



ESPAÑA

19 ES	21	NUMERO	20 AI
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		-460138	
		27-6-77	

PATENTE DE INVENCION

20 PRIORIDADES:	22 FECHA	23 PAIS
21 NUMERO		
700.217	28-6-76	E.E. UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F21B; C22B	

64 TITULO DE LA INVENCION
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN HORNO DE CUBA"

71 SOLICITANTE (S)
COMPANIA DE ACERO DEL PACIFICO, S.A. (File:B/1009.62)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Casilla 167D, Santiago, Chile, con un establecimiento efectivo en: One World Trade Center, Suite 5167, Nueva York, N.Y. 10048, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)
Douglas Pollock, Omar Scharzo, Rolando Urquizar, Carlos Vilches y Jaime Bolanos

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 66.318)

IAR.

1 El presente invento se refiere a un nuevo horno de cuba para fundir y afinar continuamente en él cobre de cementación, y a equipos relacionados con el mismo.

5 El horno de cuba tiene una cámara superior para gas, y una zona de cuba intermedia que incluye medios para carga de coque, una zona de solera inferior que incluye toberas para inyección de aire, medios para calentar previamente la carga con calor sensible procedente de la cámara superior para gas, inyectores neumáticos de carga para inyectar  
10 carga previamente calentada dentro de la zona intermedia, un orificio de evacuación de gases sobre la cámara superior para gas que incluye un intercambiador de calor para calentar previamente el aire.

15 En funcionamiento, cobre de cementación es mezclado con fundentes y es calentado previamente en el calentador previo, y luego es inyectado con un gas caliente dentro del horno de cuba que contiene coque caliente al nivel de temperatura máximamente elevada, para efectuar una rápida fusión sin pérdidas por desprendimiento de polvos, y la formación  
20 de una fase metálica y una fase de escoria, oxidar el cobre con el fin de purificarlo, y luego tratar el metal con un agente reductor, para producir cobre de elevada pureza.

1 El horno de cuba es un horno vertical tradicional-  
mente utilizado para fundir hierro, chatarra de hierro o  
arrabio, y que está provisto con boquillas o toberas junto  
a su extremo inferior. Utiliza coque metalúrgico como com-  
5 bustible y su interior lleva un revestimiento de material  
refractario. Tal horno tiene tres partes principales:

(a) La sección inferior o solera del horno, en que  
es recogido el metal fundido que desciende desde la carga  
en la cuba. Esta parte está provista con una salida inferior  
10 o piqueta para permitir la salida de la masa fundida.

(b) La sección intermedia, situada inmediatamente  
por encima de la solera es la zona del horno que manifies-  
ta la temperatura más elevada, y junto a su extremo inferior  
se encuentran las toberas y cajas de viento, a través de las  
15 cuales es insuflado aire.

(c) La sección más elevada del horno, situada por  
encima de la sección central, en que las puertas o toboganes  
de carga están situados para recibir el mineral, coque y fun-  
dente.

20 Con el fin de fundir metal, el horno de cuba utiliza  
el calor irradiado por una columna de coque incandescente  
que es permeable a los gases. Está provista con sistemas de  
encendido y mantenimiento de la combustión, y se insufla  
aire a través de las toberas. Coque y chatarra de hierro o  
25 cualquier material necesario, son cargados a través de las  
compuertas de carga en capas alternadas que descienden pro-  
gresivamente hasta la sección intermedia a medida que es  
consumido el combustible, y el metal completa la fusión en  
esta zona de temperatura más elevada. El metal fundido cae

1 en forma de gotas a través del coque incandescente y se de-  
posita a su vez sobre la solera.

5 Es imposible fundir cobre de cementación en un hor-  
no de cuba convencional, ya que al cargar el material de ce-  
mentación a través de las compuertas superiores, éste es  
arrastrado por la corriente gaseosa que se origina en la  
zona de combustión y es retirada por la corriente de gas  
fuera del horno. Tampoco es posible cargar intermitentemen-  
te cantidades importantes de material de cementación, ya  
10 que su fina granulación obstruye la permeabilidad de la co-  
lumna incandescente, haciendo que se apague el horno. Aun-  
que en la teoría cobre de cementación moldeado en forma de  
briquetas podría ser cargado alternativamente con el coque,  
en la práctica esto no es factible ya que el costo adicional  
15 de fabricar briquetas hace aumentar los costos hasta nive-  
les no comerciales.

El presente invento dispone cargar el material de  
cementación, mezclado con fundente, directamente en la sec-  
ción intermedia del horno de cuba, evitando los inconvenien-  
20 tes indicados de cargar a través de las compuertas superio-  
res, y sin obstruir el funcionamiento normal del horno. A  
este efecto, se han diseñado mejoras específicas en el hor-  
no de cuba convencional, haciendo posible que la fusión y el  
afino de cobre de cementación se lleven a cabo en un procedi-  
25 miento continuo.

Un objeto general del presente invento es crear un  
horno de cuba mejorado para fundir y afinar cobre de cemen-  
tación.

1                   Otros diversos objetos y ventajas del invento re-  
sultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de  
formas de realización, y las nuevas características serán  
particularmente especificadas en conexión con las siguien-  
5                   tes reivindicaciones,

                  Seguidamente se hará referencia a los dibujos ane-  
jos, en los cuales:

                  La figura 1 es una vista en alzado lateral, parcial-  
mente en sección, de un horno de cuba de acuerdo con el in-  
10                  vento;

                  La figura 2 es una vista en alzado lateral, parcial-  
mente en sección, de la antesolera utilizada en unión con el  
horno de cuba de la figura 1; y

                  La figura 3 es una vista en alzado extrema de la  
15                  figura 2.

                  Tal como se muestra en la figura 1, el invento con-  
sidera suplementar un horno convencional 10 con un calenta-  
dor previo de mezcla 12 que tiene una bandeja para metal 14  
que está colocada en la parte superior y por encima del hor-  
no 10. Esta bandeja es calentada indirectamente por la co-  
20                  rriente ascendente de gases calientes producidos por combus-  
tión en el interior del horno. Los gases de combustión cir-  
culan a través de una cuba lateral oblicua 16 que sobresale  
hacia fuera por un lado del horno, inmediatamente por debajo  
25                  de la base de la bandeja 14. Se carga coque a través de una  
compuerta 18 situada al lado del horno, inmediatamente por  
debajo de la cámara superior para gas 20, desde donde se ori

1 gina la cuba oblicua 16.

5 Cobre de cementación y fundentes son cargados sobre la bandeja 14 a través de la tolva 13. La mezcla es homogeneizada por medio de una paleta mezcladora, espetón o gancho de pudelar 22 propulsado por un motor convencional situado en la caja 24. Ensayos realizados han mostrado que la mezcla alcanza una temperatura apropiada en el calentador previo para los fines de este invento, tal como se describe seguidamente. La mezcla es descargada de manera continua a través del tubo descendente 26 dentro de la tolva de un alimentador de aire 30, después de haber sido impulsada dentro de ella por la paleta mezcladora 22.

10

15 Un alimentador de mezcla con aire 30 comprende la tolva receptora 28 dentro de la cual cae la mezcla desde la bandeja 14 a través del tubo descendente 26, y tiene una base cónica conectada con el tubo 32 que penetra en el lado interior del horno 10. Aire caliente es transportado por el tubo 32 y arrastra consigo la mezcla que cae dentro del mismo tubo a partir de la tolva 28. La colocación del alimentador 30 es importante, y deberá estar a aproximadamente 45-50% de la altura de la cuba. Si la mezcla es alimentada a una altura demasiado elevada, el material de cementación será extraído por la corriente gaseosa; si el alimentador está demasiado bajo, material de cementación no fundido llegará a la solera. La mezcla es dispersada en la columna de coque incandescente, y funde con rapidez y cae en forma de gotas en un estado líquido dentro de la solera del horno, desde donde desciende continuamente hacia abajo hasta la salida 34 a la antesolera 36 situada directamente por debajo de ella.

20

25

30

1 La cuba lateral oblicua 16 transporta la corriente  
saliente de gases de combustión desde la cámara para gas 20  
situada inmediatamente por debajo de la bandeja metálica 14.  
5 Las dimensiones de la cuba son establecidas convencionalmen-  
te en relación con las características del horno y tiene una  
inclinación entre 30 y 45°, con el fin de facilitar la reco-  
gida de cualesquiera materiales finos dentro de ella y su  
retorno a la cuba por la fuerza de la gravedad, o la elimi-  
nación a través de la compuerta 17.

10 Para efectuar el calentamiento de aire insuflado  
dentro del alimentador de aire a través del tubo 32, un ser-  
pentín 38 está colocado dentro de la cuba 16, cuyas dimen-  
siones son determinadas convencionalmente por las especi-  
ficciones para el funcionamiento deseado. Se insufla aire por  
15 medio de un compresor convencional (no mostrado) a través  
de un tubo 40, calentado en el serpentín 38 por el calor la-  
tente de los gases que salen a través de la cuba 16, y es  
transportado en estado caliente por el tubo 32 al alimenta-  
dor de aire 30. Un segundo serpentín 42 está colocado dentro  
20 de la cuba 16 para calentar el gas de petróleo licuado, pre-  
viamente gasificado, abastecido bajo presión a través del  
tubo 44. Las dimensiones del serpentín son determinadas con-  
vencionalmente por las especificaciones de la operación de-  
seada. El gas natural caliente sale bajo presión a través  
25 del tubo 46 y es transportado por medios convencionales has-  
ta la antesolera 36 para utilizarse en la reducción del me-  
tal. El gas es calentado con el fin de asegurar una reduc-  
ción más eficaz en la antesolera.

Tal como se muestra en la figura 2, la antesolera  
30 36 comprende recipientes basculantes convencionales, reves-

1 tidos interiormente con material refractario 47 y provistos  
con medios para desplazamiento convencionales. Un quemador  
convencional 48 está dispuesto sobre una de las paredes pa-  
ra mantener la temperatura del baño. Una tapa 50 revestida  
5 interiormente con material refractario está provista con  
una salida convencional 52 para gases. La antesolera está  
provista con un agujero de caída 54 a través del cual cae  
el metal fundido que sale hacia abajo de la piquera para es-  
coria 34 del horno, y un agujero de sangrado 56.

10 Las antesoleras 36 son susceptibles de ser bascula-  
das para volcar el cobre ya afinado dentro de moldes, y son  
desplazables de manera que pueden ser movidas alternadamen-  
te unas con otras para recibir metal fundido desde el horno  
y similarmente en el proceso de afino que es llevado a ca-  
15 bo en la antesolera propiamente dicha. La figura 2 descri-  
be también los otros elementos comunes de recipientes bas-  
culantes desplazables tales como mangueras de quemador, bas-  
tidores, ruedas, cubas basculantes, asideros, etc. La figu-  
ra 3 es una vista extrema de la antesolera, que ilustra del  
mejor de los modos lo que antecede.

20 De acuerdo con el invento, la fusión y el afino con-  
tinuos se llevan a cabo del siguiente modo: el horno es en-  
cendido por métodos convencionales hasta que llega a la tem-  
peratura de trabajo, siendo cargado coque a través de la com-  
puerta de carga 18. La carga de material de cementación y  
25 fundente se inicia sobre la bandeja 14 para calentarla pre-  
viamente. La paleta mezcladora 22 homogeneiza a la mezcla,  
que cae hacia abajo por el tubo 26 para llegar al alimenta-  
dor de aire 30. Se comprime aire por el compresor, transpor-  
tado por el tubo 40 y calentado previamente en el serpentín

1 38, desde donde llega al alimentador de aire a través del  
tubo 32 con el fin de entrar en el inyector 30, que recibe  
simultáneamente la mezcla procedente de la tolva 28. La mez-  
cla de material de cementación y fundente es insuflada bajo  
5 presión juntamente con aire a través del tubo en la sección  
intermedia del horno, que es la que tiene la máxima tempera-  
tura en la columna de coque incandescente que cae en el in-  
terior del horno. Los experimentos llevados a cabo indican  
que un contacto íntimo del cobre de cementación con el co-  
10 que incandescente efectúa la primera fase reductora que eli-  
mina el óxido superficial desde el material de cementación,  
permitiendo de esta manera una fácil fusión del metal y mí-  
nimas pérdidas de materiales finos provocadas por la corrien-  
te gaseosa del horno. En el caso de materiales de cementsa-  
15 ción muy finos o muy antiguos, que implican óxido en exceso,  
se añade un agente reductor (por ejemplo, carbón fino) a la  
mezcla en la bandeja 14.

El material de cementación cae en la columna de co-  
que incandescente, se funde y desciende como metal líquido  
20 sobre la solera del horno. La experiencia indica que al pa-  
sar enfrente de toberas 58 del horno, el metal experimenta  
su primera oxidación, y por lo tanto el procedimiento de afi-  
no comienza en el mismo horno de una manera primaria. El co-  
bre fundido llega al fondo del horno, en donde se lleva a ca-  
25 bo el sangrado continuamente con una piquera abierta. Al  
abandonar la piquera, continúa el contacto de cobre líquido  
con la atmósfera, y prosigue la reacción de oxidación inicia-  
da al pasar enfrente de las toberas.

El metal líquido y la escoria caen en la antesolera  
30 a través del agujero de caída 34. La temperatura del baño en

1 la antesolera es mantenida activando el quemador 48. Una vez  
que se ha acumulado cobre en la extensión de 1/4 de la capa-  
2 cidad total de la antesolera, comienza la oxidación del co-  
bre. Para efectuar esto, la boquilla de inyección 60 es co-  
5 nectada con una manguera que insufla aire, oxígeno, o una  
mezcla convencional de ambos, iniciando de este modo una  
oxidación directa, controlada por técnicas convencionales,  
de las restantes impurezas del metal. La impureza principal  
es hierro, y éste es captado en el procedimiento de oxida-  
10 ción por la escoria para formar silicatos. Se determina si  
está desarrollándose el proceso de oxidación mediante frac-  
tura de muestras, de acuerdo con técnicas conocidas para los  
expertos, y realizando un barrido periódico para eliminar  
impurezas. En el baño, el cobre líquido y la escoria son se-  
15 parados por la diferencia de densidades específicas, tal co-  
mo es sabido en la técnica.

Una vez que ha sido llenada la antesolera, ésta es  
retirada del horno y reemplazada por otra que continúa reci-  
biendo el metal líquido procedente del horno. La totalidad  
20 de la escoria es retirada del baño oxidado en la antesolera,  
y se añade una capa de carbón orgánico. Subsiguientemente,  
se introduce una boquilla de inyección convencional, conec-  
tada con el tubo 46 a través del cual circula el gas de re-  
ducción bajo presión. Este es craqueado a 800°C en el serpen-  
25 tín 42.

El craqueo parcial del gas es caracterizado por la  
llama corta y brillante que éste refleja, tal como es conoci-  
do para los expertos en la técnica, y que es necesaria para  
la fase de reducción que es llevada a cabo en la antesolera.  
30 Esta es la fase final del procedimiento de acuerdo con el

1 invento, y su duración es controlada mediante fracturas convencionales de muestras.

Una vez que ha sido completada la fase de reducción, el cobre está afinado y luego es colado sobre moldes de la manera ordinaria. Entonces la antesolera está libre para volver al horno y de este modo, comenzar un nuevo ciclo.

#### Ejemplos

10 Durante una primera fase, se llevan a cabo ensayos con el fin de obtener una verificación experimental del proceso de fusión de cobre en un horno de cuba, ajustar el funcionamiento y hacer óptimos los parámetros de funcionamiento. Solo se utilizaron cargas limitadas de cobre de cementación, ya que sólo estaba disponible una antesolera para recibir el cobre fundido. Los siguientes valores son típicos de esta sucesión:

15 Cargas: 200 kg de cobre de cementación, 68 a 80% de Cu y 8

12% de Fe

26 kg de  $\text{SiO}_2$  (13% de la carga de material de cementación) como fundente

20 13 kg de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6,5% de la carga de cementación) como fundente.

25 El horno funciona con una temperatura convencional de aproximadamente  $1.300^\circ\text{C}$ , que es mantenida también en la antesolera por el quemador 48. El calentador previo de la carga era eficaz para calentar dicha carga a aproximadamente  $100-120^\circ\text{C}$ , lo cual era satisfactorio. Aire procedente del serpentín 38 fue calentado previamente a alrededor de  $600-700^\circ\text{C}$ .

Los caudales utilizados fueron los siguientes:

1

Aire de inyector de material de cementación: 537,7 hasta 566 litros/minuto presión 2 kg/cm<sup>2</sup>

Aire de oxidación: 226,4 litros/minuto

5

Gas licuado (gas de petróleo licuado): 0,33 kg/minuto

Coque de calentamiento previo: 35 a 40 kg

Coque de fusión: 50 a 60 kg

Granulación del coque utilizado: 100% entre 50 mm + 75 mm.

10

Dos tiempos para las fases llevadas a cabo fueron:

Fusión de la carga en el horno: 50 a 60 minutos

Oxidación en la antesolera: 15 a 20 minutos

En la serie de ensayos llevados a cabo, la reducción fue lograda con berlingado y gas, con y sin calentamiento previo.

15

Los tiempos empleados en cada caso son los siguientes:

- Berlingado = 35 a 45 minutos

- Gas no calentado = 30 a 45 minutos

- Gas calentado = 4 a 10 minutos

20

Fue posible apreciar que al reducir con berlingados y con gas no calentado, la naturaleza endotérmica de la reacción enfriaba rápidamente al baño. El caso fue diferente al reducir con gas natural previamente calentado a alrededor de 800°C, en que se observó que el baño no se enfriaba, sino que en realidad aumentaba en su temperatura. Los expertos en la técnica apreciarán que el sistema de gases debe ser purgado de aire antes de la puesta en marcha para evitar riesgos de explosión.

25

30

Experiencias a escala experimental mostraron los

1 siguientes resultados: la velocidad de fusión fue de 260 kg/  
hora de carga total. Con cobre de cementación de alta pureza,  
de nueva aportación, esta velocidad de fusión puede repre-  
sentar 220 kg/hora o más de cobre fino. La cantidad de co-  
5 que fue de 22 a 25% de la carga total.

Este dato sirve para el equipo experimental, y se  
podría esperar un porcentaje de coque inferior en una insta-  
lación industrial. Este dato de consumo no incluye el coque  
de calentamiento previo para el lecho, ya que esta es una  
10 cantidad fija.

Se obtuvo cobre con una pureza de 99,9%, de un mo-  
do consistente.

Mediante balances de masa, se ha determinado que la  
pérdida más elevada fue de 5% del cobre cargado. Este dato  
15 puede ser considerado como máximo, ya que hay fracciones del  
cobre obtenidas que permanecen empotradas en el revestimien-  
to o en salpicaduras que son difíciles de detectar y que,  
dado que representan pequeños volúmenes peculiares de un  
trabajo a escala experimental, tienen una mayor incidencia  
20 que la que tendrían en un trabajo a escala industrial.

Diversos cambios en los detalles, operaciones, ma-  
teriales y disposiciones de partes, que han sido descritos  
e ilustrados aquí con el fin de explicar la naturaleza del  
invento, pueden efectuarse por parte de los expertos en la  
25 técnica, dentro de los principios y alcance del invento, tal  
como se definen en las siguientes reivindicaciones.

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un horno de cuba que tiene una cámara superior para gases, una zona de cuba intermedia que incluye medios para carga de coque, y una zona de solera inferior que incluye toberas para inyección de aire, cuyos perfeccionamientos están caracterizados por medios para calentamiento previo de la carga que utilizan calor sensible procedente de dicha cámara superior para gases, medios neumáticos para inyección de carga adaptados para inyectar dicha carga previamente calentada dentro de dicha zona intermedia, medios para salida de gases en comunicación con dicha cámara para gases; y medios de intercambio de calor dentro de dichos medios para salida.

15

20

25

2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados además porque dichos medios para calentamiento previo de la carga incluyen una bandeja para carga en relación de intercambio indirecto de calor con dicha cámara para gases, medios para agitar y homogeneizar dicha carga sobre dicha bandeja y medios de caída por fuerza de la gravedad para transportar carga previamente calentada a dicho inyector.

3ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones

1 1ª ó 2ª, caracterizados además porque dichos medios para  
inyección de carga incluyen un manantial de aire comprimi-  
do en comunicación con dichos medios de intercambio de ca-  
lor, un inyector de carga propulsado por aire, medios para  
5 transportar carga previamente calentados desde dichos medios  
calentadores previos a dicho inyector, y medios para trans-  
portar aire desde dichos medios intercambiadores de calor  
a dicho inyector.

10 4ª.- Perfeccionamientos según una cualquiera de  
las precedentes reivindicaciones, caracterizados además por  
el hecho de que dichos medios de salida están inclinados en  
un ángulo entre 30º y 45º respecto del plano horizontal.

15 5ª.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las  
precedentes reivindicaciones, caracterizados además por una  
antesolera adaptada para recibir metal y escoria de dicha  
zona de solera; agujeros de carga y de sangrado en dicha  
antesolera; medios de quemador para mantener al metal a una  
temperatura deseada dentro de dicha antesolera, y medios pa-  
ra inyección de fluido.

20 6ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª,  
caracterizados además por el hecho de que dicha antesolera  
es movable.

25 7ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones  
5ª ó 6ª, caracterizados además porque dichos medios para in-  
yección de fluido incluyen un manantial de fluido en comuni-  
cación con dichos medios intercambiadores de calor; una bo-  
quilla inyectora de fluido en comunicación con el interior  
de dicha antesolera delantera; y medios que conectan dichos  
medios intercambiadores de calor con dicha boquilla.

8ª.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las

30

23077

1 las reivindicaciones 3ª a 7ª, caracterizados además por el hecho de que dichos medios de inyección de carga están colocados en un lugar situado entre 45 y 50% de la altura de dicho horno.

5 9ª.- Perfeccionamientos introducidos en un horno de cuba.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representando en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.

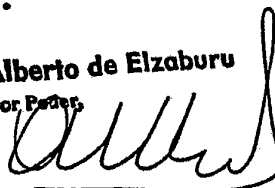
10 Esta Memoria consta de QUINCE hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 18. NOV. 1977

P.A.

15

Alberto de Elzaburu  
Por Poder



20

25

30



FIG. 2

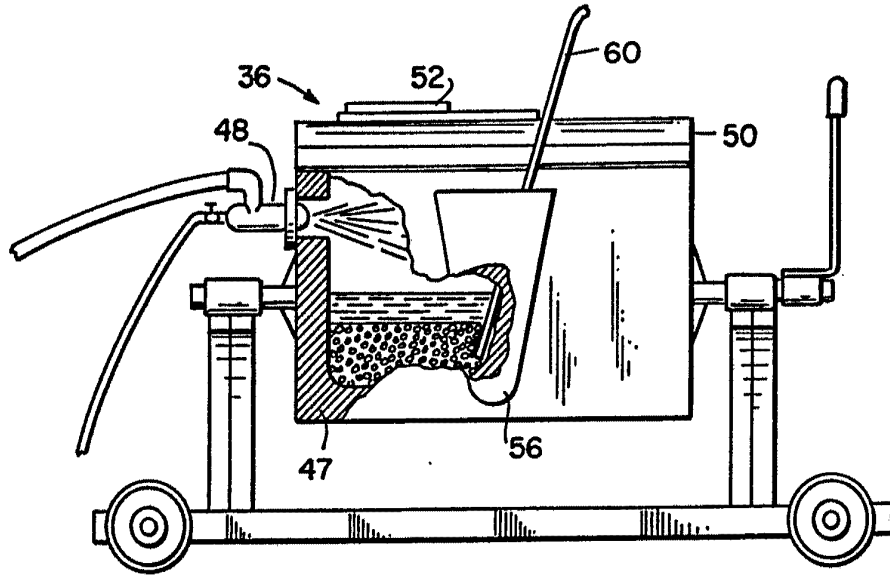
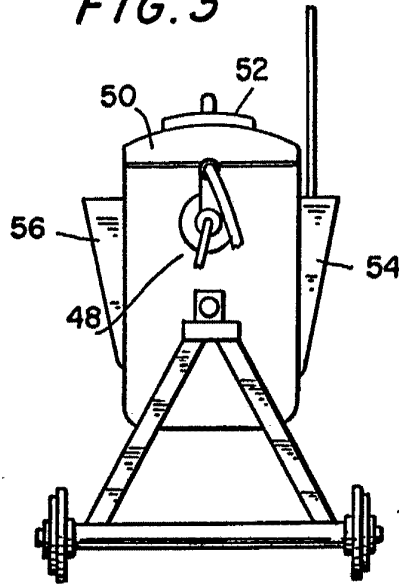


FIG. 3



Alberto de Elzaburu  
Por Poder,