

326595



326595

PATENTE DE INVENCION

=====

M E M O R I A            D E S C R I P T I V A

S o b r e :

"METODO Y APARATO PARA FLOTACION DE ESPUMA"

- - - - -

Solicitante: THE ZINC CORPORATION LIMITED, Compañía australiana,  
domiciliada en 95 Collins Street, MELBOURNE, Estado  
De Victoria, Australia.

- - - - -

Inventor: Mr. William John Mankivell Davies.

- - - - -

326595



Esta invención se refiere a un método y aparato perfeccionados para la flotación de espuma, particularmente, para la recuperación de minerales de las menas.

5.- La flotación de espuma es la técnica principal que se usa hoy para la separación y concentración de minerales específicos de menas.

En esta especificación, la eficiencia del proceso de flotación de espuma está definida por los dos criterios siguientes:

10.- La "recuperación" (cantidad crítica) es el peso de mineral deseado o elemento particular recuperado en el proceso y expresado como porcentaje del peso total del mineral deseado o elemento particular contenido en la pulpa sometida al proceso.

15.- El "grado de concentración" (calidad crítica) es el peso del mineral deseado o elemento particular recuperado de la espuma y expresado como porcentaje del peso total de sólidos recuperados de la espuma.

20.- El proceso se efectúa normalmente ahora en máquinas mecánicas de flotación, cuya forma general es la de un tanque que contiene un impulsor, por el que fluye la pulpa. El impulsor mantiene los sólidos en suspensión en la pulpa, introduce aire en la misma haciendo que se formen burbujas que se dispersan a través de la pulpa para hacer los contactos necesarios con las partículas de mineral. La espuma que se forma sobre la superficie de la pulpa fluye por uno de los lados del tanque a un lavadero donde es separada.

25.- Siempre que las partículas del mineral deseado puedan ser separadas de las partículas de minerales indeseables por el proceso de flotación, dos tipos de efecto determinan la magni-

30.-

326595



- tud de la recuperación del mineral deseado en un tiempo dado. Un tipo de efecto se debe a los agentes químicos añadidos, o ya presentes en la pulpa. El otro tipo de efecto, que es el que guarda principal relación con esta invención, es debido a la
- 5.- máquina de flotación y, en particular, al método de dispersión y mezclado del aire a través de la pulpa.
- La recuperación del mineral deseado mediante una sola máquina mecánica disminuye a medida que aumenta el caudal de pulpa que fluye a través de la máquina. Por lo general, la pulpa
- 10.- debe ser tratada repetidas veces para conseguir la recuperación máxima del mineral deseado. Por ejemplo, en la mina de la Zinc Corporation Limited situada en Broken Hill, Nueva Gales del Sur, es posible recuperar al menos el 97% del mineral deseado, que en este caso es sulfuro de plomo o galena, de la mena mediante el
- 15.- proceso de flotación. En condiciones ideales, cada una de las máquinas de flotación de la Zinc Corporation Limited, debería recuperar aproximadamente un 20% del mineral deseado contenido en la alimentación de la máquina cuando la pulpa fluye a razón de 100 toneladas por hora. El número de tratamientos de repetición es considerable cuando se quiere recuperar el 97% del mineral deseado, según se ilustra a continuación.
- 20.- La primera máquina recupera el 20% dejando que el 80% pase a la máquina siguiente. Esta segunda máquina recupera el 20% del mineral deseado introducido en ella, pero este es solo
- 25.- el 20% del 80%, o sea el 16% del contenido inicial en la alimentación. De esta forma, dos máquinas recuperan el 36%, dejando que el 64% pase a una tercera máquina que recupera el 20% de éste, o sea el 12,8% del mineral deseado contenido en la alimentación inicial. Así, tres máquinas recuperan el 48% del mineral deseado contenido en la alimentación inicial. Continuando -
- 30.-

326595



1966

- este cálculo nos encontraríamos que se requieren nueve tratamien-  
tos para recuperar aproximadamente el 89% del mineral valioso -  
contenido en la alimentación inicial, y al menos otros diez -  
tratamientos más para recuperar un 8% más, rindiendo así un to-  
tal del 97%. De esta forma, y en condiciones ideales, se requeri-  
rían 19 máquinas de flotación para recuperar el 97% del mineral  
deseado. Si, para el mismo ritmo de alimentación a razón de 100  
toneladas por hora, pudiera ser incrementado el rendimiento del  
dispositivo de dispersión de aire y de mezclado aire-pulpa para  
que se obtuviera una recuperación de, al menos, el 73% del mi-  
neral deseado (en vez del 20%), sólo serían necesarias tres má-  
quinas para recuperar algo más del 97%, en comparación con las  
19 máquinas de antes. El empleo de un número tan sensiblemente  
inferior de máquinas, aporta las ventajas siguientes:
- 15.- --Considerando igual el consumo de energía eléctrica de cada -  
máquina, se requiere una potencia considerablemente inferior  
para el tratamiento de una tonelada de pulpa.
  - El coste de capital por tonelada de pulpa tratada, es inferior  
debido al menor número de máquinas y a la menor extensión del  
edificio requerido.
  - 20.- --El coste de entretenimiento es inferior, debido al menor núme-  
ro de máquinas, por tonelada de pulpa tratada.
  - El grado de concentración de la espuma en una máquina, depende  
en gran parte del contenido en el mineral deseado (como pro-  
porción) en la alimentación de la máquina. Con el gran número  
de máquinas requeridas actualmente, el grado de concentración  
de la espuma decrece progresivamente a medida que se va ago-  
tando el mineral deseado contenido en la pulpa. Con frecuencia,  
el grado de concentración de la máquina final es inferior al  
grado de concentración de la pulpa alimentada a la primera -
  - 25.-
  - 30.-

326595



- máquina. Como resultado, deben usarse otras máquinas para el tratamiento de los concentrados de bajo grado para obtener un producto útil. Frecuentemente, este concentrado de bajo grado es re-circulado y mezclado con la alimentación inicial y tratado en esta forma en lugar de hacerlo en máquinas separadas. Debe preverse la suficiente capacidad en las máquinas para este fin. Con un menor número de máquinas, la última de ellas trabaja con una alimentación de mayor graduación y produce un concentrado de alta graduación. Como resultado, menos máquinas de re-tratamiento consiguen mejorar la calidad de concentración. Alternativamente, puede ser obviada la necesidad de circular este concentrado de bajo grado o su mezcla con la alimentación nueva.
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-
- Con un mayor número de máquinas, la cantidad por peso de mineral recuperado en las etapas finales es muy baja y se producen espumas inestables. Tales espumas tienden al colapsamiento y dejan caer su carga de mineral en la pulpa. Como resultado, la recuperación por cada máquina es con frecuencia muy inferior a la ideal, por lo que se necesitan más máquinas todavía. En el ejemplo anterior, con 19 máquinas trabajando en condiciones ideales y recuperando el 20% cada una, recuperaban un total del 97% del mineral deseado. En la mina de la Zinc Corporation Limited, se requieren realmente 28 máquinas debido a la caída en la recuperación de las máquinas de las últimas etapas. Además, en las espumas, se produce normalmente un mecanismo de elevación de grado. Si una espuma tarda un tiempo considerable en rebosar las paredes de la máquina, el mineral indeseable tiene tiempo de sedimentarse de nuevo en la pulpa. Esto origina un aumento en la concentración de mineral deseado. Este efecto no puede conseguirse en las máqui-

326595



- nas actuales de etapas finales por ser inestables las espumas y tender a la colapsación debido a su bajo contenido mineral. Con un pequeño número de máquinas de alta recuperación, las concentraciones de mineral en la espuma y, por tanto, la estabilidad de ésta, son sustancialmente mayores. El decremento en las recuperaciones y grados de concentración obtenidos con máquinas convencionales no alcanzan la misma extensión.
- 5.- --El problema de control de la planta es más sencillo con menor número de máquinas.
- 10.- Esta invención implica la inyección de pulpa y aire dentro de la masa de pulpa de un tanque o recipiente por medio de un dispositivo inyector de pulpa-aire, con el que se obtiene una más eficiente dispersión y mezclado de pulpa-aire, así como un mejor contacto burbujas-partículas.
- 15.- En una forma, la invención implica la inyección de chorros de pulpa y aire a presión dentro de un cuerpo de pulpa en un tanque o recipiente para formar burbujas de aire de dimensión adecuada y mezclar a fondo la pulpa y el aire en el chorro saliente. Este intenso mezclado distribuye las burbujas de aire por todo el chorro y promueve el mezclado entre dichas burbujas y las partículas minerales. El chorro de aire-pulpa es desenergizado, permitiendo que los agregados burbuja-partícula se eleven hasta la superficie del cuerpo de la pulpa para formar una espuma.
- 20.-
- 25.- La interacción del aire y la pulpa dentro de los chorros de pulpa-aire, de acuerdo con esta invención, produce tal dispersión del aire y tal mezclado entre las burbujas de aire y la pulpa, que se consigue una alta eficiencia metalúrgica, sensiblemente independiente del tiempo de permanencia de la pulpa en
- 30.- el tanque.

326595



El aparato de esta invención opera sin partes móviles y con muy bajas exigencias de potencia por tonelada de pulpa a tratar. Como resultado, se emplea un número considerablemente menor de máquinas cuando se usa los dispositivos de inyección del tipo descrito en esta invención para conseguir una recuperación máxima del mineral deseado en comparación con las prácticas actuales y pasadas, lo que permite la consecución sustancial de las ventajas antes explicadas.

5.-

Otros detalles de la invención se pondrán en evidencia en la descripción siguiente de formas preferidas de la invención, las que se muestran en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

10.-

La figura 1 presenta un alzado seccional de un aparato de flotación construido de acuerdo con la invención.

15.-

La figura 2 es una vista en planta tomada según la línea 2-2 de la figura 1.

20.-

La figura 3 es una vista en alzado seccional de uno de los dispositivos inyectoros de aire-pulpa mostrados en la figura 2, sección efectuada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 2.

La figura 4 es una vista en alzado seccional según la línea 4-4 de la figura 3.

La figura 5 es un alzado seccional de una forma alternativa de dispositivo inyector de aire-pulpa.

25.-

La figura 6 es una representación diagramática del chorro de aire-pulpa, basada en la evidencia fotográfica.

La figura 7 es un alzado seccional de otra forma de un aparato de flotación que incorpora el dispositivo inyector de aire-pulpa mostrado en la figura 5.

30.-

La figura 8 es una vista diagramática de una disposi-

326595



ción para efectuar tests comparativos de dos juegos de aparatos de flotación contruidos de acuerdo con la figura 7.

5.- La figura 9 es una vista diagramática de una disposición para efectuar tests comparativos entre aparatos contruidos de acuerdo con la invención y otras máquinas convencionales de flotación que emplean dispositivos mecánicos o impulsores para obtener la dispersión del aire y la mezcla de aire-pulpa, describiéndose dichos tests después en los Ejemplos 1, 2, 3 y 4.

10.- La figura 10 es una vista de una disposición modificada, en la que se obtiene la presión de la pulpa mediante elevación de una etapa de flotación con relación a la siguiente, según se describe después en el ejemplo 5.

En los dibujos, los mismos números de referencia se emplean para indicar partes iguales o correspondientes.

15.- El aparato de flotación mostrado en las figuras 1 y 2, está provisto de un tanque 1 y de una serie de dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 montados en alineamiento horizontal cerca del extremo inferior del tanque 1, mostrándose sólo en las figuras 1 y 2 tres de estos dispositivos. Dicho aparato de flotación es descrito con más detalle en lo que sigue.

20.- Con referencia a las figuras 3 y 4, cada dispositivo de inyección aire-pulpa 2, comprende un cuerpo cilíndrico 3, una conexión para pulpa 4 que penetra tangencialmente en el cuerpo cilíndrico 3, una tobera convergente 5 sujeta o formada íntegramente en el extremo anterior del cuerpo cilíndrico 3, un orificio 7 en el extremo anterior de la tobera 5 que coincide con una abertura del tanque 1, una brida 6 en el extremo anterior de la tobera 5 que se atorilla al tanque 1, y una conexión o tubo de aire 8 montado axialmente en el cuerpo 3 con su extremo anterior 9 avanzando hacia el extremo anterior de la tobera 5 justamente detrás del orificio 7.



326595

- Las conexiones 4 de la pulpa están unidas a una fuente de pulpa a presión para recibir el tratamiento, y las conexiones 8 del aire se unen a una fuente de aire a presión. Cada conexión de aire 8 está atornillada dentro de un resalte 10 rosado interiormente en el extremo posterior del cuerpo 3, para que pueda ajustarse la posición del extremo anterior 9 de la conexión 8, mediante el giro de esta última, con relación al orificio 7.
- 5.-
- La pulpa a presión penetra en cada una de las conexiones 4 de cada dispositivo inyector 2 y entra en el cuerpo cilíndrico 3 tangencialmente a las paredes haciendo que la pulpa forme un torbellino alrededor de las paredes de la tobera 5 antes de formar un anillo de pulpa a través del orificio 7 de dicha tobera dentro del cuerpo de pulpa del tanque 1. El aire a presión penetra en el tubo 8 y sale por el extremo anterior 9 de dicho tubo 8 justamente detrás del orificio 7 de la tobera 5, y es luego inyectado en forma de un núcleo de aire dentro del cuerpo de pulpa del tanque 1.
- 10.-
- 15.-
- El dispositivo de inyección puede asumir alternativamente la forma mostrada en la figura 5. Este dispositivo comprende un cuerpo cilíndrico 3, una conexión 4 para pulpa que entra en el cuerpo cilíndrico 3 radialmente, un manguito 26 conectado al extremo anterior del cuerpo 3, una tobera convergente 27 que contiene un orificio 7 y va atornillada al extremo anterior rosado del manguito 26, estando dispuesto el extremo anterior 28 de la tobera 27 para su paso a través de una abertura del tanque 1 donde queda fijado en su posición, un tubo de aire o conexión 8 montado axialmente en el cuerpo 3, y una serie de paletas productoras de remolino 29 montadas en el extremo anterior 9 de la conexión 8 de aire.
- 20.-
- 25.-
- 30.-

326595



La conexión de pulpa 4 está conectada a una fuente de pulpa a presión para ser sometida a tratamiento de flotación, y la conexión de aire 8 se une a una fuente de aire a presión.

5.- La pulpa a presión penetra en la conexión 4 del dispositivo inyector, entra radialmente en el cuerpo cilíndrico 3 y es forzada entre las paletas productoras de remolino 29, lo que hace que la pulpa gire alrededor de las paredes de la tobera 27 antes de salir en la forma de un anillo de pulpa a través del orificio 7 de dicha tobera para penetrar en el cuerpo de pulpa del tanque 1. El aire a presión pasa por la conexión 8 y sale por el extremo anterior 9 de dicha conexión 8.

Con referencia ahora a la figura 6, el dispositivo inyector 2 puede ser del tipo mostrado en las figuras 3 y 4 o también del tipo que se presenta en la figura 5.

15.- El aire sale por el extremo anterior 9 de la conexión 8 del dispositivo inyector 2 y es mantenido como un núcleo central 81 en su inyección al interior del cuerpo de pulpa del tanque 1 debido a las condiciones particulares en que fluye el circundante anillo en torbellino de pulpa 80. Sustancialmente no se produce mezclado de pulpa y aire dentro de los dispositivos inyectores 2, manteniéndose el núcleo de aire 81 a través del orificio a medida que el chorro de pulpa-aire entra en el cuerpo de pulpa del tanque 1.

25.- Debido a las fuerzas friccionales que actúan en la inter-superficie 88 entre el anillo torbellino de pulpa 80 y el núcleo de aire 81, este último es también obligado a girar mientras se mantiene en una posición sensiblemente coaxial.

30.- El anillo en torbellino de pulpa 80 tiene una condición de fluido que hace que se forme una región 84 a lo largo del eje del remolino cerca del extremo anterior 9 de la conexión 8, y -

326595



en el cual la presión estática es sensiblemente inferior a la del anillo circundante de pulpa en remolino 80. Como resultado, la presión de aire requerida en la conexión 8 es sustancialmente inferior a la presión de la pulpa exigida en la conexión 4

5.- para condiciones normales de trabajo.

Como ejemplo, diremos que un dispositivo inyector 2 sustancialmente similar al mostrado en las figuras 3 y 4 con un orificio 7 de 25,4 mm. de diámetro, un cuerpo cilíndrico 3 con un diámetro interior de 76,2 mm. y 50,8 mm. de longitud,

10.- una sección de tobera 5 con longitud de 76,2 mm. una conexión de aire 8 de 12,7 mm. de diámetro interior y que se extienda 19,05 mm. desde el orificio 7, y una conexión de pulpa 4 con un diámetro interior de 31,75 mm., requirió una presión de pulpa de 0,95 Kg/cm<sup>2</sup> en la conexión 4 para hacer pasar 0,1626 m<sup>3</sup>

15.- por minuto de una pulpa formada por el 49,4% en peso de mena molida de mineral plomo-cinc con un peso específico medio de 3,7 y el 50,6% en peso de agua a través del dispositivo. La presión de aire requerida en la conexión 8 para hacer pasar 0,167 m<sup>3</sup> normales por minuto a través del dispositivo fué de

20.- sólo 0,2812 Kg/cm<sup>2</sup>. Sin el torbellino de la pulpa, la presión necesaria de aire para la misma pulpa y sus condiciones de paso iguales a las de antes, hubiera sido sensiblemente igual a la presión de la pulpa en la conexión 4.

Con referencia particular a las figuras 1 y 6, el chorro de aire-pulpa 11 sale del orificio 7 del dispositivo inyector de aire pulpa 2 penetrando en el tanque 1 que contiene el cuerpo de pulpa. A la salida del orificio 7, el chorro 11 consiste en un anillo giratorio de pulpa 80 alrededor del núcleo interno de aire 81 que gira también. Inmediatamente, la superficie exterior del anillo de pulpa 80 contacta con el cuerpo de pulpa

25.-

30.-

326595



- del tanque 1, produciéndose fuerzas friccionales en esta inter-superficie anillo de pulpa-cuerpo de pulpa 85 haciendo que la pulpa 86 del tanque 1 en la vecindad inmediata del chorro de - aire-pulpa sea acelerada y arrastrada por el chorro para formar
- 5.- parte del mismo. Esta pérdida de energía en la superficie exterior del anillo de pulpa 80 debida a la interacción friccional con el cuerpo principal de la pulpa, tiende a hacer decrecer el remolino y la velocidad de avance del anillo de pulpa 80. Cuando el chorro de aire-pulpa penetra más en el cuerpo de pulpa -
- 10.- en el tanque 1, una cantidad mayor de pulpa 86 situada en la vecindad del chorro se ve arrastrada por el anillo 80, por lo que la circunferencia exterior del anillo de pulpa 80 aumenta. El incremento resultante en el área exterior del anillo de pulpa 80 hace que el arrastre de pulpa 86 del cuerpo principal se
- 15.- haga con un ritmo creciente, y produce también un retardo, con ritmo creciente, en el anillo de pulpa 80.
- Debido a la alta viscosidad de la pulpa en comparación con el aire, el retardo del giro del anillo de pulpa 80 se produce, desde la superficie 85 entre el anillo de pulpa 80
- 20.- y el cuerpo principal de la pulpa hacia la superficie 88 entre el anillo de pulpa 80 y el núcleo de aire 81. En la inter-superficie 88 las fuerzas de fricción causan la cortadura del aire - desde el núcleo de aire 81, de lo que resulta la formación de burbujas de aire en la región interior del anillo de pulpa 80.
- 25.- Este efecto se hace visible primero en la región 89, a una corta distancia del orificio 7, y es más pronunciado a medida que el chorro se aleja de dicho orificio hacia el tabique 12. La - velocidad del núcleo de aire 81 no es retardada en el mismo grado que la del anillo de pulpa 80 debido a la baja viscosidad del
- 30.- aire, por lo que se mantiene una diferencia relativamente alta

326595



entre las velocidades del núcleo de aire 81 y el anillo de pulpa 80 durante una longitud sustancial del chorro de aire-pulpa, lo que favorece la formación de burbujas.

- A medida que el chorro de aire-pulpa penetra más en el
- 5.- cuerpo principal de pulpa del tanque 1, continúan formándose burbujas de aire en la inter-superficie 88 y las burbujas formadas se dispersan hacia afuera de la inter-superficie 88, a través del anillo de pulpa 80 según se indica en forma general por las líneas de flujo 94, y forman una mezcla de aire-pulpa y
- 10.- burbujas dentro del anillo de pulpa 80. Las burbujas de aire así formadas y dispersadas permanecen sensiblemente dentro del chorro de aire-pulpa. Como las burbujas de aire se forman y dispersan dentro del chorro de aire-pulpa, chocan repetidamente con las partículas minerales. La mayoría de las colisiones con
- 15.- las partículas minerales hidrófobas dan lugar a la formación de agregados partícula mineral-burbuja, que son sustancialmente retenidos dentro del chorro de aire-pulpa. El giro del núcleo de aire 81 y del anillo de pulpa 80 promueven la estabilidad del chorro como un conjunto, por lo que la dispersión, mezclado
- 20.- y colisión antes descritos se mantienen hasta que el núcleo de aire 81 se ha dispersado por completo.

- Sustancialmente, toda la pulpa a tratar por el proceso de flotación en el tanque 1 es inyectada dentro del tanque 1 a través de los dispositivos de inyección 2, y está por tanto sometida a la dispersión de aire antes descrita, mezclado de bur-
- 25.- bujas aire-pulpa y colisión partículas-burbujas que se ha encontrado que produce un muy eficiente tamaño de burbujas de aire y condiciones óptimas para el contacto del mineral con las burbujas. La combinación de estas características en un proceso de
- 30.- flotación da lugar a una alta eficiencia metalúrgica.



# 326595

Cuando el núcleo de aire es sustancialmente dispersado en la región 95, el chorro de aire-pulpa posee todavía una velocidad suficiente para mantener la mayor parte de los agregados partícula mineral-aire en suspensión. Es conveniente, por tanto, desenergizar todavía más el chorro de aire-pulpa para permitir que estos agregados se separen de esta corriente de pulpa para formar una espuma antes de que la pulpa salga del tanque 1. Además, algunas partículas pueden dejar de adherirse a las burbujas de aire debido a las condiciones de turbulencia del caudal en el chorro. El desenergizado del chorro ayuda a la adherencia de estas partículas a las burbujas de aire.

Hay varios métodos por los cuales puede ser desenergizado el chorro de aire-pulpa. En el aparato mostrado en las figuras 1, 2 y 6, los chorros son obligados a incidir sobre un tabique plano 12 que está a una distancia suficiente de los orificios 7, dentro del tanque 1, para asegurar una dispersión sensiblemente completa de los núcleos de aire 81 de los chorros. Este tabique 12 produce una sensible turbulencia de los chorros en la zona 91 de incidencia, resultando una disipación de energía, y creando flujos secundarios de aire-pulpa en mezcla según se muestra por las líneas de flujo 92 en sentido de contracorriente con respecto a los chorros originales, es decir, hacia los orificios 7, produciendo una mayor disipación de energía. Como los chorros de aire-pulpa 11 y los flujos secundarios 92 están limitados por el fondo y los tres lados del tanque 1, y por el tabique 12, la mezcla de aire-pulpa deja esta región fluyendo sustancialmente hacia arriba, según se muestra por las líneas de flujo 93, hacia la superficie 14 del cuerpo principal de la pulpa, a través de la zona de mezclado secundario 13. El flujo ascendente en la zona de mezclado secundario 13 es de una

326595



intensidad relativamente baja en comparación con la de los chorros originales 11 y promueve la adherencia entre las partículas no unidas y las burbujas que salen de la región de los chorros 11.

5.- Los aparatos de flotación mostrados en las figuras 1 y 2 están provistos también de una abertura 15 de descarga de pulpa, un tubo de descarga de pulpa 16 y una abertura final de descarga de pulpa 17.

10.- La mezcla de aire pulpa, al alcanzar la superficie 14 del cuerpo principal de la pulpa por encima de la zona de mezclado secundario 13 pasa a lo largo por debajo de esta superficie 14 alejándose de la pared del tanque 1 que contiene los dispositivos inyectores 2, por encima de la pantalla 12, y hacia abajo en dirección de la abertura de descarga 15.

15.- Cuando la mezcla de aire-pulpa pasa a través del tanque 1, debajo de la superficie 14, los agregados partícula-burbuja se separan de la mezcla y forman una espuma 18 en la superficie 14 de la pulpa. La estrecha proximidad del flujo de aire-pulpa con la superficie de la pulpa 14 causada por las posiciones relativas de los dispositivos inyectores 2, tabique 12 y abertura de descarga de pulpa 15, da lugar a una profundidad relativamente pequeña de pulpa a cuyo través pueden viajar los agregados de partícula-burbuja para alcanzar la superficie 14. Estas condiciones de flujo facilitan considerablemente tanto el grado como la velocidad de separación de los agregados partícula-burbuja de la pulpa.

20.- Cuando la corriente de pulpa deja la superficie 14 y fluye hacia la abertura de descarga 15, ésta puede retener algunos agregados partícula-burbuja. Se forma una región de baja velocidad de caudal encima de la abertura de descarga 15, la cual

25.-

30.-

326595



- es denominada zona de desaireación 19. La baja velocidad de descenso de la pulpa en esta zona 19 disminuye al arrastre del fluido sobre los restantes agregados de partícula-burbuja y permite que éstos se eleven a la superficie de la pulpa 14. La
- 5.- pulpa sustancialmente desaireada pasa a través de la abertura de descarga 15, tubo de descarga 16 y sale finalmente por la abertura de descarga 17. La altura de la superficie 14 de la pulpa puede ser ajustada mediante la alteración de la altura de la abertura final de descarga 17.
- 10.- La espuma 18 formada por los agregados partícula-burbuja que salen de la corriente de pulpa, se acumulan formando una columna de espuma que sobrenada desde el extremo superior 20 del tanque 1 hacia los lavaderos 21 de la espuma sobrenadante.
- 15.- El desagüe se efectúa a través de los agujeros 22 del fondo del tanque, los cuales están normalmente cerrados.
- Aunque se usa un tabique 12 en la forma de la invención mostrada en las figuras 1, 2 y 6 para la desenergización de los chorros y para formar la disposición de flujo antes descrita,
- 20.- pueden emplearse otras técnicas para conseguir un resultado sensiblemente igual.
- También puede hacerse que los chorros incidan sobre otra superficie, tal como la pared del tanque que contiene el cuerpo principal de pulpa situada en el lado opuesto de los orificios 7 de los dispositivos inyectoros 2. Bajo estas circunstancias, la pulpa, después de pasar debajo de la superficie 14 del cuerpo principal de la pulpa puede ser obligada a pasar a un segundo tanque (no mostrado) en el que pueden efectuarse las operaciones de desaireado de la pulpa y su descarga final. Este
- 25.-
- 30.- segundo tanque puede formar parte integral o estar separado del

326595



1966

tanque principal 1.

Alternativamente, unos chorros opuestos de pulpa-aire (no mostrados) pueden ir situados en las paredes opuestas del tanque que contiene el cuerpo principal de pulpa para obtener

5.- la desenergización mediante la interacción de cada par de chorros opuestos que inciden uno sobre otro. La desaireación y la descarga final de la pulpa pueden efectuarse en un segundo tanque según se dijo antes.

Alternativamente, los dispositivos inyectores 2 pueden

10.- ir montados en el fondo de un tanque que contenga el cuerpo principal de pulpa, y dirigidos hacia arriba, hacia la superficie de la pulpa 14. Se provee suficiente profundidad de pulpa en el tanque para desenergizar los chorros antes de que éstos alcancen la superficie de la pulpa 14. Las operaciones de desaireación y descarga final de la pulpa pueden ser efectuadas en

15.- un segundo tanque, según se describió antes.

Alternativamente, los dispositivos inyectores 2 pueden ir montados en el tanque que contiene el cuerpo principal de pulpa de forma que los chorros incidan sobre el fondo del tanque.

20.- Las funciones de desaireación y descarga final de la pulpa pueden ser efectuadas en un segundo tanque, según se describió antes.

El caudal que pasa a través de la máquina depende sustancialmente de la presión de la pulpa en las conexiones 4 y del

25.- número y dimensiones de los dispositivos inyectores de aire-pulpa 2. Cuanto más grandes sean los dispositivos inyectores 2, - o cuanto mayor sea el número de inyectores, menor será la presión requerida en la pulpa en las conexiones 4 y, por tanto, - menor será la energía requerida para tratar un tonelaje de pulpa

30.- dado en un tiempo determinado. Los dispositivos inyectores



326595

han mostrado un funcionamiento satisfactorio con presiones de pulpa, medidas en las conexiones 4, entre 0,3515 y 35,15 Kg/cm<sup>2</sup>, viéndose favorecida la presión inferior por causa de las menores exigencias de potencia para un caudal de pulpa dado.

- 5.- La presión de aire requerida en las conexiones de aire 8, depende del volumen de aire por minuto que haya que mezclar con la pulpa. Las presiones comprendidas entre 0,03515 y 0,8437 Kg/cm<sup>2</sup> se han mostrado satisfactorias para los dispositivos actuales, estando comprendido el campo preferido entre 10.- 0,07 y 0,3515 Kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo de la presión de la pulpa en las conexiones 4 y del grado de desgaste de las piezas del dispositivo inyector de pulpa-aire 2.

- Más adelante se dan los efectos de varios parámetros de diseño sobre el criterio de rendimiento metalúrgico en una 15.- de las formas preferidas de la invención. Estos efectos fueron determinados en tests conducidos en dos formas sustancialmente iguales de la invención, según se muestra en la figura 7. El aparato mostrado en la figura 7 difiere del que aparece en las 20.- figuras 1 y 2 en que se descarga la pulpa del tanque 1 a través de la ranura de descarga de pulpa 29, hasta la caja de descarga de pulpa 30 y finalmente sobre el vertedero de descarga 31, y en que el dispositivo inyector de aire-pulpa 2 es similar al mostrado en la figura 5 y tenía un orificio de 25,4 mm. de diámetro. El aparato para la realización de los tests se muestra 25.- en la figura 8, y consistía en dos formas similares de aparatos 32 y 33, construida cada una de ellas según se muestra en la figura 7.

- Con referencia a la figura 8, la pulpa de mena de mineral molido de plomo 34 fue pasada por el distribuidor 35 que 30.- la dividió en dos flujos iguales, uno de los cuales pasó a la -

326595



conexión de pulpa 4 del dispositivo inyector 2 del aparato 32 mientras que el otro pasó a la conexión de pulpa 4 del dispositivo inyector de aire-pulpa 2 del aparato 33. Cada una de las conexiones de pulpa 4 estaba provista de un manómetro 4'.

5.- Se hizo pasar el aire al dispositivo inyector 2 por las conexiones 8. Cada una de estas conexiones estaba provista de un manómetro 36 y cada uno de los suministros de aire tenía un caudalímetro 36'.

10.- El aire y la pulpa fueron inyectados dentro de cada tanque 1 en los que tuvo lugar el proceso ya descrito que dió lugar a la sobreflotación de espuma en el extremo superior 20 de cada tanque 1 y la descarga de la pulpa sobre cada uno de los vertederos de descarga 31.

15.- El aparato 32 fue accionado en la forma normal durante todos los tests y fue tomado, por tanto, como patrón de referencia. Los parámetros estudiados fueron varios en el aparato 33, uno de cada vez, y los efectos de estas variaciones fueron medidos en términos de criterio metalúrgico (recuperación del plomo y grado de concentración de plomo) en el aparato 33 normalizados en forma regular mediante comparación con los obtenidos al mismo tiempo con el aparato 32. Las recuperaciones de plomo y los grados de concentración fueron calculados mediante ensayos de las muestras de pulpa alimentada, pulpa descargada y concentración de la espuma, tomadas sustancialmente al mismo tiempo en los dos aparatos usando un procedimiento standard.

25.- Los efectos de los cambios en algunos de los parámetros principales del aparato sobre los resultados metalúrgicos, se dan en las Tablas 1 a 6. En cada caso, las demás variables se conservaron sensiblemente constantes. Donde la variación de un parámetro no tuvo efecto, no se consignaron los resultados.

30.-



326505

1. Efecto del Caudal de Aire

La recuperación de minerales de plomo en el concentrado aumentó a medida que se incrementó el caudal de aire hasta un valor máximo, el cual no deberá excederse preferentemente. Los datos típicos se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

<u>Caudal de Aire al Aparato 33 litros standard por minuto</u>	<u>% de Recuperación de plomo Aparato 33.</u>
Ninguno	Ninguno
43,288	76,5
77,3	79,8
92,76	81,8
166,968	84,0
204,072	85,3

15.- Un caudal de aire por encima de cierta cifra máxima origina grandes burbujas de aire no dispersado que pasan a través de la columna de espuma y estallan en la superficie, produciendo la condición conocida por los expertos en la técnica como "breakthrough". Cuando se origina esta condición, se produce la interrupción de la columna de espuma, la cual tiende a colapsarse. La recuperación de plomo decrece.

20.- La cantidad máxima de aire que puede ser dispersada y mezclada con la pulpa depende de un número de factores, siendo los más importantes:

25.- (a) Porcentaje de Sólidos por Volumen en la Pulpa.

Cuanto más bajo sea el porcentaje de sólidos, en volumen, en la pulpa, mayor es la cantidad máxima de aire que puede ser dispersado y mezclado en el chorro, y mayor la recuperación de plomo a los respectivos máximos.

30.- Los límites prácticos del contenido de sólidos en la



326595

11 55

pulpa para las condiciones de operación de los tests, fueron - del 27,0% al 5,2% de sólidos por volumen. Las correspondientes entradas máximas de aire y recuperaciones de plomo en este rango se dan en la Tabla 2.

5.-

TABLA 2

	Porcentaje en volumen de sólidos en la pulpa	Caudal máximo de aire al aparato 33. Litros standard por minuto.	% de Recuperación de plomo en el Aparato 33.
	27,0	68,024	75,0
10.-	22,6	117,496	79,0
	16,8	176,244	85,7
	10,5	244,268	88,6
	5,2 mayor de	253,544	90,5

(b) Longitud del Chorro de Pulpa-Aire.

15.-

El caudal máximo de aire aumentó cuando se incrementó la longitud del chorro de aire-pulpa. Esta longitud fue tomada como la distancia existente desde el borde anterior del dispositivo inyector 2 de pulpa-aire al tabique 12 del aparato 33. La entrada máxima de aire fué sustancialmente una función lineal -

20.-

de esta distancia dentro de los límites de los tests realizados. Los datos se dan en la Tabla 3:

TABLA 3

	Distancia del Dispositivo Inyector de Aire-pulpa 2 al Tabique 12 del Aparato 33.	Caudal máximo de aire al aparato 33. Litros standard por minuto	% de Recuperación de plomo en Aparato 33.
25.-	12	95,46	74,0
	24	185,52	81,0
	36 mayor de	253,544	84,0

La evidencia fotográfica ha mostrado que, cuanto más alto es el caudal de aire, más allá persiste el núcleo de aire dentro del anillo de pulpa. Si el núcleo de aire permanece sus-

30.-

326595



5.- tancialmente sin dispersarse cuando el chorro de aire-pulpa inci-  
de sobre el tabique 12, el aire no dispersado se eleva a la su-  
perficie de espuma tendiendo a producir la condición de estalli-  
do o "breakthrough". No obstante, dentro de los límites indica-  
dos, cuanto mayor sea la distancia del dispositivo inyector de  
pulpa-aire 2 al tabique 12, más largo será el chorro de aire-pul-  
pa y mayor la cantidad de aire que puede ser dispersada, resul-  
tando mayor la recuperación de plomo.

2. Efecto del Remolino en el Chorro de Aire-Pulpa.

10.- Se realizó un test en el que se quitaron las compuer-  
tas 29 productoras de torbellino del dispositivo inyector de -  
aire-pulpa 2, en el aparato 33. En ausencia de compuertas 29 -  
inductoras del torbellino, no se producía remolino alguno en el  
chorro de aire-pulpa. El efecto de la ausencia de las compuertas  
15.- de remolino en el chorro de aire-pulpa sobre la recuperación de  
plomo, se muestra en la Tabla 4:

TABLA 4

Tipo de Dispositivo Inyector de Aire-Pulpa	% de Recuperación de Plomo en el Aparato 33
20.- Dispositivo con las compuertas 29, inductoras de remolino, puestas	70,0
Dispositivo con las compuertas 29, inductoras de remolino, quitadas	64,5

25.- El dispositivo inyector de aire-pulpa 2 mostrado en  
las figuras 3 y 4 genera un remolino en el chorro de aire-pulpa  
mediante la inyección de la pulpa tangencialmente dentro del -  
cuerpo 3 del dispositivo. Las ventajas del empleo del dispositivo  
de entrada tangencial (figuras 3 y 4), en comparación con el dis-  
positivo de compuertas inductoras de remolino (figura 5) consis-  
ten en el reducido número de piezas sometidas a desgaste, fabri-  
cación más sencilla y que, en igualdad de las demás condiciones,  
30.- la presión necesaria para la pulpa es menor.

326595



5.- Por ejemplo, un dispositivo inyector de aire-pulpa del tipo mostrado en las figuras 3 y 4 con un cuerpo 3 que tenga un diámetro de 76,2 mm y un orificio 7 con un diámetro de 25,4 mm., requirió una presión de pulpa de 0,95 Kg/cm<sup>2</sup> en la conexión 4 para el paso de 173,152 litros por minuto de pulpa que contenía - el 49,4% en peso de mena de mineral molido plomo-cinc con un peso específico medio de 3,7 y 50,6% en peso de agua, a través del dispositivo. No obstante, un dispositivo inyector de pulpa-aire del tipo mostrado en la figura 5, con un cuerpo 3 con un diámetro

10.- tro de 76,2 mm., y un orificio 7 con un diámetro de 25,4 mm., provisto de tres compuertas 29 inductoras de remolino, requirió una presión de pulpa de aproximadamente 2,46 Kg/cm<sup>2</sup> para el paso de una pulpa de composición similar con velocidad de caudal similar a la descrita con referencia al dispositivo anterior.

15.- 3. Efecto del Area de la Sección Transversal de la Zona de Desaireación 19.

Se realizaron tests en los que la sección transversal de la zona de desaireación 19 del aparato 33 fué incrementada de 154,83 cm<sup>2</sup> a 929 cm<sup>2</sup> y a 1612,9 cm<sup>2</sup>. Las otras variables se mantuvieron sensiblemente constantes. El decremento de la velocidad de la pulpa a través de la zona de desaireación 19 resultante - del incremento de la sección transversal originó el arrastre del fluido sobre los agregados partícula-burbuja que quedaban todavía en la pulpa a reducir, por lo que pasaron menos agregados a través de la descarga de la pulpa. Como resultado, la recuperación de plomo aumentó con el incremento de la sección transversal de la zona de desaireación. Este efecto se muestra en la Tabla 5.

20.-

25.-

TABLA 5

30.-	<u>Area de la Sección Transversal de la Zona de Desaireación del Aparato 33. centímetros cuadrados.</u>	<u>% de Recuperación de Plomo en el Aparato 33.</u>
	154,83	67,2
	929	71,0
	1612,9	76,5

326595



4. Efecto de la Profundidad del Cuerpo Principal de Pulpa.

La profundidad del cuerpo principal de pulpa en el -  
 tanque 1, por encima del orificio 7 del dispositivo inyector de  
 aire-pulpa 2 del aparato 33 que se muestra en la figura 8, debe  
 ser preferentemente la adecuada para mantener plenamente la inmer-  
 sión del chorro de aire-pulpa y permitir la formación de la zona  
 de mezclado secundario 19, según se describió anteriormente. Una  
 profundidad de la pulpa de 761,99 mm. por encima del orificio de  
 2,54 mm. de diámetro del dispositivo inyector 2, se encontró que  
 era satisfactoria.

5. Efecto de la Altura de la Columna de Espuma 18, Figura 7.

Se encontró que el grado de concentración era sensi-  
 blemente función de la cantidad de drenaje del material indesea-  
 ble, mecánicamente atrapado en la columna de espuma 18, lo que  
 ocurrió antes de la descarga de espuma sobre el extremo superior  
 20 del aparato 33, figura 8. La cantidad de drenaje de tal mate-  
 rial indeseable desde la columna de espuma 18 fué sensiblemente  
 función del tiempo empleado por la espuma para llegar a la parte  
 alta de la columna 18 y, por tanto, sustancialmente función de  
 la altura de la columna 18, siendo iguales las demás cosas. La  
 altura de la columna de espuma 18 del aparato 33, figura 8, fué  
 variada desde 101,6 mm. a 215,94 cm. en una serie de tests, y el  
 efecto de estos cambios sobre el grado de concentración de la -  
 espuma sobrenadante en el extremo superior 20 del aparato 33 fué  
 anotado. Los datos relevantes se hacen figurar en la Tabla 6.

TABLA 6

	<u>Altura de la Columna de Espuma del Aparato 33. centímetros</u>	<u>Grado de Concentración de Plomo en el Aparato 33 Tanto por ciento de Plomo</u>
	10,16	68,8
	58,419	71,1
30.-	111,76	73,0
	142,24	73,9
	215,94	75,5

326595



Las ventajas de los métodos de flotación de espuma que emplean la invención, en comparación con los métodos convencionales, se anotan en los siguientes Ejemplos del 1 al 5.

Los Ejemplos 1 al 4 se refieren al aparato mostrado en la figura 9, y el Ejemplo 5 al mostrado en la figura 10.

En los Ejemplos 1 y 2, el aparato de flotación 60 de la figura 9 era similar al mostrado en las figuras 1 a la 4, y en los Ejemplos 3 y 4 el aparato de flotación 60 de la figura 9 era similar al mostrado en las figuras 5 y 7.

Los ejemplos 1 y 3 se refieren a la recuperación de mineral de plomo de una pulpa de alimentación con un alto contenido de mineral de plomo, y los Ejemplos 2 y 4 se refieren a la recuperación de mineral de plomo de una pulpa de alimentación con un bajo contenido de mineral de plomo.

EJEMPLO 1

La mena de la Zinc Corporation Limited, en su mina de Broken Hill, Nueva Gales del Sur, es preparada para la recuperación del mineral deseado de plomo, galena, mediante el proceso convencional de flotación, moliéndola con agua en molinos de bolas. El dimensionado de las partículas de la pulpa para el proceso de flotación se controla mediante un clasificador de rastrillo. La mena es así preparada en cinco secciones de molienda, cada una de las cuales recibe entre 30 y 40 toneladas de mena seca por día. Para el fin de este Ejemplo, la descarga de un grupo de las secciones de molienda fué alimentada al aparato de flotación 60, sustancialmente igual al mostrado en las figuras 1 a la 4, mientras que la descarga de otro grupo de las secciones de molienda fué alimentada a una serie de máquinas convencionales de flotación mecánica. Según se ha dibujado en la figura 9, la mena nueva no molturada y el agua 37 pasó a las secciones de molienda

326595



- consistentes en dos grupos de clasificadores de rastrillo 38, 39 y dos grupos de molinos de bolas 40 y 41. Se dispuso la desviación de la descarga del grupo de clasificadores 38 en el sumidero 42. El sumidero 42 estaba conectado a una bomba 44 que a su vez comunicaba a través de una válvula reguladora del caudal y presión de la pulpa 45 con un distribuidor simple de pulpa 46 con diez salidas. Cada salida estaba conectada a una de las entradas de pulpa 4 de los diez dispositivos 2 inyectores de aire-pulpa del aparato 60 por mediación de una manguera de goma de 38,1 mm. de diámetro. Se montó un manómetro 47 en el tubo de salida de la bomba en el distribuidor 46 para indicar la presión de la pulpa. El aire comprimido 48, a una presión normal de 6,328 Kg/cm<sup>2</sup>, se hacía pasar a través de un dispositivo medidor de caudal 49 y de una válvula reguladora de presión y caudal 50 hasta un distribuidor 51 con diez salidas. Cada salida estaba conectada, a través de una válvula aislante 52, con las conexiones 8 de entrada de aire de los diez dispositivos inyectores 2 de aire-pulpa del aparato. En el distribuidor 51 se montó un manómetro 53 para indicar la presión del suministro de aire a los dispositivos inyectores 2. La bomba 44 podía recibir también agua de lavado a través del tubo 54 y válvula aisladora 55.
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-

- El sumidero 43 del segundo grupo de molinos trituradores 41 y clasificadores 39 permaneció conectado directamente a la conexión de alimentación de la primera de una serie de siete máquinas idénticas del tipo de flotación convencional 57, conteniendo cada una de ellas un impulsor accionado por un motor eléctrico con el fin de introducir aire en la máquina, mezclar el aire con la pulpa, recircular la pulpa y mantener las partículas minerales en suspensión en la pulpa. Estas máquinas estaban dispuestas para tratar la pulpa en sucesión con objeto de alcanzar
- 25.-
- 30.-

326595



la recuperación requerida del mineral deseado. La descarga 56 del aparato 60 y la descarga 58 de la última de las máquinas convencionales 57 eran devueltas al proceso convencional.

- Antes de realizar el test, el tonelaje de mena seca -
- 5.- alimentado a cada grupo de las secciones de molido 40, 41, que era medido y controlado en forma continua y automática, fué ajustado de forma que pasaran 69 toneladas por hora al aparato 60 y 69 toneladas por hora a las máquinas convencionales 57. Cada uno de los grupos funcionó entonces por espacio de una hora para permitir alcanzar las condiciones de equilibrio. Hacia el final de esta hora, se abrieron las válvulas aisladoras 52 del aparato, y el suministro de aire a los dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 fué regulado con la válvula 50 hasta un caudal aproximado de 1855,2 litros normales por minuto. Como no había líquido presente,
- 10.- no indicó ninguna lectura el manómetro 53. Se puso en marcha la bomba 44 y se abrió la válvula 55, permitiendo la entrada de agua de lavado al aparato. Mientras tanto, las máquinas convencionales 57, que formaban parte del equipo normal de la planta, continuaron funcionando.
- 15.-
- 20.- Después de transcurrida una hora desde el momento en que se alimentó con la nueva mena los grupos de molinos trituradores 40, 41, se cambió la descarga del grupo de clasificadores - 38 desde el proceso convencional al sumidero 42, y se cerró el agua de lavado mediante la válvula 55. Al mismo tiempo, se ajustaron las adiciones de reactivos químicos necesarios para la
- 25.- flotación en el sumidero 43 de forma que se tuviera una solución en agua al 10% equivalente a 32,205 gr. de xantato etil sódico por tonelada de mena seca contenida en la pulpa, y 1,361 gr. de carbino isobutil metilo por tonelada de mena seca contenida en la
- 30.- pulpa, en la forma de un líquido de plena concentración, y se -

326595



procedió a la adición en forma continua. En igual forma, y al mismo tiempo, se añadieron idénticos reactivos químicos al sumidero 42 a razón de equivalencias de 35,38 gr. de xantato etil - sódico y 0,454 gr. de carbinol metil isobutilo por tonelada de mena seca contenida en la pulpa.

5.-

La pulpa con los reactivos fué impulsada por medio de la bomba 44 desde el sumidero 42 a los dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2, e inyectada en el tanque 1 del aparato 60, por lo que el proceso anteriormente descrito tuvo lugar en el tan-

10.-

que 1. La espuma 18 generada conteniendo el concentrado se formó gradualmente dando nacimiento a una columna y sobrenadó finalmente las paredes 20 del tanque 1 para caer en los lavaderos colectores de concentrado 21. Estos lavaderos 21 entregaban la espuma y concentrado al circuito de disposición de concentrados

15.-

de la planta convencional. Una vez que la espuma sobrenadó y rebasó las paredes 20 del tanque, se regulo el suministro de aire 48 al valor justo para evitar la rotura de las burbujas en la superficie de la espuma.

20.-

La pulpa fluía desde el tanque 1 por 56 y se la permitió actuar en esta forma durante 15 minutos. Pasado este tiempo, se tomó una muestra de la pulpa alimentada en el sumidero 42, una muestra de la pulpa que salía del aparato 60 fué tomada en la descarga 56, y a lo largo de cada una de las paredes 20 del aparato 60 se tomaron muestras del concentrado de espuma que rebasa

25.-

dichas paredes. Una vez tomadas estas muestras, se midió el peso específico de la pulpa en el sumidero 42, se leyó su presión en el manómetro 47, la presión del aire en el manómetro 53 y el valor del caudal de aire en el caudalímetro 49. Los análisis químicos de las tres muestras determinaron el contenido en

30.-

elementos económicamente importantes como plomo, plata y cinc,

326595



- la distribución de dimensiones de las partículas en la muestra de pulpa alimentada, y el porcentaje en contenido sólido de la alimentación. Fué determinada la recuperación para cada uno de los elementos plomo, plata y cinc en el concentrado de espuma.
- 5.- El volumen de caudal de la pulpa por el aparato fué calculado por la relación de mena seca no molida alimentada al clasificador 38, y el porcentaje del contenido en sólidos de la pulpa como se calculó antes por el peso específico de la pulpa. El tiempo requerido para el paso de la pulpa a través de la máquina de flo-
- 10.- tación fué calculado por el volumen de las zonas de mezclado del tanque 1 y el volumen del caudal que fluía a través del tanque 1. Los datos de la operación de importancia económica fueron calculados también en términos de cada tonelada de sólidos contenida en la pulpa.
- 15.- Las siete máquinas convencionales de flotación que estaban ya funcionando fueron también sangradas con tomas de muestras al mismo tiempo que se hacía la toma de muestras del aparato 60, según se ha descrito antes.
- 20.- Se tomó una muestra de la pulpa alimentada a la primera máquina convencional en el sumidero 43, se tomó otra de la pulpa que salía de la séptima máquina convencional en la descarga 58, y se tomaron también muestras de los concentrados de espuma que rebasaban la pared anterior de cada una de las máquinas.
- 25.- Al tomar estas muestras, se midió el peso específico de la pulpa en el sumidero 43. El análisis químico de las nueve muestras para la determinación de metales valiosos como plomo, plata y cinc, la distribución de las partículas según sus dimensiones y el porcentaje del contenido de sólidos en la muestra de la pulpa de alimentación, fué efectuado. Los siete análisis de
- 30.- muestras de los concentrados de espuma fueron combinados en for-

326595



ma standard para obtener un análisis de plomo, plata y cinc que era representativo de los respectivos contenidos de metales de los concentrados de espuma combinados de las siete máquinas.

- Fué determinada la "recuperación" para cada uno de los elementos plomo, plata y cinc en estos concentrados de espuma combinados. El volumen del caudal de pulpa para la primera máquina convencional fué calculado por la relación de tonelaje en seco de la nueva mena no molido alimentada al clasificador 39. El tiempo requerido para el paso de la pulpa a través de las siete máquinas fué calculado. Fueron calculados también los datos de operación de importancia económica, en términos de cada tonelada de sólidos contenidos en la pulpa.

Toda la información que antecede está registrada en la Tabla 7.

15.-

TABLA 7

Los datos obtenidos de la operación en un aparato de flotación empleando una forma preferida de la invención, comparados con los de siete máquinas de flotación mecánica del tipo convencional, para la flotación del plomo con alto contenido de plomo en la mena, son:

20.-

	Descripción	Valor específico para:	
		Aparato de la invención	Siete máquinas convencionales
	1. Número de máquinas de flotación	1	7
25.-	2. Volumen por máquina (metros cúbicos)	2,22624	0,7761
	3. Volumen total (metros cúbicos)	2,22624	5,4326
	4. Superficie de suelo por máquina (metros cuadrados)	3,782	1,93
30.-	5. Superficie total de suelo ocupada (metros cuadrados)	3,782	1,93

326595



TABLA 7 (Continuación)

Descripción		Valor específico para:	
		Aparato de la in- vención	Siete maqui- nas conven- cionales
5.-	6. Toneladas de sólidos en la pulpa alimentada por hora	67,5	69,5
	7. Peso específico medio de los sólidos	3,7	3,7
	8. Peso específico de la pulpa alimentada	1,57	1,56
10.-	9. Porcentaje de sólidos en la pulpa alimentada, en peso	49,4	49,5
	10. Caudal de pulpa alimentada en metros cúbicos por minuto	1,6264	1,6542
	11. Tiempos invertidos por la pulpa en pasar a través de las zonas de mezclado de la máquina, en segundos	41,0	196,8
15.-	12. Presión de la pulpa de alimentación en kilogramos por centímetro cuadrado	0,949	Ninguna
	13. Volumen del caudal de aire a la máquina en metros cúbicos por minuto, presión standard	1,6696	No medida
	14. Presión de aire alimentado a la máquina en kilogramos por centímetro cuadrado	0,2812	No medida
20.-	15. Potencia requerida por máquina a: 0,95 Kg/cm <sup>2</sup> de presión en la pulpa, en KW	7,82	1,77
	16. Potencia total requerida a: 0,95 Kg/cm <sup>2</sup> de presión en pulpa, KW	7,82	12,4
	17. Reactivos añadidos por tonelada de sólidos en la pulpa de alimentación: Carbinol isobutílo metilo (gramos) Xantato etil sódico (gramos)	0,454 35,412	1,362 32,234
25.-	18. Dimensiones de las partículas sólidas en la pulpa de alimentación. Porcentaje en peso más finos de: 300 micras 211 micras 152 micras 105 micras 65 micras	97,4 92,1 84,0 71,4 55,7	95,6 87,5 76,8 63,1 48,3
30.-	19. Análisis químicos de sólidos en la pulpa de alimentación: Plomo -tanto por ciento- Plata -onzas por tonelada- Cinc -tanto por ciento-	18,3 4,9 12,8	17,3 4,4 12,0

326595



TABLA 7 (Continuación)

Descripción		Valor específico para:	
		Aparato de la invención	Siete máquinas convencionales
5.-	20. Análisis químicos de sólidos en la espuma (grado de concentración):		
	Plomo -tanto por ciento-	73,2	73,0
	Plata -onzas por tonelada-	16,1	16,3
	Cinc -tanto por ciento-	4,5	4,4
10.-	21. Análisis químicos de los sólidos en la descarga de la pulpa:		
	Plomo -tanto por ciento-	4,45	4,85
	Plata -onzas por tonelada-	1,9	1,5
	Cinc -tanto por ciento-	14,4	13,6
	22. Recuperaciones de metales en el concentrado de espuma:		
	Plomo -tanto por ciento-	80,6	77,1
	Plata -tanto por ciento-	66,2	67,7
	Cinc -tanto por ciento-	7,1	6,7
15.-	23. Otros datos económicos:		
	Número de etapas requeridas para lograr recuperar, respectivamente, el 80,6% y el 77,1% de plomo en los concentrados	1	7
	Potencia requerida por tonelada de mena nueva tratada para conseguir recuperaciones del 80,6% y del 77,1%, respectivamente, de plomo en los concentrados (KWh por tonelada)	0,12	0,18
20.-	Superficie de suelo requerida para tratar una tonelada por hora de mena nueva para conseguir recuperaciones, del 80,6% y del 77,1%, respectivamente, de plomo en los concentrados (centímetros cuadrados)	561,45	2068,5
25.-	Volumen de las máquinas de flotación por tonelada/hora tratada de mena nueva para conseguir recuperaciones del 80,6% y del 77,1%, respectivamente, de plomo en los concentrados (litros)	34,012	77,3

30.- La comparación de la operación del aparato 60 con el empleo de la invención, con las máquinas convencionales de flotación, ilustra algunas de las ventajas del aparato. Bajo las condiciones de la comparación, el aparato 60 rindió una recupe-



326595

ración de plomo un 3,5% mayor en el concentrado de espuma para un ritmo de alimentación de pulpa sustancialmente igual, y con un 0,2% más en el grado de concentración de plomo con respecto a las máquinas convencionales. Estos resultados se consiguieron en una sola etapa, en comparación con las siete etapas de la -  
5.- flotación convencional, necesitándose solamente el 26% de espacio de suelo, el 41% de volumen y el 63% de la energía requerida por las máquinas convencionales.

EJEMPLO 2

10.- En este ejemplo, la operación del aparato 60 fue sustancialmente igual a la dibujada en las figuras 1 a la 4, y fué utilizado para la recuperación de mineral de plomo de una pulpa de alimentación con bajo contenido del mineral deseado. Esta -  
15.- operación se describe y compara con el funcionamiento de máquinas mecánicas convencionales que efectuaban la misma tarea, y con referencia a la figura 9.

En el proceso de flotación de la mina de Broken Hill, Nueva Gales del Sur, de la Zinc Corporation Limited, se recupera aproximadamente el 97% del mineral de plomo contenido en la mena de la pulpa alimentada en el proceso en el concentrado de  
20.- espuma. Se requieren veintiocho etapas de máquinas convencionales para conseguir esta recuperación, de las cuales, las doce -  
25.- primeras etapas de flotación son conducidas en tres series paralelas que comprenden doce pequeñas máquinas (de 680,24 litros de volumen nominal), y cada una de las tres series recibe un tercio del total de alimentación de la planta. En el Ejemplo 1, el aparato 60 fué comparado con las primeras siete de dichas máquinas de una serie.

La pulpa descargada de la máquina décimosegunda de cada  
30.- serie contiene generalmente un 2% de plomo. Esta pulpa es -

326595



- tratada por una serie de dieciseis grandes máquinas de 2566,36 litros. Para el fin de este test, el aparato 60 fué operado para recuperar el mineral de plomo de la pulpa que se descargaba de la décimosegunda etapa, comparando los resultados con las seis
- 5.- primeras máquinas convencionales que tratan normalmente este material en la planta. Como quiera que resultaba impracticable reducir el caudal de las máquinas convencionales al caudal del aparato 60, la comparación de datos económicos se hizo sobre una base de "por tonelada de sólidos".
- 10.- La disposición de aparato empleada fué, en todos los aspectos, igual a la descrita en el Ejemplo 1 dibujada en la figura 8, desde el sumidero 42 a la descarga 56. La disposición de máquinas convencionales, alimentadas desde el sumidero 43, constaba de seis máquinas, y no de cuatro como se muestra en la figura 8. Para los fines del Ejemplo 2, el sumidero 43 recibía -
- 15.- continuamente el total de la descarga de tres máquinas comprendidas en la décimosegunda etapa, y se hizo provisión de medios para desviar una parte de esta descarga al sumidero 42.
- Igual que antes, fueron abiertas las válvulas de aire
- 20.- 52 del aparato, y se reguló el suministro de aire a los dispositivos inyectores de aire-pulpa 2 por medio de la válvula 50 hasta un valor aproximado de 1855,2 litros normales de aire por minuto. Como no había líquido presente, el manómetro 53 no indicó ninguna lectura. Se puso en marcha la bomba 44 y se abrió
- 25.- la válvula 55 dejando que el agua de lavado fuera bombeada al interior del aparato. Cuando el agua de lavado descargaba por 56, parte de la descarga de la décimosegunda etapa del proceso convencional fué pasada al sumidero 42, cerrándose la válvula 55 de agua de lavado. Al mismo tiempo se ajustó la adición de reactivos
- 30.- químicos necesarios para la flotación al sumidero 42, de -



326595

forma que se añadiera en forma continua el equivalente de -  
0,908 gramos de xantato etil sódico por tonelada seca de mena  
contenida en la pulpa, como una solución en agua al 10%.

- 5.- La pulpa con los reactivos fué luego bombeada por medio de la bomba 44 desde el sumidero 42 a los dispositivos inyectores de pulpa-aire 2 e inyectada en el tanque 1 del aparato 60. El proceso anteriormente descrito tuvo lugar en el tanque 1. La espuma producida que contenía el concentrado se elevó gradualmente formando una columna y finalmente rebasó las paredes 20 del tanque 1 para caer en los lavaderos colectores de concentrado 21. Estos lavaderos entregaban la espuma y el concentrado al circuito de disposición del concentrado de planta convencional. Una vez que la espuma rebasó las paredes 20 del tanque, se reguló el suministro de aire 48 al valor justo para evitar
- 10.- la ruptura de las burbujas en la superficie de espuma. La pulpa fluía desde el tanque 1 en 56 y era devuelta al circuito convencional. El aparato fué dejado funcionando en esta forma durante 15 minutos. Después de este tiempo se recogieron muestras y otros datos en la forma descrita en el Ejemplo 1, los cuales fueron tratados en la misma forma también. Además, se midió el caudal de pulpa y el contenido de sólidos de la misma en la forma normal. La información final se registra en la Tabla 8 que se da más adelante.

- 25.- Las seis máquinas de flotación convencionales que estuvieron funcionando continuamente, formando parte de la planta normal, fueron también sangradas con toma de muestras al mismo tiempo que se hacía la toma del aparato según se ha descrito. Todos los datos pertinentes fueron registrados y todas las muestras y datos procesados en igual forma que la descrita en el Ejemplo 1.
- 30.- La información final se registra en la Tabla 8.

326595



TABLA 8

Datos obtenidos de la operación de un aparato de flotación empleando una forma preferida de la invención, en comparación con seis máquinas de flotación convencionales, para la flotación de plomo con mena de bajo contenido de plomo:

	Descripción	Valor específico para: Aparato de la invención	Seis máquinas convencionales
	1. Número de máquinas de flotación	1	6
	2. Volumen por máquina (metros cúbicos)	2,22624	2,56636
10.-	3. Volumen total (metros cúbicos)	2,22624	15,39816
	4. Espacio de suelo por máquina -- (metros cuadrados)	3,782	2,4625
	5. Espacio total de suelo (metros cuadrados)	3,782	15,366
15.-	6. Toneladas de sólidos en la pulpa alimentada por hora	67	101
	7. Peso específico medio de los sólidos	3,3	3,3
	8. Peso específico de la pulpa alimentada	1,46	1,46
	9. Porcentaje en peso de sólidos en la pulpa alimentada	45,5	45,5
20.-	10. Volumen del caudal de pulpa alimentada (metros cúbicos por minuto)	1,87066	2,807536
	11. Tiempo de tránsito de la pulpa a través de la zona de mezclado de la máquina (segundos)	36	329
	12. Presión de la pulpa alimentada (kilogramos por centímetro cuadrado)	1,019	Ninguna
25.-	13. Caudal del volumen de aire que pasa a la máquina (metros cúbicos por minuto) a presión normal	1,7	No medida
	14. Presión de aire de la máquina (kilogramos por centímetro cuadrado)	0,2109	No medida
30.-	15. Energía requerida por la máquina a: 1,019 kg/cm <sup>2</sup> de presión en la pulpa: KW	9,82	3,6

326595



TABLA 8 (Continuación)

Descripción		Valor específico para: Aparato de la invención      Seis máquinas convencionales	
5.-	16. Energía total necesaria a: 1,019 Kg/cm <sup>2</sup> de presión de pulpa:KW	9,82	21,5
	17. Reactivos añadidos por tonelada de sólidos en la pulpa de alimentación: Carbinol isobutilo metilo Xantato etil sódico (gramos)	Ninguno 0,908	Ninguno Ninguno
10.-	18. Dimensiones de las partículas de sólidos en la pulpa de alimentación. Porcentaje en peso más fino de: 300 micras 211 micras 152 micras 105 micras 65 micras	96,5 89,1 77,5 61,6 44,9	96,1 87,5 74,5 58,2 42,3
15.-	19. Análisis químico de los sólidos en la pulpa de alimentación: plomo -tanto por ciento- Plata -onzas por tonelada- Cinc -tanto por ciento-	1,95 0,8 13,7	1,90 0,8 13,8
	20. Análisis químico de sólidos en la espuma (grado de concentración): plomo -tanto por ciento- plata -onzas por tonelada- cinc -tanto por ciento-	47,4 10,4 17,9	23,3 7,5 26,7
20.-	21. Análisis químico de sólidos en la descarga de la pulpa: plomo -tanto por ciento- plata -onzas por tonelada- cinc -tanto por ciento-	0,76 0,6 13,2	0,78 0,5 13,1
	22. Recuperación de metales en los concentrados de espuma: plomo -tanto por ciento- plata -tanto por ciento- cinc -tanto por ciento-	62,0 33,2 3,3	61,0 46,6 9,6
25.-	23. Otros datos económicos:  Número de etapas requerido para conseguir recuperaciones del 62,0% y del 61,0%, respectivamente, de plomo en los concentrados	  1	  6
30.-	Energía requerida por tonelada de sólidos secos tratada para conseguir recuperaciones del 62,0% y del 61,0%, respectivamente, de plomo en los concentrados (KWh por tonelada)	0,15	0,21

326595



TABLA 8 (Continuación)

Descripción	Valor específico para: Aparato de la invención	Seis máquinas convencionales
5.- Espacio de suelo requerido por tonelada de sólidos secos tratada por hora para conseguir recuperaciones del 62,0% y del 61,0% respectivamente, de plomo en los concentrados (centímetros cuadrados)	561,45	1516,9
Volúmenes de las máquinas de flotación por tonelada tratada de sólidos en seco por hora para conseguir recuperaciones del 62,0% y del 61,0%, respectivamente, de plomo en los concentrados (litros)	33,0844	152,4356
10.-		

La comparación del funcionamiento del aparato 60 del -  
Ejemplo 2 alimentado con pulpa de bajo contenido de mineral deseado, con las máquinas convencionales de flotación, ilustra algunas de las ventajas del aparato. Bajo las condiciones de la comparación, el aparato rindió una recuperación un 1,0% mayor de plomo en el -  
concentrado de espuma en una sola etapa, en comparación con las -  
seis etapas de las máquinas convencionales. El grado de concentra-  
ción del 47,4% de plomo fué un 24,1% más alto en plomo y ésto de  
por sí es reconocido como una considerable ventaja metalúrgica por  
los expertos en la técnica. Además, estos resultados metalúrgicos  
fueron conseguidos con sólo el 37% del espacio ocupado en el suelo,  
el 21,7% en volumen y el 71,4% de energía eléctrica por tonelada  
de mena tratada.

EJEMPLO 3

25.- En este Ejemplo, se describe el funcionamiento de una -  
forma alternativa de aparato, que era sustancialmente similar en  
sus detalles al dibujado en las figuras 5 y 7, y que fué empleado  
para la recuperación de mineral de plomo de una pulpa de alimenta-  
ción de Alto contenido del mineral deseado, y se le compara con el  
30.- funcionamiento de las máquinas mecánicas que efectúan la misma la-



326595

11

bor, y con referencia a la figura 9.

La disposición empleada en el aparato fué la misma que la descrita en el Ejemplo 1 que se dibuja en la figura 8, con la excepción de que el aparato 60 era sensiblemente igual al mostrado

- 5.- en las figuras 5 y 7, estando provisto dicho aparato 60 de tres dispositivos de inyección aire-pulpa 2 sustancialmente iguales a los mostrados en la figura 5, siendo el distribuidor de pulpa 46 y el distribuidor de aire 51 de tres direcciones, mientras que en la disposición convencional se incluían cuatro máquinas alimentadas desde el sumidero 43.

El test fué llevado a cabo en forma sensiblemente igual a la descrita en el Ejemplo 1, reuniéndose y calculándose los datos en forma similar.

Esta información figura en la Tabla 9.

15.-

TABLA 9

Datos obtenidos en la operación de una forma preferida de la invención sustancialmente similar a la mostrada en las figuras 5 y 6 en comparación con cuatro máquinas convencionales de flotación, para la flotación de plomo con menas de alto contenido de plomo:

20.-

Descripción	Valor específico para: Aparato de la invención	Cuatro máquinas convencionales
1. Número de máquinas de flotación	1	4
2. Volumen por máquina (metros cúbicos)	0,4715	22,6
3. Volumen total (metros cúbicos)	0,4715	0,69879
4. Espacio de suelo ocupado por máquinas (metros cuadrados)	0,5319	1,113
5. Espacio de suelo ocupado en total (metros cuadrados)	0,5319	4,4522
6. Toneladas de sólidos en la pulpa de alimentación, por hora	35	36

30.-

326595

11



TABLA 9 (Continuación)

	Descripción	Valor Aparato de la invención	Valor específico para: Cuatro máquinas convencionales
5.-	7. Peso específico medio de los sólidos	3,5	3,6
	8. Peso específico medio de la pulpa	1,52	1,55
	9. Porcentaje en peso de sólidos en la pulpa de alimentación	48,0	49,5
	10. Caudal de pulpa alimentado (metros cúbicos por minuto)	0,791552	0,773
10.-	11. Tiempo de tránsito de la pulpa a través de las máquinas (segundos)	36	217
	12. Presión de la pulpa alimentada (kilogramos por centímetro cuadrado)	1,7577	Ninguna
	13. Caudal de aire a la máquina (metros cúbicos por minuto a la presión normal)	0,9276	No medida
15.-	14. Presión de aire a la máquina (kilogramos por centímetro cuadrado)	0,2109	No medida
	15. Energía requerida por máquina a: 1,7577 Kg/cm <sup>2</sup> de presión, KW	6,34	1,27
	0,7031 Kg/cm <sup>2</sup> de presión, KW	2,24	
	16. Energía total requerida a: 1,7577 Kg/cm <sup>2</sup> de presión, KW	6,34	5,07
	presión de pulpa de 0,7031 Kg/cm <sup>2</sup> , KW	2,24	
20.-	17. Reactivos añadidos por tonelada de sólidos en la pulpa de alimentación: Carbinol metil isobutilo (gramos)	0,908	0,908
	Xantato etil sódico (gramos)	40,86	27,24
	18. Dimensiones de las partículas de sólidos en la pulpa de alimentación. Porcentaje en peso, más finas de:		
	300 micras	94,4	96,0
	211 micras	86,3	88,1
25.-	152 micras	74,3	76,1
	105 micras	59,90	62,0
	65 micras	44,50	46,8
	19. Análisis químico de los sólidos en la pulpa de alimentación:		
	plomo -tanto por ciento-	13,8	15,2
	plata -onzas por tonelada-	3,9	3,8
	cinc -tanto por ciento-	10,2	12,5
30.-	20. Análisis químico de sólidos en la pulpa (grado de concentración):		
	plomo -tanto por ciento-	70,8	77,0
	plata -onzas por tonelada-	16,9	18,6
	cinc -tanto por ciento-	4,2	3,1



326595

TABLA 9 (Continuación)

	Descripción	Valor específico para:	
		Aparato de la invención	Cuatro máquinas convencionales
	21. Análisis químico de los sólidos en la descarga de la pulpa:		
5.-	plomo -tanto por ciento-	4,9	6,0
	plata -onzas por tonelada-	1,8	1,7
	cinc -tanto por ciento-	10,9	13,6
	22. Recuperaciones de metales en los concentrados de espuma:		
	plomo -tanto por ciento-	69,3	65,6
	plata -tanto por ciento-	58,5	63,4
	cinc -tanto por ciento-	5,6	3,2
10.-	23. Otros datos económicos:		
	Número de etapas requerido para conseguir recuperaciones de plomo del 69,3% y del 65,6 respectivamente, en los concentrados	1	4
15.-	Energía requerida por tonelada de mena nueva tratada para conseguir recuperaciones de plomo del 69,3% y del 65,6% respectivamente en los concentrados (KWh por tonelada)		
	- con presión de 1,7577 Kg/cm <sup>2</sup>	0,18	0,14
	- con presión de 0,7031 Kg/cm <sup>2</sup>	0,06	0,14
20.-	Espacio de suelo requerido por tonelada de mena nueva tratada por hora para conseguir recuperaciones de plomo del 69,3% y del 65,6%, respectivamente en los concentrados (centímetros cuadrados)	147,75	1241,11
	Volumen de las máquinas de flotación por tonelada de mena nueva tratada por hora para conseguir recuperaciones de plomo del 69,3% y del 65,6%, respectivamente en el concentrado (litros)	13,6048	77,609
25.-	La comparación del funcionamiento del aparato 60 del Ejemplo 3 con el funcionamiento de las máquinas convencionales de flotación, ilustra algunas de las ventajas del aparato. Bajo las condiciones de comparación, el aparato 60 rindió una recuperación de plomo en el concentrado de espuma de un 3,7% mayor para unas condiciones similares de pulpa, pero con un 6,2% menos de -		
30.-	grado de concentración de plomo que en las máquinas convenciona-		

326595



les. Este grado inferior de concentración fué debido, en parte, al menor porcentaje de plomo en la alimentación del aparato, - 13,3%, en comparación con el 15,2% para las máquinas convencionales. No obstante, el aparato consiguió este resultado en una

5.- etapa, en comparación con las cuatro etapas de máquinas convencionales, necesitando sólo el 11,9% de espacio en el suelo y el 16,9% del volumen requerido por las máquinas convencionales.

El consumo de energía es muy importante desde el punto de vista económico. El aparato de este test fué operado con tres

10.- dispositivos inyectores de aire-pulpa 2 con una presión de pulpa de 1,7577 Kg/cm<sup>2</sup> aunque para el ritmo de alimentación de 35 toneladas por hora pueden usarse cinco dispositivos inyectores de aire-pulpa con una presión de pulpa de 0,7031 Kg/cm<sup>2</sup>. Usando cinco dispositivos inyectores de pulpa-aire, el consumo de energía

15.- es solo del 44,7% del correspondiente a las máquinas convencionales.

#### EJEMPLO 4

En este ejemplo, se describe la operación de una forma alternativa de aparato, el cual es sensiblemente igual en sus

20.- detalles al dibujado en las figuras 5 y 7, siendo empleado para la recuperación de mineral de plomo de una pulpa de alimentación de bajo contenido de mineral deseado, y se compara su funcionamiento con el de máquinas mecánicas convencionales que efectúan el mismo trabajo, y con referencia a la figura 9.

La disposición de aparato usada aquí es la misma que se describió con relación al Ejemplo 2 y que se dibuja en la figura

25.- 9, con la excepción de que el aparato 60 era sustancialmente igual al mostrado en las figuras 5 y 6, estando provisto de tres dispositivos inyectores de aire-pulpa 2 sustancialmente iguales a los

30.- mostrados en la figura 5, mientras que el distribuidor de pulpa

326595

326595



46 y el distribuidor de aire 51 son de tres direcciones, y la disposición de máquinas convencionales desde el sumidero 43 incluía tres máquinas.

- El test fué conducido en forma sustancialmente igual
- 5.- al ya descrito en el Ejemplo 2, con la excepción de que la necesaria adición de reactivos químicos al sumidero 43 fué ajustada para la adición continuada del equivalente de 0,01 libras de xantato etil sódico, en solución acuosa al 10%, por tonelada de mineral contenido en la pulpa y, al mismo tiempo, se añadió al sumidero 42 el equivalente de 4,994 gramos de xantato etil sódico por
- 10.- tonelada de mena seca contenida en la pulpa.

Se recogieron y calcularon datos similares a los del Ejemplo 2. Su información se registra en la Tabla 10.

TABLA 10

- 15.- Datos obtenidos en la operación de una forma preferida de la invención y de tres máquinas convencionales de flotación para la flotación de plomo con mena de bajo contenido de plomo:

	Descripción	Valor específico para: Aparato de la invención	Tres máquinas convencionales
20.-	1. Número de máquinas de flotación	1	3
	2. Volumen por máquinas (metros cúbicos)	0,4715	2,56636
	3. Volumen total (metros cúbicos)	0,4715	7,699
	4. Espacio de suelo por máquina - (metros cuadrados)	0,5319	2,4625
25.-	5. Espacio total ocupado de suelo (metros cuadrados)	0,5319	7,3875
	6. Toneladas de sólidos en la pulpa alimentada por hora	35	162
	7. Peso específico medio de los sólidos	3,3	3,3
30.-	8. Peso específico de la pulpa alimentada	1,51	1,51

326595

11



TABLA 10 (Continuación)

	Descripción	Valor específico para: Aparato de la invención	Tres máquinas convencionales
5.-	9. Porcentaje de sólidos, en peso, en la pulpa alimentada	48,5	48,5
	10. Volumen del caudal de alimentación de pulpa (metros cúbicos por minuto)	4,91628	22,75712
	11. Tiempo de tránsito de la pulpa a través de las máquinas (segundos)	36	127
	12. Presión de la pulpa de alimentación (kilogramos por centímetro cuadrado)	2,8123	Ninguna
10.-	13. Caudal de aire introducido en la máquina (metros cúbicos a presión normal)	0,9276	No medido
	14. Presión de aire en la máquina (kilogramos por centímetro cuadrado)	0,3515	No medida
15.-	15. Energía requerida por máquina con: presión de 0,7031 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa (KW)	2,24	3,51
	Presión de 2,8123 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa (KW)	12,68	3,51
	16. Energía total requerida, con: Presión de 0,7031 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa (KW)	2,24	10,52
	Presión de 2,8123 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa (KW)	12,68	10,52
20.-	17. Reactivos añadidos por tonelada de sólidos en la pulpa de alimentación: Carbinol metil isobutilo	Ninguno	Ninguno
	Xantato etil sódico (gramos)	4,994	4,54
25.-	18. Dimensiones de las partículas de sólidos en la pulpa de alimentación. Porcentaje en peso. más finos de:		
	300 micras	91,6	91,6
	211 micras	80,4	80,4
	152 micras	65,4	65,4
	105 micras	48,4	48,4
	65 micras	33,7	33,7
	19. Análisis químico de sólidos en la pulpa de alimentación:		
	plomo -tanto por ciento-	2,28	2,10
	plata -onzas por tonelada-	0,8	0,7
	cinc -tanto por ciento-	14,1	14,0
301-	20. Análisis químico de sólidos en la espuma (grado de concentración):		
	plomo -tanto por ciento-	38,0	30,9
	plata -onzas por tonelada-	8,5	7,6
	cinc -tanto por ciento	20,6	23,3



326595<sup>11 M</sup>

TABLA 10 (Continuación)

Descripción	Valor específico para:	
	Aparato de la invención	Tres máquinas convencionales
21. Análisis químico de sólidos en la pulpa de descarga:		
5.- plomo -tanto por ciento-	1,43	1,40
plata -onzas por tonelada-	0,5	0,6
cinc -tanto por ciento-	13,7	13,6
22. Recuperación de metales en el concentrado de espuma:		
plomo -tanto por ciento-	38,7	34,9
plata -tanto por ciento-	24,7	24,4
cinc -tanto por ciento-	3,4	3,9
10.- 23. Otros datos económicos:		
Número de etapas requeridas para conseguir recuperaciones de plomo, del 38,7 y 34,9%, respectivamente, en el concentrado	1	3
15.- Energía consumida por tonelada tratada de sólidos en seco para conseguir recuperaciones de plomo del 38,7% y 34,9%, respectivamente, en los concentrados (KWh por tonelada)		
- con presión de 2,8123 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa	0,37	0,06
- con presión de 0,7031 Kg/cm <sup>2</sup> en la pulpa	0,06	0,06
20.- Espacio de suelo requerido por tonelada de sólidos tratada por hora para conseguir recuperaciones de plomo del 38,7% y del 34,9%, respectivamente en los concentrados (centímetros cuadrados)	147,75	453,1
25.- Volumen de las máquinas de flotación por tonelada de sólidos tratada por hora para conseguir recuperaciones de plomo del 38,7% y del 34,9%, respectivamente, en los concentrados (litros)	13,6048	46,9984

El aparato del test del Ejemplo 4 fué operado con tres dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 con una presión de pulpa de 2,8123 Kg/cm<sup>2</sup>, aunque para el ritmo de alimentación de 35 toneladas por hora pueden emplearse cinco dispositivos inyectoros de aire-pulpa con una presión de pulpa de 0,7031 Kg/cm<sup>2</sup>.

326595



- 5.- La comparación del funcionamiento del aparato del Ejemplo 4 en un trabajo con pulpa de bajo contenido del mineral deseado con las máquinas convencionales de flotación, ilustra algunas de las ventajas del aparato. Bajo las condiciones de la comparación, el aparato proporcionó una recuperación de plomo en el concentrado de espuma de un 3,8% más alta en una sola etapa, en comparación con las tres etapas de las máquinas convencionales. El grado de concentración de plomo del 38,0% fué de un 7,1% más alto, y ésto, de por sí, será reconocido como una ventaja considerable por los expertos en esta técnica. Además, estos resultados metalúrgicos fueron conseguidos con sólo el 33% de espacio ocupado en el suelo y el 29% del volumen, por tonelada de mena tratada.

- 10.- El consumo de energía por tonelada de mineral tratada en el test, fué sensiblemente más alto. Sin embargo, si se emplea un número lo suficientemente grande de dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 para permitir el empleo de una presión de pulpa de 0,7031 Kg/cm<sup>2</sup>, el consumo total de energía es sensiblemente igual al de las máquinas convencionales.

#### EJEMPLO 5

- 20.- Se describirá ahora un ejemplo de otra forma de aparato que emplea la invención, el cual se ilustra en la figura 10.

- 25.- En esta operación, esta forma de la invención requiere aire comprimido a baja presión y suministro de pulpa también a baja presión. Una de las ventajas principales de esta forma de la invención es que no requiere el empleo de energía eléctrica. Por el contrario, las máquinas convencionales exigen generalmente aire a baja presión y energía eléctrica para el accionamiento de los impulsores. Las etapas de flotación que incorporan bien la forma de la invención mostrada en las figuras 1 a la 4, o bien la forma mostrada en las figuras 5 y 7, pueden disponerse de forma que la presión de la pulpa se obtenga mediante la elevación de una má-

326595



quina con respecto a la de la etapa siguiente, según se muestra en la figura 10. En estas condiciones, las necesidades de suministro de energía se limitan al suministro de aire a baja presión. Los requerimientos de conservación son mínimos debido a la

5.- ausencia de partes móviles.

En la figura 10, la nueva mena de alimentación 37 es preparada para la flotación por el molino triturador 40 y dispositivo dimensionador de partículas 38, fluyendo luego por gravedad al aparato 61 que comprende la primera etapa de flotación que

10.- emplea la invención, estando dispuesta la altura A para proveer la necesaria presión a la pulpa en los dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2. Aunque el aparato y dispositivo inyector de - aire-pulpa dibujados en la figura 10 son similares a los que aparecen en las figuras 1 a la 4, el Ejemplo es aplicable también

15.- al aparato mostrado en la figura 7 y al dispositivo inyector de aire-pulpa 2 mostrado en la figura 5. La pulpa es descargada del aparato 61 por 62 al sumidero 63 desde donde fluye a los dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 del aparato 64 que constituyen la segunda etapa de la flotación. La altura entre el sumidero 63

20.- y los dispositivos inyectoros de aire-pulpa 2 del aparato 64 está también dispuesta para que la pulpa adquiera la presión necesaria para los dispositivos inyectoros 2. En la misma forma, se consiguen las sucesivas etapas de flotación; por ejemplo en el aparato 65 y aparato 66, hasta conseguir la recuperación del mineral deseado del concentrado de espuma 67. En todas las etapas se obtienen

25.- las presiones necesarias de la pulpa mediante la elevación de una etapa con respecto a la siguiente. Debido al alto rendimiento de recuperación de las formas preferidas de la invención, es pequeño el número de etapas requerido en comparación con las máquinas con-

30.- convencionales de flotación, por lo que la altura total requerida pa-

326595



ra todas las etapas no resulta excesiva.

Si fuera necesario un nuevo tratamiento de los concentrados de espuma 67, éstos caerían por gravedad en una etapa de flotación ascendente 68. Si fuera necesario, esta etapa se provee-

5.- ría de una bomba de alimentación 69 y de una bomba de descarga de pulpa 70 para devolver la pulpa a las secciones de trituración y clasificación 40, 38.

N O T A

10.- La Patente de Invención que se solicita para España, por veinte años de acuerdo con la vigente Legislación deberá recaer sobre: "METODO Y APARATO PARA FLOTACION DE ESPUMA", con Prioridad de la Demanda de Patente de Invención en Australia nº 58933/65, de fecha 17 de mayo de 1.965, y Patente de Invención en Australia nº 66663/65, de fecha 17 de noviembre de 1.965, según las características esenciales de las siguientes:

R E I V I N D I C A C I O N E S

15.- 1ª.- Método para flotación de espuma, que comprende la inyección en un cuerpo de pulpa contenido en un recipiente de flotación de un chorro de aire-pulpa que consiste en un chorro de pulpa a presión y un chorro de aire a presión, estando en contacto mutuo el chorro de aire y el de pulpa cuando penetran en el cuerpo de pulpa, formando burbujas de aire en la inter-superficie existente entre el chorro de aire y el chorro de pulpa, la dispersión de las burbujas de aire a través del chorro de pulpa para formar una mezcla de pulpa-aire, y la formación de agregados burbuja-partícula dentro de la mezcla de pulpa-aire.

20.- 2ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que el chorro de aire-pulpa es desenergizado.

25.- 30.- 3ª.- Método para flotación de espuma, según las reivin-

326595



1966

dicaciones 1ª ó 2ª, en el que el chorro de aire-pulpa comprende un anillo de pulpa que rodea a un núcleo central de aire.

- 4ª.- Método para flotación de espuma, que comprende la inyección en un cuerpo de pulpa contenido en un recipiente de flotación de un chorro a presión de aire-pulpa consistente en un núcleo de aire rodeado por anillo de pulpa, la formación de burbujas de aire en la inter-superficie existente entre el anillo de pulpa y el núcleo de aire, la dispersión de las burbujas de aire a través del anillo de pulpa para formar una mezcla de pulpa-aire sustancialmente dentro del anillo de pulpa, la formación de agregados partícula-burbuja dentro de la mezcla de pulpa-aire, y la deenergización del chorro de pulpa aire.
- 5.-
- 10.-

- 5ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con las reivindicaciones 2ª ó 4ª, en el que la mezcla de pulpa-aire deenergizada que contiene los agregados partícula-burbuja fluye hacia o a través de la región situada inmediatamente debajo de la superficie del cuerpo de pulpa, y la separación de los agregados partícula-burbuja de la mezcla pulpa-aire se produce en dicha región para formar una espuma por encima de la superficie del cuerpo de pulpa.
- 15.-
- 20.-

- 6ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 5ª, en el que sustancialmente toda la pulpa del recipiente de flotación es inyectada inicialmente al recipiente mediante uno o más de dichos chorros de aire-pulpa.
- 25.-

- 7ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 6ª, en el que se imprime un movimiento de giro o remolino al anillo de pulpa, y en el que el anillo de pulpa imprime también movimiento al núcleo de aire.
- 30.-

326595



- 8ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 7ª, en el que se imprime movimiento de giro o remolino al anillo de pulpa al inyectar la pulpa tangencialmente en un espacio anular que comunica con el recipiente de flotación,
- 5.- y el núcleo de aire se inyecta axialmente a través del espacio anular en el recipiente de flotación.
- 9ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 7ª, en el que se imprime el movimiento de giro o remolino al anillo de pulpa al hacer pasar la pulpa a través de
- 10.- un espacio anular que comunica con el recipiente de flotación, en contacto con compuertas inclinadas, y el núcleo de aire es inyectado axialmente a través del espacio anular en el recipiente de flotación.
- 10ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera
- 15.- de las reivindicaciones de la 2ª a la 9ª, en el que sustancialmente no hay mezcla de la pulpa y el aire antes de su entrada en el cuerpo de pulpa en el recipiente de flotación.
- 11ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera
- 20.- de las reivindicaciones de la 2ª a la 10ª, en el que el chorro de aire-pulpa es desenergizado al hacerlo chocar contra una pantalla o pared.
- 12ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 10ª, en el que el chorro de aire-pulpa es desenergizado haciéndolo incidir sobre un
- 25.- segundo chorro opuesto de aire-pulpa.
- 13ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 12ª, en el que el chorro de aire-pulpa es dirigido en dirección sustancialmente horizontal en el recipiente de flotación.
- 30.- 14ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera

326595



1866

de las reivindicaciones de la 2ª a la 13ª, en el cual la mezcla de pulpa-aire, después de desenergizada, es desviada hacia arriba a una zona secundaria de mezclado donde se produce un mayor contacto partículas-burbujas.

- 5.- 15ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 14ª, en el que la mezcla de pulpa-aire que contiene agregados partícula-burbuja fluye hacia arriba, hacia la inter-superficie de la pulpa-espuma, y después hacia una zona de desaireación en la cual es reducido el caudal de pulpa para promover la separación de los restantes agregados partícula-burbuja de la pulpa, y en el que la pulpa es descargada de la zona de desaireación.
- 10.- 16ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 15ª, en el que la presión de la pulpa en la entrada está comprendida entre 0,3515 y 3,5153 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 15.- 17ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 15ª, en el que la presión del aire a la entrada está comprendida entre 0,03515 y - 0,8437 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 20.- 18ª.- Método para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 17ª, en el que la presión del aire en la entrada está comprendida entre 0,0703 y 0,3515 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 25.- 19ª.- Método para flotación de espuma, según cualquiera de las reivindicaciones de la 2ª a la 18ª, en el que la velocidad del núcleo de aire del chorro de aire-pulpa es sustancialmente - mayor que la velocidad del anillo de pulpa circundante.
- 30.- 20ª.- Aparato para flotación de espuma, que comprende un recipiente de flotación, y medios para inyectar en un cuerpo de pulpa contenido en el recipiente de flotación un chorro de -

326595



aire-pulpa consistente en un chorro de pulpa a presión y en un chorro de aire a presión, encontrándose en contacto mutuo el chorro de pulpa y el chorro de aire cuando penetran en el cuerpo de pulpa.

5.- 21ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 20ª, en el cual el chorro de aire-pulpa consiste en un anillo de pulpa que rodea a un núcleo de aire.

10.- 22ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con las reivindicaciones 20ª, ó 21ª, provisto de medios, dentro del recipiente de flotación, para desenergizar el chorro de aire-pulpa.

15.- 23ª.- Aparato para flotación de espuma, que comprende un recipiente de flotación, un dispositivo inyector de aire-pulpa - para inyectar a presión dentro del cuerpo de pulpa del recipiente de flotación un chorro de aire-pulpa consistente en un núcleo de aire rodeado por un anillo de pulpa, una mezcla de pulpa-aire conteniendo agregados de partícula-burbuja que se forman dentro del chorro de aire-pulpa, medios para desenergizar el chorro de aire-pulpa y para hacer que la mezcla de pulpa-aire y agregados de - partícula-burbuja fluyan hacia la superficie de cuerpo de pulpa  
20.- donde los agregados de partícula-burbuja se separan de la mezcla de pulpa-aire para formar una espuma.

25.- 24ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 21ª, 22ª y 23ª, provisto de medios para imprimir movimiento de giro o remolino al anillo de pulpa.

30.- 25ª.- Aparato para flotación de espuma, que comprende un recipiente de flotación adaptado para contener un cuerpo de pulpa y un cuerpo sobrenadante de espuma, medios para inyectar a presión en el cuerpo de pulpa un chorro de aire-pulpa consistente en un núcleo interior de aire y un anillo circundante de pulpa, medios

326595



para imprimir un movimiento de giro o remolino al anillo de pulpa el cual a su vez imprime rotación al núcleo de aire, y medios dentro del recipiente de flotación para desenergizar el chorro de aire-pulpa.

- 5.- 26ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con las reivindicaciones 23ª, 24ª ó 25ª, en el que los medios para la inyección del chorro de aire-pulpa consisten en un dispositivo inyector de aire-pulpa que comprende un tubo de entrada de aire por el que penetra aire a presión, una cámara anular que rodea al tubo de entrada de aire, una tobera cónica o convergente unida a la cámara anular y en comunicación con el recipiente de flotación, medios para la admisión de pulpa a presión en la cámara anular, y medios en la cámara anular o tobera para imprimir movimiento de remolino a la pulpa.
- 10.- 27ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 26ª, en el que la pulpa es admitida tangencialmente en la cámara anular.
- 15.- 28ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 26ª, con compuertas inclinadas en la cámara anular o tobera para imprimir movimiento de remolino a la pulpa cuando pasa a través de dichas compuertas.
- 20.- 29ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 26ª a 28ª, en el que el tubo de entrada de aire termina dentro de la tobera a una corta distancia del extremo de salida de dicha tobera.
- 25.- 30ª.- Aparato para flotación de espuma, según las reivindicaciones 26ª a 29ª, en el cual el dispositivo inyector de aire-pulpa está dispuesto en el exterior del recipiente de flotación y está conectado a una abertura practicada en una pared del recipiente de flotación.
- 30.-

326595



- 5.- 31ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 30ª, en el cual, el dispositivo inyector de aire-pulpa está dispuesto en forma sensiblemente horizontal y la abertura a la que se encuentra unido está dispuesta en una pared sensiblemente vertical del recipiente de flotación.
- 10.- 32ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 31ª, en el que el dispositivo inyector de aire-pulpa está unido con el recipiente de flotación cerca del fondo de este último.
- 15.- 33ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con las reivindicaciones 30ª, 31ª ó 32ª, en el que se montan un número de inyectores de aire-pulpa conectados al mismo recipiente de flotación.
- 20.- 34ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 30ª a la 33ª, provisto de una pantalla o pared en el interior del recipiente de flotación, contra la cual incide el chorro de aire-pulpa.
- 25.- 35ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con las reivindicaciones 31ª ó 32ª que tiene dispuesta en forma sustancialmente vertical una pantalla o pared dentro del recipiente de flotación y separada de la abertura a la cual se conecta el dispositivo inyector de aire-pulpa, para que el chorro de aire-pulpa incida contra dicha pantalla o pared.
- 30.- 36ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 35ª, en el que la pantalla o pared termina por debajo de la superficie superior del cuerpo de pulpa, y se forma una zona de desaireación en el recipiente de flotación sobre el lado de la pantalla o pared alejado del dispositivo inyector de aire-pulpa.
- 37ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con

326595

11



cualquiera de las reivindicaciones 26ª a 36ª, en el que la presión de la pulpa que penetra en el dispositivo inyector de aire-pulpa está comprendida entre 0,3515 y 3,5153 Kg/cm<sup>2</sup>.

5.- 38ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26ª a 37ª, en el que la presión del aire que penetra en el dispositivo inyector de aire-pulpa está comprendida entre 0,03515 y 0,8437 Kg/cm<sup>2</sup>.

10.- 39ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con la reivindicación 38ª, en el que la presión del aire está comprendida entre 0,0703 y 0,3515 Kg/cm<sup>2</sup>.

40ª.- Aparato para flotación de espuma, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 26ª a la 39ª, en el que la velocidad del núcleo de aire del chorro de aire-pulpa es sensiblemente más alta que la velocidad del anillo de pulpa circundante.

15.- 41ª.- "METODO Y APARATO PARA FLOTACION DE ESPUMA".

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria descriptiva que consta de cincuenta y cinco hojas escritas a máquina por una sóla cara acompañada de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 11 de Mayo de 1.966  
THE ZINC CORPORATION LIMITED  
P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

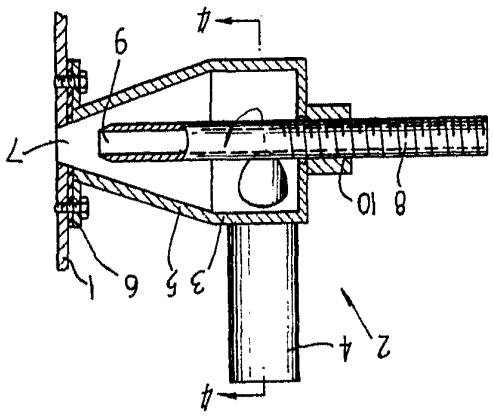
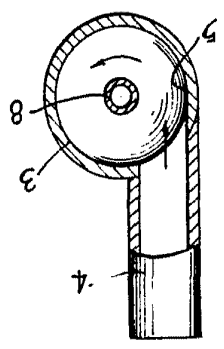
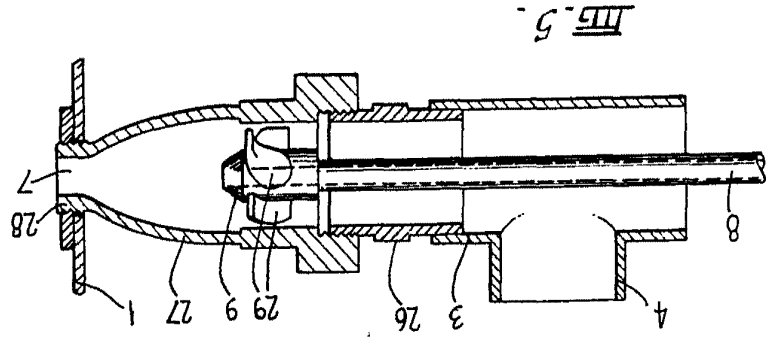
Firmado: M.ª Dolores Jorquera



*Francisco García Cabrerizo*

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
 P. P.  
 THE ZINC CORPORATION LIMITED  
 Madrid, 11 M. 1965

Escala variable



326595

6 HOJAS - Hoja 2

THE ZINC CORPORATION LIMITED

326595

326595

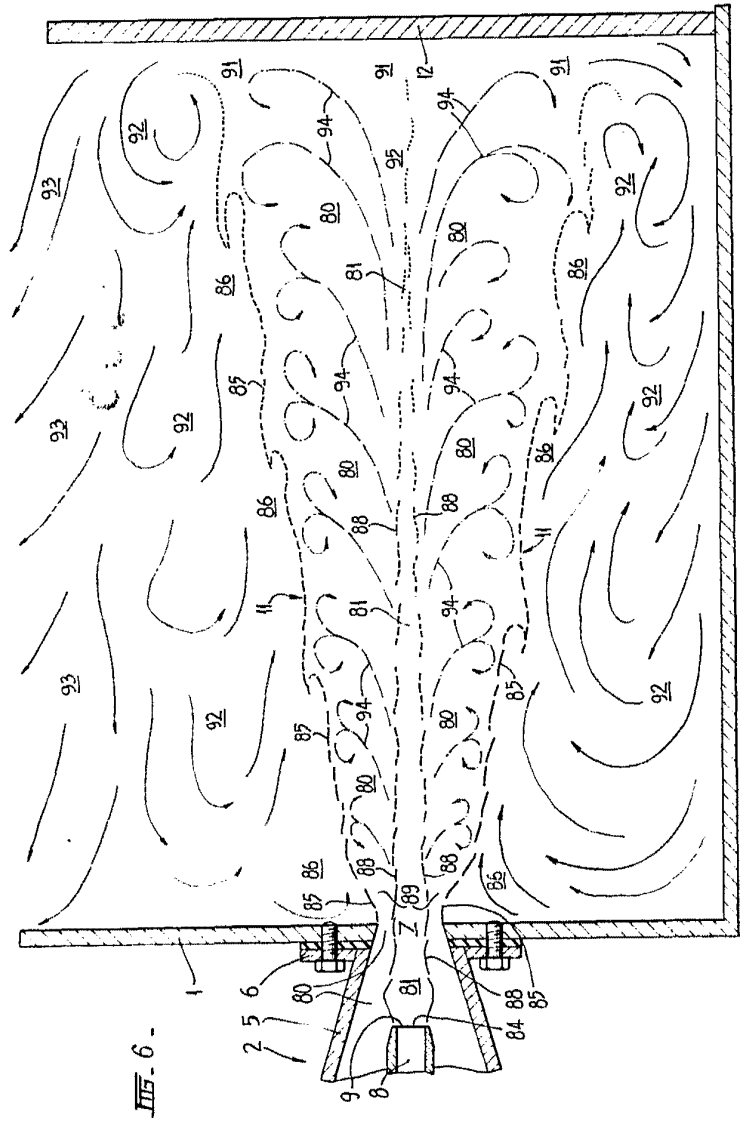
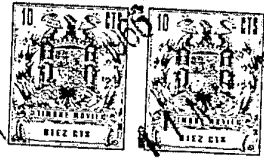


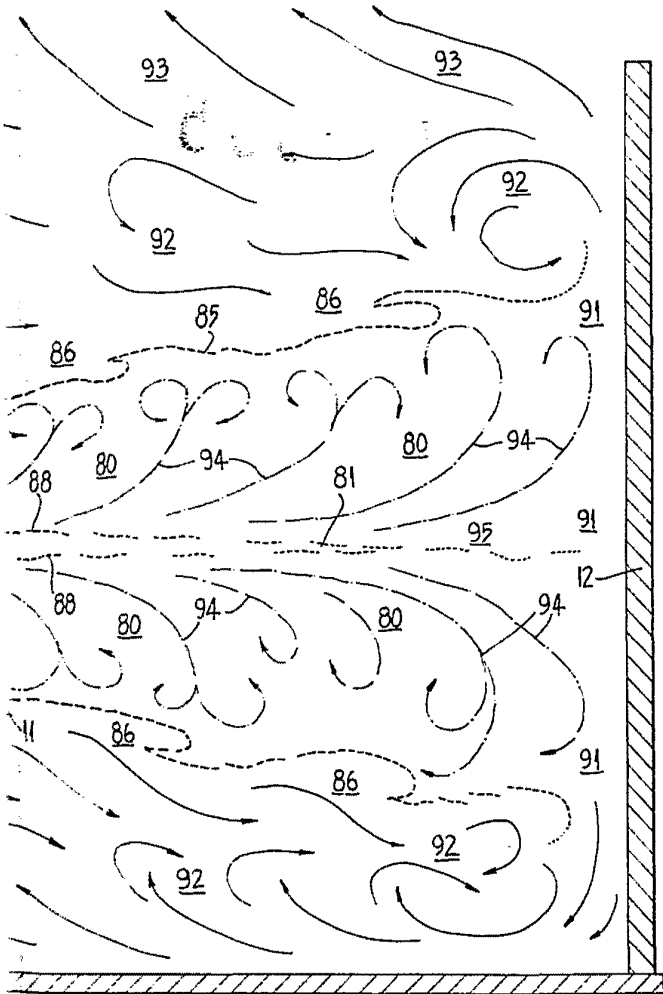
Fig. 6 -

Manila, 14 MAR 1915  
 THE ZINC CORPORATION LIMITED  
 P. R.  
 PHILIPPINE ISLANDS





326595



Madrid, 11 MAY 1945

THE ZINC CORPORATION LIMITED  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CARREDIZO

326595



FIG. 7.

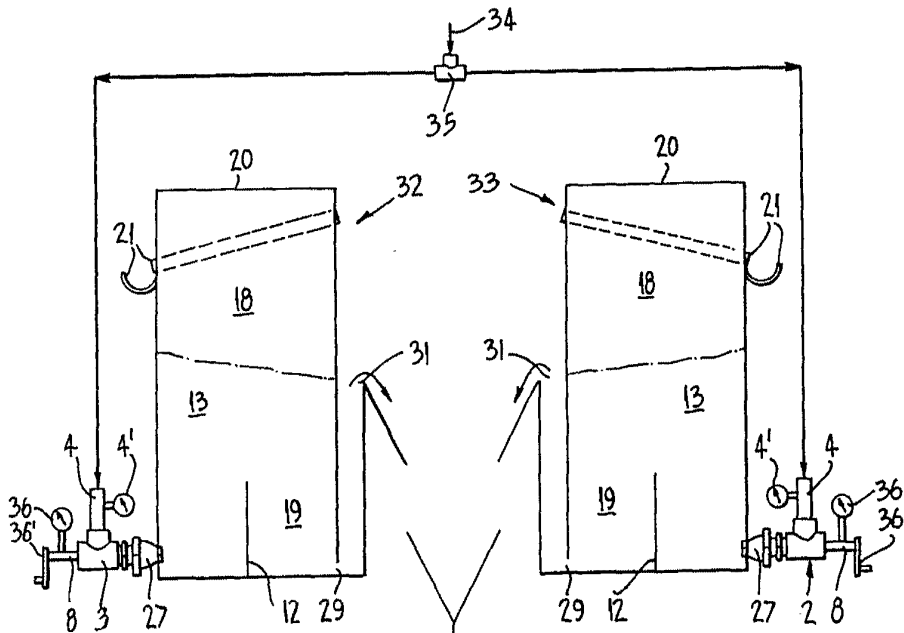
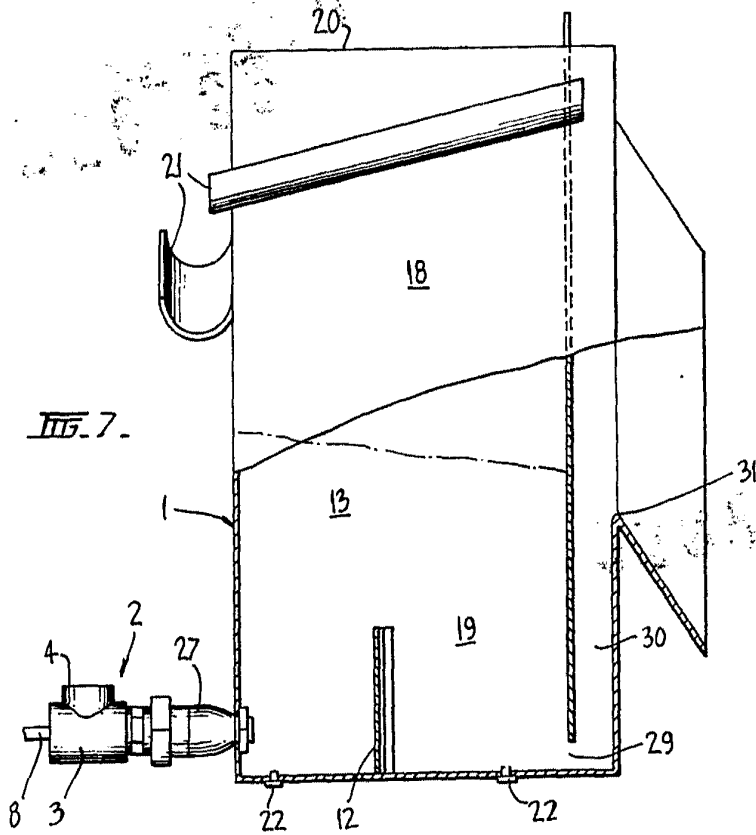


FIG. 8.

Madrid, A. M. 1910  
 THE ZINC CORPORATION LIMITED  
 P. P.  
 INGENIERO D. GARCIA CABRERIZO

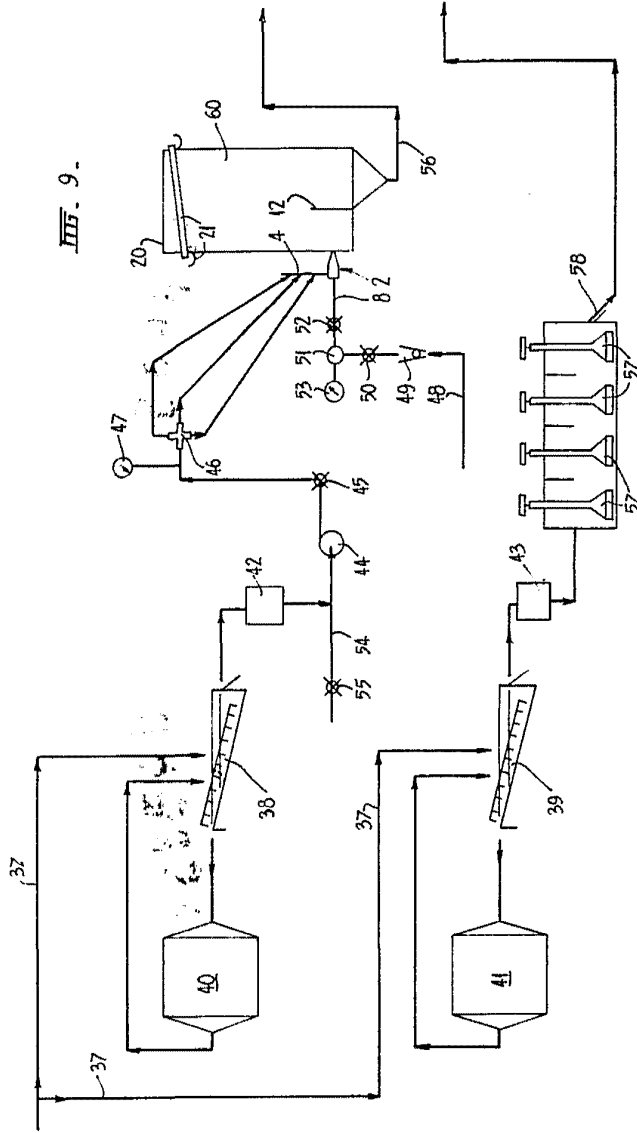
Escala variable

326595

326595

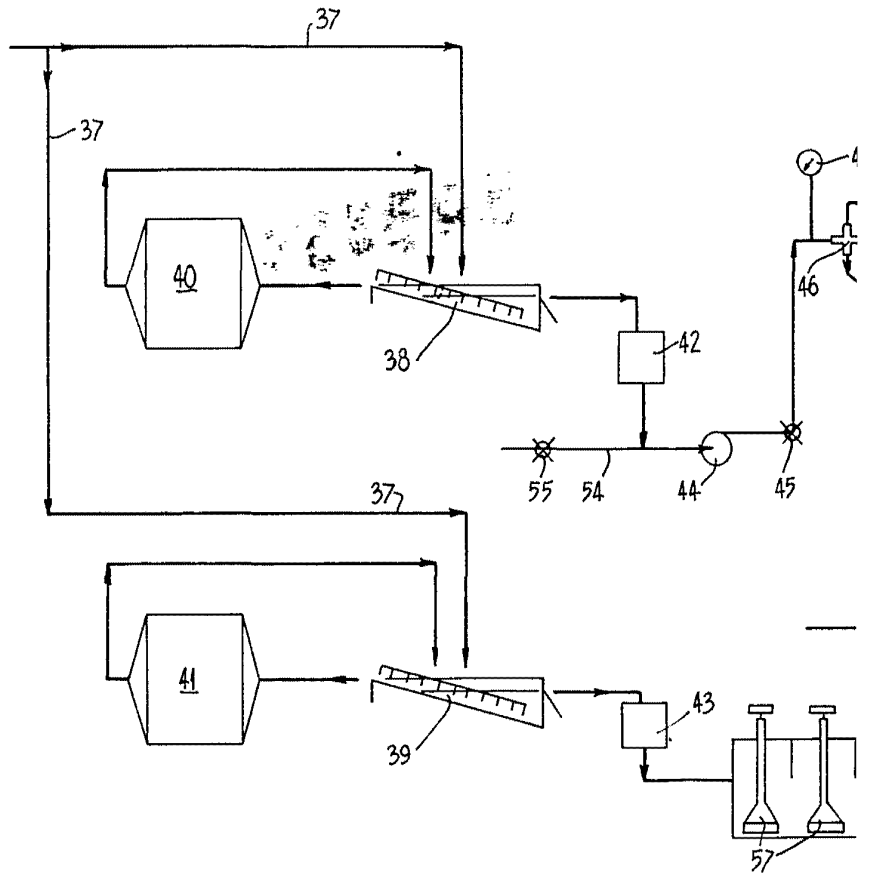


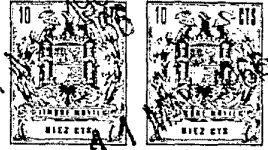
III. 9.



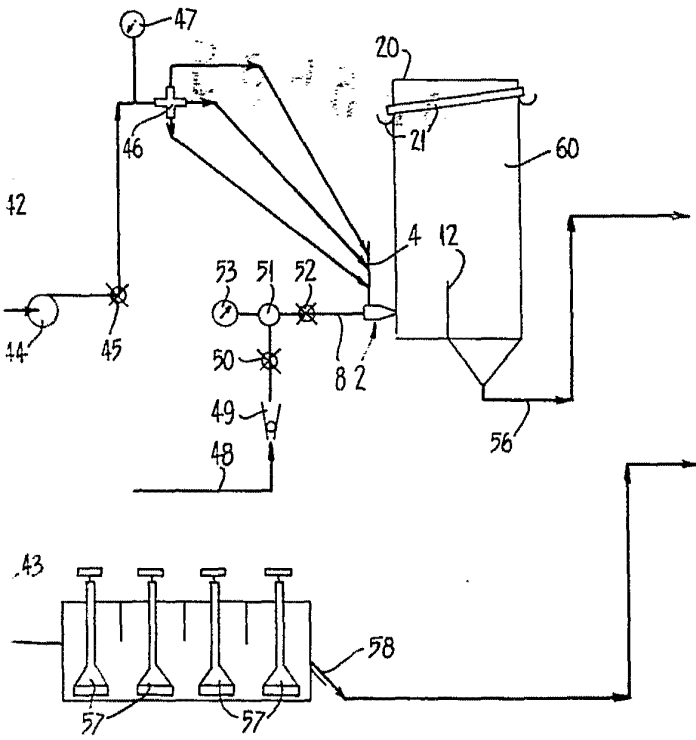
Medicine, 11 M. S. 48  
 THE ZINC CORPORATION LIMITED  
 P. RICO GARCIA CABRERO  
 P. R.

326595





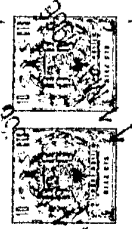
III. 9.



326595

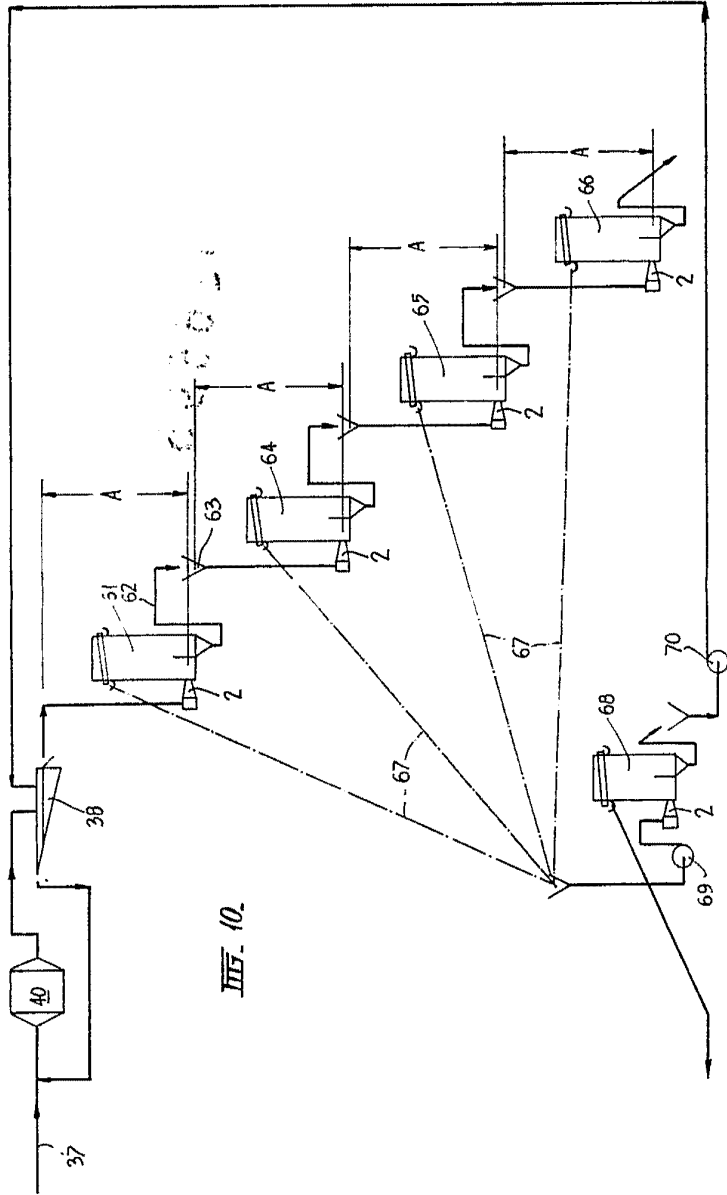
Madrid, 11 MAY 1968  
THE ZINC CORPORATION LIMITED

Encomendado GARCIA CABRERIZO  
P. 2.



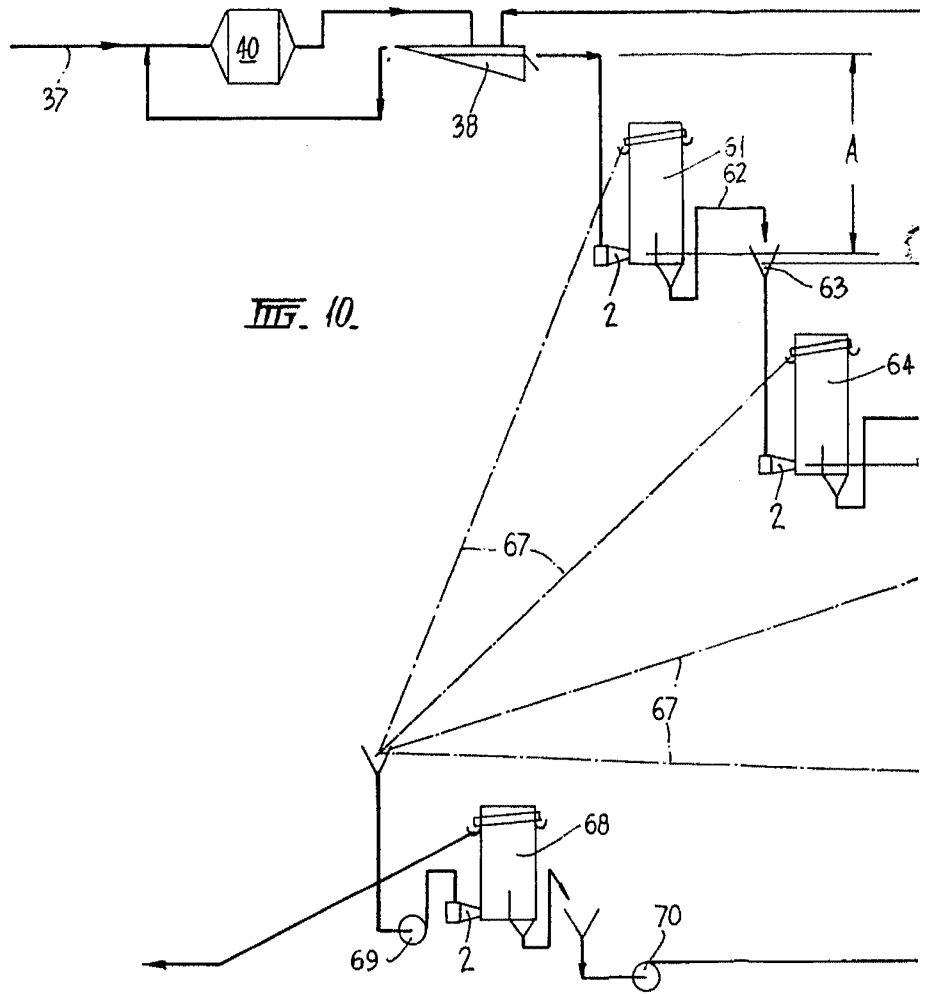
326595

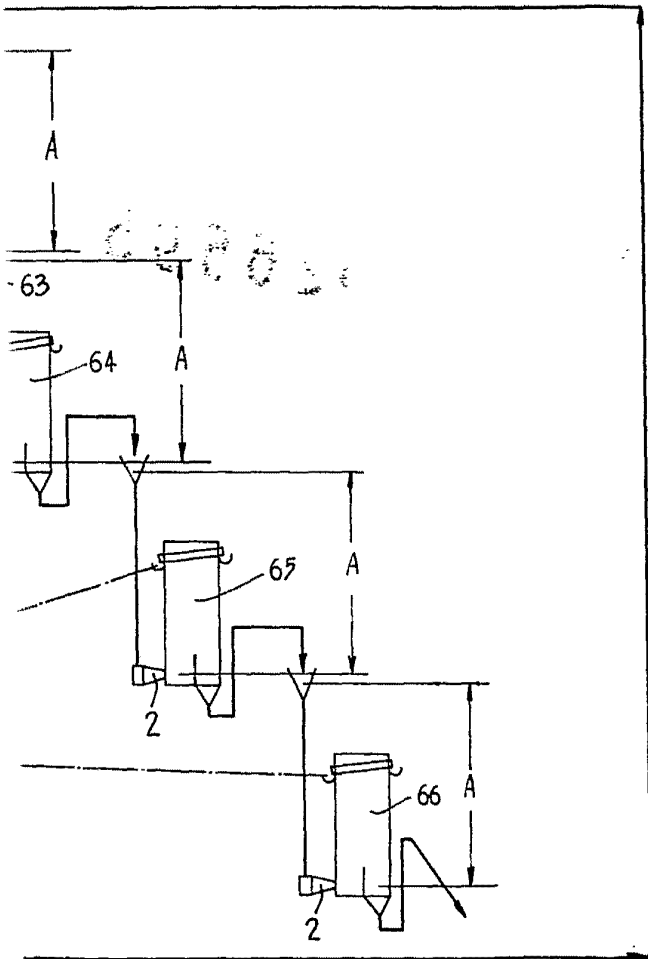
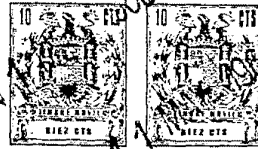
326595



Madrid, A. N.º 4553  
 THE ZINC CORPORATION LIMITED  
 P. P.  
 TELEFONO 10000

326595





326595

Madrid, 1 MAY 1966  
THE ZINC CORPORATION LIMITED  
P. P.

FRANCISCO GABRIEL CABRERIZO