

406167



21 JUN. 1974

P.- 51.916

U.S. Patent
No 3.603.399

Int. Cl.:	E21B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION por DIEZ años

a nombre de CHEVRON RESEARCH COMPANY

entidad norteamericana

establecida en 100 West Tenth Street, Wilmington, Delaware, Estados Unidos de América, con oficina en 200 Bush Street, San Francisco, California, Estados Unidos de América.

por: "UN METODO DE ESTABILIZAR UNA FORMACION QUE CONTIENE ARCILLA"

(Clase Internacional E 21b)

406167

28



Esta invención se relaciona con un método para tratar una formación sensible al agua atravesada por un pozo, y más particularmente, la invención proporciona la manera de inyectar dentro de un pozo y poner en contacto con una formación sensible al agua, una solución de hidroxialuminio que tiene una relación de grupos de hidroxilo a átomos de aluminio dentro de la escala de 1,5 a 2,7.

En las operaciones productoras de petróleo, los pozos que atraviesan las formaciones petrolíferas se usan para proporcionar una conexión con la formación y la superficie. Estos pozos pueden ser pozos de producción a través de los cuales se produce el petróleo o pueden ser pozos de inyección dentro de los cuales se inyecta agua u otras sustancias para activar o estimular la recuperación de petróleo desde los pozos adyacentes que también atraviesan la formación de producción. En ambos tipos de pozos, las formaciones adyacentes a los pozos frecuentemente se ponen en contacto con agua extraña durante las operaciones de producción. Casi todas estas formaciones contienen materiales de arcilla de tipos diferentes en varias cantidades. El equilibrio de estos materiales de arcilla frecuentemente se altera drásticamente al ponerse en contacto con el agua. Pueden ocurrir pérdidas de permeabilidad serias, en caso de que los materiales de arcilla obstruyan el flujo ya sea expandiendo o llenando los espacios de los poros

22.8.72



406167

o dispersándose y alojándose en las restricciones de los poros. Frecuentemente ocurre una expansión estructural, cuando se absorbe agua adicional entre las capas de arcilla. Si hay presentes grandes cantidades de arcilla del tipo de expansión o de hinchamiento, una fracción muy significativa de los canales de flujo puede cerrarse u obtenerse mediante el volumen aumentado de la arcilla.

La emigración de las partículas de arcilla se cree que es un mecanismo de daño aún más serio, que el hinchamiento de la arcilla. Esto es particularmente el caso debido a que mediante este mecanismo puede hacerse daño considerable cuando sólo hay una cantidad pequeña de arcilla presente en la formación. Las partículas de arcilla que se dispersan en los canales de flujo son llevadas aguas abajo hasta que se alojan en las restricciones del poro. La permeabilidad de la formación se reduce por medio de estas partículas que forman tortas del filtro en miniatura y que llenan estas restricciones del poro.

Una fuerza específica que actúa en las arcillas de expansión o de hinchamiento para expandir la estructura se ocasiona mediante la afinidad de los cationes intercambiables de entrecapa y las superficies de entrecapa para el agua. Hasta ahora, los cationes orgánicos tales como las aminas se han usado para disminuir esta ten-

22.8.72

406167



dencia de las arcillas para expandirse al ponerse en contacto con agua dulce reemplazando los cationes intercambiables por cationes menos susceptibles a atraer el agua hacia los sitios de la entrecapa. Sin embargo, los cationes orgánicos no han sido enteramente satisfactorios, debido a que son costosos y también se desplazan de las superficies de la arcilla después de un cierto período de tiempo mediante salmuera del depósito.

Otra fuerza que ocasiona tanto la expansión estructural de las arcillas como la dispersión de partículas de las arcillas resulta de la carga negativa inherente en caso todos los minerales de arcilla. Esta carga se neutraliza mediante absorción de cationes en las superficies de la arcilla. Puesto que los cationes tienden a disolverse, se establece una multitud de iones positivos en la solución cerca de la superficie de la partícula y existe una carga negativa dentro de la partícula. A esta se hace normalmente referencia como una capa doble eléctrica. Las partículas con dichas capas dobles se repelen entre si y tienden a dispersarse. Puesto que la resistencia de repulsión está relacionada directamente con la tendencia a la disociación de los cationes absorbidos, los cationes más firmemente fijados tienden a disminuir el grueso de la capa doble y de esta manera reducir la tendencia de dispersión de las partículas. Esto anula la car-

25
22.8.72

406167

28



ga negativa inherente en la superficie de la arcilla. Hasta ahora se han usado cationes multivalentes, tales como de calcio para tratar el agua hacia las formaciones sensibles. Sin embargo, estos cationes son intercambiables fácilmente desde las superficies de la arcilla mediante las salmueras del depósito y por lo tanto sólo proporcionan protección temporal bajo la mayoría de las condiciones.

En resumen, por lo tanto, hay necesidad de un método para tratar dichas formaciones sensibles al agua y que proporcione protección positiva y duradera para dichas formaciones de los efectos perjudiciales de las arcillas de hinchamiento y de emigración anteriormente discutidas.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

La presente invención proporciona la manera de tratar formaciones que contienen arcillas sensibles al agua, poniendo en contacto las formaciones con una solución de hidroxil-aluminio que tiene una relación de los grupos de hidroxilo a los átomos de aluminio dentro de la escala de 1,5 a 2,7. En una aplicación típica, una formación sensible al agua atravesada por un pozo se trata con una solución formada añadiendo al agua una cierta cantidad de sales de aluminio, que se seleccionan del grupo

22.8.72

28 A



406167

que consiste de cloruro de aluminio, bromuro de aluminio, yoduro de aluminio, nitrato de aluminio, sulfato de aluminio y acetato de aluminio en una cantidad entre 0,0045 y 10,896 kilogramos de aluminio por barril de agua para formar una solución de sal de aluminio y añadiendo luego al agua un álcali o una base alcalina en una cantidad entre 0,431 y 0,772 kilogramos de ión de hidroxilo por cada 0,454 kilogramos de aluminio para formar una solución de hidroxí-aluminio. La solución de hidroxí-aluminio anteriormente citada, se inyecta en el interior del pozo y en la formación para estabilizar las arcillas sensibles al agua en la formación. En muchos casos es deseable seguir la inyección de la solución de hidroxí-aluminio con una inyección de agua dulce. El pozo en algunos casos se cierra para permitir la polimerización de la solución de hidroxí- aluminio en la formación para estabilizar las arcillas sensibles al agua en la formación.

OBJETO DE LA INVENCION

Un objeto específico de la presente invención es proporcionar un método para estabilizar una formación que contiene arcillas sensibles al agua, poniendo en contacto la formación con una solución de hidroxí-aluminio. Los objetos y ventajas adicionales de la presente invención, se harán evidentes al leer la siguiente descripción

22.8.72

406167



detallada en vista del dibujo que se acompaña, que forma parte de esta especificación.

BREVE DESCRIPCION DEL DIBUJO

5 El dibujo ilustra en forma esquemática una formación terrestre atravesada por un pozo, cuyo pozo tiene conectado con el mismo, un aparato para llevar a cabo el método de la presente invención.

DESCRIPCION DE LA MODALIDAD PREFERIDA DE LA
10 INVENCION

La invención encuentra su utilidad en un medio ambiente del pozo para estabilizar arcillas en formaciones de interés atravesadas por el pozo. Haciendo específicamente referencia al dibujo, se muestra un pozo 20 que atraviesa una formación terrestre 22. El pozo 20 atraviesa una formación de producción 24 que, por ejemplo, puede contener arcillas sensibles al agua, que reaccionan cuando se ponen en contacto con el agua para hincharse o emigrar y de esta manera reducir drásticamente la permeabilidad de la formación. Dependiendo de la configuración del pozo, puede proporcionarse con obturadores apropiados 26 y 28 por encima y por debajo de la formación de producción 24. Una columna de tubería 30 proporciona comunicación de fluido desde la superficie a través de la cabeza

15
20
25

22.8.72

406167

28



del pozo 32 hacia la formación de producción 24. Una tubería de superficie apropiada 34 conecta la columna de tubería 30 con la descarga de una bomba apropiada 36.

5 Se conecta un tanque mezclador 40 con la entrada de la bomba 36, mediante un conducto apropiado 42. La válvula 43 controla el flujo desde el tanque mezclador 40 a través del conducto 42 hacia la bomba 36. El tanque mezclador 40 recibe los materiales para preparar la solución de hidroxí-aluminio. De conformidad con la presente invención, por lo tanto, el elemento 44 define una fuente de sal de aluminio, el elemento 46 define una fuente de agua y el elemento 48 define una fuente de álcali o base alcalina los cuales se conectan mediante conductos apropiados en el tanque mezclador. De esta manera, la tubería apropiada 50, 52 y 54, que tiene válvulas ajustables 56, 58 y 60, respectivamente, proporciona el flujo de los componentes desde sus fuentes respectivas hacia el tanque mezclador 40 para la formación dentro del mismo de hidroxí-aluminio.

20 Se ha encontrado que el hinchamiento de la arcilla y la emigración de la arcilla ocasionada mediante el contacto con agua en las formaciones atravesadas por un pozo puede eliminarse prácticamente, poniendo en contacto dichas formaciones con una solución de hidroxí-aluminio que se prepara de conformidad con la presente

25
22.8.72



406167

invención. La solución de hidroxí-aluminio, debe tener una relación de grupos de hidroxilo a átomos de aluminio dentro de la escala de 1,5 a 2,7. En una aplicación típica, la formación sensible al agua se trata con una solución formada mezclando agua primero, con una cierta cantidad de sales de aluminio que se selecciona del grupo que consiste de cloruro de aluminio, bromuro de aluminio, yoduro de aluminio, nitrato de aluminio, sulfato de aluminio y acetato de aluminio. La sal seleccionada se añade en una cantidad de entre 0,0045 y 10,90 kilogramos de aluminio por barril de agua para formar una solución de aluminio. A esta solución de aluminio se añade un álcali o una base alcalina en una cantidad entre 0,431 y 0,772 kilogramos de ión de hidroxilo por cada 0,454 kilogramos de aluminio para formar una solución de hidroxí-aluminio. La solución de hidroxí-aluminio anteriormente citada, se forma de la manera que se describirá a continuación en un tanque mezclador apropiado y luego se inyecta dentro del pozo y hacia la formación para estabilizar las arcillas sensibles al agua en la formación. En muchos casos, es deseable seguir la inyección de la solución de hidroxí-aluminio con una inyección de agua dulce dentro del pozo y dentro de la formación. El pozo luego se cierra para permitir la polimerización de la solución de hidroxí-aluminio en la formación a fin de estabilizar las arcillas solubles al agua contenidas en la formación.

22.8.72

406167 28



5 El volumen de la solución de hidroxialuminio que debe inyectarse en la formación desde luego, depende del intervalo vertical de la formación y la distancia hacia afuera dentro de la formación alejada del pozo que se desee tratar. El volumen de tratamiento depende de factores tales como la porosidad, la superficie y la capacidad de intercambio de cationes. Normalmente, un volumen de la solución preferida de hidroxialuminio protegerá un volumen del espacio de poro de la formación. En ciertas formaciones, una cantidad menor de la solución de hidroxialuminio protegerá considerablemente más espacio de poro. Por ejemplo, en ciertas piedras areniscas, un volumen de la solución de hidroxialuminio preferida protegerá tres volúmenes del espacio de poro. Puesto que las características de la formación varían, se requerirán diferentes volúmenes de tratamiento, dependiendo de las condiciones locales de la formación. Por lo general, sin embargo, se prefiere inyectar un volumen de la solución de hidroxialuminio por volumen de la formación que vaya a tratarse.

20 Un método para tratar una formación particularmente deseable que contiene arcillas sensibles al agua, incluye formar una solución de tratamiento, añadiendo primero al agua una cierta cantidad de la sal de aluminio que se selecciona del grupo que consistió de cloruro, bro-

25 22.8.72

40616Z

28



muro, yoduro, nitrato, sulfato y acetato en una cantidad entre 0,0045 y 10,90 kilogramos de aluminio por barril. La sal de aluminio debe disolverse completamente en agua, después de lo cual se añade al agua un álcali o base alcalinotérrica en una cantidad de aproximadamente 0,471 y 0,772 kilogramos de OH por 0,454 kilogramos de aluminio. Este material se añade lentamente a la solución, mientras que se agita vigorosamente. La adición de la base debe hacerse en el punto de mayor esfuerzo cortante en el sistema mezclador. Los materiales anteriormente citados de preferencia se añaden al agua a un régimen de manera que todos los materiales se añadan en un período de 30 minutos a una hora. La adición de álcali o de la base alcalinotérrica ocasionará la precipitación el sistema y por lo tanto la turbidez de la solución, sin embargo, después de un cierto período de tiempo se disolverá el precipitado y resultará una solución cristalina. El tiempo que se requiere para que se clarifique la solución depende de la temperatura, la concentración del aluminio, el vigor de agitación y el régimen de adición del material cáustico. Los últimos dos factores afectan el tamaño de la partícula del precipitado y por lo tanto el régimen del precipitado y por lo tanto, el régimen al cual se disuelve. A temperatura de aproximadamente 24° C., se requieren de 5 a 8 horas para que la solución se haga cristalina cuando se prepara como anteriormente en un la

406167

28



boratorio, usando un vaso pucido de capacidad de un litro y un agitador magnético. Es importante que la solución esté critalina antes de inyectarse en la formación, La solución clarificada se inyecta dentro de un pozo y dentro de la formación. Después de inyectarse dicha solución, se inyecta dentro de la formación agua dulce en una cantidad por lo menos de una y no más de cuatro veces mayor que el volumen de la solución de hidroxí-aluminio. El pozo se cierra durante un cierto período de tiempo, para permitir la polimerización de la solución en la formación a fin de estabilizar las arcillas dentro del mismo. El pozo debe cerrarse durante aproximadamente de 1 a 3 días.

Un procedimiento particularmente preferido y altamente eficiente para usarse en las operaciones de campo, involucra el uso de cloruro de aluminio o hidróxido de sodio en la preparación de la solución de hidroxí-aluminio. La solución se prepara neutralizando parcialmente una solución de cloruro de aluminio con hidróxido de sodio. La solución se prepara en el campo llenando primero un recipiente grande con agua suficiente para tratar el volumen deseado de la roca de la formación. Como se ha indicado en lo que antecede, este volumen de preferencia es una relación de un volumen de solución a un volumen de poro de la roca. El recipiente se proporciona con un elemento para agitar vigorosamente o hacer circular

22.8.72

406167

28



la solución dentro del recipiente. Se añade lentamente al
agua hexahidrato de cloruro de aluminio ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$) en
una cantidad de 3,95 kilogramos por barril de agua. Después
de que se prepara la solución de cloruro de aluminio, se
5 añade lentamente a la solución de cloruro de aluminio hidró-
xido de sodio en una cantidad de 1,32 kilogramos por barril.
El hidróxido de aluminio se añade a la solución en el punto
que proporcione el mejor mezclado y a un régimen de manera
tal que se añadirá en un período de 30 minutos a una hora.
10 La mezcla se hará turbia durante la adición del hidróxido
de sodio, debido a la formación de un precipitado. Sin
embargo, la solución se clarificará con tiempo, dependien-
do de la temperatura, La concentración del aluminio, el vi-
gor de agitación y el régimen de adición del material cáus-
15 tico. La solución cristalina de hidroxí-aluminio puede in-
yectarse directamente dentro de los pozos de producción y/o
los pozos de inyección sin pretratamiento de los pozos,
excepto en los casos de los pozos de material cáustico. En
este caso especial, el material cáustico debe purgarse del
20 pozo con salmuera antes de inyectar la solución para impe-
dir la precipitación indeseable. La solución cristalina de
hidroxí-aluminio se inyecta dentro de la formación y se
pone en contacto con las arcillas sensibles al agua, que
se encuentran dentro de la misma. Al terminarse esta inyec-
25 ción, la formación se lava con de 1 a 4 veces y de prefe-

22.8.72.

28 400 372



406167

5 rencia tres veces, mayor cantidad de agua dulce que la
solución de hidroxí-aluminio usada. El pozo luego se cie-
rra durante de 1 a 3 días, para permitir el añejamiento
de la solución de hidroxí-aluminio. El período de parali-
zación o cierre no es necesario en pozos de inyección de
10 agua dulce. El período de paralización o cierre permite
que la solución de hidroxí-aluminio se polimerice hasta
formar un material muy estable y resistente al intercam-
bio sobre superficies de silicato. Si se reanuda el flu-
jo de salmuera demasiado pronto, el aluminio puede despla-
zarse de la superficie de la arcilla y dará por resulta-
do una conversión incompleta. Después de añejarse, el po-
zo puede de nuevo ponerse en producción o inyección.

15 Se han llevado a cabo demostraciones en el la-
boratorio para ilustrar las ventajas de la presente inven-
ción. Las variables usadas en las demostraciones de labo-
ratorio, eran la concentración de la solución de hidroxí-
-aluminio, el tiempo de añejamiento de la formación des-
pués del tratamiento y el medio de añejamiento en la for-
20 mación, durante el tiempo de añejamiento; se usó piedra
arenisca Berea en las demostraciones, debido a que, des-
pués de la saturación de sodio esta piedra arenisca es
muy sensible al agua dulce y esta composición de la pie-
dra arenisca y las propiedades físicas, particularmente
25 la permeabilidad, son bastante uniformes. Además, se ha

22.8.72



encontrado que la dispersión y emigración de las partículas de arcilla sin los mecanismos principales que causan el daño en la piedra arenisca Berea.

5 En las demostraciones, se cortaron núcleos de un diámetro 2,54 centímetros de un pedazo grande de piedra arenisca Berea. Los núcleos se limpiaron con tolueno que luego se evaporó en un horno a temperatura de 70° C. Los núcleos secos se saturaron al vacío con CaCl_2 de concentración 0,3N y luego se inundaron con agua desionizada en una celda Hassler. La permeabilidad al agua se midió luego y se usó como la permeabilidad original de la roca. Algunos de los núcleos, tal y como se indica a continuación en el Cuadro I, se inundaron luego con 100 mililitros de AlCl_3 ($\text{OH}/\text{Al} = 0$) de 0,1M, otros con 100 mililitros de $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ($\text{OH}/\text{Al} = 2,0$) de 0,1M y todavía otros con 100 mililitros de $\text{Al}(\text{OH})_2,4\text{Cl}_{0,6}$ ($\text{OH}/\text{Al} = 2,4$) de 0,1M. Los núcleos de cada uno de estos grupos se dejaron añejar durante períodos de tiempo diferentes, tanto con lavado como sin lavado primero del exceso de la sal de aluminio. Después del período de añejamiento, cada núcleo se inundó con un litro de NaCl de concentración 0,1N luego con agua desionizada. Esta era una prueba seria para la sensibilidad al agua y proporcionó también información acerca de la capacidad de intercambio de los iones de aluminio y de $\text{OH}-\text{Al}$ sobre las superficies de la

25
22.8.72

406167 28



arcilla. Algunos de los núcleos se lixiviaron con NaCl adicional (9 litros) para determinar si una exposición más prolongada ocasiona el intercambio del aluminio y a su vez mayores pérdidas de permeabilidad con el agua desionizada. Los datos se muestran en el Cuadro I.

CUADRO I

SENSIBILIDAD AL AGUA DE LA PIEDRA ARENISCA BEREBA DESPUES DE TRATAMIENTOS CON HIDROXI-ALUMINIO CON RELACIONES DIFERENTES DE OH/AL, PERIODOS DE AÑEJAMIENTO Y MEDIOS DE AÑEJAMIENTO

OH/Al	Período de añejamiento	Medio de añejamiento	Permeabilidad al agua desionizada después de inundaciones con NaCl (Porcentaje del original)	
			Después de 1 litro de NaCl	Después de 10 litros de NaCl
0,0	20 minutos	H ₂ O	19	--
		AlCl ₃	63	--
	2 días	H ₂ O	52	--
	7 días	H ₂ O	84	17
2,0	20 minutos	H ₂ O	96	90
		OH-Al	62	--
	2 días	H ₂ O	91	91
		OH-Al	81	81
7 días	H ₂ O	99	99	
	H ₂ O	95	91	

22.8.72



cont.

OH/Al	Período de añejamiento	Medio de añejamiento	Permeabilidad al agua desionizada después de inundaciones con NaCl (Porcentaje del original)	
			Después de 1 litro de NaCl	Después de 10 litros de NaCl
5		OH-Al	53	--
	2 días	H ₂ O	96	96
		OH-Al		
	7 días	H ₂ O	100	100

10 Comparando las sensibilidades al agua para relaciones diferentes de OH/Al tal y como se muestra en el Cuadro I, es evidente que el AlCl₃ solo (sin conversión anterior en hidroxialuminio con una base) no proporciona adecuadamente protección duradera para la roca contra el daño de permeabilidad con agua dulce. Fué benéfico un tiempo de añejamiento aumentado. Sin embargo, aún después de 15 7 días, se perdió el 87 por ciento de la permeabilidad, cuando el núcleo se inundó con agua desionizada después de 10 litros de salmuera.

20 Por otra parte, cuando la tierra arenisca se trató con hidroxialuminio con una relación de OH/Al ya sea de 2,0 ó de 2,4 y se añejó en agua dulce, hubo poca o ninguna sensibilidad al agua dulce aún después de 10 litros de salmuera. Es asimismo evidente que es conveniente añe- 25 jar la roca en agua dulce en vez de en una solución de

22.8.72

406167



5 OH/Al. Por lo tanto, después de un tratamiento con OH/Al, se prefiere un lavado excesivo con agua dulce. El dato indica sin embargo, que la necesidad de este lavado con agua dulce se disminuye si se usan períodos de paralización o cierre más prolongados o soluciones de OH/Al con mayor relación de OH/Al.

10 Como se ha indicado en lo que antecede, se ha indicado que los pozos que contienen arcillas sensibles al agua, pueden tratarse satisfactoriamente poniendo en contacto la formación que contiene dichas arcillas, con una solución de hidroxí-aluminio que tiene la fórmula $Al(OH)_nX_{3-n}$ en donde n tiene un valor de entre 1,5 y 2,7 y X es cualquier anión que se selecciona del grupo que consiste de cloruro, bromuro, yoduro, nitrato, sulfato y acetato. Se han logrado resultados particularmente deseables cuando la relación de hidroxilo a los átomos de Al se mantienen en la solución dentro de la escala de 2,0 a 2,4.

20 De la descripción que antecede, es evidente que la presente invención proporciona un método para estabilizar las arcillas sensibles al agua que se encuentran en una formación atravesada por un pozo poniendo en contacto la formación y las arcillas sensibles al agua contenidas en la misma con una solución de hidroxí-aluminio.

25 Aún cuando se han descrito en detalle sólo modalidades es-

22.8.72

406167²¹ JUN.



específicas de la presente invención, la invención no queda limitada a las mismas, sino que se pretende que se incluyan todas las modalidades que quedan dentro del alcance de las cláusulas anexas.

5

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia, no nueva, pero no presentada, practicada, ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Introducción, por DIEZ años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un método de estabilizar una formación que contiene arcilla, que comprende poner en contacto la formación que contiene arcilla con una solución acuosa de hidroxí-aluminio, estando la relación de grupos hidroxilo a átomos de Al en el intervalo de 1,5 a 2,7.

15

12-6-74

- 19 -

Rey

406167

21 JUN



2ª.- Método según la reivindicación 1ª, caracterizado además por inyectar la solución acuosa de hidroxialuminio en un pozo y en dicha formación.

5 3ª.- Método según la reivindicación 2ª, caracterizado además porque la solución de hidroxialuminio tiene la fórmula empírica $Al(OH)_n X_{3-n}$ en donde n tiene un valor comprendido entre 1,5 y 2,7 y X es cualquier anión del grupo formado por cloruro, bromuro, yoduro, nitrato, sulfato y acetato.

10 4ª.- Método según la reivindicación 2ª, caracterizado además por añadir al agua una cierta cantidad de sales de aluminio del grupo de cloruro, bromuro, yoduro, nitrato, sulfato y acetato, en una cantidad de entre 0,0045 y 10,90 kilogramos de Al
15 por barril, añadir luego al agua, una base alcalina o alcalinotérrea en una cantidad de entre 0,431 y 0,772 kilogramos de OH por cada 0,454 kilogramos de Al, mientras que se agita vigorosamente el agua para
20 formar una solución de hidroxialuminio, clarificar la solución, inyectar la solución transparente dentro del pozo y en dicha formación e inyectar luego agua de nueva aportación en una cantidad de por lo menos 1 y no más de 4 veces mayor que el volumen de dicha solución de hidroxialuminio inyectada de esta manera,
25 cerrar dicho pozo para permitir la polimerización

Rey

406167

21 JUN



de la solución en dicha formación y volver a abrir dicho pozo para el funcionamiento dentro del mismo.

5 5ª.- Método según la reivindicación 4ª, caracterizado además porque la sal de aluminio es cloruro de aluminio y porque la base es hidróxido sódico.

10 6ª.- Método según la reivindicación 4ª, caracterizado además porque se inyecta en dicha formación un volumen de dicha solución por cada volumen de espacio de poro de dicha formación.

7ª.- Un método de estabilizar una formación que contiene arcilla.

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

15 Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 1 JUN 1974

P.A.

20

Alberto de Elzaburu

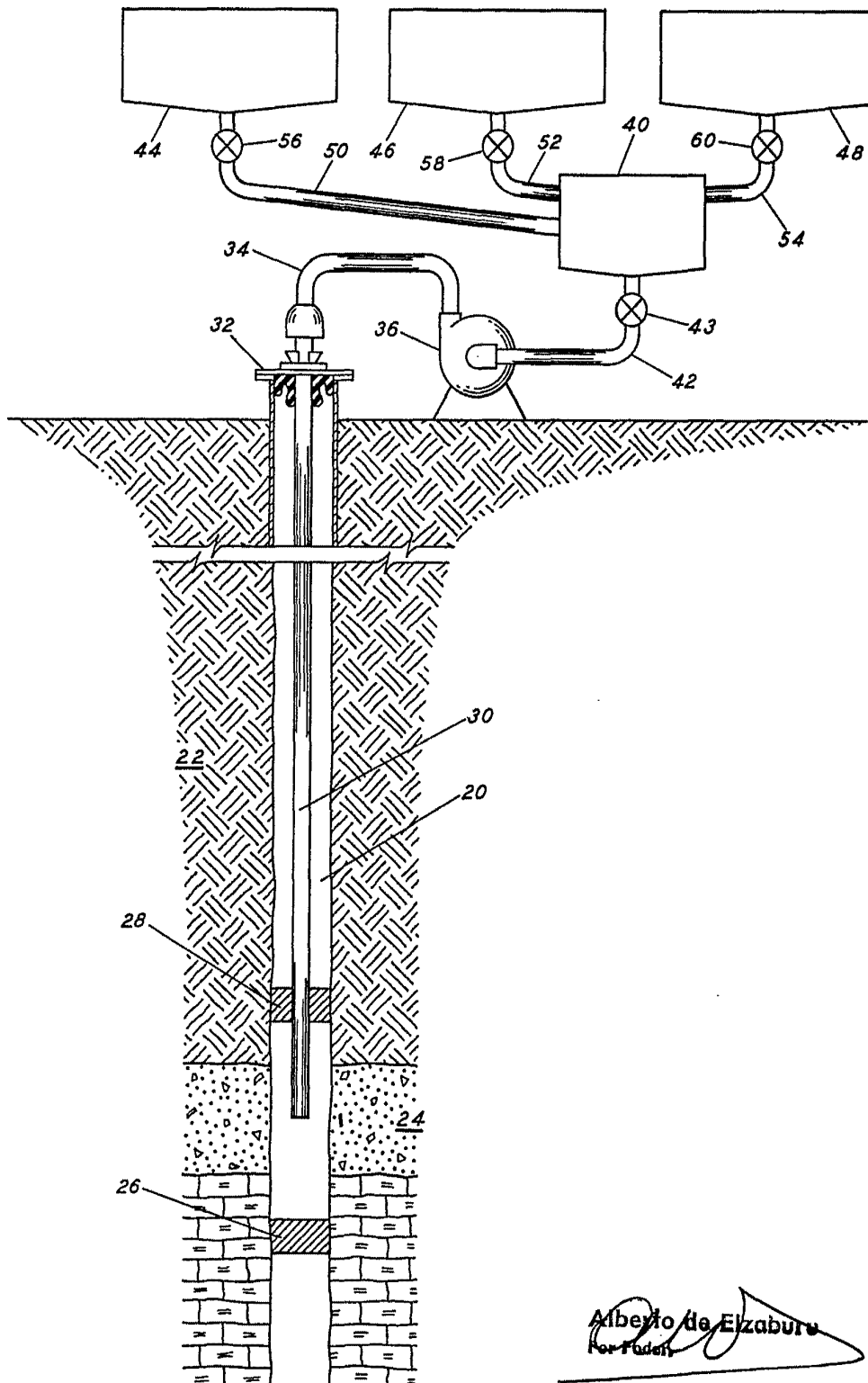
12-6-74

- 21 -

MFM

406167

28 AGO



Alberto de Elzaburu
Por Fuder