir hierro fundido. La conservación de una mezcla de carga a temperatura relativamente elevada en almacenaje permite reducir el hierro de su óxido por medio de material carbonoso, para el proceso, permitiendo así el aprovechamiento del calor sensible con la consiguiente disminución ulterior de la carga impuesta al horno de arco eléctrico para la reducción, y con el ulterior aumento de la capacidad de dicho horno eléctrico de arco para producir hierro metálico fundido.

15

20

Los dispositivos del tipo ilustrado en los dibujos pueden utilizarse para el tratamiento de cargas de cualesquiera tipos adecuados, constituidas por material férreo a base de óxidos, material carbonoso reductor y material fundente. Así, por ejemplo, el dispositivo puede emplearse para tratar una mezcla de carga llevando como componentes mineral férreo a base de óxido, piedra caliza como fundente y carbón para la reducción de las composiciones, y ésto en las proporciones indicadas a continuación:





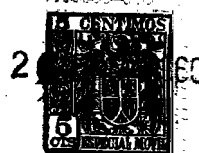
## 2553 23

miz de cuatro mallas y están preferentemente mezcladas entre sí íntimamente antes de introducir la carga dentro del tambor rotatorio. Como antes de ha explicado, el tambor rotatorio puede emplearse para efectuar la mezcla íntima de las partículas de la carga. El tambor puede maniobrarse con o sin utilizar calor para efectuar el caldeo de la carga. Cuando no se requiere el caldeo preliminar de la carga antes de introducirla en el horno eléctrico de arco 10, los componentes de la carga pueden mezclarse en cualquier aparato adecuado distinto del tambor y la carga mezclada puede introducirse directamente dentro de la tolva almacenadora 23 y trasladarse desde aquí a las tolvas 16 de carga del horno por medio de un transportador de hélice 24, ó la carga mezclada puede introducirse directamente desde el dispositivo mezclador en las tolvas 16 de carga del horno.

Quando conviene calentar la carga para conseguir un producto granular muy suelto o móvil, en el que las partículas de los componentes están ligadas entre sí y mantenidas en contacto íntimo, el caldeo puede realizarse por introducción dentro del tambor y por quemar dentro del mismo una mezcla combustible de aire atmosférico y de monóxido de carbono producido en el horno eléctrico de arco 10, á través del sistema de conductos 19. Quando el material volátil combustible del carbón se ha de oxidar para producir calor adicional, se suministra aire en la cantidad requerida para la oxidación de éste material volátil combustible, además de

-32-

2553 23



5

10

15

20

25

la cantidad requerida para la oxidación del monóxido de carbono. Si se requiere o se desea calor adicional, puede suministrarse en cualquier manera adecuada de cualquier fuente conveniente. Ordinariamente la combustión del monóxido de carbono y del material combustible de carbón rico en sustancias volátiles, combinada con el control de la cantidad de paso de la carga a través del tambor proporcionará todo el calor requerido para calentar la carga a las temperaturas más altas deseables, como a temperaturas de sinterización o temperaturas de fusión incipiente de las partículas no carbonosas del mineral, del orden de unos 1100° C á 1300° C. La reducción del óxido de hierro iniciada en el tambor rotatorio, continuará durante el periodo de retención en la tolva de almacenaje de las mezclas de la ganga introducidas en él a temperaturas elevadas y substancialmente inferiores á 1200° C.

El material de carga descargado del tambor rotatorio 20 dentro de la tolva de almacenaje 23, se conduce en cantidad controlada por medio del transportador de hélice 24 á las tolvas de carga 26, desde donde por su propio peso corre al interior del horno de arco eléctrico y sobre la superficie del baño de escoria fundida en él existente. Las figuras 1 y 2 de los dibujos, ilustran dos posiciones de la superficie superior del baño de escoria fundida y dos profundidades de la escoria y metal fundidos, señaladas por las leyendas aplicadas en la figura 1 como escoria y metal,



# 2553 23

5        antes y después de la sangría. En las figuras 1 y 2 los electrodos se ilustran únicamente en una posición, la posición que ocupan después de la sangría cuando el volúmen del material fundido en el horno es relativamente pequeño. Como se indica, los extremos generadores del arco de los electrodos están dispuestos esencialmente al mismo nivel que la superficie superior de la escoria fundida después de la sangría con arcos cortos ilustrados como extendidos por bajo de la superficie superior del baño de escoria fundida, estado que se presenta a consecuencia de la presión eléctrica creada y que se mantiene mientras las posiciones de los extremos generadores del arco no se encuentran suficientemente por debajo de la superficie superior del baño de escoria para permitir que los electrodos se mojen por la escoria fundida.

10

15        Los electrodos se han ilustrado en una posición respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida después de la sangría, solo con objeto de evitar confusiones y para mayor claridad. Debe entenderse que las posiciones de trabajo de los extremos generadores del arco de los electrodos antes de la sangría será la misma o esencialmente la misma, respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida, que la que se ilustra respecto a dicha superficie superior del baño de escoria después de la sangría.

20

25        En el trabajo del horno eléctrico de arco 10 la reducción del hierro de su óxido en el material de carga 17 colocado sobre la superficie del baño de escoria fundida,

34-



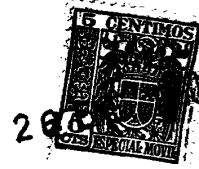
26

2553 23

5

se realiza esencialmente de modo completo mediante el calor contenido en el baño de escoria fundida y comunicado al mismo por medio del calor desarrollado en el arco y el calor desarrollado por resistencia debida a la resistencia al paso de la corriente eléctrica entre los electrodos a través del mismo baño.

=====



N O T A

2553 23

La presente patente de introducción consta de las siguientes reivindicaciones:

5 I. Procedimiento para la producción de hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por la mejora consistente en colocar una carga constituida por material férreo a base de óxido, por material fundente y material sólido carbonoso reductor, sobre la superficie de  
10 un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada por medio de caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia para proporcionar esencialmente todo el calor requerido para fundir el material fundente  
15 y el material de ganga de la carga con producción de escoria fundida y para efectuar y activar la reducción del hierro del material férreo a base de óxido de la carga mediante el material carbonoso reductor de la misma carga con producción  
20 de hierro metálico fundido, y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, controlándose el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso para mantener los extremos generadores del arco de uno o más electrodos a proximidad suficientemente pequeña respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida para impedir la disipación, por reflexión, del calor desarrollado en el arco y para  
25 asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida sustancialmente de todo el calor desarrollado en el arco, y con-

-36-



2553 23

5 trolándose la cantidad introducida de material de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en el mismo para mantener una zona de baja presión adyacente a los extremos generadores del arco de uno o mas electrodos.

10 2. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo ganga, caracterizado por la mejora consistente en colocar una carga finamente dividida en forma de una mezcla íntima constituida por el material férreo a base de óxido, por el material fundente y el material sólido carbonoso reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en  
15 mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada mediante caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia para proporcionar esencialmente todo el calor requerido para fundir el material fundente y el material de ganga de la carga, con producción de escoria fundida, y para efectuar y favorecer la reducción de hierro del material férreo  
20 a base de óxido de la carga por medio del material carbonoso de la misma con producción de hierro metálico fundido, y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida no siendo la cantidad de material carbonoso reductor incluido  
25 en la carga introducida dentro del horno y colocada sobre la superficie del baño de escoria fundida, esencialmente mayor

28



2553 23

que la requerida para la reducción, y siendo insuficiente para introducir dentro del hierro metálico producido carbón en cantidad superior á 2 por ciento (2%) en peso, controlándose el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso para mantener los extremos generadores del arco de uno o más electrodos a proximidad suficientemente pequeña respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida para impedir la disipación, por reflexión, del calor desarrollado en el arco y para asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de esencialmente todo el calor desarrollado en el arco y controlando la cantidad de material de carga introducida en el horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en él existente para mantener una zona de baja presión adyacente a los extremos generadores del arco de uno o más electrodos.

3. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por la mejora consistente en colocar una carga finamente dividida en forma de una mezcla íntima constituida por el material de hierro a base de óxido, por material fundente y material sólido carbonoso reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada mediante caldeo combinado de arco eléctrico y

- 38 -



2553 23

5 resistencia, para proporcionar sustancialmente todo el calor  
requerido para fundir el material fundente y el material de  
ganga de la carga con producción de escoria fundida y para  
efectuar y favorecer la reducción del hierro del material  
10 férreo a base de óxido de la carga mediante el material car-  
bonoso de la misma carga, con producción de hierro metálico  
fundido, y en separar el hierro metálico fundido de la es-  
coria fundida, controlándose el funcionamiento del horno du-  
rante el desarrollo del proceso para mantener los extremos  
15 generadores del arco de uno o más electrodos a proximidad  
suficientemente pequeña respecto a la superficie superior  
del baño de escoria fundida, con objeto de mantener los ar-  
cos con una longitud no mayor de próximamente media pulgada,  
para impedir de éste modo la disipación, por reflexión, del  
calor desarrollado en el arco y para asegurar la entrega  
20 directa al baño de escoria fundida de sustancialmente todo  
el calor desarrollado en el arco, y controlando la cantidad  
de material de carga introducida en el horno y sobre la su-  
perficie del baño de escoria fundida en el mismo para mante-  
ner una zona de baja presión adyacente a los extremos genera-  
dores del arco de uno o más electrodos, gracias a limitar la  
profundidad del material de carga inmediatamente adyacente  
a los electrodos a un valor máximo de doce (12) pulgadas.

25 4. Procedimiento para producir hierro metá-  
lico por reducción del hierro de material férreo a base de  
óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por con-



# 2553 23

5 sistir en calentar una mezcla finamente dividida del mate-  
rial férreo a base de óxido, de material fundente y de car-  
bón con propiedades reblandecedoras, fundentes o coquizan-  
tes a una temperatura superior a la temperatura de reblan-  
decimiento, fusión o coquización del carbón y en formar de  
10 éste modo una carga de material granular con material férreo  
a base de óxido, material fundente y material sólido carbo-  
noso reductor, íntimamente mezclados entre sí; en colocar  
la carga de material granular sobre la superficie de un baño  
de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco  
abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verti-  
calmente; en mantener el baño de escoria a una temperatura  
15 suficientemente elevada por medio de caldeo combinado de  
arco eléctrico y resistencia para proporcionar sustancial-  
mente todo el calor requerido para fundir el material fun-  
dente y el material de ganga de la carga, con producción de  
escoria fundida, y para efectuar la reducción del hierro del  
material férreo a base de óxido de la carga por medio del  
20 material carbonoso de la misma con producción de hierro me-  
tálico fundido, y en separar el hierro metálico fundido de  
la escoria fundida, controlándose el funcionamiento del hor-  
no durante el desarrollo del proceso para mantener los ex-  
tremos generadores del arco de uno o más electrodos en posi-  
25 ciones con relación a la vertical entre próximamente media  
pulgada (1/2") sobre la superficie superior del baño de es-  
coria fundida, y unas dos pulgadas (2") por debajo de la

- 40 -

26



2553 23

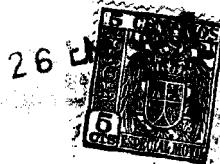
5 superficie superior del baño de escoria fundida, con objeto de evitar la disipación, por reflexión, del calor desarrollado en el arco y de asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de sustancialmente todo el calor desarrollado en el arco y controlándose la cantidad de carga introducida en el horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida para mantener una zona de baja presión adyacente a los extremos generadores del arco de uno o más electrodos gracias a limitar la profundidad del material de carga inmediatamente adyacente a los electrodos a un valor máximo de doce (12) pulgadas.

10 5. Procedimiento para la producción de hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por la mejora consistente en colocar una carga finamente dividida en forma de una mezcla íntima, constituida por el material férreo a base de óxido, el material fundente y el material sólido carbonoso reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada mediante caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia para proporcionar sustancialmente todo el calor requerido para fundir el material fundente y el material de ganga de la carga, con producción de escoria fundida, y para efectuar y favorecer la reducción del hierro del material fé-

15

20

25



# 2553 23

5 reo a base de óxido de la carga por medio del material carbonoso de la carga, con producción de hierro metálico fundido, y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, controlándose el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso para mantener los extremos generadores del arco de uno o más electrodos en posiciones respecto a la vertical de próximamente media pulgada ( $1/2''$ ) por encima de la superficie superior del baño de escoria fundida y de unas dos pulgadas ( $2''$ ) por debajo de la superficie del baño de escoria fundida, y para mantener entre los extremos generadores del arco de los electrodos y el hierro fundido por debajo del baño de escoria fundida una capa de escoria con una profundidad de al menos una pulgada, para impedir de este modo la disipación, por reflexión, del calor desarrollado en el arco con objeto de asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de esencialmente todo el calor desarrollado en el arco y de mantener el carácter de caldeo por arco y resistencia de la operación, controlándose la cantidad de material de carga introducida en el horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en el mismo, para mantener una zona de baja presión adyacente a los electrodos, gracias a limitar la profundidad del material de carga inmediatamente adyacente a los electrodos a un valor máximo de doce pulgadas ( $12''$ ).

25 6. Procedimiento para la producción de hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a

- 42 -



# 2553 23

base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado porque consiste en calentar una mezola finamente dividida del material férreo a base de óxido, del material fundente y de carbón con propiedades reblandecedoras, fundentes o coquizadoras a una temperatura superior a la temperatura de reblandecimiento, fusión o coquización del carbón y en formar de éste modo una carga de material granular con material férreo a base de óxido, material fundente y material sólido carbonoso reductor íntimamente mezclados; en colocar la carga de material granular sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada mediante caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia para proporcionar sustancialmente todo el calor requerido para fundir el material fundente y el material de ganga de la carga con producción de escoria fundida y para efectuar y favorecer la reducción del hierro del material férreo a base de óxido de la carga mediante el material carbonoso de la misma carga, con producción de hierro metálico fundido; y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, siendo la cantidad de material carbonoso reductor, incluida en la carga introducida dentro del horno y colocada sobre la superficie del baño de escoria fundida, no esencialmente mayor que la requerida para la reducción al estado metálico del hierro contenido en la carga y siendo insuficien-

26



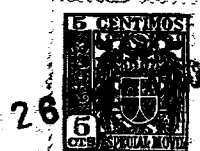
2553 23

5 te para introducir en el hierro metálico fundido carbono en una cantidad mayor de dos por ciento (2%) en peso, controlándose el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso para mantener los extremos generadores del arco de uno o más electrodos en posiciones respecto a la vertical entre próximamente media pulgada (1/2") por encima de la superficie superior del baño de escoria fundida, y de unas dos pulgadas (2") por debajo de la superficie superior del mismo baño de escoria fundida, y para mantener entre los extremos generadores del arco de los electrodos y el hierro fundido por bajo del baño de escoria fundida una capa de escoria con una profundidad de por lo menos una pulgada para impedir de este modo la disipación, por reflexión, del calor desarrollado en el arco, para asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de sustancialmente todo el calor desarrollado en el arco y para conservar el carácter de caldeo por arco-resistencia de la operación, controlándose la cantidad del material de carga introducido en el horno y sobre la superficie superior del baño de escoria fundida de modo que se mantenga una zona de baja presión adyacente a los electrodos gracias a limitar la profundidad del material de carga inmediatamente adyacente a los electrodos a un valor máximo de doce pulgadas (12").

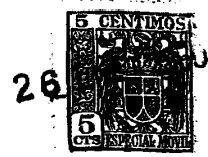
25 7. Procedimiento para la producción de hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido y conteniendo material de ganga y uno o más elemen-

-44-

2553 23



5        tos no férreos de la clase constituida por arsénico, níquel,  
cobalto, cobre, azufre y fósforo, caracterizado por la me-  
jora consistente en calentar una carga constituida por mate-  
rial férreo a base de óxido y material fundente en condicio-  
10 nes reductoras en presencia de una cantidad controlada de  
material sólido carbonoso reductor para efectuar la reduc-  
ción esencialmente de uno o más de todos los elementos no  
férreos y al menos una parte del óxido de hierro, para pro-  
ducir (1) hierro fundido producido por la reducción de una  
15 parte del óxido de hierro y conteniendo sustancialmente todo  
o todos los elementos no férreos en forma reducida, y (2)  
un producto de escoria fundida con el restante óxido de hie-  
rro de la carga con el material fundente de la carga primiti-  
va y con el material de ganga de la misma carga; en separar  
20 y eliminar el hierro metálico fundido conteniendo los elemen-  
tos no férreos, del producto de la escoria fundida; en colo-  
car la escoria juntamente con material adicional carbonoso  
reductor sobre la superficie de un baño de escoria fundida  
mantenido en un horno eléctrico cubierto de arco abierto;  
25 en mantener dicho baño de escoria, mediante caldeo combinado  
de arco-resistencia y de escoria-resistencia, a una tempera-  
tura suficientemente elevada para proporcionar todo el calor  
requerido para fundir los componentes de la escoria y para  
efectuar y favorecer la reducción de su contenido de óxido  
de hierro, con producción del hierro metálico fundido esen-  
cialmente libre de elementos no férreos, y escoria residual



2553 23

fundida, y en separar y recuperar del baño de escoria fundida el hierro metálico fundido.

8. "Procedimiento para la obtención de hierro partiendo de mineral conteniendo óxidos de hierro".

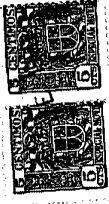
Según se describe y reivindica en ésta memoria descriptiva y se ilustra con los planos que a la misma se acompañan.

Consta ésta memoria descriptiva de cuarenta y cinco hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

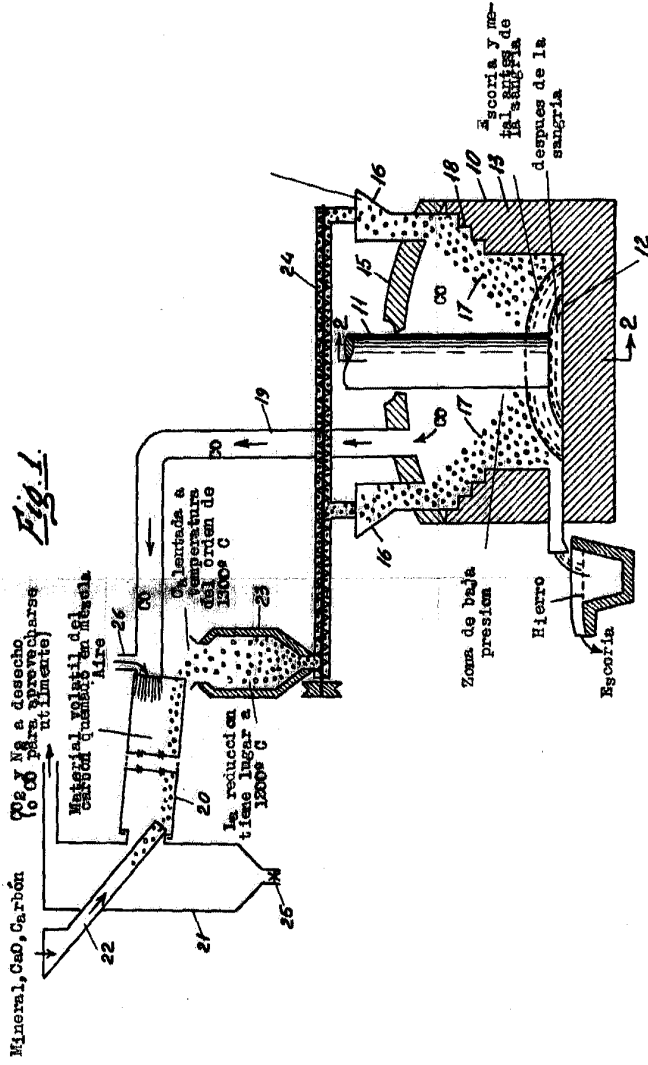
Madrid, á 26 ENE. 1960

5

10



2553 23



ESCALA VARIABLE

*Alvarez*

2553 23



Fig. 3.

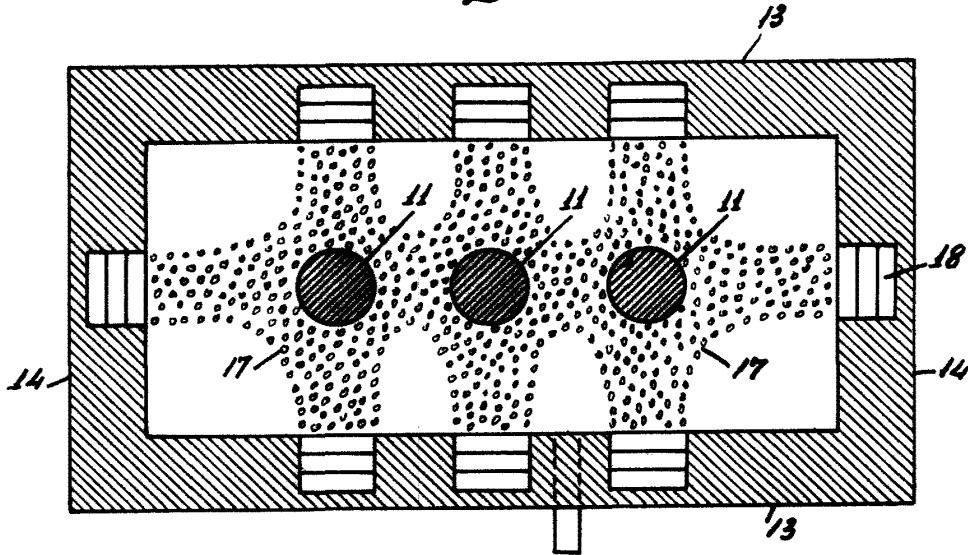
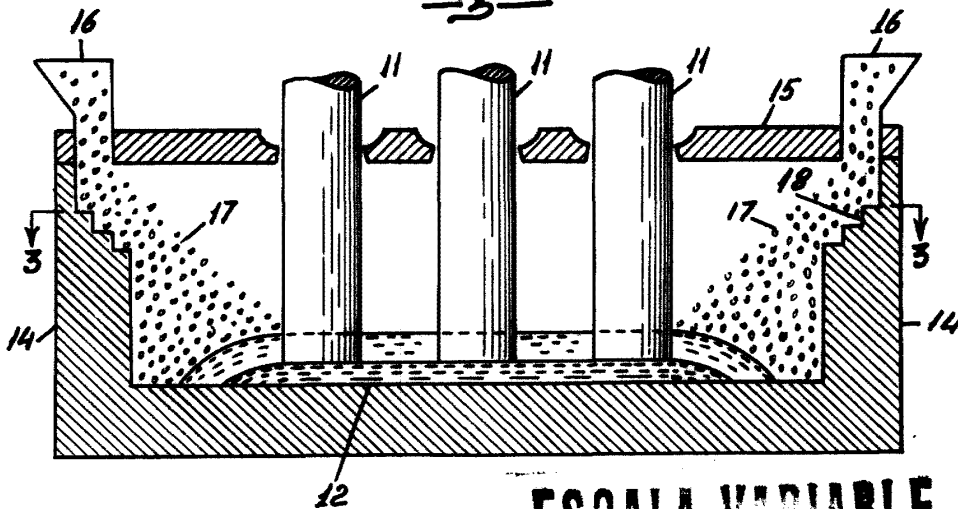


Fig. 2.



ESCALA VARIABLE