

258603



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a

la solicitud de

una PATENTE de INVENCION por VEINTE AÑOS en ESPAÑA, a favor de  
DRAVO CORPORATION, Entidad norteamericana, domiciliada en  
PITTSBURGH - Pennsylvania - EE.UU.-

por

"PERFECCIONAMIENTOS EN EL METODO DE TRATAMIENTO DE MINERALES  
DE HIERRO FINAMENTE DIVIDIDOS"

INVENTORES: James Edward MOORE y Donald Herbert MARLIN, de  
nacionalidad norteamericanos.

PRIORIDAD. solicitud de Patente norteamericana nº 775.434,  
del 21 de noviembre de 1958.

—oocOooo—  
=

253603



Esta invención se relaciona con el tratamiento de minerales de hierro en estado finamente dividido y particularmente con métodos de conversión de minerales naturales de hierro finamente divididos y materiales que contengan compuestos de hierro, tales como

5.- óxidos o mezclas de ellos, en lupias o briquetas adecuadas para su uso en la conversión a metal mediante procesos conocidos. La invención se halla particularmente adaptada para convertir minerales de hierro finamente divididos, polvo de chimenea de altos hornos y otras fuentes de hierro y compuestos de este metal finamente divididos en

10.- briquetas como sustitutivo del mineral de lupia en estado natural.

Los actuales recursos naturales de mineral de lupia de alto grado se están agotando rápidamente y la industria empieza a utilizar minerales de alto grado finamente divididos, así como minerales de grado inferior naturalmente divididos en estado fino, que han de ser beneficiados antes de su uso. Además de los minerales naturales,

15.- hay grandes cantidades de polvo de chimenea de horno alto, escoria y otras fuentes de hierro y compuestos de este mineral en forma finamente dividida para uso en la industria del hierro y el acero. Tales materiales finamente divididos, según es sabido, no son adecuados para un empleo económico en los altos hornos comunes, hornos de

20.- crisol abierto y metalúrgicos, habiéndose creado muchos procesos para aglomerar estas formas de material finamente divididas y hacerlas utilizables. Se han usado la peletización y sinterización mediante calentamiento a elevadas temperaturas y la aglomeración mediante cemento

25.- hidráulico u otros aglutinantes.

También se ha empleado la briquetización de minerales finamente divididos y otros materiales en igual estado. Muchos de los conocidos procesos de briquetización (aglomeración) requieren el empleo de aglutinantes o prolongado y costoso calentamiento de las briquetas después de su formación a fin de endurecerlas en un intento de

30.-

253603



5.- que resistan los golpes derivados de su manipulación y la abrasión durante su carga en los hornos. Muchas de tales conocidas briquetas se desmoronan durante su calentamiento en hornos altos y de crisol abierto, convirtiéndose de nuevo en un estado de fina división que da lugar a elevadas pérdidas y a unas ineficaces condiciones de fusión.

10.- La briquetización es un proceso bien conocido para aglomerar materiales bajo presión, con o sin calentamiento previo. Los minerales naturales de los grupos de la magnetita, hematita y limonita, que son los más asequibles y tienen suficiente contenido de hierro para un uso económico, así como los otros materiales antes mencionados que contienen hierro, no pueden aglomerarse de manera que retengan una forma duradera mediante calor moderado y/o presión solamente. Ordinariamente son mezclados con alguna forma de aglutinante y después de su prensado son sometidos a alguna forma de tratamiento térmico para aglutinar los materiales finamente divididos en una masa que retenga su forma adecuada para su manipulación y carga en los hornos. Los materiales preparados mediante tales métodos son de costo elevado y requieren grandes inversiones en equipo.

15.-  
20.- A tales fines, la presente invención propone un proceso para el beneficio de compuestos que contengan hierro, incluyendo óxidos, óxidos hidratados y óxidos carbonatados, cuyo proceso comprende el calentamiento y parcial reducción de tales compuestos mediante un reductor adecuado para la eliminación de oxígeno de ellos, proporcionando un producto compuesto de óxidos de hierro y de un 0 a un 10% de hierro metálico, sometiendo luego el producto a presión con temperaturas inferiores a 1500°F y presiones superiores a 10.000 libras por pulgada cuadrada, para formar aglomerados que retienen una forma compacta y son de estructura permeable.

25.-  
30.- Esta invención propone también una briqueta permeable a

253603



los gases, de finos de mineral de hierro naturales, adecuada para su reducción a metal sin desintegración, que tenga una densidad mínima de  $3,0 \text{ g/cm}^3$  y que incluya por lo menos un 25% de fino de mineral de hematita parcialmente reducido en la forma óxida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

5.- A fin de que pueda entenderse con mayor claridad la invención y pueda llevarse a la práctica con mayor facilidad, se describirá aquélla seguidamente de un modo más completo con referencia al adjunto dibujo, en el que:

10.- Su única figura ilustra una forma de aparato para llevar a cabo el proceso de la invención.

15.- En esta invención, hemos descubierto que mediante reducción parcial inicial de minerales naturales, el producto resultante puede aglomerarse fácilmente bajo calor y presión moderados en forma que son equivalentes o superiores a los minerales de lupia naturales a efectos de manipulación y carga. También hemos descubierto que tal mineral parcialmente reducido puede emplearse como aglutinante para las formas naturales  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  de mineral y otros compuestos finamente divididos que contengan hierro, para la formación de adecuadas briquetas. Tales formas de mineral briquetizado pueden reducirse a metal en hornos comunes sin cambio material en la forma.

20.- Los finos de mineral de magnetita natural ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), al calentarse a una temperatura superior a  $1500^\circ\text{F}$  y presionarse por encima de 100.000 libras por pulgada cuadrada (l.p.c.), no formaron briquetas satisfactoriamente. De igual modo, los finos de mineral de hematita natural ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a iguales valores de temperaturas y presiones no formaron tampoco briquetas satisfactorias. Por otra parte, los finos de mineral de hematita reducidos a la forma  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  de óxido por medio de un adecuado agente reductor y a temperaturas inferiores al punto de fusión, pueden aglomerarse subsiguientemente en briquetas a presiones de 10.000 a 80.000 l.p.c. y a temperaturas entre  $700$  y  $1500^\circ\text{F}$ , pro-

253603



- duciendo briquetas que resisten su manipulación y carga en el horno y pueden reducirse a metal en éste sin cambio material en su forma o excesiva formación de polvo. No es preciso añadir ningún aglutinante al mineral para obtener satisfactorias briquetas. No se ha establecido ninguna limitación en cuanto al tamaño de partícula del mineral sometido a presión. Un material que pase una criba de 2 mallas hasta una criba inferior a 100 mallas (standard estadounidense) ha resultado establecer satisfactorias briquetas. Cuando se empleen tamaños de partícula más bastos son deseables unas cantidades adecuadas de finos para rellenar los huecos y proporcionar una densidad óptima.
- 5.-
- 10.-
- Los minerales de hematita, reducidos a la forma magnética de óxido ( $Fe_3O_4$ ) pueden referirse aquí como magnetita sintética para distinguirla de la forma natural  $Fe_3O_4$  de óxido conocida por magnetita. La magnetita sintética posee unas excelentes características aglutinadoras bajo las condiciones de temperatura y presión del presente proceso; la magnetita natural no las posee. La razón de ello no se conoce por ahora.
- 15.-
- 20.-
- Cuando la magnetita sintética se mezcla con finos de mineral de magnetita natural y se convierte en briquetas, éstas poseen una resistencia superior a la obtenida cuando se forman completamente con finos de mineral de magnetita natural e inferior que cuando se forman completamente con magnetita sintética. La resistencia de las briquetas aumentó en proporción casi directa a la cantidad de magnetita sintética presente en la mezcla aglomerada.
- 25.-
- 30.-
- Cuando se mezcló la magnetita sintética con finos de mineral de hematita natural y se aglomeró, el producto resultante poseía una superior resistencia que cuando se formó completamente con finos de hematita natural. También aumentó la resistencia de la mezcla aglomerada con el incremento de porcentaje de la magnetita sintética. La resistencia a la trituration de ciertas mezclas de magnetita sintética

253603



- ca y hematita natural resultó ser igual a la de las briquetas formadas completamente con magnetita sintética. Las resistencias a la trituración de las briquetas formadas exclusivamente por magnetita sintética se hallaban sujetas a variación, dependiente del grado del mineral usado.
- 5.- La elevada resistencia a la trituración de mezclas aglomeradas de minerales de hematita natural y magnetita sintética puede indicar que la cohesión entre las partículas de los minerales de magnetita sintética y hematita natural es igual a la existente entre las propias partículas de magnetita sintética.
- 10.- El examen microscópico de los finos de mineral revela que las partículas son de forma irregular y que cuando se consolidan durante la aglomeración, sólo se cohesionan los planos interfaciales de las partículas en contacto. Así, la expresión "magnetita sintética" tal como aquí se emplea, incluye partículas de mineral de hematita que están total o parcialmente reducidas a magnetita y en las que la cohesión se efectúa solamente por las porciones de la partícula en contacto. Esto conduce a las conclusiones de que una briqueta aparentemente formada por entero de magnetita sintética puede tener de hecho muchos planos interfaciales de partículas en contacto compuestas de magnetita sintética y hematita natural. Esto explicaría la superior resistencia a la trituración de las briquetas de magnetita sintética hechas con minerales de elevado grado y con ciertas mezclas de magnetita sintética y minerales de hematita de elevado grado.
- 15.-
- 20.-
- 25.- Se ha observado que las adiciones de Fe y/o FeO metálicos a la magnetita sintética aumentan las características aglutinadoras de ésta según se describe aquí. El FeO al que hasta ahora se ha hecho referencia, recibe a veces la denominación de "wustita".
- 30.- Hemos descubierto que minerales parcialmente metalizados sirven también de adecuado aglutinante en la aglomeración de minerales en forma de hematita y magnetita naturales finamente divididas e igual

253603



- mente sirven para aumentar la resistencia de las briquetas formadas o conteniendo formas parcialmente reducidas ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) de mineral. Formas comerciales de minerales parcialmente metalizados pueden contener variables porcentajes de Fe y FeO, dependiendo del grado y condiciones bajo los cuales se completa el proceso de metalización. Las investigaciones han indicado que el óxido FeO, así como el hierro metálico, es a quien se debe la mayor cohesión entre las partículas de mineral.
- 5.-
- 10.- Las adiciones de compuestos que contengan hierro, con este metal en las formas de Fe y/o FeO, a los fines de minerales de hematita y magnetita naturales antes del calentamiento y prensado en forma de briquetas, aumentan el poder aglutinante de los minerales naturales. La conversión de la hematita natural en magnetita sintética en presencia de Fe y FeO, a las temperaturas del proceso, parece ser
- 15.- resultado de la oxidación del Fe y el FeO. Las mezclas de minerales de hematita natural y mineral metalizado en cantidades suficientes para reducir toda la hematita a magnetita sintética, proporcionan resistentes briquetas sometidas al proceso. Sin embargo, cuando el mineral metalizado, formado por Fe y FeO, supera a la calculada cantidad necesaria para reducir toda la hematita a magnetita sintética, las
- 20.- resultantes briquetas poseen una incrementada resistencia a la trituración. Un examen microscópico de tales briquetas resistentes producidas con una mezcla que contenía menos de un 3% de hierro metálico, reveló poco o ningún Fe metálico, indicando que el exceso de FeO aumenta la cohesión de la magnetita sintética. De aquí se desprende
- 25.- la posibilidad de aprovechar esta característica del FeO mediante la parcial o completa reducción de los minerales de hematita o magnetita naturales a la forma FeO de óxido para su aglomeración. Puede ocurrir alguna metalización del mineral en el proceso de reducción a FeO, lo
- 30.- cual puede ser también beneficioso para la operación de aglomeración.

253603



Esto se expone en el dibujo a explicar más adelante.

- 5.- Las briquetas de magnetita sintética, o mezclas de magnetita sintética con minerales de hematita y magnetita naturales o con mineral parcialmente metalizado en la forma antes descrita, resultaron ser muy permeables a los gases. Por ejemplo, se colocó una briqueta de 3/8 de pulgada de espesor en un horno a 1200 F durante 7 minutos, seguido de un templado con aire, observándose al romperse que estaba completamente oxidada. También se observó que poseía una mayor resistencia.
- 10.- Los agentes reductores empleados pueden ser gaseosos o sólidos. El CO, H<sub>2</sub> y otros conocidos agentes reductores gaseosos han demostrado ser satisfactorios y el carbono en forma de almidón, al ser añadido a los minerales de hematita en cantidades de hasta un 4% por peso, que es ligeramente superior a la cantidad que se ha calculado para la conversión de hematita Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en magnetita Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (36 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub> → 24 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + 6 CO<sub>2</sub> + 5 H<sub>2</sub>O), produjo briquetas de buena resistencia y que resistían bien la abrasión. El polvo de hierro-FeO (por ejemplo metalizado en un 64%), cuando se usó como reductor, produjo briquetas de elevada resistencia. Cuando se emplearon cantidades de hierro inferiores a la necesaria para convertir todo el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, la resistencia de las briquetas era comparable a la producida utilizando cantidades equivalentes de almidón. Cuando se usó polvo de hierro-FeO conteniendo de un 3 a un 10% de hierro metálico en exceso del requerido para reducir la hematita a
- 15.- forma magnética, la resistencia de las briquetas resultó considerablemente incrementada. Cuando se añadió de un 3 a un 5% por peso de CaO finamente pulverizado al material sometido a aglomeración, las briquetas resultaban bastante resistentes inmediatamente después del prensado, pero se desintegraban con facilidad al ser expuestas al aire durante un día o dos. Sin embargo, cuando se añadió un 4% por peso
- 20.-
- 25.-
- 30.-

253603



de carbonato cálcico granular al material objeto de la aglomeración, las briquetas conservaban su resistencia. La inclusión de tal compuesto cálcico en las briquetas es un detalle deseable para ciertas operaciones metalúrgicas subsiguientes.

- 5.- La humedad en el mineral no supone ninguna ventaja en el presente proceso. Las temperaturas a que pueden reducirse los minerales de hematita a magnetita son suficientes para eliminar todo el agua contenida y el agua de cristalización. Como el mineral es prensado mientras está caliente, el mineral y/o los compuestos que contienen hierro se hallarán secos. Las briquetas formadas mediante el presente proceso, usando tamaño de partícula comprendido dentro de los valores indicados y agrupando suficientes finos, resultaron poseer una densa y compacta estructura dotada de elevada solidez y resistencia a la abrasión y a la pulverización.

15.-

EJEMPLO I

Se aglomeró un mineral de hematita de grado medio, con un análisis típico (en seco) de un 56% de hierro, 12% de sílice y 7% de pérdida por ignición al reducirse a forma  $Fe_3O_4$  de óxido, a  $1150^{\circ}F$  y 20.000 l.p.c. La resultante briqueta resistió una prueba de caída de 16 piés, sin fractura.

29.-

EJEMPLO II

Se mezcló un mineral de hematita de grado medio con un 2,4% por peso de almidón, en cantidad calculada para reducir completamente la forma  $Fe_2O_3$  de óxido a la forma  $Fe_3O_4$  de óxido, y se aglomeró a  $1.150 F$  y 20.000 l.p.c. La resultante briqueta resistió una prueba de caída de 15 piés sin fractura. El examen no reveló la presencia de  $Fe_2O_3$  ni de almidón en la briqueta.

25.-

EJEMPLO III

Un mineral (de hematita) de elevado grado, al ser reducido a  $Fe_3O_4$  y aglomerado a  $1.150^{\circ}F$  y a 20.000 l.p.c., produjo una su-

30.-

253603



perior consolidación en comparación con mineral de hematita de grado medio análogamente reducido y resistió pruebas de caída hasta de 10 piés sin fracturas.

EJEMPLO IV

- 5.- Al mezclarse un mineral de hematita de grado medio con polvo de hierro-FeO (metalizado en un 64%) en porcentajes de hasta el necesario para convertir todo el mineral en  $Fe_3O_4$ , y al aglomerarse a unos  $1.150^{\circ}F$  y a 20.000 l.p.c., se produjeron briquetas de resistencia sensiblemente igual a la del Ejemplo I. Cuando se incrementó el contenido en Fe-FeO en un 3 a un 10% superior, por peso, a la cantidad requerida para reducir todo el  $Fe_2O_3$  a  $Fe_3O_4$ , las briquetas resultantes poseían una resistencia superior a la obtenida en el Ejemplo I. Al repetirse el ejemplo con un mineral de hematita de elevado grado, se formaron briquetas superiores.
- 10.-

EJEMPLO V

- 15.- Se mezclaron varios porcentajes de minerales naturales con variables porcentajes de hematita reducida sustancialmente en un 100% a magnetita sintética y se aglomeraron a  $1.150^{\circ}F$  y 15.000 a 20.000 l.p.c., aumentando la resistencia de las resultantes briquetas en proporción a los porcentajes de magnetita sintética usada.
- 20.-

Cuando se repitieron los ejemplos precedentes con una máquina aglomeradora del tipo de rodillos proporcionando una presión de rodillos hasta de 80.000 libras, se produjeron de nuevo prácticamente los anteriores resultados.

- 25.- Los aparatos destinados a poner en práctica la invención y para la reducción final del mineral aglomerado pueden adoptar muchas formas. Debido a la sencillez del aparato necesario para preparar las briquetas, éstas pueden cargarse directamente en el horno de reducción.

- 30.- Con referencia al dibujo, el alimentador de sólidos 1 puede introducir mineral de hierro en un reactor adecuado 2 en el que aquél

253603



se convierte en magnetita total o parcialmente. Los sólidos y los gases del reactor son descargados en un adecuado separador primario 3. El grueso de los sólidos es separado de la corriente de gas en el separador 3 y el resto es separado de dicha corriente en el separador 4. Los sólidos recogidos en el separador 4 son introducidos en un segundo reactor de reducción 5, en el que aquéllos son parcialmente convertidos en FeO y Fe. El producto sólido y los gases reactivos de este reactor son separados en el separador 6. Los sólidos separados procedentes de 3 y 6 pueden pasar a un adecuado separador magnético 7 que separa la magnetita sintética y el mineral parcialmente metalizado de la ganga y descarga ésta a través de la salida 8 a cualquier compartimiento adecuado para las escorias. La deseada fracción del mineral pasa desde el separador 7 a un mecanismo de aglomeración 8, pudiendo pasarse las briquetas formadas para una ulterior elaboración por las salidas 10, 11 y 12. La salida 10 puede descargar briquetas en un horno de producción de acero (no mostrado) y la salida 12 puede hacerlo a un horno alto (no mostrado).

La salida 11 de la máquina aglomeradora 8 se muestra descargando las briquetas en un adecuado horno de reducción directa 13 de tipo de árbol. Las briquetas porosas son reducidas a metal o posiblemente a carburo de hierro ( $Fe_3C$ ) durante su paso a través del horno 13, pudiendo descargarse por la salida 30 del horno a un adecuado horno de fundición 14. Pueden cargarse, si se desea, aditivos apropiados en el horno 14, donde pueden transformarse, juntamente con las briquetas metalizadas, en metal fundido mediante cualquier sistema adecuado de calentamiento, tal como oxígeno procedente de la entrada 31. Un adecuado conductor de escorias 33 puede llevar escoria desde el horno 14 y el metal fundido puede descargarse a través de la salida 32. Pueden agregarse otros aditivos sólidos necesarios en el proceso juntamente con el mineral a través del alimentador de sólidos 1,

253603



o bien pueden agregarse en la máquina aglomeradora a través de la entrada 29.

5.- El gas reductor para todos los reactores penetra en el reactor 13 a través del conducto 15 y sale de dicho reactor por el conducto 16. Luego pasa desde este conducto 16 al reactor de reducción 5 por medio del conducto 17, entrando luego en el separador 6 de gas y sólidos, del que sale por el conducto 18. Luego penetra en el reactor de reducción 2 y el separador 3 por el conducto 19, saliendo del separador 3 por el conducto 20. Seguidamente penetra en el separador 4 por el conducto 21, saliendo de aquél por el conducto 22. Luego se calienta el gas mediante combustión parcial con aire, que penetra por el conducto 23, pasando el gas caliente a la sección externa cambiadora de calor del reactor de reducción 5 a través del conducto 24. Este gas sale del reactor 5 por el conducto 25, siendo luego quemado completamente con aire que entra por el conducto 26. El gas caliente entra luego en la sección cambiadora de calor del reactor 2 por el conducto 27, saliendo de aquel reactor por el conducto 28. En este momento, el gas es descargado del sistema.

20.- En el caso en que no se precise ningún material metalizado o FeO en el proceso de aglomeración, pueden omitirse el reactor de reducción 5 y el separador de gas y sólidos 6, en cuyo caso todo el mineral, en forma de magnetita sintética, sería introducido desde los separadores 3 y 4 en el separador 7. En el caso de que el mineral fuese lo suficientemente puro como para resultar innecesaria la separación magnética, puede omitirse el separador magnético 7, yendo entonces todos los sólidos directamente desde los separadores 3 y 6 ó 3 y 4 a la máquina aglomeradora 8.

30.- Los reactores 2 y 5 pueden ser de cualquier forma adecuada, pudiendo ser calentados a la requerida temperatura de reacción por cualquier medio conveniente. El mineral puede extraerse a través

253603



5.- de los reactores mediante cualquier dispositivo conveniente, tales como mecánicos, neumáticos o haciendo uso de la gravedad. Preferiblemente, la temperatura del mineral que sale de los reactores debe ser suficiente para que zquél penetre en la máquina aglomeradora a 700 a 1.500° F.

Hecha la descripción precedente hemos de añadir que los detalles de realización de la idea expuesta pueden variar, sin que por ello cambie la esencia de la invención, que es la que se desprende de los párrafos anteriores y la que se reivindica en la siguiente

10.- N O T A

15.- 1. Perfeccionamientos en el método de tratamiento de minerales de hierro finamente divididos, caracterizados por un proceso para el beneficio de compuestos que contengan hierro, incluyendo óxidos, óxidos hidratados y óxidos carbonatados, que comprenden el calentamiento y parcial reducción de tales compuestos mediante un reductor adecuado para la eliminación de oxígeno de ellos, proporcionando un producto compuesto de óxidos de hierro y de un 0 a un 10% de hierro metálico, prensando luego el producto a temperaturas inferiores a 1.500° F y a presiones superiores a 10.000 l.p.c., en aglomerados de estructura permeable y conservadora de una forma compacta.

25.- 2. Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados por un proceso para el beneficio de compuestos que contengan hierro, incluyendo óxidos, óxidos hidratados y óxidos carbonatados, que comprenden el calentamiento y parcial reducción de tales compuestos mediante un reductor adecuado para eliminar oxígeno de ellos, proporcionando un producto que contenga FeO, presionando luego el producto a temperaturas inferiores a 1.500 F y a presiones superiores a 10.000 l.p.c., en aglomerados de estructuras permeable y conservadora de una forma compacta.

30.- 3. Perfeccionamientos según la reivindicación 1, carac-

253603



- 5.- terizados por un proceso para el beneficio de compuestos que contengan hierro, incluyendo óxidos hidratados, óxidos carbonatados y minerales de hierro natural que no sean la magnetita, que comprende el calentamiento y parcial reducción de tales compuestos mediante un reductor adecuado para eliminar oxígeno de ellos, proporcionando un producto que contenga magnetita sintética ( $Fe_3O_4$ ), prensando luego el producto a temperaturas inferiores a  $1.500^{\circ}F$  y a presiones superiores a 10.000 l.p.c.. en aglomerados de estructuras permeable y conservadora de una forma compacta.
- 10.- 4. Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados por un proceso para el beneficio de minerales de hierro naturales, que incluyen la hematita y la magnetita, mediante parcial o completa reducción a  $FeO$  a elevadas temperaturas con el empleo de un reductor adecuado, presionando luego el producto resultante a temperaturas inferiores a  $1.500^{\circ}F$  y a presiones superiores a 10.000 l.p.c. en aglomerados de estructura permeable y conservadora de una forma compacta.
- 15.- 5. Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados por el proceso para el beneficio de finos de mineral de hematita natural, que comprende el calentamiento y parcial reducción de los finos de  $Fe_2O_3$  naturales a finos de  $Fe_3O_4$  sintéticos en presencia de un reductor adecuado, presionando luego los finos a temperaturas inferiores a  $1.500^{\circ}F$  y a presiones superiores a 10.000 l.p.c., en briquetas de forma densa y compacta, pero permeables.
- 20.- 6. Perfeccionamientos según las reivindicaciones 3 ó 5, caracterizados porque el reductor está constituido por materiales de la clase que incluye el almidón y el azúcar.
- 25.- 7. Perfeccionamientos según las reivindicaciones 2, 3 ó 5, caracterizados porque el reductor es el  $FeO$ .
- 30.- 8. Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones

253603



ciones 1 a 5, caracterizados porque el reductor es mineral parcialmente metalizado, incluyendo al Fe y al FeO.

5.- 9. Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizados porque el reductor es mineral parcialmente metalizado que contenga un exceso de Fe y de FeO.

10.- 10. Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizados porque el reductor está formado por compuestos que contengan hierro.

10.- 11. Perfeccionamientos según las reivindicaciones 3 ó 5, caracterizados porque los finos de magnetita sintéticos son mezclados con finos de mineral natural antes del prensado.

12.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizados porque el reductor es un gas.

15.- 13. Perfeccionamientos según las anteriores reivindicaciones, caracterizados por la obtención de una briqueta permeable a los gases, de finos de mineral de hierro naturales, adecuada para su reducción a metal sin desintegrarse, dotada de una densidad mínima de 3,0 g/cm<sup>3</sup> y que incluye por lo menos un 25% de fino de mineral de hematita parcialmente reducido en la forma óxida Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

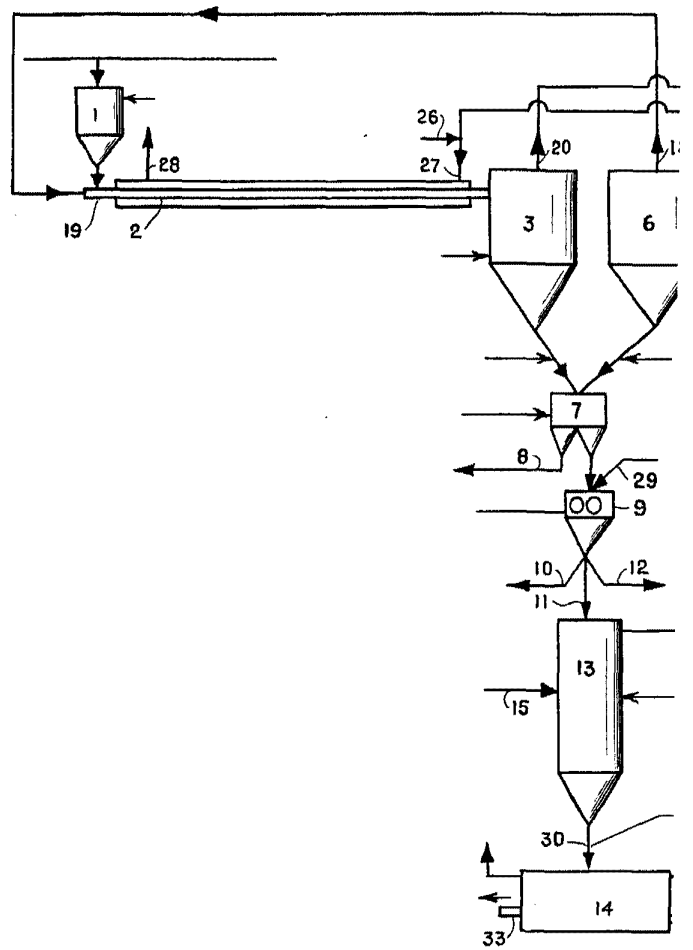
20.- 14. Se reivindica por último, como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención cuyo registro se solicita: "PERFECCIONAMIENTOS EN EL METODO DE TRATAMIENTO DE MINERALES DE HIERRO FINAMENTE DIVIDIDOS".

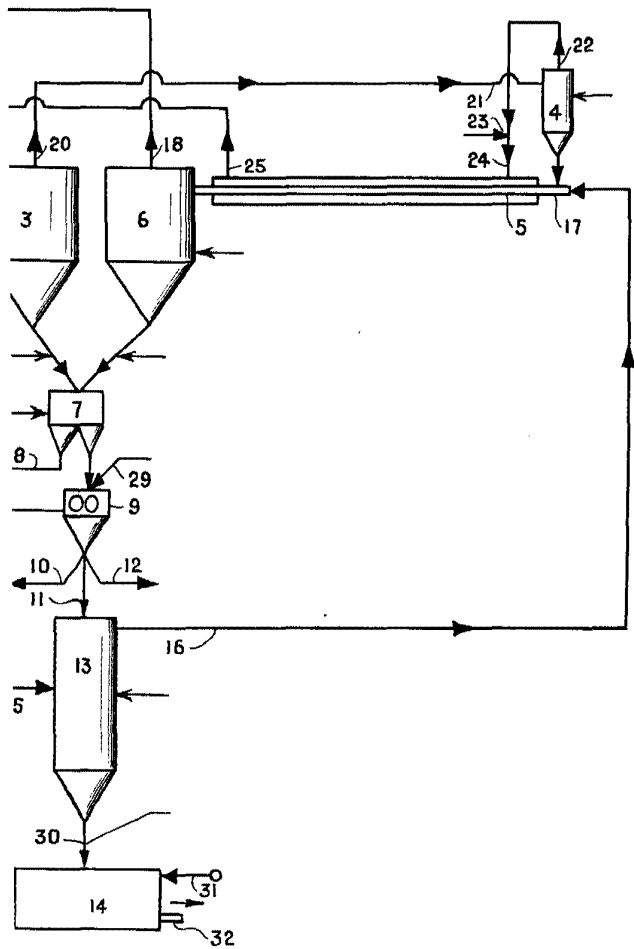
25.- Todo conforme queda descrito en la presente memoria que consta de catorce páginas escritas a máquina, por una sola cara, y dibujo adjunto.

Madrid, 20 de noviembre de 1959

ALFONSO UNGRIA

253603





ESCALA VARIABLE  
MADRID, 21 DE NOVIEMBRE DE 19...  
ALFONSO URGÉN