

17 00



PATENTE DE INVENCION

419888

F.C. 15-3-76

F31C

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"METODO Y APARATO DE EXCAVACION"

Solicitante: MARCONA CORPORATION,

una sociedad constituida según las
 Leyes del Estado de Nueva York, EE. UU.,
 establecida en SAN FRANCISCO, California
 (Estados Unidos de América),
 One Maritime Plaza.

17 00



419888

La presente invención se refiere a un método y aparato de excavación.

En relación con esta invención se hace referencia a las siguientes Patentes norteamericanas a nombre de la misma entidad solicitante, concedidas el 20 de Septiembre de 1971: N^o 3.606.036, titulada "Método y aparato para transportar sólidos minerales y otras materias disgregadas", N^o 3.606.038, titulada "Carguero para minerales con sistema de transformación en pulpa y descarga del material", N^o 3.606.479, titulada "Método y aparato para el almacenamiento y la conversión en pulpa de minerales y materias disgregadas similares", así como a la Solicitud de Patente norteamericana Serial N^o 213.363, presentada el 29 de Diciembre de 1971 y titulada "Tobera de chorro líquido", también a nombre de la misma entidad solicitante.

Más particularmente, la presente invención se refiere a un método y aparato para la excavación y el desmonte de un cuerpo asentado constituido por sólidos minerales disgregados, tal como un depósito de decantación de residuos asociado a un lugar de tratamiento de minerales, o cualquier otro cuerpo asentado de material que pueda estar contenido en cualquier medio, tal como un recipiente o contenedor de grandes dimensiones, y similares.

Los sólidos minerales o gangas que suelen descargarse normalmente como residuos en operaciones mineras, y similares, deben poderse extraer de forma conveniente. La práctica actual en una operación minera consiste en depositar los residuos o los sólidos minerales de desecho, procedentes de

419888

17



operaciones tales como la preparación mecánica de minerales, en un depósito de decantación de residuos que puede estar constituido por una zona limitada por un dique en la proximidad del lugar de tratamiento de minerales. El depósito de
5 decantación de residuos contiene los residuos en forma de una masa sustancialmente homogénea de agua y sólidos minerales. Después de un período de tiempo, esta masa queda asentada en forma de un cuerpo semirrígido de sólidos minerales disgregados, ya que un cierto porcentaje del agua es expulsada.
10 sada.

Por diversos motivos, tales como el hecho de que los depósitos de decantación de residuos de la naturaleza citada contienen minerales de valor suficiente como para justificar una recuperación económica de los mismos, o de que
15 están dispuestos por encima de yacimientos minerales no explotados, los cuales no pueden ser explotados si permanece en su lugar el depósito de decantación de residuos, o bien de que están dispuestos de tal modo que representen un peligro para comunidades enteras en el caso de que el dique de retención asociado a los mismos pudiera romperse y el contenido
20 líquido pudiera comenzar a fluir, resulta deseable excavar, desmontar y extraer los sólidos minerales de dichos depósitos. Las técnicas actuales, tales como excavación por cuchara o dragado, están limitadas en su capacidad para efectuar
25 este trabajo. En las patentes arriba mencionadas, particularmente en la Patente N^o 3.606.479, se describen métodos y aparatos para el tratamiento de material disgregado, según los cuales se extrae un cuerpo asentado de material por efec-

419888

17 0



to de la acción de chorros líquidos adaptados para trabajar en la zona inferior del recipiente contenedor, tal como por ejemplo en la bodega de un barco. Sin embargo, estos métodos y aparatos no son aplicables a operaciones de excavación que deban efectuarse desde la superficie del cuerpo asentado y que progresen hacia abajo, en etapas, hasta la profundidad requerida. Por consiguiente, existe la necesidad de un método y aparato perfeccionados que resulten eficaces para excavar y desmontar un cuerpo asentado de sólidos minerales, de la naturaleza arriba indicada.

Una finalidad de la invención consiste en proporcionar un método y aparato perfeccionados, aptos para extraer una parte, o la totalidad, de un cuerpo asentado de material, tal como de sólidos minerales disgregados confinados por ejemplo en forma de un estanque o contenidos en un contenedor o recipiente de grandes dimensiones, y similares.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un método y aparato del tipo arriba descrito, en que regiones superpuestas de un cuerpo de material tal como sólidos minerales sean extraídas por etapas sucesivas, avanzando hacia abajo desde la superficie, mediante transformación de la zona más baja de cada región, con líquido, en una pulpa o lodo que es extraído por bombeo para crear una cavidad socavada suficiente para hacer desmoronar la masa de encima, siendo transformada esta masa desmoronada, a su vez, en lodo y extraída por bombeo.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un método y aparato del tipo mencionado, para la



excavación y extracción de un cuerpo asentado de material, tal como sólidos minerales, en un depósito de decantación de residuos, mediante un aparato de cajón parcialmente sumergido en dicho cuerpo y provisto de toberas adaptadas para 5 dirigir chorros de líquido a alta velocidad hacia una zona de transformación en pulpa de una región superior que deba excavar, en la que el líquido forma un lodo bombeable con los sólidos, fluyendo este lodo a través de entradas practicadas en el cajón para su extracción por bombeo, y siendo 10 el aparato de cajón desplazado hacia abajo para etapas adicionales de excavación en las regiones inferiores del cuerpo.

Estas y otras finalidades y características de la invención se consiguen mediante el método de la invención, 15 en el que regiones superpuestas de un cuerpo asentado de material, tal como los sólidos minerales en el depósito de decantación de residuos asociado a un lugar de tratamiento de minerales, son excavadas, desmontadas y extraídas para su utilización posterior. Las diferentes regiones del cuerpo 20 asentado son excavadas en etapas sucesivas avanzando de arriba abajo desde la superficie hacia el fondo del depósito o de otro recipiente. Las diferentes etapas pueden repetirse, si resulta necesario, en otro emplazamiento del depósito hasta que se haya extraído la cantidad deseada 25 de material.

En cada región se dirigen chorros de líquido a alta velocidad, a lo largo de trayectorias determinadas, a una zona inferior de transformación en pulpa, de modo que el

419888¹⁷



líquido forme un lodo bombeable con los sólidos en dicha zona. El lodo es extraído por bombeo y la acción de transformación en pulpa continúa hasta que se haya formado una cavidad socavada suficiente para hacer desmoronar la masa
5 dispuesta por encima. Los chorros de líquido forman lodo adicional con la masa desmoronada, la cual es también bombeada de dicha zona. A continuación de ello se desplazan los chorros de líquido hacia abajo hasta la próxima región subyacente, en donde se repiten las etapas arriba citadas
10 hasta que los sólidos minerales en esta última región hayan sido excavados y extraídos.

En el aparato según la invención, un cajón oblongo se halla parcialmente sumergido en el cuerpo de sólidos, estando el eje longitudinal del mismo dispuesto verticalmente
15 y extendiéndose su extremo inferior por debajo de la superficie superior del cuerpo hasta una profundidad que corresponde a la profundidad de la región que deba excavarse. Una pluralidad de toberas están dispuestas en el interior de dicho cajón y están adaptadas para dirigir chorros de
20 líquido a alta velocidad a lo largo de trayectorias que se extienden hacia afuera, en dirección hacia la zona de transformación en pulpa. En el cajón están practicadas entradas adaptadas para dirigir la corriente de lodo a un sumidero. Medios de bombeo dispuestos en el cajón bombean el
25 lodo, desde el sumidero, a través de conductos de descarga que conducen a una instalación o zona de almacenamiento distante del depósito de decantación. Para estabilizar y posicionar el cajón están previstos una pluralidad de pilo-

419888

17 0



tes dispuestos circunferencialmente. De acuerdo con una forma de realización de la invención, tanto el cajón como los pilotes se hunden en el depósito en forma de unidad, en tanto que, de acuerdo con otra forma de realización

5 de la invención, los pilotes son estacionarios y el cajón es elevado y bajado con respecto a dichos pilotes. Para hacer bajar el cajón están previstos medios de chorro adaptados para dirigir chorros de líquido a regiones subya-

centes a los extremos inferiores del cajón y de los pilotes,

10 de acuerdo con la primera forma de realización mencionada, o bien a la región subyacente únicamente al cajón, de acuerdo con la segunda forma de realización mencionada.

Estas y otras finalidades y características de la invención resultarán evidentes de la siguiente descripción,

15 en la que se describen detalladamente las formas de realización preferentes con relación a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de flujo que ilustra la forma de proceder para realizar el método según la presente invención;

20

la Fig. 2 es una vista en perspectiva de un estanque de decantación de residuos minerales sometido a excavación por un aparato excavador de cajón construido de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

25 las Figs. 3A y 3B representan, respectivamente, la parte superior y la parte inferior de una vista de alzado, a mayor escala, del aparato excavador de cajón de la Fig. 2, parcialmente en sección;

las Figs. 4A y 4B representan, respectivamente, una vista análoga a la de la Fig. 3 de un aparato excavador de cajón construido de acuerdo con otra forma de realización de la invención; y

5 la Fig. 5 es una vista fragmentaria, en sección, según la línea 5-5 de la Fig. 4B.

En los dibujos, la Fig. 1 representa un diagrama de flujo que ilustra el método de la presente invención aplicado a la excavación y desmonte de un cuerpo asentado de material, tal como sólidos disgregados, por ejemplo filtrados de minerales de hierro, cobre o molibdeno, lodos o residuos de desecho y similares. Aunque el método según la invención se describirá a continuación en relación con un aparato particularmente adaptado para la excavación de un estanque de decantación de residuos asociado a un lugar de tratamiento de minerales, es evidente que la invención presenta un amplio campo de aplicaciones en la excavación y desmonte de otros cuerpos asentados de sólidos de esta naturaleza, tales como un cuerpo de materiales sólidos contenidos en otros medios que podrían comprender un contenedor o recipiente de grandes dimensiones de cualquier tipo, y en el cual los sólidos estén adaptados para ser transformados en un lodo bombeable. Las patentes arriba mencionadas contienen detalles relativos a los tipos, dimensiones y características de sólidos minerales de esta naturaleza, susceptibles de ser excavados y extraídos mediante el método y aparato de la presente invención. El término sólidos minerales empleado en la presente descripción comprende minerales,

419888

17 00



minerales tratados mecánicamente y cualquier otra materia disgregada y productos minerales susceptibles de ser transformados en pulpa y en un lodo bombeable.

De acuerdo con el método según la invención, una región
5 del cuerpo de sólidos es seleccionada para la primera etapa de excavación. Chorros a alta velocidad de líquidos, constituidos preferentemente por agua pero que también pueden comprender cualquier otro líquido apropiado no acuoso, son dirigidos en la etapa 10 hacia una zona de transformación
10 en pulpa situada en el fondo de la primera región, establecido a un nivel predeterminado por debajo de la superficie superior del cuerpo. Los chorros de agua inciden sobre los sólidos, dando lugar a que éstos sean desmenuzados y dispersados en forma de suspensión en el agua, formando un
15 lodo, en la etapa 12. Este lodo es bombeado de la zona de transformación en pulpa en la etapa 14, para su transporte a un proceso de tratamiento subsiguiente, distante del cuerpo asentado. Los chorros son desplazados según trayectorias predeterminadas en la etapa 16, por ejemplo en
20 movimiento de vaivén según distintos arcos de círculo que se extienden por toda la zona de transformación en pulpa, y la acción del agua desmenuza progresivamente y dispersa los sólidos dentro del área de influencia de dichos chorros. El bombeo y la extracción simultáneos del lodo así formado
25 extiende progresivamente la zona de influencia de los chorros, de modo que se forma paulatinamente una cavidad socavada en la primera región. Las etapas precedentes continúan en la etapa 18 hasta que la sobrecarga de sólidos por

419888

17 0



encima de dicha cavidad se desmorone por su propio peso y caiga a la zona de transformación en pulpa. Los chorros de agua son desplazados continuamente según sus trayectorias en la etapa 20, formando así lodo adicional con los sólidos
5 procedentes de la sobrecarga que se ha desmoronado y ha caído a la zona de transformación en pulpa. Este lodo adicional es luego bombeado en la etapa 22. La acción de los chorros de agua y el bombeo del lodo se prolongan hasta que el volumen deseado de sólidos haya sido extraído de
10 la primera región.

A continuación de la primera fase de excavación se inicia en la etapa 24 la segunda fase, según se requiera, para excavar y extraer los sólidos en una segunda región subyacente a la primera región. En esta segunda fase se
15 establecen en la etapa 26 chorros de agua a alta velocidad y se dirigen a una zona de transformación en pulpa situada en el fondo de la segunda región. A continuación se repiten las etapas restantes descritas con relación a la primera fase. Por consiguiente, en la etapa 28 se forma un lodo
20 bombeable, y este lodo es extraído por bombeo en la etapa 30. En la etapa 32, los chorros son desplazados transversalmente en vaivén para formar una cavidad socavada en la segunda región, y en la etapa 34 se desmorona la sobrecarga. La sobrecarga desmoronada es transformada en lodo adicional
25 en la etapa 36, y este último lodo es bombeado simultáneamente en la etapa 38, repitiéndose estas etapas hasta que se haya extraído el volumen deseado de sólidos de la segunda región.



Resultará evidente que el número de fases, comprendiendo las etapas descritas, que se requieren para excavar una porción determinada del cuerpo de sólidos, quedará determinado por diversos factores, tales como la profundidad a que se establezcan los chorros de agua en cada región, así como la profundidad total del cuerpo de sólidos. A continuación de la excavación de las regiones superpuestas hasta el fondo del cuerpo, por ejemplo el fondo de un depósito de decantación de residuos, se repetiría la operación en otros lugares del depósito, dependiendo de la magnitud superficial del cuerpo y de la cantidad de sólidos que se deseara extraer de dicho cuerpo.

En las Figs. 2, 3A y 3B se ilustra una forma de realización de un aparato apropiado para realizar el método de la invención, durante la excavación de un cuerpo asentado de sólidos minerales tal como un depósito de decantación de residuos 40 asociado a un lugar de tratamiento de minerales. El depósito de decantación de residuos estaría constituido, en un caso típico, por una porción de terreno limitada por un dique y conteniendo, por ejemplo, los residuos o las gangas descargados de una operación de tratamiento mecánico de minerales. El cuerpo de residuos constituye generalmente una mezcla homogénea de materias disgregadas de mineral y agua y se caracteriza por presentar una baja compresión y una baja resistencia al deslizamiento, así como una elevada viscosidad.

En la forma de realización ilustrada en las Figs. 2, 3A y 3B, el aparato excavador 42 comprende una estructura

419888

17 OCT



de cajón 44, oblonga y de grandes dimensiones, adaptada para penetrar parcialmente en el depósito de decantación de residuos, de forma que el eje longitudinal de dicha estructura quede dispuesto verticalmente. El cajón 44 comprende una envoltura exterior 46, preferentemente de configuración cilíndrica, reforzada mediante una pluralidad de nervaduras 48 axialmente espaciadas entre sí. El cajón está subdividido, mediante un tabique impermeable 50, en un compartimiento 52 de chorro de agua y de bombeo, en el extremo inferior del cajón, y en una cámara superior 54 impermeable. La envoltura 46 del cajón determina, a su vez, una plataforma de maniobra y equipos. El extremo inferior 58 del cajón es de configuración cónica para facilitar el efecto de hundimiento del aparato en la forma que se describirá a continuación.

En las paredes laterales de la envoltura del cajón, particularmente en la porción central del compartimiento 52 de chorro de agua y bombeo, están previstos medios de entrada que comprenden una pluralidad, preferiblemente cuatro, de aberturas 60, 62. Cuatro toberas 64, 66 de chorros de agua a alta presión están dispuestas, determinando entre sí ángulos de 90°, en el compartimiento 52 del cajón, de manera que puedan dirigir chorros de agua a alta velocidad hacia fuera, a través de las porciones superiores de las correspondientes aberturas de entrada 60, 62. Las toberas están orientadas de forma que dirijan los chorros en sentido aproximadamente horizontal, pero también podrían estar ligeramente inclinadas hacia arriba. Detalles

419888

17 OCT



relativos a la construcción y funcionamiento de las toberas 64, 66 están descritos en la Solicitud de Patente norteamericana Serial N^o 213.363 arriba mencionada.

Las toberas de alta presión están adaptadas para convertir una fuente de agua a alta presión en un chorro de agua de gran fuerza con mínimas pérdidas de energía, para lograr una acción cortadora altamente eficaz sobre el cuerpo de sólidos minerales que rodean al cajón. Pueden estar previstos dispositivos detectores apropiados y controles de la presión del agua, del tipo de los descritos en dicha Patente norteamericana N^o 3.606.479, a fin de controlar la relación entre sólidos y fluido del lodo y para compensar el aumento de velocidad de desplazamiento periférico de los chorros a medida que aumenta el área de trabajo. Aunque resulta preferente el empleo, en relación con la presente invención, de toberas y sistemas de control del tipo descrito en dicha Patente, es evidente que también pueden emplearse cualquier otro tipo de toberas de fluido y controles apropiados.

Las toberas 64, 66 son alimentadas con agua a alta presión a través de respectivos conductos de agua 68, 70, dispuestos en el interior de la envoltura del cajón y que se extienden hacia abajo desde respectivas uniones giratorias 72, 74. Estas uniones giratorias están conectadas, a su vez, a través de un conducto de distribución apropiado 76, con una conexión 78 de entrada de agua y una conducción 80 de suministro de agua (Fig. 2), pudiendo comprender esta última una pluralidad de tubos flexibles unidos entre



sí y dispuestos sobre soportes adecuados de tipo pontón, apoyados sobre la superficie del depósito de decantación de residuos. Una instalación dispuesta en tierra firme, no ilustrada, comprende aparatos de bombeo apropiados, así como una fuente de agua de suministro para enviar agua bajo una presión de por ejemplo, 21 kg/cm^2 a la conducción de suministro 80.

Están dispuestos medios para controlar la dirección de los chorros de agua que salen de cada una de las toberas, comprendiendo estos medios una pluralidad de cilindros hidráulicos 82, 84 de movimiento en vaivén, dispuestos en el interior del cajón y vinculados, a través de brazos operativos 86, 88, a las uniones rotativas de los conductos 68, 70 para impartir a estos últimos un movimiento gí- torio y, por consiguiente, para desplazar cada una de las toberas en movimiento de vaivén según un arco de círculo. Los cilindros hidráulicos van accionados mediante adecuadas válvulas hidráulicas incorporadas en un pupitre de control 90 dispuesto sobre la cubierta 56 y accionadas automáti- ca y manualmente mediante fluido hidráulico a presión su- ministrado por medios de bombeo contenidos en la unidad de accionamiento 91. El movimiento giratorio relativo de los extremos superiores de los conductos 68, 70 es posible merced a las juntas rotativas 72, 74, y de los extremos inferiores de dichos conductos merced a juntas anulares apropiadas 92, 94 dispuestas alrededor de orificios prac- ticados en el tabique 50.

Las aberturas de entrada 60, 62 están protegidas en su

419888 17 00



parte inferior, por debajo del arco de recorrido de los
chorros líquidos, por rejillas adecuadas 96, 98, preferen-
temente configuradas a modo de parrillas con una pluralidad
de barras verticales, lateralmente distanciadas entre sí,
5 adaptadas para permitir el flujo por gravedad del lodo que
rodea el cajón, a través de las aberturas de entrada y
hacia abajo, hasta un sumidero 100 o canal de toma de
una bomba en el fondo del compartimiento 52. Una plurali-
dad de compuertas deslizables 102, 104 están dispuestas
10 en el interior del cajón de modo que puedan desplazarse
verticalmente para tapar y destapar selectivamente las
aberturas de entrada. Estas compuertas son desplazadas
hacia arriba y abajo por medios apropiados que comprenden
respectivos cilindros hidráulicos 106, 108 montados por
15 encima del tabique 50, en el interior de la cámara estanca
54, y provistos de vástagos de accionamiento que se extien-
den a través del tabique y van unidos a las compuertas.
Los cilindros 106, 108 son accionados por presión hidráuli-
ca bajo el efecto de apropiadas válvulas de control acciona-
20 das manualmente y contenidas en el pupitre de control 90.
Cada una de las cuatro compuertas es subida a la posición
ilustrada de la compuerta 102 para permitir la actuación
de las toberas principales de excavación, siendo bajadas
estas compuertas a la posición ilustrada de la compuerta 104
25 cuando se desee interrumpir el flujo de lodo al sumidero,
quedando entonces interrumpida la actuación de las toberas
principales 64, 66. De acuerdo con la invención, la geome-
tría y la relación mútua entre las toberas, las aberturas

419888

17 OCT



de entrada, las rejillas y las compuertas deslizables facilitan la operación de excavación, la cual avanza progresivamente, por etapas, desde la superficie del cuerpo asentado hacia abajo.

- 5 Están previstos medios para extraer por bombeo del cajón el lodo que fluye al sumidero 100, comprendiendo estos medios una bomba de lodo 110 apropiada, de accionamiento vertical. Esta bomba 110 comprende una entrada 112 abierta hacia abajo en forma divergente, a través de la
- 10 cual es absorbido el lodo desde el sumidero. La descarga del lodo desde la bomba es dirigida hacia arriba por un conducto de descarga 114 que se extiende a través de una abertura en el tabique 50 hasta la cámara superior 54, donde está conectado con la conducción de descarga 116.
- 15 El flujo de lodo de descarga continúa a través de una válvula de retención 118 y de un conducto 120, dispuestos en el interior de la envoltura del cajón, y que conducen a un acoplamiento 122 de descarga del lodo, el cual está a su vez unido a una conducción de descarga flexible apropiada 124. Esta conducción de descarga 124 puede comprender
- 20 una pluralidad de tubos flexibles unidos entre sí y dispuestos sobre soportes de tipo pontón adaptados para apoyarse sobre la superficie del depósito de decantación de residuos. La conducción de descarga conduce, a su vez, a la
- 25 instalación dispuesta en tierra firme para subsiguientes operaciones de tratamiento deseadas.

La bomba de lodo 110 es accionada por medios apropiados que comprenden un motor eléctrico 126 dispuesto en el

17 OCT



419888

interior de la cámara estanca 54 y conectado con la bomba a través de un árbol de accionamiento 128. Este motor eléctrico es gobernado mediante controles e interruptores apropiados automáticos y manuales contenidos en el armario 130 de mandos del motor, dispuesto sobre la cubierta 56.

Para estabilizar verticalmente el cajón dentro del cuerpo asentado, estructuralmente blando, están previstos medios estabilizadores, comprendiendo estos medios estabilizadores una pluralidad, preferiblemente cuatro, de pilotes oblongos 132, 134, dispuestos por debajo de la cubierta 56 de manera que penetren parcialmente en dicho cuerpo. Los cuatro pilotes están dispuestos paralelamente y circunferencialmente distanciados entre sí alrededor del cajón, concretamente sobre radios que se extienden desde el cajón por entre las posiciones de las toberas de modo que los pilotes no obstruyan la trayectoria de los chorros de líquido. Cada uno de los pilotes comprende elementos huecos que pueden estar constituidos por conductos tubulares dotados en sus extremos inferiores de cabezas cónicas 136, 138 destinadas a facilitar el efecto de hundimiento de los pilotes tal como se describirá más adelante. Para fijar los pilotes al cajón están previstos medios apropiados, comprendiendo estos medios de fijación cuatro travesaños 140 que se extienden cada uno entre un par de pilotes adyacentes, juntamente con una pluralidad de tirantes 142, 144.

Cuatro cables de sujeción 146, 148, 150, 152 están previstos para proporcionar una estabilidad adicional al cajón, así como la capacidad de alineación vertical. Estos

419888

17 OCT.



cables de sujeción se extienden desde respectivos tornos
154, 156, accionados hidráulicamente y dispuestos en las
cuatro esquinas de la cubierta del cajón. Cada uno de los
cables de sujeción cruza la cavidad de excavación, estando
5 anclado por medios apropiados en el borde de la zona de exca-
vación, tal como puede apreciarse en la Fig. 2. El acciona-
miento de los tornos 154, 156 a medida que el cajón y los
pilotes van hundiéndose y penetran en el depósito de decan-
tación de residuos, permite un ajuste o una corrección del
10 ángulo vertical del cajón. Una vez estabilizado el cajón
a la profundidad deseada, los cables de sujeción se mantienen
bajo tensión para proporcionar estabilidad lateral.

Están previstos medios para hacer descender el aparato
excavador 42 paso a paso, para la excavación sucesiva de
15 las regiones superpuestas en el cuerpo de sólidos. Estos
medios de descenso comprenden una pluralidad de toberas
158, 160 dispuestas en el extremo inferior 58 del cajón,
así como una pluralidad de toberas 162 dispuestas en las
respectivas cabezas 136, 138 de los extremos de cada uno
20 de los cuatro pilotes. Las toberas 158, 160 dispuestas en
el cajón están adaptadas para dirigir chorros de agua hacia
abajo, a una región del cuerpo de sólidos adyacente y subya-
cente al extremo inferior del cajón, estando colocadas estas
toberas de tal forma que proporcionen una distribución
25 máxima de los chorros de agua para formar un lodo bombeable
con los sólidos que se encuentran por debajo del cajón.
A tal fin es preferible disponer cuatro toberas 158, situa-
das en ángulos de 90° entre sí, alrededor del eje longitu-

419888



dinal del cajón, así como una tobera individual 160 situada concéntricamente en el vértice del extremo cónico. Agua a alta presión es suministrada a través del conducto de distribución de entrada 164 a las toberas 158 y, a través del 5 conducto de ramificación 165, a la tobera 160. El conducto de distribución 164 es alimentado desde un conducto 166 de suministro de agua que desciende por el interior de la envoltura del cajón y está conectado por su extremo superior, mediante válvulas de control de flujo apropiadas, no 10 ilustradas, con el conducto procedente de la entrada 78 de agua a alta presión.

Las toberas 162 de hundimiento de los pilotes están adaptadas para dirigir chorros de agua a alta presión hacia abajo, a regiones del cuerpo de sólidos que se encuentran 15 por debajo de los extremos de los pilotes. El agua es suministrada a cada una de las toberas de hundimiento de los pilotes a través de conductos 168, 170 que se extienden por el interior de cada uno de los pilotes y que están conectados por sus extremos superiores, a través de apropiados 20 conductos de suministro 172, 174 y válvulas de control de flujo, no ilustradas, con el conducto procedente de la entrada 78 de agua a alta presión. Las válvulas de control de flujo para las toberas de hundimiento del cajón, así como para las toberas de hundimiento de los pilotes, 25 son gobernadas mediante apropiados controles manuales accesibles desde la cubierta 56.

Una tobera 176 de descarga de agua a la bomba está dispuesta en el extremo inferior del cajón para dirigir un

17 OCT 4 1988

chorro de agua a alta presión verticalmente hacia arriba, en el centro aproximado del sumidero de lodo 100 o canal de toma, y al interior de la boca de entrada 112 de la bomba. El agua es suministrada a la tobera 176 de descarga
5 de agua a través de un conducto de suministro 178 que se extiende hacia abajo por el interior de la envoltura del cajón y que está conectado por su extremo superior, a través de una válvula de control de flujo apropiada, no ilustrada, con el conducto procedente de la entrada 78
10 de agua a alta presión. La válvula de control de la tobera de descarga de agua es accionada selectivamente para introducir un chorro de agua a alta presión en el sumidero cuando se desee agitar la pulpa contenida en el mismo para iniciar una operación de excavación después de un período
15 de paro, y para limpiar el sumidero.

Un ejemplo de la construcción y del funcionamiento de una aplicación de la primera forma de realización de la invención, empleada para excavar un depósito de decantación de residuos asociado a un lugar de tratamiento de minerales,
20 les, es el siguiente: Un aparato excavador de cajón se construye, de acuerdo con la descripción precedente, de modo que la punta de extremo inferior 58 del cajón penetre aproximadamente 11 metros por debajo de la superficie original 180 del depósito. La profundidad de los bordes inferiores de las aberturas de entrada 60, 62 con respecto a
25 dicha superficie es de 9 metros, definiendo esta profundidad la profundidad de trabajo de la primera región que deba excavar. Los cuatro pilotes 132, 134 se extienden

419888

17 OC



5 hacia abajo, a lo largo del cajón, hasta una profundidad de aproximadamente 13 metros por debajo de la superficie 180, proporcionando así una penetración de los pilotes de aproximadamente 4 metros por debajo de las aberturas de entrada, de modo que queda asegurada una estabilidad suficiente para el aparato de cajón a medida que los sólidos vayan siendo excavados alrededor del cajón hasta el nivel de las entradas.

10 La primera región del depósito de decantación de residuos que deba excavar se prepara inicialmente para la recepción del aparato de cajón mediante la formación de un hoyo, por ejemplo mediante excavación por cuchara, con un diámetro suficiente para alojar la envoltura del cajón. Alrededor del hoyo para el cajón se forman cuatro hoyos 15 periféricos de menor tamaño para alojar los pilotes, por medios apropiados tales como perforación. Entonces se eleva el aparato de cajón, por ejemplo mediante una grúa móvil, se centra por encima de los hoyos y se introduce en los mismos hasta la profundidad determinada para la etapa inicial de excavación en la primera región del depósito. Los 20 cuatro cables de sujeción 146, 152 se desenrollan de los tornos y se anclan a distancias radiales apropiadas correspondientes a puntos situados por fuera del perímetro del depósito o zona de la cavidad que deba excavar. A continuación se instalan la conducción de entrada 80 y la 25 conducción de descarga 124 sobre los soportes de tipo pontón y se conectan con los acoplamientos de entrada y descarga de la cubierta del cajón. Luego se dirige agua a una



presión del orden de 21 kg/cm^2 desde la instalación dis-
puesta en tierra firme por dicha conducción de entrada,
y los diversos conductos de suministro son llenados y some-
tidos a presión.

5 La primera etapa operativa se inicia subiendo las
compuertas deslizables 102, 104 y abriendo las válvulas
de flujo que conducen a las toberas 64, 66. Chorros de
agua a alta velocidad son dirigidos desde las cuatro tobe-
ras a través de los espacios existentes en las entradas,
10 por encima de las parrillas 96, 98, penetrando en el
cuerpo de sólidos que rodea dichas entradas. El agua forma
un lodo bombeable con los sólidos, y este lodo fluye, por
gravedad, a través de las parrillas y hacia abajo, al sumi-
dero 100. El motor 126 de la bomba es puesto en marcha
15 para accionar la bomba 110, la cual extrae este lodo y
lo descarga, a través de los conductos y conducciones de
descarga, a la instalación en tierra firme. Los cuatro
chorros de agua son desplazados en movimiento de vaivén
según arcos de recorrido que se extienden transversalmente
20 desde el cajón y que, conjuntamente, determinan una zona
de transformación en pulpa en la parte inferior de la
primera región. Estos chorros son desplazados por efecto
de cilindros hidráulicos 82, 84 que hacen girar los respec-
tivos conductos 68, 70 y toberas. La acción de corte deseada
25 y la penetración en el material, juntamente con la relación
deseada entre sólidos y líquido para conseguir caracterís-
ticas óptimas de bombeo del lodo, son mantenidos mediante
control de la velocidad de desplazamiento en vaivén y de



la configuración de los chorros de agua, así como mediante control de la presión de agua. La velocidad de desplazamiento en vaivén es regulada entre los límites de 1/4 rpm y 6 rpm, y la forma de desplazamiento puede controlarse

5 de manera que los chorros permanezcan estacionarios para una penetración más profunda durante un tiempo determinado, seguido por una velocidad rotacional de vaivén relativamente constante entre los límites extremos de sus arcos de recorrido. Esta forma de desplazamiento del chorro de agua,

10 formación del lodo en la zona de transformación en pulpa, y extracción del lodo mediante bombeo, progresa de manera que se forme gradualmente una cavidad socavada que se extiende hacia fuera, alrededor de la periferia de las entradas del cajón. Esta cavidad va creciendo paulatinamente, de

15 modo que la sobrecarga del material dispuesto por encima de la cavidad llega a desmoronarse y cae por gravedad a la zona de transformación en pulpa. La actuación de los chorros de agua, mediante su forma de desplazamiento en vaivén, continúa de modo que esta sobrecarga desmoronada sea transfor-

20 mada en lodo adicional que fluye a través de las entradas y al sumidero, desde donde es extraído por bombeo. Estas etapas operativas continúan hasta que se alcancen los límites extremos de la zona de influencia de los chorros de agua. Llegado este punto, el aparato de cajón se prepara

25 para su hundimiento a la próxima región inmediatamente inferior, a fin de comenzar una segunda etapa de excavación, mediante cierre de las válvulas de alimentación de las toberas principales 64, 66.

17 00
419888



El aparato de cajón 42 se hace descender a través del material de sólidos, hasta la próxima región inmediatamente inferior, mediante apertura de las válvulas de control de flujo que suministran agua a las toberas 158, 160 de hundimiento del cajón y a las toberas 162 de hundimiento de los pilotes. El agua que sale de las toberas de hundimiento del cajón forma un lodo bombeable con el material subyacente al extremo inferior del cajón, y el peso del cajón consigue desplazar este lodo hacia arriba, alrededor de la superficie exterior de la envoltura del cajón, hasta donde puede fluir a través de la rejilla de la abertura de entrada y al sumidero 100, desde donde es extraído por bombeo. El lodo que se forma por debajo de los extremos de los cuatro pilotes es suficientemente líquido, de modo que el área frontal relativamente pequeña de los pilotes desplaza el material de lodo hacia un lado a medida que los pilotes van descendiendo por gravedad. La actuación de las toberas de hundimiento del cajón y de los pilotes, así como la acción de bombeo del sumidero, continúan de modo que el cajón se hunde gradualmente en el depósito de decantación de residuos, estableciéndose la estabilidad vertical y la corrección angular mediante accionamiento de los cuatro tornos 146 - 152 de los cables de sujeción. Esta etapa de hundimiento continúa hasta que las aberturas de entrada hayan descendido a un nivel o profundidad del orden de 9 metros por debajo de su posición primitiva. Esta magnitud determina por tanto la profundidad de la segunda región del depósito que deba ser excavada. Las operaciones de esta



segunda etapa se inician mediante la apertura de las válvulas de control de flujo a las toberas principales 64, 66, las cuales son desplazadas en vaivén, de la manera arriba descrita, según sus respectivos arcos de recorrido, e inciden en una zona de transformación en pulpa en esta segunda región. Las etapas de formación y bombeo del lodo en la zona de transformación en pulpa para formar una cavidad socavada, de desmoronamiento de la sobrecarga y de formación y bombeo del lodo formado con la sobrecarga, se repiten del modo arriba descrito hasta que se hayan alcanzado los límites de la zona de influencia de los chorros de agua en esta segunda región.

Una vez que la segunda región ha quedado completamente excavada, el aparato de cajón se hace descender a regiones sucesivamente inferiores, las cuales son excavadas en ulte- riores etapas operativas hasta que se haya alcanzado el fondo del depósito de decantación de residuos. A continuación de ello, el aparato de cajón se desplaza a otra zona del depósito, la cual es excavada del mismo modo que se ha descrito más arriba.

En las Figs. 4 - 5 se ilustra otra forma de realización de la presente invención, la cual se caracteriza por comprender una cápsula 184 adaptada para ser subida y bajada con respecto a pilotes estacionarios 186, 188, de modo que la operación de excavación puede ser fácilmente controlada, el mantenimiento del equipo en el interior de la cápsula es simplificado, y se evitan problemas asociados con la inundación o sedimentación de la cápsula.

17 OCT



419888

Una pluralidad de pilotes, ilustrados en número de cuatro, comprendiendo tubos de acero, se introducen en el cuerpo de material, por ejemplo un depósito de decantación de residuos, en posiciones circunferencialmente distanciad

5 tanciadas entre sí alrededor del centro del lugar de excavación deseado. Estos pilotes penetran en el suelo o formación rocosa del depósito y sobresalen hacia arriba por encima de la superficie inicial 190 del depósito. Una plataforma de servicio 192 está dispuesta sobre los extremos

10 sobresalientes hacia arriba de los cuatro pilotes. Sobre dicha plataforma están dispuestos una pluralidad de cables de sujeción y correspondientes tornos 193 de tensado de dichos cables, estando anclados los extremos de estos cables alrededor del perímetro del depósito. La plataforma

15 sirve también de soporte para un armario de mandos 195 que comprende los dispositivos de control y una unidad hidráulica.

Un puente de servicio 194 está fijado, por uno de sus extremos, a la plataforma de servicio 192 y se extiende

20 hasta el perímetro del depósito, donde se halla soportado sobre una estructura apropiada de fundación, tal como un dique, no ilustrado, que serviría a la vez para limitar el depósito de decantación de residuos. Soporte adicional para el puente de servicio puede establecerse introduciendo

25 grupos de pilotes tubulares, no ilustrados, en el lecho rocoso para determinar puntos de apoyo en lugares intermedios a lo largo de toda la longitud del puente. El puente de servicio 194 proporciona acceso a la plataforma de ser-

419888¹⁷



vicio para hacer descender subsecciones de la cápsula a través de la abertura 196 de la plataforma para su montaje entre los cuatro pilotes. Adicionalmente, el puente proporciona soporte para la conducción 198 de suministro de agua y la conducción 200 de descarga del lodo, así como acceso a la plataforma de servicio para fines de mantenimiento y reparación.

La cápsula 184 comprende una estructura envolvente 202 de configuración cilíndrica hueca, la cual comprende un compartimiento superior impermeable 204, de equipos, separado de un compartimiento inferior 206, de chorro de agua y bomba, por medio de un tabique impermeable 208. El extremo inferior de la cápsula está determinado por una envoltura cónica 210, y el extremo superior está determinado por la tapa hermética 212, provista de una abertura de acceso cerrada por una escotilla 214, que conduce a la escalera 215. Los conductos flexibles 216, 217 proporcionan energía hidráulica y eléctrica, así como comunicación de control, entre el armario de mandos 195 y la cápsula.

Medios de abertura de entrada, comprendiendo una pluralidad, preferentemente cuatro, de aberturas 218, están dispuestos en posiciones distanciadas entre sí alrededor del perímetro del compartimiento 206, de chorro y bomba. Cuatro toberas 220 de chorro de agua a alta presión, preferentemente de construcción y funcionamiento del tipo descrito en la Solicitud de Patente norteamericana Serial N^o 213.363, arriba mencionada, están dispuestas, en ángulos de 90° entre sí, en el interior del compartimiento 206, a

419888

17



fin de dirigir chorros de agua a alta velocidad hacia fuera, a través de las partes superiores de las respectivas aberturas de entrada. Cada una de las toberas está asociada a secciones de tubo 222, las cuales son a su vez
5 susceptibles de girar, con mantenimiento de estanqueidad, en empaquetaduras 224 que se extienden a través del tabique 208. Un dispositivo de movimiento giratorio 226 está dispuesto en el interior del compartimiento 204, de equipos, en vinculación operativa con las secciones de tubo 222
10 para desplazar en vaivén las respectivas toberas y controlar así la dirección de los chorros de agua que salen de cada tobera. El agua a alta presión es suministrada a las toberas a través del conducto de entrada 198, dispuesto en el puente de servicio, desde una instalación de bombeo
15 situada en un lugar apropiado, distante del depósito. Una o varias secciones separables del conducto 228 están unidas a la conducción de entrada 198 mediante un acoplamiento acodado 230, y a la cápsula 184 a través de conductos de suministro 232 dispuestos en el interior del comparti-
20 miento de equipos. Un conducto circular de distribución 234 está conectado al extremo inferior del conducto 232 y suministra el agua de alimentación a las secciones de tubo de ramificación 236 que conducen a las respectivas toberas. Una o varias de las secciones de tubo 228 que conducen a la
25 cápsula pueden ser colocadas o extraídas, según se desee, a fin de bajar o subir la cápsula con respecto a la plataforma de servicio.

Las porciones de las aberturas de entrada 218 situadas

17 OC



419888

por debajo del arco de recorrido de los chorros de líquido
están protegidas por rejillas apropiadas 238, preferente-
mente a modo de parrillas con una pluralidad de barras
verticales 249 lateralmente distanciadas entre sí. Estas
5 rejillas reciben el flujo por gravedad del lodo que rodea
la cápsula y que pasa por las aberturas de entrada y pene-
tra en el sumidero 240 o canal de toma de la bomba deter-
minado en el interior del compartimiento 206. Cada abertura
de entrada está provista de una compuerta deslizable 242,
10 244 capaz de desplazarse verticalmente hacia arriba con
respecto a la correspondiente abertura. Los medios de
accionamiento para cada compuerta comprenden cuatro cilin-
dros hidráulicos extensibles 246, 248, dispuestos en el
compartimiento 204, de equipos, por encima de cada empla-
15 zamiento de compuerta, extendiéndose los vástagos de accio-
namiento de cada cilindro a través del tabique 208 para su
unión con la respectiva compuerta. En la posición de retro-
ceso de los vástagos de los cilindros de accionamiento, las
compuertas son subidas a la posición ilustrada para la
20 compuerta 242 a fin de permitir el funcionamiento de la
correspondiente tobera. En la posición extendida de los
vástagos, las compuertas son bajadas a la posición ilustra-
da para la compuerta 244 a fin de interrumpir el flujo de
lodo al canal de toma de la bomba.

25 El lodo que fluye al sumidero 240 es extraído por una
bomba de lodo sumergible 250, provista de una entrada 252
abierta hacia abajo en forma divergente, colgada en el sumi-
dero y accionada, a través de un árbol de accionamiento 254,

419888

17 OCT



por un motor eléctrico 256 dispuesto en el interior del
compartimiento estanco de equipos. Dos salidas de la
bomba dirigen la descarga de lodo por los conductos 258,
260 que conducen a través del tabique 208 y al conducto
5 de distribución de salida 262, el cual está a su vez conec-
tado con el conducto de descarga 264 que conduce hacia
arriba, a través del compartimiento de equipos. Una o varias
secciones separables del conducto 266 están dispuestas
entre el extremo superior del conducto 264 y el extremo
10 inferior del acoplamiento acodado 268, unido a la conduc-
ción de descarga de lodo 200. La conducción 200 se extien-
de a lo largo del puente hasta un conducto dispuesto en
tierra firme para el suministro del lodo a una instalación
receptora apropiada, distante del depósito. A medida que
15 la cápsula va descendiendo, se instalan secciones adiciona-
les de tubo 266, al igual que en el caso de la conducción
de entrada de agua 228, mientras que, por el contrario, las
secciones de descarga son extraídas cuando se sube la cáp-
sula.

20 El compartimiento 206, de chorro de agua y bomba, de
la cápsula está provisto adicionalmente de una tobera 270
de descarga de agua hacia la bomba, dispuesta en la parte
más baja del sumidero y situada de manera que dirija un
chorro de agua, bajo la influencia de apropiados controles
25 dispuestos en el armario de mandos 195 sobre la plataforma
de servicio, hacia la entrada 252 de la bomba, para su
empleo durante el inicio de una operación de excavación
después de un período de paro, así como para limpiar el

419888

17 0



sumidero. A esta tobera de descarga de agua es suministrada agua a presión por el conducto de alimentación 272 y una válvula de control apropiada, no ilustrada, conectada al circuito de entrada de agua a alta presión.

5 La cápsula 184 está adaptada para desplazarse verticalmente con respecto a los cuatro pilotes 186, 188 por medio de cuatro conjuntos de guía 274, 276 de la cápsula, fijados a la envoltura de la cápsula y que sobresalen radialmente de ella, exteriormente a la misma e interiormente
10 a los respectivos pilotes. El conjunto de guía 274 de la cápsula 204, ilustrado en la Fig. 5, constituye una forma de realización típica y comprende una estructura soldada 278 de guía de la cápsula, dotada de una placa de base 288 fijada por ejemplo mediante soldadura a la estructura
15 exterior 202 de la envoltura de la cápsula. Dicha estructura soldada comprende una horquilla 290 que se extiende hacia fuera y en la cual está montada una aleta de soporte 292 de una zapata de guía 294, mediante un pasador de sujeción 296. Dicha zapata de guía es de forma arqueada para
20 permitir un contacto deslizante con el pilote adyacente. La estructura soldada de guía de la cápsula está dotada, además, de una abertura 298 adaptada para recibir el extremo inferior de un cable elevador 300, fijado a la estructura soldada mediante un pasador de enclavamiento 302. Cua-
25 tro cables elevadores 300 conducen hacia arriba, desde los correspondientes conjuntos de guía, a respectivos tornos elevadores 304, 306, accionados hidráulicamente y dispuestos sobre la plataforma de servicio. Estos tornos elevadores

17 OCT.



419888

son gobernados bajo el efecto de controles apropiados dis-
puestos dentro del armario de mandos 195, de manera que
suban y bajen la cápsula a un nivel seleccionado, mante-
niendo las cuatro zapatas de guía la alineación vertical
5 de la cápsula con respecto a los cuatro pilotes.

Están previstos medios para hacer descender la cápsu-
la a través del material de residuos para la excavación
de la próxima región inmediatamente inferior. Estos medios
comprenden una pluralidad, preferentemente cuatro, de tobe-
10 ras de hundimiento 308, 310, dispuestas circunferencialmente
alrededor de la envoltura cónica 210 de la cápsula y orien-
tadas de modo que dirijan chorros de agua hacia abajo para
formar un lodo con los residuos situados inmediatamente
por debajo de la cápsula. El peso de la cápsula obliga al
15 lodo a desplazarse hacia arriba y a fluir a través de las
aberturas de entrada, a medida que la cápsula va hundién-
dose, mientras que al mismo tiempo son desenrollados los
cables de los tornos elevadores. El funcionamiento de las
toberas de hundimiento continúa hasta que la cápsula haya
20 alcanzado la próxima posición inmediatamente inferior, por
ejemplo 6 metros por debajo del primer nivel, siendo enton-
ces enclavados los tornos elevadores para estabilizar la
cápsula en dicha posición. El agua a presión es suminis-
trada a las toberas de hundimiento a través de un conduc-
25 to distribuidor circular 312 y de cuatro conductos de rami-
ficación 314, siendo conducida el agua a dicho conducto
distribuidor mediante el conducto 316, conectado a la con-
ducción de entrada de agua a través de apropiados conductos



flexibles y válvulas, no ilustrados, gobernados bajo la influencia de controles dispuestos en el conjunto 195 sobre la plataforma de servicio.

Un ejemplo de aplicación y funcionamiento de la forma de realización, ilustrada en las Figs. 4 - 5, del aparato según la invención para la excavación de un depósito de decantación de residuos, es el siguiente: Cuatro pilotes tubulares 186, 188 de 50 cm de diámetro se introducen en el depósito de decantación hasta que penetren en el lecho rocoso subyacente, construyéndose por encima de los extremos sobresalientes de dichos pilotes una plataforma de servicio 192 cuadrada, de unos 6 metros de lado. Desde esta plataforma se construye un puente 194, de 2,4 metros de ancho, que conduce al perímetro del depósito. Tres cables de sujeción, estabilizadores, están fijados a apropiadas fundaciones dispuestas en el perímetro del depósito y son tensados, respectivamente, mediante 3 tornos 193.

La cápsula 184 es montada "in situ" entre los pilotes, transportándose para ello cuatro subsecciones de la cápsula por el puente hasta la plataforma de servicio. Cada sección es bajada sucesivamente a través de la abertura 196 de la plataforma para el montaje de la cápsula completa. La unidad de energía hidráulica y el sistema de control son instalados en el armario de mandos 195 y van unidos a la cápsula mediante conductos flexibles hidráulicos y eléctricos 216, 217. La conducción 198 de entrada de agua a alta presión, con un diámetro de 15 cm, es instalada a lo largo del puente y conectada a un equipo de bombeo situa-

419888

17 OCT



do en tierra firme, capaz de suministrar agua a 82 litros/
segundo y 28 kg/cm^2 . La conducción 200 de descarga de lodo,
de 30 cm de diámetro, es colocada a lo largo del puente
y conectada a un apropiado sumidero de recogida situado
5 en tierra firme, en el cual deba descargarse el lodo. Un
conducto de entrada flexible, no ilustrado, se dispone
entre la conducción 198 de entrada de agua a alta presión
y el conducto 316 que conduce a las toberas de hundimiento.

La cápsula 184 se hace descender a su primera posi-
10 ción operativa, en la que el borde inferior de las aber-
turas de entrada se hallan 6 metros por debajo de la super-
ficie inicial 190 del depósito, haciéndose actuar primera-
mente las toberas de hundimiento 308, 310. El agua que
sale de estas toberas de hundimiento choca contra el mate-
15 rial de residuos situado por debajo de la cápsula y forma
un lodo que es desplazado hacia arriba por el propio peso
de la cápsula en hundimiento. A medida que desciende la
cápsula, la misma es estabilizada y guiada en su movimiento
descendente por las cuatro zapatas de guía 294. Esta acción
20 continúa ya que van desenrollándose los cuatro tornos ele-
vadores 304, 306. Una vez alcanzada la primera posición
operativa, se cierran las toberas de hundimiento y se blo-
quean los tornos elevadores para asegurar la cápsula en
su posición. Entonces se instalan secciones de 6 metros
25 de tubo 228, 266, tanto para el conducto de entrada como
para el conducto de descarga.

Una vez iniciado el suministro de agua a alta presión
al conducto de entrada, la excavación en la primera posi-

**419888**

ción se inicia mediante accionamiento de los controles para subir una de las compuertas deslizables 242 y abrir la válvula de gobierno del flujo a la correspondiente tobera 220, así como para poner en marcha el accionamiento giratorio 226 que desplazará en vaivén la tobera y el chorro de agua según un arco de recorrido que se extiende hacia fuera, a través de la abertura de entrada. El chorro de alta velocidad choca contra el material de residuos circundante y lo transforma en lodo. Este lodo fluye por gravedad a través de la abertura de entrada 218 y penetra en el sumidero 240, desde donde es descargado mediante la bomba 250. A medida que progresa la excavación, la cavidad va creciendo en la zona correspondiente al arco determinado por el chorro de agua, hasta el extremo de que la sobrecarga de residuos se desmorone por gravedad para formar lodo adicional. Cuando la cavidad que rodea a la primera abertura de entrada ha crecido hasta la magnitud deseada, se interrumpe el flujo a la respectiva tobera y se cierra la compuerta deslizable. A continuación se excavan sucesivamente, y por etapas análogas, las zonas de residuos que se extienden por delante de las tres aberturas de entrada restantes, con lo que resulta excavado un volumen circular completo alrededor de la cápsula.

La cápsula 184 se prepara para su descenso a la próxima región inmediatamente inferior desconectando las secciones de los conductos de entrada y de descarga 228, 266. Entonces se activan los chorros de hundimiento para dirigir chorros de agua a alta presión contra los residuos y hacer

419888

17 0



descender la cápsula cuando actúen los tornos elevadores desenrollando sus respectivos cables. Cuando la cápsula alcanza la segunda posición operativa, a un nivel de 6 metros por debajo del ilustrado en la Fig. 4, se bloquean los tornos elevadores y se finaliza el funcionamiento de las toberas de hundimiento.

Entonces se insertan secciones adicionales de 6 metros de los conductos de entrada y de descarga. Travesaños horizontales, no ilustrados, se aplican alrededor de los cuatro pilotes 186, 188, a niveles inferiores, para aumentar el soporte de los mismos a medida que va siendo extraído el material de alrededor de los pilotes. En la segunda posición operativa se repiten las etapas arriba descritas para extraer el volumen circundante de residuos.

Una vez completada la excavación, la cápsula puede elevarse desconectando y extrayendo una o varias secciones de ambos conductos de entrada y de descarga, y accionando luego los tornos elevadores. Así por ejemplo, la cápsula se elevaría en el caso de que el depósito de decantación de residuos volviera a ser llenado con material. También podrían estar previstas instalaciones de excavación adicionales dentro del mismo depósito, construyéndose para ello grupos análogos de cuatro pilotes, erigiéndose plataformas de servicio y puentes de servicio adicionales, y empleándose se una cápsula para todo el conjunto. Por consiguiente, después de la excavación en una instalación, se desmontaría la misma cápsula y se transportaría para su montaje y operación en una segunda instalación.

419888

17 OCT



Aunque la forma de realización de las Figs. 4, 5 ilustra un aparato y método en que la cápsula, durante el proceso de excavación en cada posición operativa vertical, permanece estacionaria con respecto a los pilotes, la invención también permite una construcción que haga posibles pequeñas variaciones de altura entre la cápsula y los pilotes a medida que progrese la excavación. Así por ejemplo, las secciones de los conductos de entrada y de descarga, dispuestas entre los acoplamientos acodados 230, 268 y la cápsula, podrían ser de realización telescópica. Además, las secciones de los conductos de entrada y de descarga podrían sustituirse por una unión giratoria cardánica para permitir a la cápsula efectuar variaciones de nivel con respecto a los pilotes. Para operaciones mineras marítimas, los pilotes podrían sustituirse en su función por una pata estabilizadora del cono extremo, de modo que la cápsula pudiese operar independientemente a grandes profundidades, extendiéndose apropiados conductos de entrada y de descarga, así como los cables de energía y de control, hasta una embarcación superficial.

Es evidente que la invención proporciona un nuevo método y aparato que facilitan la excavación de un cuerpo asentado de material, tal como un depósito de decantación de residuos, mediante operaciones que progresan hacia abajo desde la superficie. La forma de realización ilustrada en las Figs. 2, 3 proporciona un cajón con pilotes fijados al mismo. En la forma de realización ilustrada en las Figs. 4, 5 se desplaza una cápsula en movimiento relativo respec-



to a pilotes estacionarios, y la operaci3n de excavaci3n puede ser controlada, a medida que aumenta el 3rea de la cavidad, haciendo descender progresivamente la c3psula hasta la profundidad deseada. Adem3s, el hecho de prever
5 una plataforma de servicio fija y un puente de acceso facilita el mantenimiento o la reparaci3n de los equipos, y, en particular, la c3psula puede ser elevada a esta plataforma de servicio en cualquier momento. Adem3s, la posibilidad de elevar la c3psula elimina problemas que po-
10 dr3an originarse a causa de una inundaci3n y compactaci3n de lodo en el compartimiento de chorro de agua y bomba.

Aunque las formas de realizaci3n arriba descritas se consideran actualmente preferentes para su empleo en la
15 excavaci3n de un dep3sito de decantaci3n de residuos, es evidente que pueden introducirse numerosas variaciones y modificaciones en las mismas por expertos en la materia, y que la invenci3n puede aplicarse a la extracci3n de cuerpos asentados de material de la naturaleza arriba
20 descrita contenidos en cualquier cuerpo, contenedor o recipiente relativamente grande, pretendi3ndose abarcar en las reivindicaciones adjuntas todas aquellas variaciones, aplicaciones y campos de empleo comprendidos dentro del 3mbito de la presente invenci3n.

25

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, as3 como la manera de ponerlo en pr3ctica, se hace constar que todo cuanto no altere, cambie o modifique su principio

419888

17 00



fundamental puede quedar sometido a variaciones de detalle, siendo lo esencial y por lo que se solicita Patente de Invención, por veinte años, lo que queda resumido en las siguientes reivindicaciones:

5 1ª.- Método de excavación, particularmente para el desmonte de un cuerpo asentado constituido por sólidos minerales disgregados, caracterizado porque comprende las etapas de dirigir un chorro de líquido a una zona de transformación en pulpa situada a un primer nivel predeter-
10 minado por debajo de la superficie superior de dicho cuerpo, de modo que el líquido forme en dicha zona un lodo bombeable con los sólidos minerales, de bombear el lodo de dicha zona, de desplazar el chorro de líquido en una trayectoria predeterminada en dicha zona para crear una
15 cavidad socavada en dicho cuerpo suficiente para hacer desmoronar la masa de sólidos minerales aglomerados dispuesta por encima de dicha cavidad, dando lugar a que la masa desmoronada de sólidos minerales se transforme en lodo bombeable adicional con dicho líquido, y de bombear el lodo adi-
20 cional fuera de dicha zona.

 2ª.- Método según la reivindicación 1ª, caracterizado porque comprende las etapas adicionales de desplazar dicho chorro de líquido a un segundo nivel predeterminado por debajo de dicho primer nivel, de dirigir dicho chorro de
25 líquido a una segunda zona de transformación en pulpa situada en dicho segundo nivel, y de repetir dichas etapas de bombeo del lodo de dicha segunda zona, de desplazar el chorro de líquido según una trayectoria predeterminada en

419888

17 OC



dicha segunda zona para formar una cavidad socavada adicional suficiente para hacer desmoronar la masa de sólidos minerales aglomerados situada por encima de ella, de modo que la masa desmoronada de material sea transformada en un lodo bombeable adicional con dicho líquido, y de bombear el lodo adicional fuera de dicha segunda zona.

3^a.- Método según la reivindicación 1^a, caracterizado porque el chorro de líquido es desplazado sucesivamente a una pluralidad de regiones situadas cada una a sucesivos niveles por debajo de dicho primer nivel, y los sólidos minerales de cada región se extraen repitiendo en cada región las etapas de dirigir chorros de líquido a zonas de transformación en pulpa para formar un lodo bombeable, de bombear el lodo de dichas zonas, de desplazar los chorros según trayectorias predeterminadas en las zonas para dar lugar al desmoronamiento de la masa situada por encima de dichas zonas, de modo que la masa desmoronada sea transformada en lodo bombeable adicional, y de bombear el lodo adicional de las respectivas zonas.

4^a.- Método según la reivindicación 1^a, caracterizado porque el chorro de líquido es dirigido en un arco que se extiende lateralmente a través de al menos una porción de dicha zona de transformación en pulpa.

5^a.- Método según la reivindicación 4^a, caracterizado porque la trayectoria a lo largo de la cual se desplaza el chorro de líquido determina un arco que se extiende lateralmente a través de al menos una porción de dicha zona de transformación en pulpa.

17 00



419888

6^a.- Método según la reivindicación 1^a, caracterizado porque el chorro de líquido se hace girar en una trayectoria que se extiende lateralmente a través de una porción de dicha zona.

5 7^a.- Método según las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la transformación en lodo bombeable del cuerpo asentado formado por sólidos minerales disgregados se efectúa con empleo de medios de tobera y de medios de bombeo del lodo, y porque comprende las etapas de
10 disponer los medios de tobera y los medios de bombeo del lodo en el cuerpo que se desea excavar, de modo que los medios de tobera queden situados a un primer nivel predeterminado por debajo de la superficie superior de dicho cuerpo, de dirigir al menos un chorro de líquido desde
15 dichos medios de tobera según una trayectoria que se extienda esencialmente en dirección lateral desde los mismos para determinar una zona de transformación en pulpa, de modo que el líquido forme en dicha zona un lodo bombeable con los sólidos, de bombear el lodo mediante los medios de
20 bombeo del lodo fuera de dicha zona hasta que queden esencialmente desmontados los sólidos situados en la región adyacente a dichos medios de bombeo, de desplazar los medios de tobera y los medios de bombeo del lodo hacia abajo a una segunda región de modo que los medios de tobera queden si-
25 tuados a un segundo nivel predeterminado por debajo de dicho primer nivel, y de repetir las etapas de dirigir al menos un chorro de líquido desde dichos medios de tobera a lo largo de una trayectoria para determinar una zona

419888

17 00



adicional de transformación en pulpa y de bombear el lodo fuera de dicha zona adicional hasta que queden esencialmente desmontados los sólidos dentro de dicha segunda región.

5 8^a.- Método según la reivindicación 7^a, aplicado al caso en que el cuerpo asentado constituye un depósito de decantación de residuos asociado a un lugar de tratamiento de minerales, caracterizado porque dichas etapas se repiten en una pluralidad de regiones del depósito para desmontar
10 del mismo los sólidos minerales.

 9^a.- Método según la reivindicación 7^a, caracterizado porque los medios de tobera y los medios de bombeo del lodo, dispuestos dentro de una estructura de alojamiento, se hacen desplazar hacia abajo por efecto de chorros adicionales de líquido dirigidos a una región adyacente a
15 dicha estructura y situada por debajo de la misma, de modo que el líquido adicional forme en dicha región subyacente un lodo bombeable con los sólidos minerales, bombeándose el lodo fuera de dicha región subyacente para dar lugar a
20 que la estructura descienda y ocupe el espacio del cual ha sido bombeado el lodo, y porque dichas etapas de dirigir el líquido adicional a la región subyacente y de bombear el lodo de la misma se continúan hasta que la estructura descienda lo suficiente para situar a dichos medios de
25 tobera en dicho segundo nivel predeterminado por debajo de dicho primer nivel.

 10^a.- Método según la reivindicación 9^a, caracterizado porque dicha estructura, constituida por un cajón, se esta-

419888

17



biliza mediante una pluralidad de pilotes dispuestos circunferencialmente alrededor de dicho cajón y que se extienden verticalmente por el interior del cuerpo de sólidos minerales adyacente al mismo, y porque la etapa de desplazar los medios de tobera y los medios de bombeo del lodo comprende la operación de dirigir líquido a las regiones adyacentes a dichos pilotes y subyacentes a los mismos, de modo que el líquido forme un lodo con los sólidos minerales suficiente para permitir que los pilotes desciendan por efecto de la gravedad, conjuntamente con el cajón, a través del lodo así formado.

11^a.- Método según la reivindicación 9^a, caracterizado porque en combinación con dicha estructura, dotada de medios que determinan un sumidero dispuesto en el extremo inferior de la estructura y de medios que determinan aberturas de entrada en la estructura para dirigir lodo a dicho sumidero, comprende las etapas de dirigir dicho chorro de líquido a través de dichas aberturas para establecer dicha zona de transformación en pulpa en posición lateralmente adyacente a las aberturas, dando lugar a que el lodo bombeable fluya por efecto de la gravedad desde la zona de transformación en pulpa, a través de las aberturas de entrada, al interior del sumidero, y de bombear el lodo en el sumidero a una zona distante de la estructura.

12^a.- Método según la reivindicación 9^a, caracterizado porque en combinación con dicha estructura, dotada de una cápsula susceptible de ser desplazada verticalmente con respecto a una pluralidad de pilotes estabilizadores situa-



419888

dos circunferencialmente alrededor de dicha cápsula y que se extienden verticalmente por el interior del cuerpo de sólidos minerales adyacente a los mismos, la etapa de desplazar los medios de tobera y los medios de bombeo del lodo comprende la operación de dirigir líquido a regiones adyacentes a dicha cápsula y subyacentes a la misma, de modo que el líquido forme un lodo con los sólidos minerales suficiente para permitir que la cápsula descienda por efecto de la gravedad con respecto a los pilotes.

10 13^a.- Método según la reivindicación 12^a, caracterizado porque en combinación con dicha estructura, dotada de medios que constituyen una plataforma de servicio montada en las porciones superiores de dichos pilotes, comprende las operaciones de desplazar la cápsula hacia arriba, hasta
15 dicha plataforma de servicio, después de la excavación de un volumen deseado de dichos sólidos, o para efectos de mantenimiento, reparación o limpieza de las toberas y del sumidero, o bien para el relleno del hueco excavado con sólidos minerales adicionales.

20 14^a.- Aparato para la realización del método de excavación según la reivindicación 1^a, caracterizado porque comprende una estructura dotada de un extremo inferior adaptado para extenderse por debajo de la superficie superior del cuerpo cuando se coloca la estructura sobre el mismo,
25 mo, medios que determinan al menos una abertura de entrada en la estructura estableciendo una comunicación flúida entre una región del cuerpo que rodea a dichos medios de abertura de entrada y dicho extremo inferior, medios de

419888

17 00



tobera destinados a generar un chorro de líquido que se extiende esencialmente en dirección lateral hacia fuera de la estructura y hacia dicha región, de modo que el líquido forme un lodo bombeable con los sólidos en una parte de dicha región, determinando una zona de transformación en pulpa, y medios para bombear dicho lodo a una zona distante de la estructura.

15^a.- Aparato según la reivindicación 14^a, caracterizado porque comprende medios para estabilizar dicha estructura en dicho cuerpo con dicho extremo inferior de la estructura situado a un primer nivel predeterminado por degajo de la superficie superior de dicho cuerpo, y medios para desplazar dicha estructura hacia abajo hasta un segundo nivel por debajo de dicho primer nivel, de modo que la actuación de los medios de tobera y de los medios de bombeo del lodo desmonten sólidos minerales de una segunda región de dicho cuerpo situada por debajo de dicha primera región.

16^a.- Aparato según la reivindicación 15^a, caracterizado porque dicha estructura comprende un cajón portador de dichos medios de tobera y de dichos medios de bombeo del lodo, y dichos medios estabilizadores comprenden una pluralidad de pilotes fijados a dicho cajón y dispuestos circunferencialmente alrededor del mismo y extendidos verticalmente por el interior de dicho cuerpo de sólidos, de modo que dicho cajón y dichos pilotes puedan desplazarse conjuntamente hacia abajo.

17^a.- Aparato según la reivindicación 15^a, caracterizado porque dicha estructura comprende una cápsula portadora

17 OCT 1971



419888

de dichos medios de tobera y de dichos medios de bombeo del lodo, y porque dichos medios estabilizadores comprenden una pluralidad de pilotes dispuestos circunferencialmente alrededor de dicha cápsula y extendidos verticalmente por el interior de dicho cuerpo de sólidos, conjuntamente con 5 medios adaptados para permitir un movimiento vertical de dicha cápsula con respecto a dichos pilotes.

18^a.- Aparato según la reivindicación 17^a, caracterizado porque comprende medios que constituyen una plataforma 10 en los extremos superiores de dichos pilotes, así como medios elevadores dispuestos sobre la plataforma para elevar y descender dicha cápsula.

19^a.- Aparato según la reivindicación 18^a, caracterizado porque comprende medios adaptados para constituir un 15 puente de servicio que se extiende desde dicha plataforma al perímetro de dicho cuerpo.

20^a.- Aparato según la reivindicación 15^a, caracterizado porque dichos medios de soporte de dicha cápsula para permitir un movimiento de la misma con respecto a dichos pilotes comprenden medios de guía dotados de una pluralidad de 20 zapatas de guía susceptibles de desplazarse conjuntamente con dicha cápsula, extendiéndose cada una de dichas zapatas de guía radialmente hacia fuera de la cápsula y entrando en contacto deslizable con la superficie exterior de respectivos pilotes. 25

21^a.- Aparato según la reivindicación 15^a, caracterizado porque los medios adaptados para desplazar hacia abajo la estructura comprenden medios destinados a dirigir al



17

419888

menos un chorro de líquido a una región adyacente a dicho extremo inferior de la estructura y subyacente al mismo, de modo que dicho líquido determine un lodo bombeable con los sólidos en dicha región subyacente y los medios de bombeo bombeen dicho lodo últimamente citado de forma que la estructura descienda por efecto de la gravedad a la región subyacente de la cual ha sido extraído dicho lodo.

22^a.- Aparato según la reivindicación 21^a, caracterizado porque dicha estructura comprende un cajón y dichos medios estabilizadores comprenden una pluralidad de pilotes dispuestos circunferencialmente, susceptibles de desplazarse conjuntamente con el cajón en alineación vertical con el mismo y dotados de respectivos extremos inferiores que se extienden por debajo de dicha superficie superior del cuerpo, y los medios para desplazar hacia abajo el cajón comprenden medios para dirigir un chorro de líquido a respectivas regiones adyacentes a dichos extremos inferiores de los pilotes y subyacentes a los mismos, de modo que dicho líquido forme un lodo con los sólidos en dichas regiones subyacentes a los pilotes, y el cajón y los pilotes desciendan conjuntamente por efecto de la gravedad.

23^a.- Aparato según la reivindicación 21^a, caracterizado porque comprende medios de control para controlar la duración de la actuación de los medios de tobera a fin de controlar selectivamente la cantidad de sólidos desmontados de dicha primera región, incluyendo además dichos medios de control medios para controlar la duración de actuación de dichos medios que dirigen un chorro líquido a dicha

17 OCT 1974
419888



región subyacente al extremo inferior de la estructura para controlar selectivamente la profundidad a la que descienda dicha estructura a través del cuerpo de sólidos.

24^a.- Aparato según la reivindicación 14^a, caracterizado porque dicha estructura comprende una envoltura hueca oblonga con su eje longitudinal adaptado para quedar dispuesto verticalmente en dicho cuerpo de sólidos, y dichos medios que determinan la abertura de entrada comprenden al menos una abertura en dicha envoltura adyacente al extremo inferior del cajón.

25^a.- Aparato según la reivindicación 24^a, caracterizado porque los medios de tobera comprenden al menos una tobera dispuesta en el interior de dicha envoltura y adaptada para dirigir un chorro de líquido hacia fuera a través de dichos medios de abertura de entrada y a lo largo de una trayectoria que se extiende esencialmente en dirección lateral desde el cajón para determinar dicha zona de transformación en pulpa.

26^a.- Aparato según la reivindicación 25^a, caracterizado porque comprende medios para controlar la dirección del chorro de líquido desde la tobera a lo largo de un arco que pasa por la zona de transformación en pulpa, a fin de formar una cavidad socavada en dicha región suficiente para producir el desmoronamiento de la masa de sólidos, dispuestos por encima, al interior de dicha cavidad.

27^a.- Aparato según la reivindicación 26^a, caracterizado porque dichos medios para controlar la dirección de la tobera están adaptados para desplazar el chorro de líquido

4198887 00



en direcciones rotatorias en vaivén a lo largo de dicho arco.

28^a.- Aparato según la reivindicación 25^a, caracterizado porque comprende una pluralidad de dichas toberas, dispuestas en el interior de dicha envoltura en posiciones circunferencialmente espaciadas entre sí y adyacentes a dichos medios de abertura de entrada, juntamente con medios de control para controlar la dirección de los chorros de líquido desde dichas toberas, a fin de seguir selectivamente respectivas trayectorias de chorro que determinen porciones circunferenciales complementarias de dicha zona de transformación en pulpa.

29^a.- Aparato según la reivindicación 14^a, caracterizado porque dichos medios de abertura de entrada comprenden una abertura superior a través de la cual se extienden dichos chorros de líquido, juntamente con medios que determinan un enrejado dispuesto por debajo de dicha abertura y a través del cual fluye dicho lodo a los medios de bombeo, comprendiendo dicho enrejado una pluralidad de barras verticales distanciadas lateralmente entre sí.

30^a.- Aparato según la reivindicación 14^a, caracterizado porque los medios de bombeo del lodo comprenden un sumidero dispuesto en dicho extremo inferior de la estructura, sustancialmente por debajo de dichos medios de abertura de entrada, de modo que el lodo fluye por efecto de la gravedad a través de dichos medios de abertura de entrada a dicho sumidero y dichos medios de bombeo del lodo comprenden una entrada que se comunica con dicho sumidero

419888



y una salida adaptada para descargar el lodo bombeado hacia arriba a través de dicha estructura.

31^a.- Aparato según la reivindicación 30^a, caracterizado porque dicha estructura constituye una cámara sustancialmente impermeable dispuesta por encima de dichos medios de abertura de entrada, juntamente con los medios de accionamiento de la bomba alojados en dicha cámara y destinados a accionar dichos medios de bombeo del lodo.

32^a.- METODO Y APARATO DE EXCAVACION,
10 tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria que consta de cincuenta hojas mecanografiadas por una sola cara y de cinco láminas de dibujos.

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973.

MARCONA CORPORATION
P.P.

J. GOMEZ-ACEBO Y MODET
p. p. / Fdo.: E. Ferragüela Colón

419888

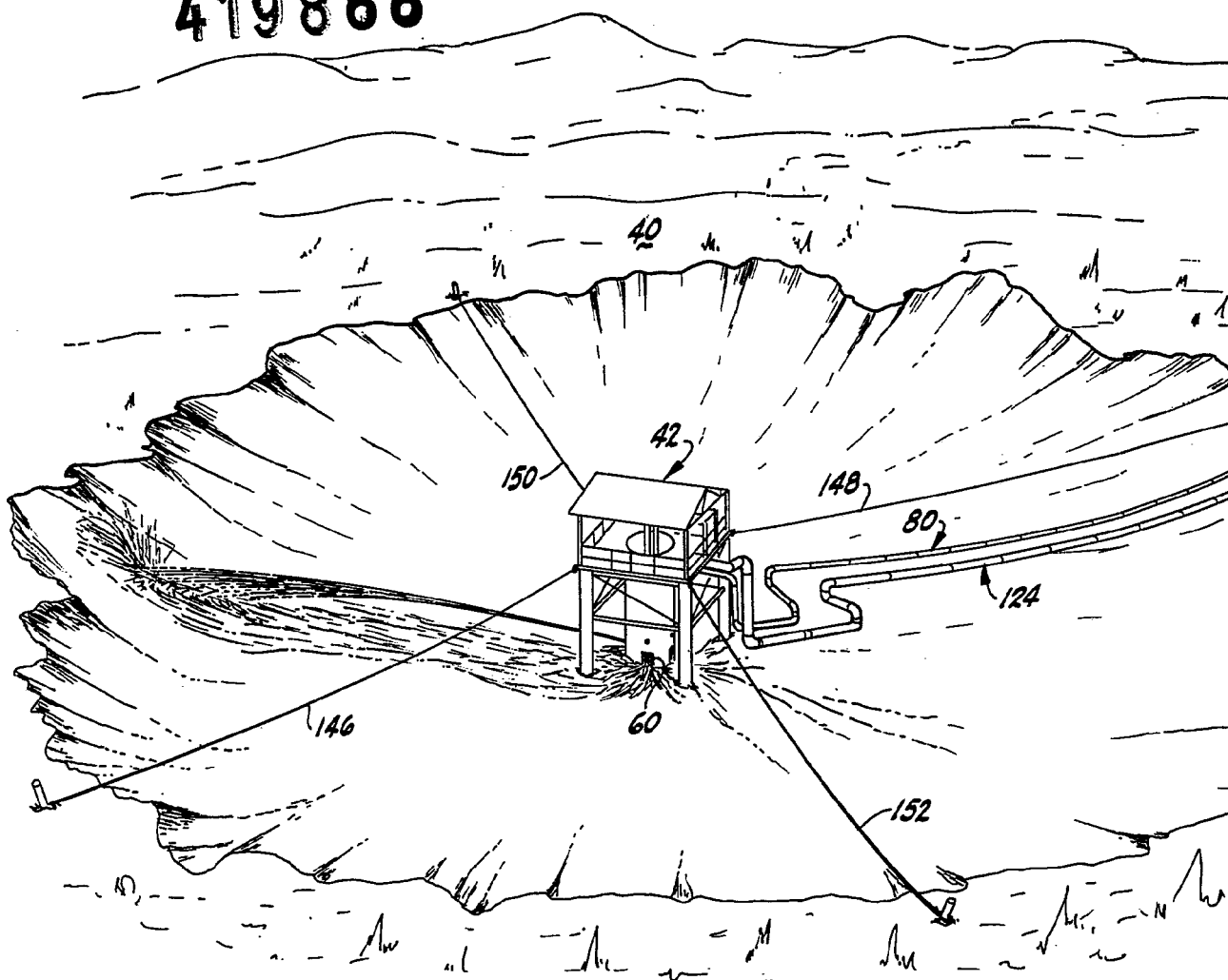


FIG-2

419888

ESCALA VARIABLE

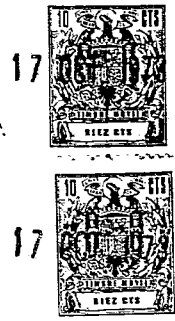
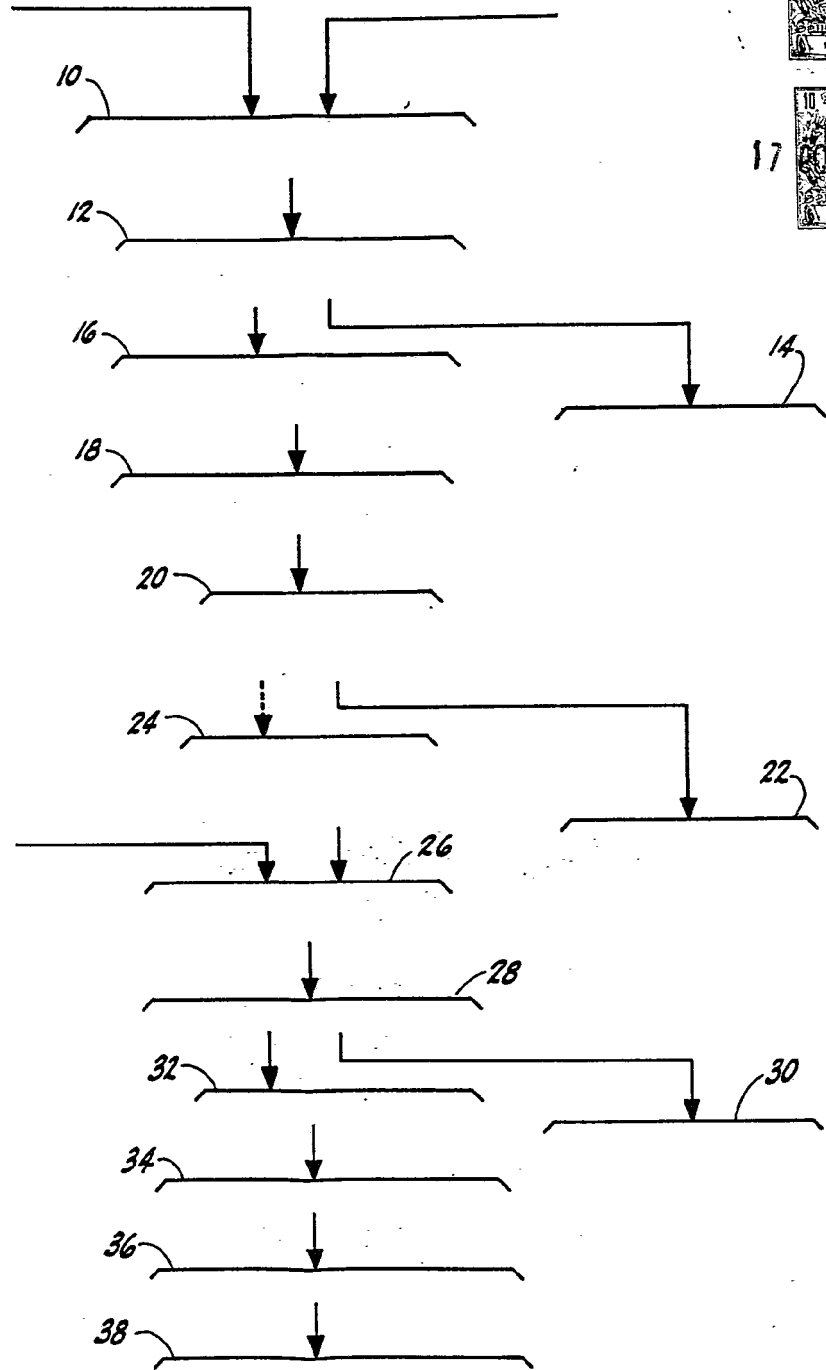
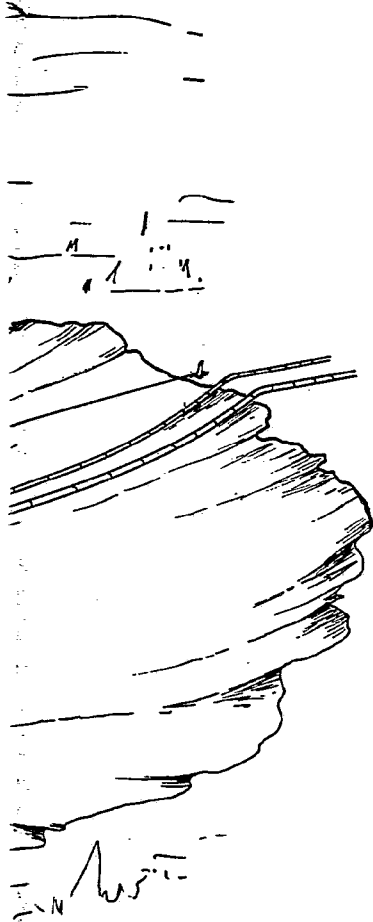


FIG-1

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973
MARCONA CORPORATION

P.P. J. BENEZ-ACEBO Y MADEI

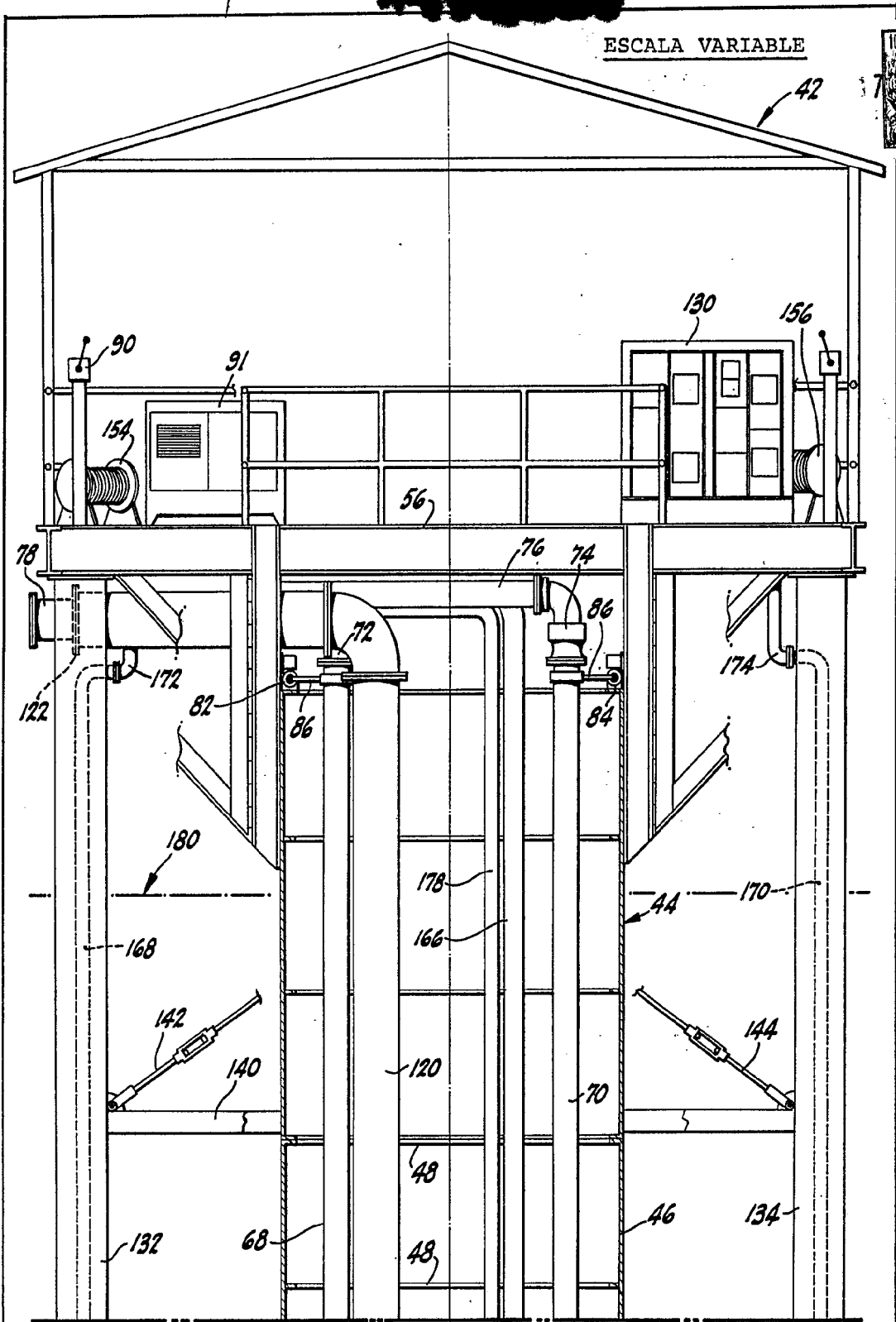


FIG-3A

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973
MARCONA CORPORATION
P.P. S. GOMEZ-ACEBO Y MODET.
P. P. Ed. E. Ferragut Colón

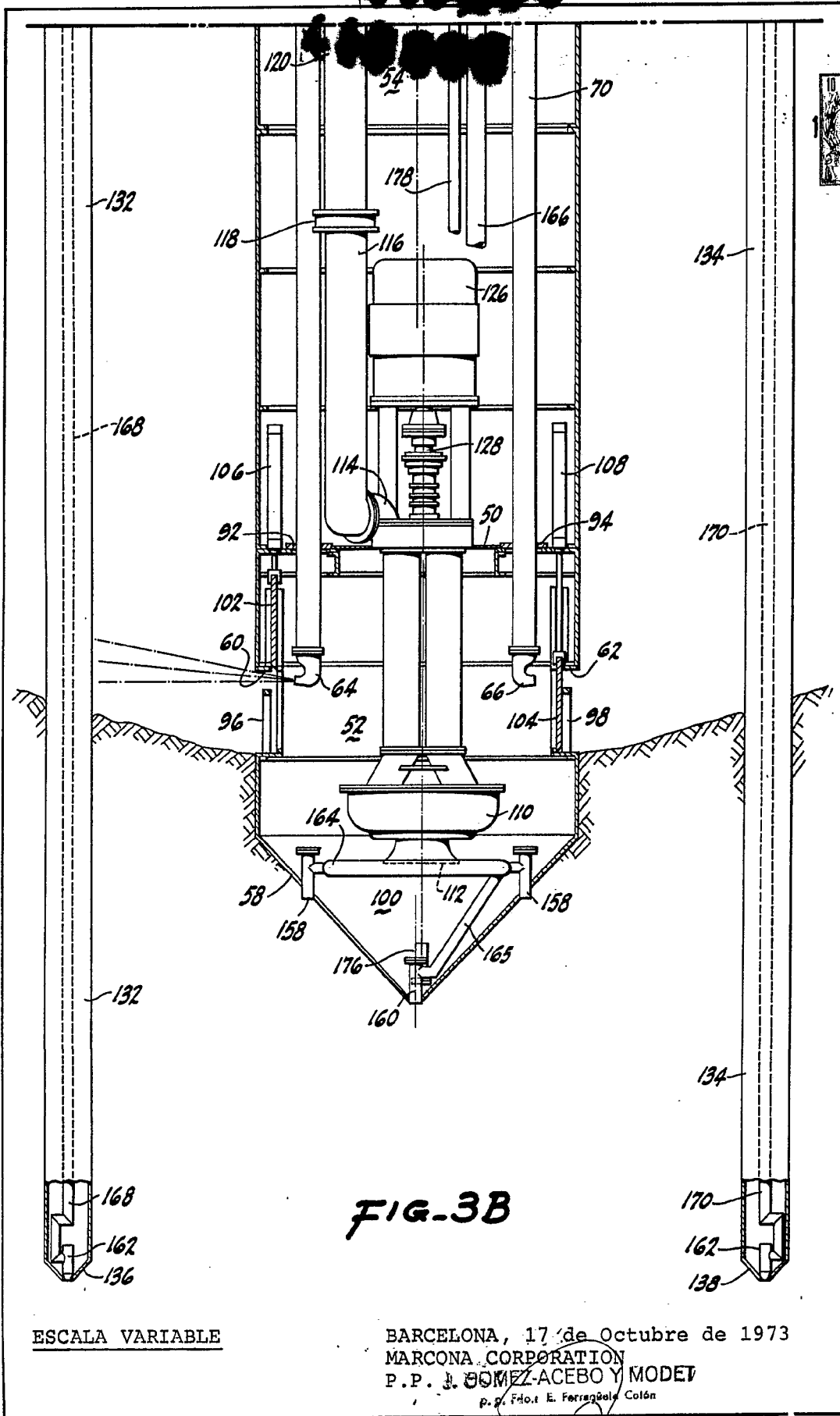


FIG-3B

ESCALA VARIABLE

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973
 MARCONA CORPORATION
 P.P. J. GOMEZ-ACEBO Y MODEV
 P. g. Fdo. E. Ferragüela Colón

ESCALA VARIABLE

17

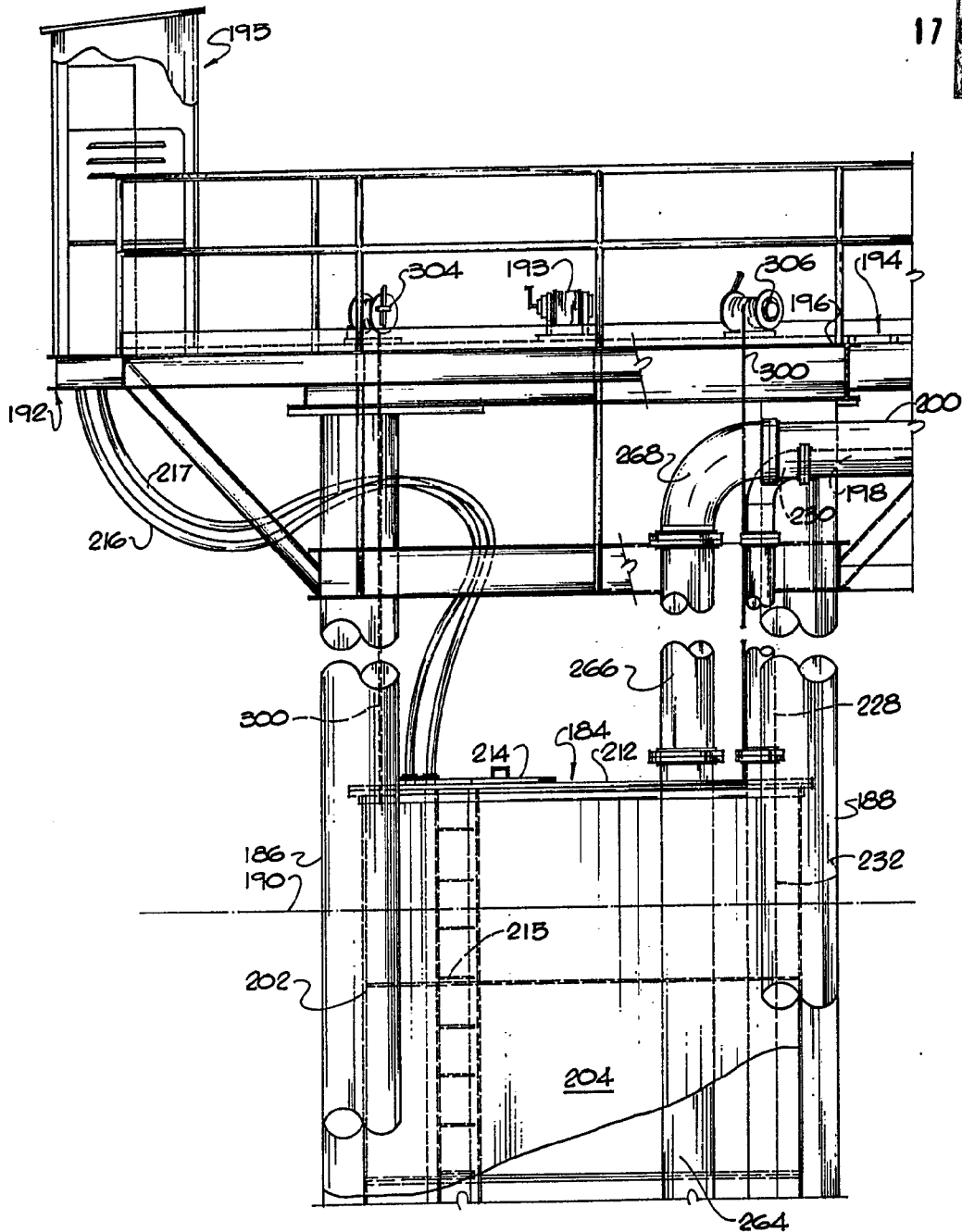


Fig-4A

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973

MARCONA CORPORATION
P.P. J. GOMEZ-ACEBO Y MODET

p. p. Ferrer E. Ferragüela Colón

ESCALA VARIABLE

17

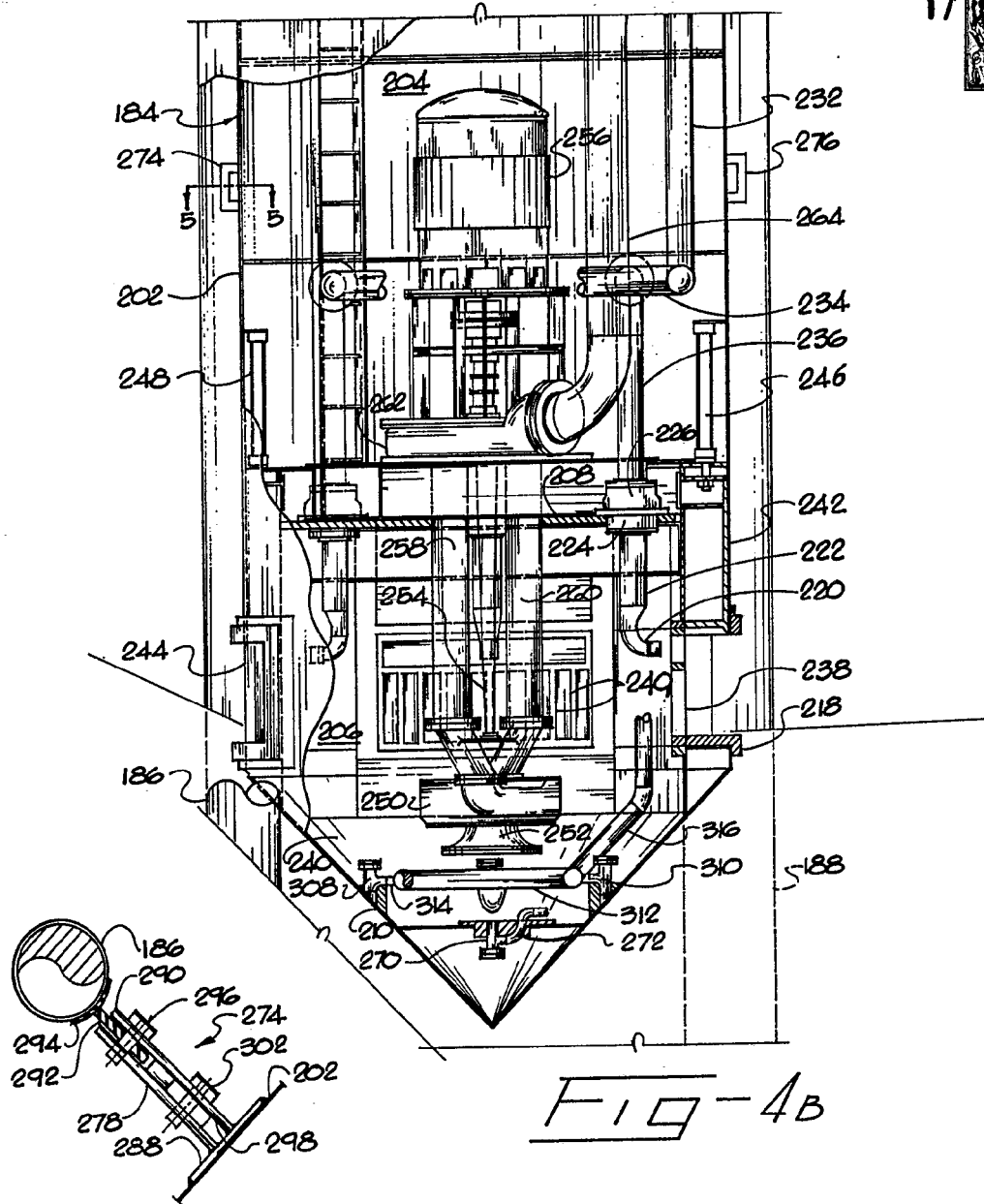


FIG-4B

FIG-5

BARCELONA, 17 de Octubre de 1973
MARCONA CORPORATION
P.P.

J. GOMEZ-ACEBO Y MODET
p. p. soc. E. Ferragüela Colón