

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 847**

51 Int. Cl.:

B01F 7/16 (2006.01)

B09C 1/02 (2006.01)

B09C 1/08 (2006.01)

E02D 3/00 (2006.01)

E02D 5/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2013** **PCT/FR2013/052953**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014** **WO14091120**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2013** **E 13815055 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016** **EP 2931979**

54 Título: **Herramienta mezcladora para el tratamiento de una porción de suelo**

30 Prioridad:

11.12.2012 FR 1261906

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.04.2017

73 Titular/es:

SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

PERPEZAT, DANIEL y
MOSSER, JEAN-FRANÇOIS

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 607 847 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Herramienta mezcladora para el tratamiento de una porción de suelo

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere al campo del tratamiento de porciones de suelo con el fin, en particular, de mejorar las características mecánicas, físicas y/o químicas.

10 En particular, la presente invención se refiere a un dispositivo para el tratamiento de una porción de suelo (de aquí en adelante dispositivo de tratamiento) mediante la mezcla de dicho suelo con otro material, y a un procedimiento de tratamiento de suelo realizado utilizando este dispositivo.

15 La presente invención se refiere de manera más especial a un dispositivo de tratamiento del tipo que comprende un árbol rotativo que se extiende a lo largo de un eje principal y que presenta un extremo superior dirigido aguas arriba y un extremo inferior dirigido aguas abajo, al menos una herramienta mezcladora desplegable fijada al árbol rotativo cerca de su extremo inferior, y un conducto longitudinal para la inyección de un fluido cerca de la herramienta mezcladora.

20 **Estado de la técnica**

El documento EP 1 878 833 describe un dispositivo de tratamiento del tipo citado con anterioridad. Cuando se desea tratar una porción de suelo con dicho dispositivo, es necesaria una primera etapa de perforación para realizar, en el suelo, una cavidad tubular. Esta primera etapa se realiza utilizando una herramienta de perforación distinta, que se extrae del agujero de perforación antes de la introducción del dispositivo de tratamiento. La cavidad tubular puede adoptar la forma de un simple agujero de perforación. Otra solución consiste en introducir un entubado en el suelo y a continuación perforar en el interior de dicho entubado para realizar la cavidad. En una segunda etapa, el dispositivo de tratamiento se inserta en el interior de la cavidad y se desplaza al interior de esta hasta que su extremo inferior penetra en la porción de suelo que hay que tratar. La herramienta mezcladora se despliega entonces, el árbol se pone a girar y un fluido se inyecta de forma simultánea en la porción de suelo por el extremo inferior del árbol. La primera etapa de realización de la cavidad tubular moviliza unas herramientas de perforación y necesita tiempo que, de hecho, no se utiliza para la operación efectiva de tratamiento del suelo. Cuando la cavidad tubular está delimitada por un tubo, la retirada de este tubo constituye una tercera etapa que se añade a las dos anteriores, reduciendo aun más la productividad del procedimiento de tratamiento.

35 **Objeto de la invención**

Un objetivo de la invención es ofrecer un dispositivo y un procedimiento de tratamiento que superen sustancialmente los inconvenientes mencionados con anterioridad.

40 Este objetivo se consigue con un dispositivo de tratamiento del tipo citado con anterioridad gracias al hecho de que este comprende, además, una herramienta de perforación situada en el extremo inferior del árbol, extendiéndose un elemento tubular externo a lo largo de un eje principal del árbol rotativo, estando el árbol rotativo dispuesto en el interior de dicho elemento tubular, y un sistema de acoplamiento entre el árbol rotativo y el elemento tubular, siendo dicho sistema de acoplamiento, en una primera configuración, capaz de solidarizar el elemento tubular y el árbol rotativo en rotación alrededor del eje principal, en al menos un sentido de rotación, y de solidarizar el elemento tubular y el árbol rotativo en traslación a lo largo del eje principal, al menos en dirección aguas abajo, y siendo dicho sistema de acoplamiento, en una segunda configuración, capaz de liberar dichos movimientos de rotación y de traslación.

50 El dispositivo de acuerdo con la invención es a la vez un dispositivo de perforación y un dispositivo de mezcla del suelo con otro o varios otros materiales.

55 La herramienta de perforación se prevé directamente en el extremo inferior del árbol rotativo, de modo que un agujero de perforación se puede realizar a medida que avanza el dispositivo. Por medio del sistema de acoplamiento entre el árbol rotativo y el elemento tubular, este último puede, además, introducirse en el suelo de forma conjunta con el árbol rotativo, durante la operación de perforación.

60 Se recuerda que la operación de perforación es necesaria cuando la porción de suelo que hay que tratar está separada de la superficie del suelo por una capa de suelo que no es preciso tratar, en particular cuando las columnas de suelo tratado deben realizarse bajo una capa de suelo sobre la que no se quiere intervenir.

65 Debido al acoplamiento entre el árbol y el elemento tubular, el desplazamiento del dispositivo de tratamiento en rotación y en traslación en el suelo se puede obtener por medio de un dispositivo con un solo cabezal de accionamiento. El accionamiento en rotación y en traslación del árbol rotativo se transmite al elemento tubular mediante el sistema de acoplamiento, en su primera configuración, para que los dos elementos se muevan de forma

conjunta.

Cuando el sistema de acoplamiento se lleva a su segunda configuración, los movimientos relativos de rotación y de traslación entre el árbol rotativo y el elemento tubular se liberan. La herramienta mezcladora, alojada dentro del elemento tubular cuando el sistema de acoplamiento se encuentra en su primera configuración, puede entonces extraerse del elemento tubular e introducirse en la porción de suelo que hay que tratar.

Por medio de la herramienta mezcladora, el dispositivo de tratamiento de acuerdo con la invención está por tanto adaptado para realizar una operación por lo general llamada "soil mixing" (mezcla de suelos, en español) que consiste en desestructurar el suelo y a continuación en mezclar el suelo desestructurado con un fluido con el fin de modificar las características de la porción de suelo tratada. Este fluido puede ser, por ejemplo, un líquido reactivo, una lechada destinada a fraguar, en particular un ligante hidráulico, o un gas que transporta unas partículas sólidas.

Este está, de manera particular, adaptado para unas operaciones de descontaminación in situ. En este caso, la herramienta mezcladora desestructura el suelo y a continuación lo mezcla con un reactivo químico.

Durante el tratamiento, bajo el efecto de la inyección de un fluido en el suelo, una cierta cantidad de material puede tener tendencia a escaparse hacia la superficie del suelo. Con las disposiciones de la invención, cualquier ascenso de materiales, y en particular de materiales contaminantes, se hace mediante un paso situado entre el árbol rotativo y el elemento tubular externo, quedando de este modo protegido el suelo situado alrededor del elemento tubular externo.

De acuerdo con un ejemplo de realización, la herramienta mezcladora desplegable comprende al menos un brazo mezclador desplegable fijado en el extremo inferior del árbol rotativo y que se extiende lateralmente con respecto a la dirección longitudinal del árbol, presentando dicho brazo una posición desplegada y una posición retraída, de tal modo que, en la posición desplegada, la envergadura de la herramienta mezcladora es superior al diámetro externo del elemento tubular para permitir el tratamiento de la porción de suelo mediante la rotación del árbol, y en la posición retraída, la herramienta mezcladora es capaz de insertarse dentro del elemento tubular.

De acuerdo con un ejemplo, la herramienta mezcladora consta, además, de unos medios de muelle capaces de provocar el despliegue del brazo mezclador fuera del elemento tubular y de permitir su vuelta a la posición retraída durante la inserción de la parte inferior del árbol dentro del elemento tubular.

La posición desplegada es, por tanto, la posición natural del brazo retráctil, es decir que en ausencia de cualquier tensión exterior, el brazo se extiende lateralmente con respecto a la dirección longitudinal del árbol quedando separado de este último gracias a los medios de muelle. Cuando la herramienta mezcladora se inserta dentro del elemento tubular, se entiende que la pared interna del elemento tubular actúa sobre el brazo para llevarlo a la posición retraída, es decir hacia el árbol.

En la presente descripción, salvo que se indique lo contrario, una dirección axial es una dirección paralela al eje principal del árbol rotativo. Además, una dirección radial es una dirección perpendicular al eje principal y que corta este eje. Salvo que se indique lo contrario, los adjetivos y adverbios axial, radial, axialmente y radialmente, se utilizan en referencia a la dirección axial y a la dirección radial citadas con anterioridad. De la misma manera, un plano axial es un plano que contiene el eje principal del árbol rotativo y un plano radial es un plano perpendicular a este eje. Del mismo modo, una sección axial es una sección definida en un plano axial, y una sección radial es una sección definida en un plano radial.

Salvo que se indique lo contrario, los adjetivos interno y externo se utilizan en referencia a una dirección radial de modo que la parte o la cara interna (p. ej. radialmente interna) de un elemento está más cerca del eje principal que la parte o la cara externa (p. ej. radialmente externa) del mismo elemento.

Además, salvo que se indique lo contrario, los adjetivos superior e inferior se utilizan en referencia a la dirección de introducción del dispositivo en el suelo, es decir, a la dirección de perforación, introduciéndose la herramienta por su extremo inferior y saliendo del suelo por su extremo superior.

Los términos aguas arriba y aguas abajo también se definen con respecto al sentido de introducción del dispositivo en el suelo, es decir en el sentido de perforación.

De forma ventajosa, el sistema de acoplamiento está previsto cerca del extremo inferior del árbol rotativo y del elemento tubular. Se entiende que una parte del extremo inferior del árbol rotativo está por tanto acoplado a una parte del extremo inferior del elemento tubular, cuando el sistema de acoplamiento se encuentra en su primera configuración.

Por ejemplo, el sistema de acoplamiento puede situarse directamente aguas arriba de la herramienta mezcladora, o, si hay varias, de la herramienta mezcladora situada más aguas arriba a lo largo del eje principal.

En particular, cuando el árbol rotativo y el elemento tubular son respectivamente un tren de varillas y un tren de tubos, el sistema de acoplamiento es, de preferencia, solidario con la varilla de extremo inferior del tren de varillas y del tubo de extremo inferior del tren de tubos.

- 5 Como se ha indicado anteriormente, el sistema de acoplamiento permite solidarizar el elemento tubular y el árbol rotativo en rotación en al menos un sentido alrededor del eje principal del árbol rotativo y en traslación al menos aguas abajo, a lo largo del eje del árbol rotativo.

- 10 Ahora bien, como sabe bien el experto en la materia, para alcanzar la profundidad de perforación deseada, el árbol rotativo de una herramienta de perforación está, por lo general, constituido por un tren de varillas de perforación, dicho de otro modo por una multitud de varillas montadas sucesivamente una a continuación de la otra. La unión entre dos varillas de perforación sucesivas se realiza a menudo mediante el atornillado entre un extremo roscado de una de las varillas y un extremo roscado complementario de la segunda.

- 15 De la misma manera, el elemento tubular externo está, por lo general, constituido por un tren de tubos, dicho de otro modo por una multitud de tubos montados sucesivamente uno a continuación del otro.

- 20 Para el montaje de los trenes de tubos y de varillas, se prevé por lo general un dispositivo de sujeción, también conocido con el nombre de "guillotina". Este dispositivo sirve para inmovilizar una primera varilla de perforación o un primer tubo de perforación introducida/o en el suelo para que una segunda varilla -respectivamente un segundo tubo- pueda enroscarse en su extremo superior. En el caso contrario, la rotación de la segunda varilla -respectivamente del segundo tubo- provocaría la rotación simultánea de la primera varilla -respectivamente del primer tubo- en el interior del agujero de perforación, impidiendo un correcto enroscado entre los dos elementos.

- 25 Cuando, de la manera descrita con anterioridad, el árbol rotativo está constituido por varias varillas puestas extremo con extremo y unidas entre sí mediante unas uniones roscadas, el sistema de acoplamiento está por lo general adaptado para solidarizar el elemento tubular y el árbol rotativo en rotación al menos en el sentido de enroscado de las varillas, de manera que se evite su desenroscado mientras gira la herramienta.

- 30 Como tubos y varillas con solidarios en rotación, los tubos se inmovilizan en rotación cuando las varillas lo hacen. Por consiguiente, cuando al menos una varilla y al menos un tubo (de preferencia la varilla de extremo inferior del árbol rotativo y el tubo de extremo inferior del elemento tubular) se acoplan mediante el sistema de acoplamiento, basta con que dicha varilla quede inmovilizada por el dispositivo de sujeción para que una nueva varilla y un nuevo tubo se puedan montar. El ensamblado se hace de este modo de forma muy simple y rápida.

- 35 De acuerdo con una variante de realización, el sistema de acoplamiento también se puede prever en el extremo superior del árbol rotativo y de la estructura tubular. Cuando el árbol rotativo y el elemento tubular son respectivamente un tren de varillas y un tren de tubos, el sistema de acoplamiento es por tanto solidario con la varilla de extremo superior del tren de varillas y del tubo de extremo superior del tren de tubos.

- 40 Después del tratamiento de la porción de suelo por medio de la herramienta mezcladora, el elemento tubular se puede retirar de forma conjunta con el árbol rotativo o se puede dejar dentro del suelo.

- 45 En particular en el caso de que el elemento tubular deba poder retirarse de forma conjunta con el árbol rotativo y la herramienta mezcladora, el sistema de acoplamiento también puede estar adaptado para solidarizar el elemento tubular y el árbol rotativo en traslación a lo largo del eje principal, en dirección aguas arriba.

- 50 De este modo, el sistema de acoplamiento puede comprender unos medios de tope adaptados para cooperar con el árbol rotativo de modo que el árbol rotativo y el elemento tubular se vuelven solidarios en traslación en la dirección aguas arriba sea cual sea la posición angular del árbol rotativo. Al no llevar al sistema de acoplamiento a su primera configuración para la retirada de la herramienta, esta etapa de retirada se ve considerablemente facilitada.

- 55 Por ejemplo, los medios de tope comprenden una brida formada en la cara interna del elemento tubular, siendo el diámetro interno de dicha brida inferior al diámetro máximo del árbol rotativo aguas abajo de dicha brida.

De acuerdo con una disposición ventajosa de la invención, el sistema de acoplamiento es un sistema de bayoneta.

- 60 Un sistema de bayoneta se define, de acuerdo con la invención, como cualquier sistema de fijación dotado de una o de varias pestañas que se encajan mediante rotación dentro de unas muescas previstas con esta finalidad.

De acuerdo con un ejemplo, el sistema de acoplamiento comprende al menos una pestaña formada en la cara interna del elemento tubular y un número correspondiente de muesca(s) formado en el árbol rotativo, estando cada pestaña adaptada para hacer tope radial y axialmente contra una muesca.

- 65 A la inversa, de acuerdo con otro ejemplo, el sistema de acoplamiento puede comprender al menos una pestaña formada en la cara externa del árbol rotativo y un número correspondiente de muesca(s) formado en el elemento

tubular, estando cada pestaña adaptada para hacer tope radial y axialmente contra una muesca.

Las muescas pueden ser unos simples alojamientos que forman un único tope axial y un único tope radial.

- 5 En algunas configuraciones, el árbol rotativo y el elemento tubular no se retiran de forma conjunta del agujero de perforación. El sistema de acoplamiento está, por lo tanto, configurado para que el árbol rotativo y el elemento tubular no sean solidarios en traslación en dirección aguas arriba.
- 10 En otras configuraciones, el sistema de acoplamiento podrá constar de otros medios que permiten la solidarización de los dos elementos en traslación aguas arriba, en particular unos medios que permitan esta solidarización sea cual sea la posición angular del árbol rotativo en el interior del elemento tubular, del tipo de la brida mencionada anteriormente.
- 15 Las muescas también pueden ser unos alojamientos que forman dos topes axiales y un tope radial. En este caso, el sistema de acoplamiento se dispara (p. ej. se lleva a su primera configuración) mediante un simple movimiento de pivotamiento que garantiza la introducción de cada pestaña entre dichos topes y el acoplamiento en rotación se consigue para un único sentido de rotación, extrayéndose cada pestaña de su muesca respectiva en caso de rotación inversa.
- 20 De acuerdo con una variante, las muescas pueden ser unos alojamientos en forma de L, provistos respectivamente de una revuelta que permite el bloqueo de las pestañas en los dos sentidos de rotación. En este caso, el sistema se dispara mediante un movimiento de rotación inmediatamente seguido de una traslación destinada a conducir la o las pestañas dentro de dicha parte de revuelta de las muescas. El acoplamiento en rotación se consigue en los dos sentidos de rotación.
- 25 Se entiende que el sistema de acoplamiento puede estar formado por unos elementos que forman parte integrante del árbol rotativo o del elemento tubular.
- 30 El sistema de acoplamiento también puede comprender unos elementos complementarios que cooperan con el árbol rotativo o el elemento tubular, en particular fijados a uno u otro de estos elementos.
- Algunas partes que forman el sistema de acoplamiento también pueden ser amovibles, como se precisará a continuación.
- 35 De acuerdo con un ejemplo de realización, el dispositivo de tratamiento comprende al menos dos herramientas mezcladoras separadas axialmente a lo largo del eje principal.
- De acuerdo con un ejemplo, las diferentes herramientas pueden presentar diferentes envergaduras cuando se encuentran en la posición desplegada.
- 40 Por ello, por ejemplo, los brazos mezcladores de las diferentes herramientas mezcladoras pueden presentar longitudes diferentes, en particular unas longitudes que aumentan progresivamente a lo largo del eje principal.
- 45 La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra un dispositivo de tratamiento como el que se ha definido con anterioridad, comprendiendo dicho procedimiento, además, al menos las siguientes etapas:
 - se solidarizan el elemento tubular y el árbol rotativo llevando al sistema de acoplamiento a su primera configuración;
 - 50 – se desciende el árbol rotativo al suelo de forma conjunta con el elemento tubular hasta la porción de suelo que hay que tratar;
 - se desolidariza el árbol rotativo del elemento tubular llevando al sistema de acoplamiento a su segunda configuración;
 - se desplaza el árbol rotativo con respecto al elemento tubular hasta la introducción de la herramienta mezcladora en la porción de suelo que hay que tratar;
 - 55 – se despliega la herramienta mezcladora; y
 - se opera la rotación del árbol inyectando un fluido en la porción de suelo por el conducto longitudinal, por lo cual dicha porción de suelo se mezcla con dicho fluido.
- 60 El fluido inyectado es, por ejemplo, un agente descontaminante o un ligante hidráulico.
- De acuerdo con una forma de implementación de la invención, después del tratamiento de la porción de suelo, el elemento tubular se extrae del suelo de forma conjunta con el árbol rotativo.
- 65 En el procedimiento de tratamiento de acuerdo con la presente invención, las operaciones de perforación y de mezcla del suelo con otro material se realizan una directamente a continuación de la otra, sin retirada intermedia de

la herramienta de perforación ni introducción de una herramienta mezcladora distinta. Al ser el dispositivo utilizado a la vez un dispositivo de perforación y de mezcla, solo son necesarios un descenso y un ascenso del dispositivo.

Esto resulta especialmente ventajoso cuando la porción de suelo que hay que tratar está situada a gran profundidad. Los métodos de perforación que consisten en hundir unas varillas en el suelo a medida que se perfora para alcanzar la profundidad deseada, son engorrosos. El mismo problema se plantea, después de la perforación, para el ensamblado de la herramienta mezcladora.

La realización de dos etapas, de perforación y de mezcla, directamente una a continuación de la otra, utilizando un único y mismo dispositivo, permite reducir considerablemente la duración del procedimiento de tratamiento. El ensamblado de las varillas y tubos, por adelantado, se realiza una única vez, en lugar de dos cuando la perforación y la mezcla se realizan utilizando herramientas diferentes.

Además, gracias a las disposiciones de la invención, varillas y tubos pueden ensamblarse al mismo tiempo, gracias a la presencia del sistema de acoplamiento. Ya no es necesario, como sí lo era con los dispositivos de la técnica anterior, descender en primer lugar los tubos y a continuación las varillas.

En la presente descripción se describen varias formas de realización. Sin embargo, salvo que se indique lo contrario, las características descritas en relación con una forma cualquiera se pueden aplicar a otra forma de realización.

Descripción de las figuras

Se entenderá mejor la invención con la lectura de la descripción que viene a continuación de una forma de realización de la invención dada a título de ejemplo no limitativo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en sección de un dispositivo de tratamiento de acuerdo con una forma de realización de la invención, estando el sistema de acoplamiento en su primera configuración;
- la figura 2 es una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 1;
- la figura 3 es una vista en sección a lo largo de la línea B-B de la figura 1;
- las figuras 4 y 5 son unas vistas parciales, respectivamente de cara y en perspectiva, del árbol rotativo de la figura 1, que muestran una parte del sistema de acoplamiento;
- las figuras 6 y 7 son unas vistas parciales del elemento tubular, respectivamente en perspectiva y en sección, que muestran una parte complementaria del sistema de acoplamiento;
- la figura 8 es una vista parcial, despiezada, del sistema de acoplamiento;
- las figuras 9A a 9F muestran las etapas sucesivas de un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo de acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención;
- las figuras 10A a 10F ilustran las etapas de ensamblado de un dispositivo de tratamiento de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención, en el que el árbol rotativo es un tren de varillas y el elemento tubular es un tren de tubos;
- las figuras 11A y 11B ilustran un sistema de acoplamiento que se puede utilizar en un dispositivo de tratamiento de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención;
- la figura 12 muestra con más detalle el funcionamiento del sistema de acoplamiento detallado en las figuras 11A y 11B.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 es una vista en sección tomada en un plano vertical que muestra un dispositivo de tratamiento 10 de acuerdo con la invención, destinado a tratar una porción de suelo definida a partir de una profundidad P bajo la superficie S del suelo. Si se hace referencia a la figura 9A que ilustra una primera etapa del procedimiento de tratamiento de acuerdo con la invención implementado por medio de dicho dispositivo 10, la porción de suelo que hay que tratar se designa con la referencia ST.

En el ejemplo, el dispositivo 10 se desplaza verticalmente, para una perforación en la vertical. También se podría utilizar este dispositivo 10 para una perforación en la horizontal o para una perforación inclinada.

Como se constata en la figura 1, el dispositivo de tratamiento 10 comprende un árbol rotativo longitudinal 20 con un eje principal X fijado a unos medios de rotación no representados aquí pero ya conocidos, así como un elemento alargado hueco o elemento tubular externo 30, en particular un tubo, aquí coaxial al árbol rotativo 20 y que rodea a este último.

El dispositivo de tratamiento 10 descrito en el ejemplo se utiliza en la implementación de un procedimiento de *soil mixing*.

El *soil mixing* es un procedimiento que consiste en tratar una porción de suelo mezclando el suelo desestructurado con un fluido, como una lechada o un reactivo, con el fin de cambiar las propiedades mecánicas, físicas y/o químicas.

En el ejemplo ilustrado, el árbol rotativo 20 consta, en su extremo inferior, de una herramienta de perforación 24, por ejemplo una lámina trimetálica, destinada a perforar el suelo para garantizar la progresión del dispositivo 10.

5 Por otra parte, un conducto longitudinal 22 atraviesa el árbol rotativo para la inyección de un fluido de tipo citado con anterioridad cerca del extremo inferior 28 del árbol 20. En el ejemplo, el conducto longitudinal 22 atraviesa la herramienta de perforación 24 y desemboca a la altura de un orificio de inyección 23 situado en el extremo inferior de dicha herramienta.

10 El elemento tubular externo 30 consta, también, de unos dientes de corte 39 en su extremo inferior 38.

El árbol rotativo 20 puede, cuando la porción de suelo que hay que tratar ST es profunda, estar constituido por una sucesión de varillas enroscadas unas a las otras. De la misma manera, el elemento tubular 30 puede adoptar la forma de un tren de tubos.

15 En el ejemplo, como se mostrará a continuación, tanto el árbol rotativo 20 como el elemento tubular 30 se forman mediante el ensamblado, en particular el enroscado, de varios tramos sucesivos.

20 Cerca de su extremo inferior, el árbol 20 está provisto de una herramienta mezcladora desplegable 40 que comprende aquí dos brazos 42 similares dispuestos a ambos lados de un diámetro del árbol 20.

25 Cuando la herramienta desplegable 40 se encuentra dentro del elemento tubular 30 como se representa en las figuras 9A a 9C, la pared interna del elemento tubular 30 actúa sobre los brazos 42 para llevarlos a una posición retraída en la que se extienden a lo largo del extremo inferior del árbol 20. En esta posición, la totalidad de cada brazo 42 va a lo largo del árbol 20. De esta forma, la herramienta de perforación 24, que sale al menos parcialmente más allá del extremo inferior del elemento tubular 30, puede perforar el suelo libremente.

30 Como se ve en la figura 9D, los dos brazos 42 están montados pivotantes sobre el extremo inferior 28 del árbol 20 alrededor de unos ejes ortogonales a la dirección longitudinal X del árbol 20. De esta forma, los brazos 42 se pueden extender lateralmente con respecto a la dirección longitudinal X del árbol 20.

35 Unos medios de muelle 44 (véase la figura 1) están dispuestos entre el árbol rotativo 20 y cada uno de los dos brazos 42 de tal modo que estos brazos 42 tienen una tendencia natural a desplegarse con respecto al eje X del árbol 20 gracias a la acción de los muelles 44, cuando estos están fuera del elemento tubular 30.

De preferencia, en su posición desplegada, los brazos 42 forman un ángulo abierto hacia el extremo inferior del árbol, como se representa en la figura 9D.

40 Se entiende que, en la posición desplegada, los brazos 42 permiten desestructurar el suelo cuando el árbol 20 gira.

Como se muestra de manera más clara en la figura 8, el árbol rotativo 20 presenta una sección por lo general circular, con un diámetro constante. De la misma manera, el elemento tubular 30 presenta una sección por lo general anular, con unos diámetros, interno y externo, constantes.

45 El diámetro externo del árbol rotativo 20 es inferior al diámetro interno del elemento tubular 30. De este modo, se conserva un paso anular 60, visible en la figura 1, entre los dos elementos 20, 30. Como se describirá a continuación con más detalle, este paso 60 permite el ascenso de los residuos de perforación, es decir de la mezcla de suelo desagregado y de fluido de perforación resultante de la operación de perforación.

50 Como se ve en la figura 1, el dispositivo 10 de acuerdo con la invención comprende un sistema de acoplamiento descebeable 50 entre el árbol rotativo 20 y el elemento tubular 30.

55 Cuando el árbol rotativo 20 está alojado en el interior del elemento tubular 30, dicho de otro modo, cuando la herramienta mezcladora 40 está en la posición retraída, el sistema de acoplamiento 50 está situado aguas arriba de la herramienta mezcladora 40.

60 Por lo general, el sistema de acoplamiento 50 comprende unos primeros elementos fijados a o que forman parte integrante del elemento tubular 30 y unos segundos elementos fijados a o que forman parte integrante del árbol rotativo 20. Cooperando, estos primeros elementos y estos segundos elementos bloquean algunos grados de libertad relativos entre el elemento tubular 30 y el árbol rotativo 20.

65 En el ejemplo, el sistema de acoplamiento 50 consta de una multitud de pestañas 54 formadas en la pared interna del elemento tubular 30, adaptados para cooperar con un número correspondiente de alojamientos 52 formados en la pared externa del árbol rotativo.

Las figuras 6 y 7 ilustran un tramo 31 del elemento tubular 30 en el que se forman las pestañas 54. Este tramo 31 se

enrosca en cada extremo 31a, 31b para su fijación a un tubo 32, 33, respectivamente de cabezal y de pie, del elemento tubular 30.

5 Cada pestaña 54 se vincula, en el ejemplo, a un sector angular de una brida interna formada en la pared interna del elemento tubular 30.

En el ejemplo, el sistema de acoplamiento consta de tres pestañas 54 repartidas en la pared interna del elemento tubular, formando entre estas unos ángulos de 120°.

10 Como se desprende de las figuras 4, 5 y 8, los alojamientos 52 se forman en unas partes sobresalientes 53 formadas en la periferia del árbol rotativo 20.

15 Las figuras 4 y 5 en particular, ilustran un tramo 21 del árbol rotativo 20 que consta de estas partes sobresalientes 53. Este tramo 21 se enrosca en cada extremo 21a, 21b para su fijación en un tramo complementario del árbol rotativo 20.

La cara radial externa de las partes sobresalientes 53 va a lo largo de la cara interna del elemento tubular 30.

20 Entre las partes sobresalientes 53, el árbol rotativo 20 consta de unas ranuras 51 que se extienden longitudinalmente (p. ej. en la dirección principal X). Cada ranura 51 comunica respectivamente con uno de los alojamientos 52 y presenta una anchura suficiente para permitir que una pestaña 54 se deslice en el interior en la dirección axial.

25 En las figuras 2 y 3, se observa que la profundidad de las ranuras 51 se selecciona para garantizar una sección de flujo suficiente para los residuos de perforación. Las partes sobresalientes 53 constituyen en efecto una restricción de flujo para dichos residuos, lo que puede compensarse, al menos en parte, por dichas ranuras.

30 Para recibir una pestaña 54, cada alojamiento 52 se presenta en forma de una entalladura, aquí con un perfil complementario al de las pestañas 54, realizada en la pared exterior de las partes sobresalientes 53 del árbol rotativo 20.

Se dirá que el sistema de acoplamiento se encuentra en su primera configuración cuando cada pestaña 54 está alojada en el interior de un alojamiento 52.

35 F1 es el sentido de las agujas del reloj que se ilustra en las diferentes figuras. En esta configuración, si el árbol rotativo 20 gira alrededor del eje X en el sentido F1, las pestañas 54 hacen cada una tope contra la pared vertical 52c de su alojamiento 52 (definida en un plano sustancialmente axial). El árbol rotativo 20 arrastra de este modo, en su movimiento, al elemento tubular 30.

40 Cuando, al mismo tiempo, el árbol rotativo 20 se desplaza aguas abajo, es decir hacia abajo en las diferentes figuras (dirección con la referencia X1), las pestañas 54 hacen tope contra la pared horizontal aguas arriba 52b de su alojamiento 52 (definido en un plano radial). Por consiguiente, el árbol rotativo 20 arrastra al elemento tubular 30 en su movimiento de traslación.

45 Cuando el sistema de acoplamiento 50 se encuentra en su primera configuración y cuando, como en las figuras 9A y 9B, el árbol rotativo 20 gira en el sentido de las agujas del reloj F1 y se traslada hacia aguas abajo (X1), es decir hacia la profundidad del suelo, este arrastra consigo al elemento tubular 30.

50 La herramienta de perforación 24 desagrega el suelo en el centro y mediante los dientes de perforación 39 en la periferia del dispositivo 10. Al mismo tiempo, un fluido de perforación, por lo general agua, se dirige al suelo, cerca de la herramienta de perforación 24, por el conducto longitudinal 22.

55 La mezcla de suelo y de fluido de perforación asciende por el paso anular 60 formado entre el elemento tubular 30 y el árbol rotativo 20. A la altura del sistema de acoplamiento 50, la mezcla pasa por las ranuras 51 formadas en la periferia del árbol 20, entre las partes sobresalientes 53.

Los movimientos de traslación y de rotación continúan hasta que el extremo inferior del elemento tubular 30 alcance la parte de suelo que hay que tratar ST, dicho de otro modo la profundidad P.

60 Para que la herramienta mezcladora 40 pueda introducirse en la porción de suelo que hay que tratar ST, el sistema de acoplamiento 50 se lleva a su segunda posición, de la forma ilustrada en la figura 9C.

65 Mientras que el elemento tubular 30 se mantiene en su posición mediante la fricción del suelo o mediante un dispositivo de sujeción previsto para ello, el árbol rotativo 20 pivota en el sentido contrario a las agujas del reloj F2, aproximadamente 45°, de modo que las pestañas 54 se extraen de su alojamiento respectivo 52 y se introducen dentro de las ranuras 51.

Como se ilustra en la figura 9D, el árbol rotativo 20 se traslada entonces aguas abajo (X1), hasta que las pestañas 54 abandonan dichas ranuras 51.

5 El sistema de acoplamiento se encuentra por tanto en su segunda configuración, en la que el árbol rotativo 20 y el elemento tubular 30 ya no están acoplados en rotación, ni en traslación.

10 El árbol rotativo 20 se puede entonces desplazar aguas abajo (X1) hasta que su extremo inferior, y en particular la herramienta mezcladora 40, se extraiga del elemento tubular 30 y penetra en la porción de suelo que hay que tratar ST.

15 Cuando se despliegan los brazos 42, se opera entonces la rotación del árbol 20 inyectando al mismo tiempo un fluido en la porción de suelo ST por el extremo inferior del árbol 20, por lo que la zona tratada queda circunscrita a dicha porción de suelo.

Una vez tratada la porción de suelo a la profundidad deseada, se asciende (X2) el árbol rotativo 20 hasta que la herramienta mezcladora 40, en particular, esté de nuevo alojada en el interior del elemento tubular 30.

20 El árbol rotativo 20 se traslada aguas arriba a lo largo del eje principal X, y simultáneamente gira.

Inevitablemente, al ser fijo el elemento tubular externo, las ranuras 51 del árbol rotativo 20 quedan enfrentadas a las pestañas 54, las cuales se alojan dentro de forma automática.

25 Para extraer el elemento tubular de forma conjunta con el árbol rotativo, sería relativamente complicado (aunque posible usando la suficiente precisión) reintroducir cada pestaña 54 en uno de los alojamientos 52 con el fin de acoplar el árbol rotativo 20 y el elemento tubular 30 en traslación aguas arriba.

30 Por consiguiente, como se extrae de manera más particular de la figura 8, una brida interna 56 se forma aguas arriba de las pestañas 54, en la pared interna del elemento tubular 30. Esta brida interna 56 presenta un diámetro interno inferior al diámetro del árbol rotativo 20 en su porción situada aguas abajo, en particular del diámetro del círculo dentro del cual se inscriben las partes sobresalientes 53.

35 La brida 56 forma un borde anular continuo, que garantiza el bloqueo en traslación del árbol rotativo 20 con respecto al elemento tubular 30 sea cual sea la posición angular del árbol rotativo 20.

El tope formado por la brida 56 garantiza la retirada fácil del elemento tubular 30 de forma simultánea al árbol rotativo 20.

40 Las figuras 10A a 10F ilustran el ensamblado, por adelantado, de un dispositivo 10 de acuerdo con la invención en el que el árbol rotativo 20 y el elemento tubular 30 son respectivamente un tren de varillas y un tren de tubos.

45 En la figura 10A, una varilla inferior 201 (o primera varilla) del árbol rotativo 20 está fijada en un dispositivo de desplazamiento que consta de un cabezal de rotación 70 y rodeada por un tubo inferior 301 (o primer tubo) del elemento tubular 30. Hay que señalar que, por las razones que se detallarán más adelante, una porción de la primera varilla 201 sobresale en el extremo superior del primer tubo 301.

50 Un sistema de acoplamiento 50 del tipo descrito anteriormente se forma entre la primera varilla 201 y el primer tubo 301, y se lleva a su primera configuración. En esta configuración, la primera varilla 201 y el primer tubo 301 están acoplados en rotación en el sentido de enroscado de las varillas, que corresponderá también, por razones evidentes, al sentido de rotación del dispositivo durante las operaciones de perforación.

55 Como en el ejemplo descrito anteriormente, una herramienta de perforación 24 está prevista en el extremo inferior de la primera varilla 201, y una herramienta de mezcla 40 está prevista entre el sistema de acoplamiento 50 y la herramienta de perforación 24.

Dos guillotinas, respectivamente aguas arriba 81 y aguas abajo 82, están dispuestas en la vertical de la ubicación prevista para la perforación, y por lo tanto de la porción de suelo que hay que tratar.

60 En una primera etapa, ilustrada en la figura 10B, el cabezal de rotación 70 hace que el conjunto gire y se traslade aguas abajo de forma que penetre dentro del suelo, hasta que el primer tubo 301 se encuentre enfrentado a la guillotina aguas abajo 82 y que la porción de la primera varilla 201 que desemboca fuera del tubo 301 se encuentre enfrentado a la guillotina aguas arriba 81.

65 La guillotina aguas abajo 82 se sujeta alrededor del primer tubo 301.

Al estar el primer tubo 301 y la primera varilla 201 acoplados en rotación gracias al sistema de acoplamiento 50, la

primera varilla 201 se inmoviliza en el sentido de rotación habitual del dispositivo.

Una rotación de la varilla 201 en el sentido inverso, por el contrario, vendría a descebar el acoplamiento con el primer tubo 301.

Para desenroscar el cabezal de rotación 70, como se ilustra en la figura 10B, la primera varilla 201 queda por lo tanto, de la misma forma, "muy apretada" por la guillotina aguas arriba 81.

Una vez desenroscado, el cabezal de rotación 70 se asciende, y la guillotina aguas arriba 81 se afloja (véase la figura 10C) para permitir el enroscado, sobre la primera varilla 201 y el primer tubo 301, respectivamente de una segunda varilla 202 y de un segundo tubo 302 (véase la figura 10D).

El conjunto gira de nuevo y se introduce dentro del suelo, como se ilustra en la figura 10E. Una vez más, las dos guillotinas 81, 82 se aprietan de nuevo.

El cabezal de rotación 70 se desenrosca.

Como se ilustra en la figura 10F, la guillotina aguas arriba 81 una vez más se afloja, y se aleja el cabezal de rotación 70 para permitir el enroscado sobre la segunda varilla 201 y el segundo tubo 301, respectivamente de una tercera varilla y de un tercer tubo (no representados).

Todas las etapas citadas con anterioridad se reiteran tantas veces como sea necesario para alcanzar una profundidad de perforación suficiente.

Un dispositivo de tratamiento 100 de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención se ilustra en las figuras 11A, 11B y 12.

La herramienta de mezcla y la herramienta de perforación se mantienen posicionadas como en la forma de realización descrita anteriormente, y sus estructuras respectivas son también idénticas. Por lo tanto, no se representan ni se describen de nuevo.

Esta forma de realización se diferencia esencialmente de la anterior en que el sistema de acoplamiento 150 está situado cerca del extremo superior del dispositivo 100.

No obstante, se trata, como anteriormente, de un sistema de bayoneta.

El sistema de acoplamiento 150 comprende una multitud de pestañas (aquí tres) 154, formadas esta vez en la pared externa del árbol rotativo 120, y un número correspondiente de alojamientos 152 formados en la pared del elemento tubular 130.

Como el sistema de acoplamiento 150 está situado en el extremo superior del dispositivo, es necesario que se pueda desmontar en el caso de que el árbol rotativo 120 y el elemento tubular 130 sean respectivamente un tren de varillas y un tren de tubos.

En el ejemplo, el sistema de acoplamiento 150 comprende, por lo tanto, dos piezas 158, 159 fijadas de forma amovible respectivamente en el extremo superior del elemento tubular 130 y en el extremo superior del árbol rotativo 120.

Una primera pieza 158, en forma de casquillo, está adaptada para cooperar con el extremo superior de un tubo del elemento tubular 130 por su extremo roscado 158a (véase la figura 11A).

Una segunda pieza 159, sustancialmente cilíndrica, está adaptada para cooperar con el extremo superior de una varilla del árbol rotativo 20 por su extremo roscado 159a (véase la figura 11B).

Se entiende que las tres pestañas 154 están adaptadas para deslizarse dentro de las hendiduras correspondientes 152 formadas en la primera pieza 158.

En el ejemplo de la figura 11A, cada hendidura 152 presenta un primer tramo 155a que se extiende longitudinalmente en la dirección del eje X, extendiéndose un segundo tramo 155b transversalmente a dicho primer tramo 155a, y una revuelta 155c.

De acuerdo con el mismo principio que se ha descrito anteriormente en relación con la primera forma de realización, se dice que el sistema de acoplamiento 150 se encuentra en su primera configuración cuando cada pestaña 154 está posicionada en una revuelta 155c correspondiente formada en el elemento tubular 130.

En esta primera configuración, el árbol rotativo 120 y el elemento tubular 130 están acoplados en traslación aguas

abajo, y en rotación en el sentido de las agujas del reloj F1 (véase la figura 12).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10, 100) para el tratamiento de una porción de suelo (ST), que comprende:

- 5 - un árbol rotativo (20, 120) que se extiende a lo largo de un eje principal (X) y que presenta un extremo superior (26) dirigido aguas arriba y un extremo inferior (28) dirigido aguas abajo,
- al menos una herramienta mezcladora desplegable (40) fijada al árbol rotativo (20, 120) cerca de su extremo inferior (28), y
- 10 - un conducto longitudinal (22) para la inyección de un fluido cerca del extremo inferior del árbol rotativo (20, 120), **caracterizado por que** comprende, además,
- una herramienta de perforación (24) situada en el extremo inferior del árbol,
- un elemento tubular externo (30, 130) que se extiende a lo largo de un eje paralelo al eje principal (X) del árbol rotativo (20, 120), estando el árbol rotativo (20, 120) dispuesto en el interior de dicho elemento tubular (30, 130), y
- 15 - un sistema de acoplamiento (50, 150) entre el árbol rotativo (20, 120) y el elemento tubular (30, 130), siendo dicho sistema de acoplamiento (50, 150), en una primera configuración, capaz de solidarizar el elemento tubular (30, 130) y el árbol rotativo (20, 120) en rotación alrededor del eje principal (X), en al menos un sentido de rotación, y de solidarizar el elemento tubular (30, 130) y el árbol rotativo (20, 120) en traslación a lo largo del eje principal (X), al menos en la dirección aguas abajo, y siendo dicho sistema de acoplamiento (50, 150), en una
- 20 segunda configuración, capaz de liberar dichos movimientos de rotación y de traslación.

2. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la herramienta mezcladora (40) se aloja dentro del elemento tubular (30, 130) cuando el sistema de acoplamiento (50, 150) se encuentra en su primera configuración.

3. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la herramienta mezcladora (40) está adaptada para extraerse del elemento tubular (30, 130) e introducirse en una porción de suelo que hay que tratar (ST) cuando el sistema de acoplamiento (50, 150) se encuentra en su segunda configuración.

4. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema de acoplamiento (50, 150) es un sistema de bayoneta.

5. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el sistema de acoplamiento (50) comprende al menos una pestaña (54) formada en la cara interna del elemento tubular (30) y un número correspondiente de muesca(s) (52) formado en el árbol rotativo (20), estando cada pestaña (54) adaptada para hacer tope radial y axialmente contra una muesca (52).

6. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la herramienta mezcladora desplegable (40) comprende al menos un brazo mezclador desplegable (42) fijado en el extremo inferior (28) del árbol rotativo (20, 120) y que se extiende lateralmente con respecto a la dirección principal (X) del árbol (20, 120), presentando dicho brazo (42) una posición desplegada y una posición retraída, de tal modo que, en la posición desplegada, la envergadura de la herramienta mezcladora (40) es superior al diámetro externo del elemento tubular (30, 130) para permitir el tratamiento de la porción de suelo (ST) mediante la rotación del árbol (20, 120), y en la posición retraída, la herramienta mezcladora (40) es capaz de insertarse dentro del elemento tubular (30, 130).

7. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la herramienta mezcladora (40) consta, además, de unos medios de muelle (44) capaces de provocar el despliegue del brazo mezclador (42) fuera del elemento tubular (30) y de permitir su vuelta a la posición retraída durante la inserción de la parte inferior (28) del árbol (20, 120) dentro del elemento tubular (30, 130).

8. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el sistema de acoplamiento (50, 150) es capaz de solidarizar el elemento tubular (30, 130) y el árbol rotativo (20, 120) en rotación alrededor del eje principal (X), en los dos sentidos de rotación.

9. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el sistema de acoplamiento (50, 150) está, además, adaptado para solidarizar el elemento tubular (30, 130) y el árbol rotativo (20, 120) en traslación a lo largo del eje principal (X), en dirección aguas arriba.

10. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el sistema de acoplamiento (50) comprende, además, unos medios de tope (56) adaptados para cooperar con el árbol rotativo (20) de modo que el árbol rotativo (20) y el elemento tubular (30) se vuelven solidarios en traslación en la dirección aguas arriba sea cual sea la posición angular del árbol rotativo (20).

11. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que los medios de tope (56) comprenden una brida formada en la cara interna del elemento tubular (30), siendo el diámetro interno de dicha

brida (56) inferior al diámetro máximo del árbol rotativo (20) en la porción de dicho árbol (20) situada aguas abajo de dicha brida (56).

5 12. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende al menos dos dispositivos mezcladores (40) separados axialmente a lo largo del eje principal (X).

10 13. Dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el sistema de acoplamiento (50) está previsto cerca del extremo inferior (28) del árbol rotativo (20) y del elemento tubular (30).

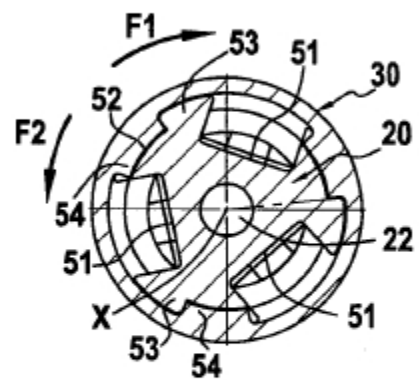
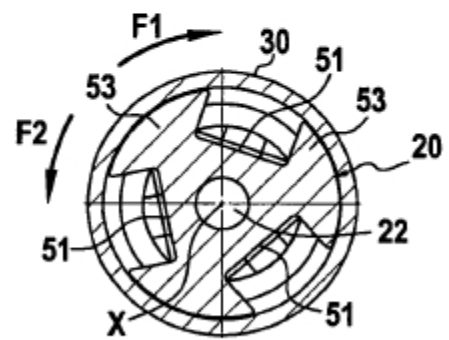
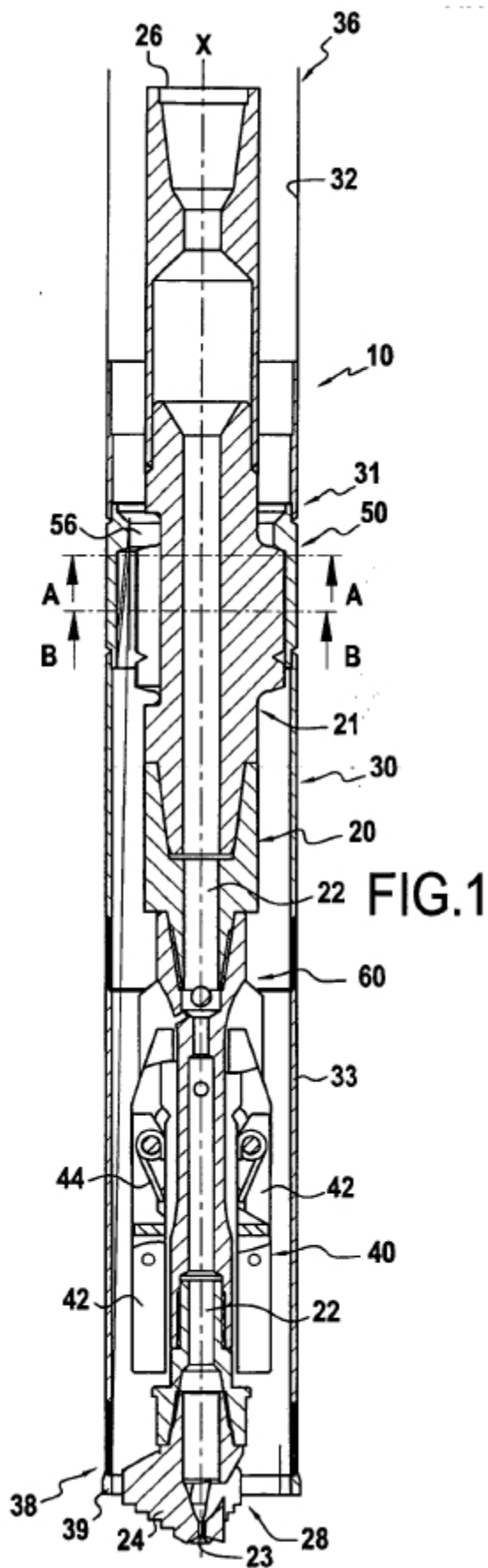
14. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra un dispositivo de tratamiento (10, 100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, comprendiendo dicho procedimiento, además, al menos las siguientes etapas:

- 15 - se solidarizan el elemento tubular (30, 130) y el árbol rotativo (20, 120) llevando al sistema de acoplamiento (50, 150) a su primera configuración,
- se desciende el árbol rotativo (20, 120) al suelo (S) de forma conjunta con el elemento tubular (30, 130) hasta la porción de suelo que hay que tratar (ST),
- 20 - se desolidariza el árbol rotativo (20, 120) del elemento tubular (30, 130) llevando al sistema de acoplamiento (50, 150) a su segunda configuración,
- se desplaza el árbol rotativo (20, 120) con respecto al elemento tubular (30, 130) hasta la introducción de la herramienta mezcladora (40) en la porción de suelo que hay que tratar (ST),
- se despliega la herramienta mezcladora (40), y
- 25 - se opera la rotación del árbol (20, 120) inyectando al mismo tiempo un fluido en la porción de suelo por el conducto longitudinal (22), por lo cual el suelo de dicha porción de suelo (ST) se mezcla con dicho fluido.

15. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo de acuerdo con la reivindicación 14, en el que, después del tratamiento de la porción de suelo (ST), el elemento tubular (30, 130) se extrae del suelo de forma conjunta con el árbol rotativo (20, 120).

30 16. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que el fluido inyectado es un agente descontaminante.

35 17. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que el fluido inyectado es un ligante hidráulico.



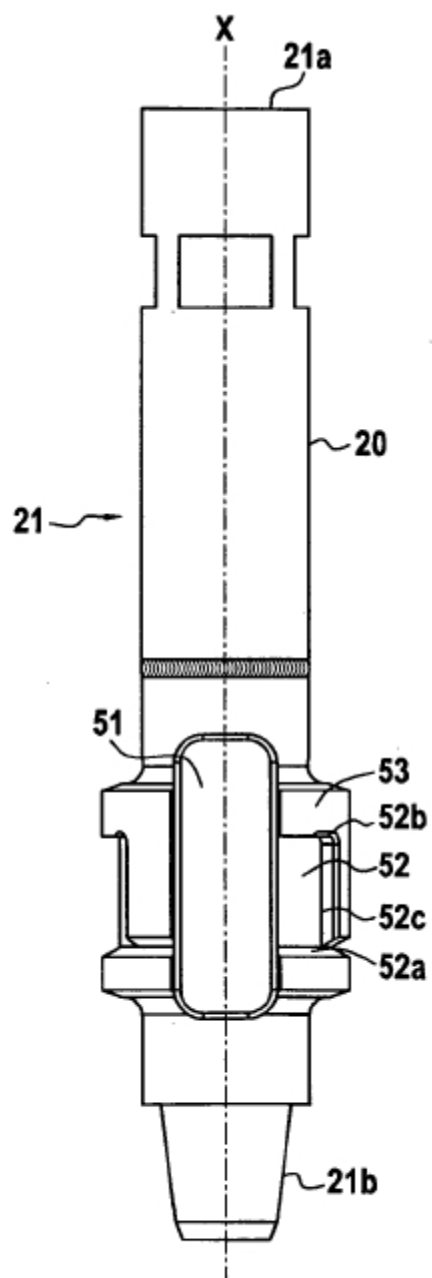


FIG.4

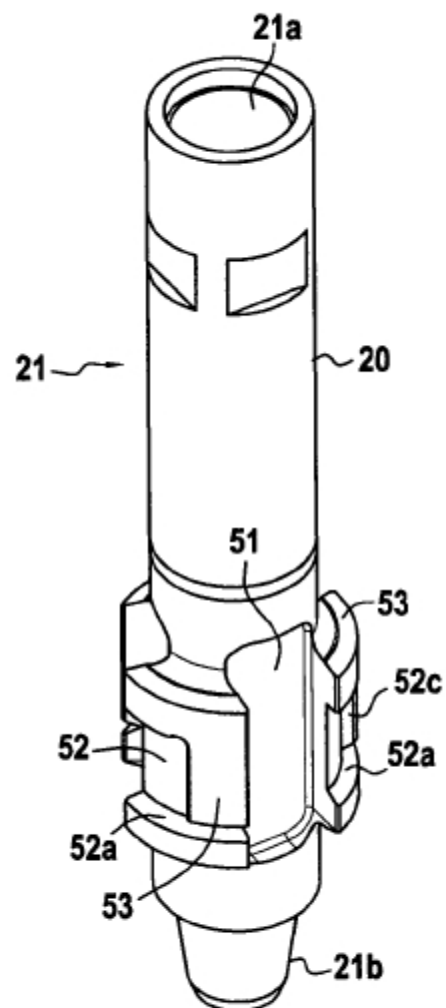


FIG.5

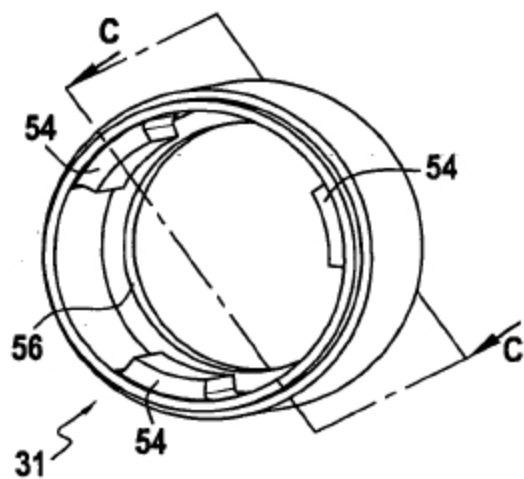


FIG. 6

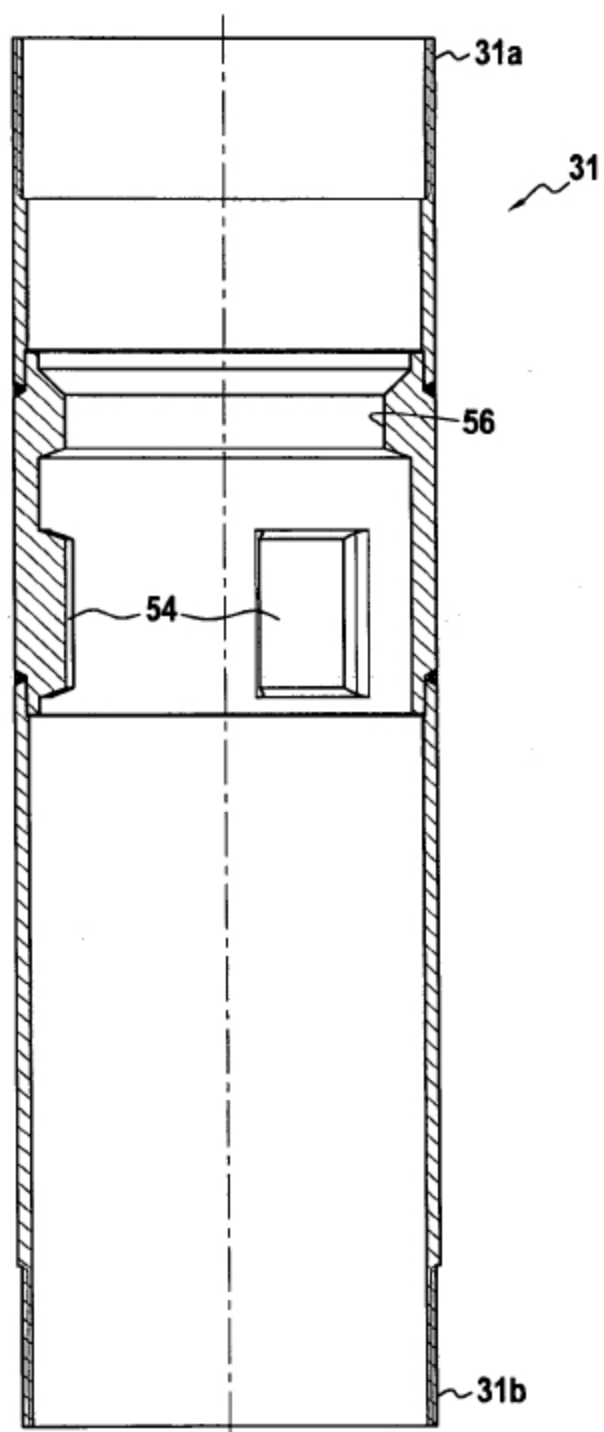


FIG. 7

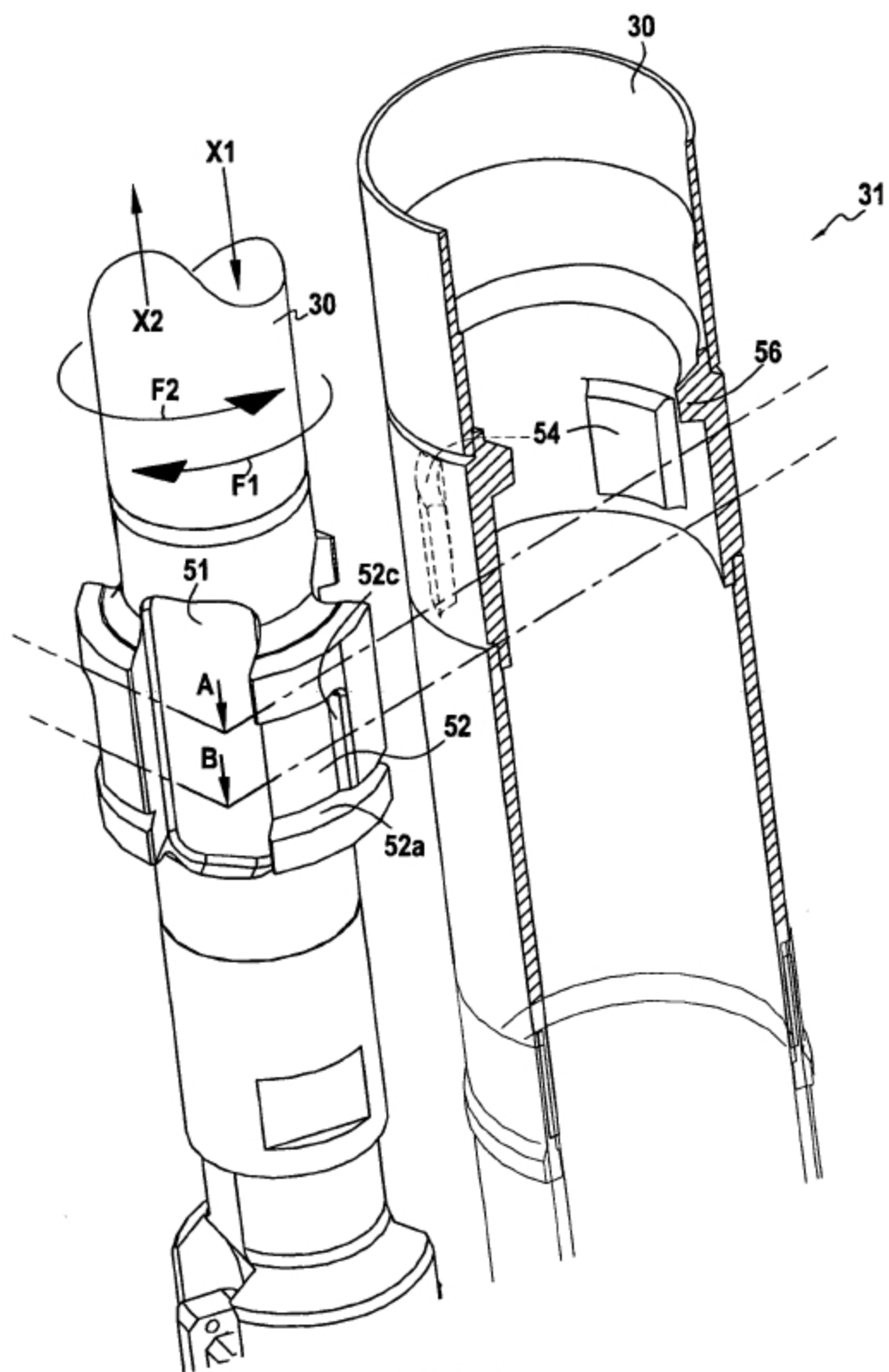


FIG.8

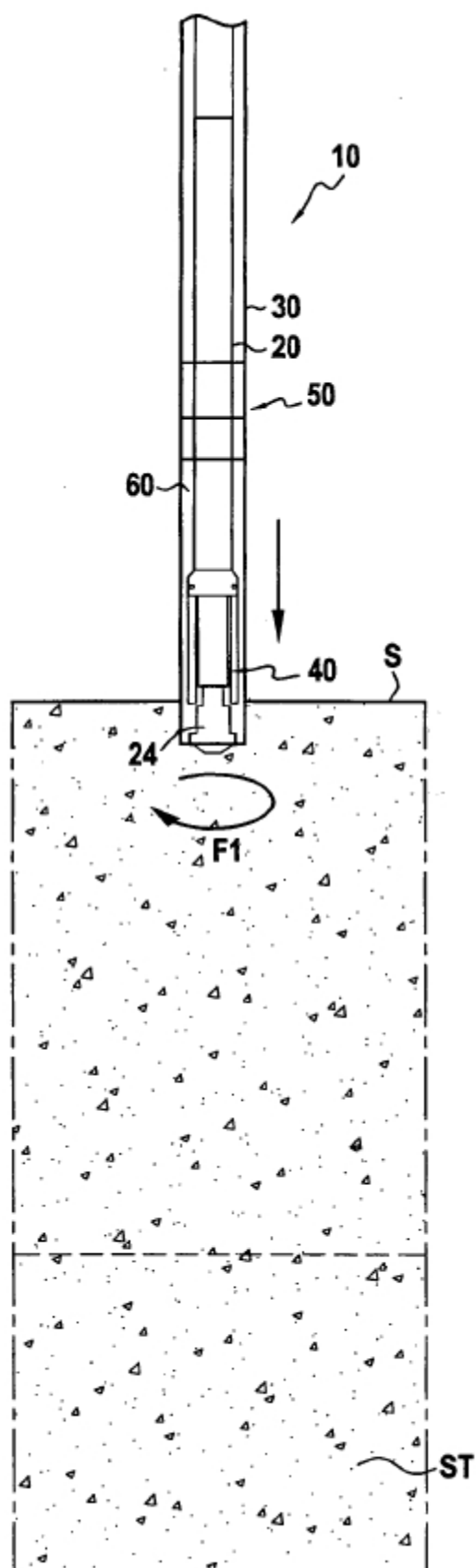


FIG. 9A

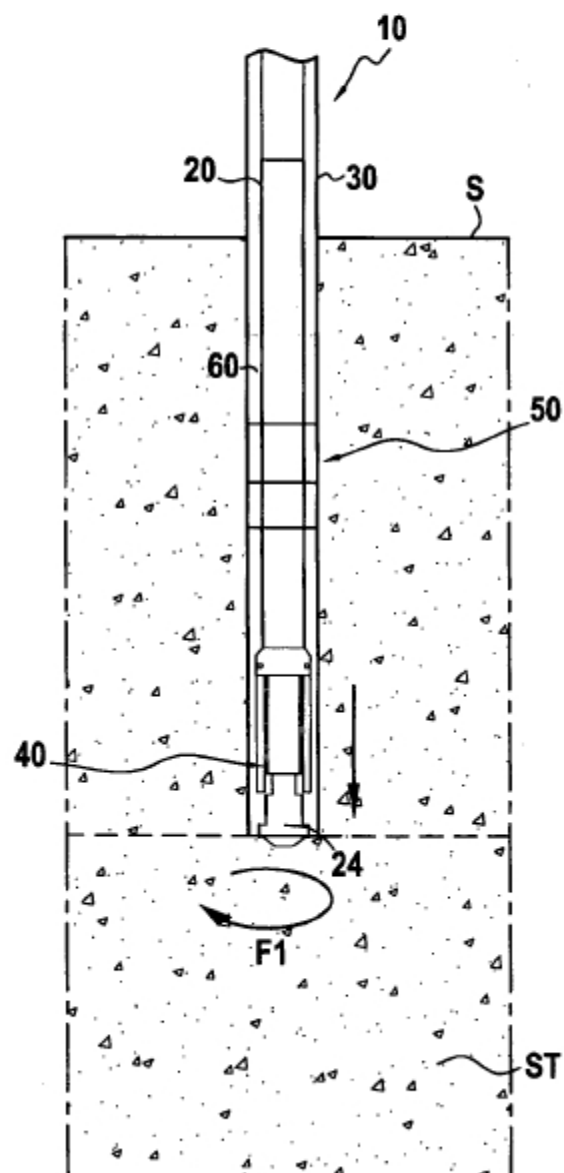


FIG. 9B

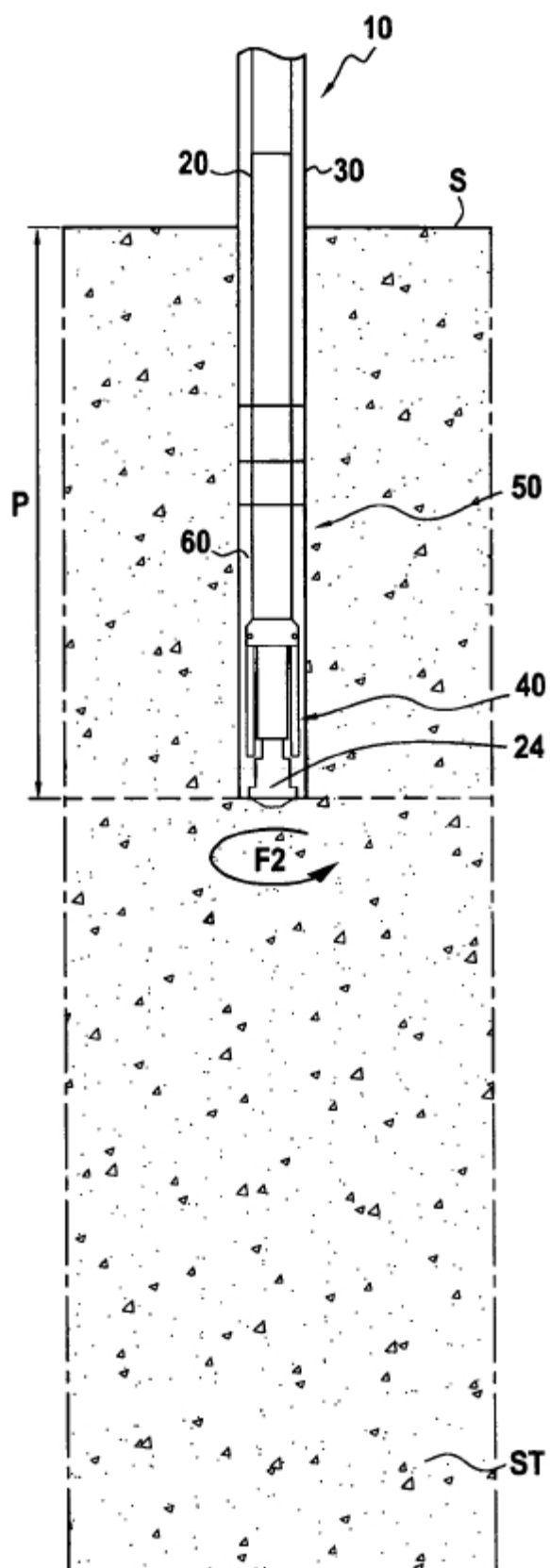


FIG. 9C

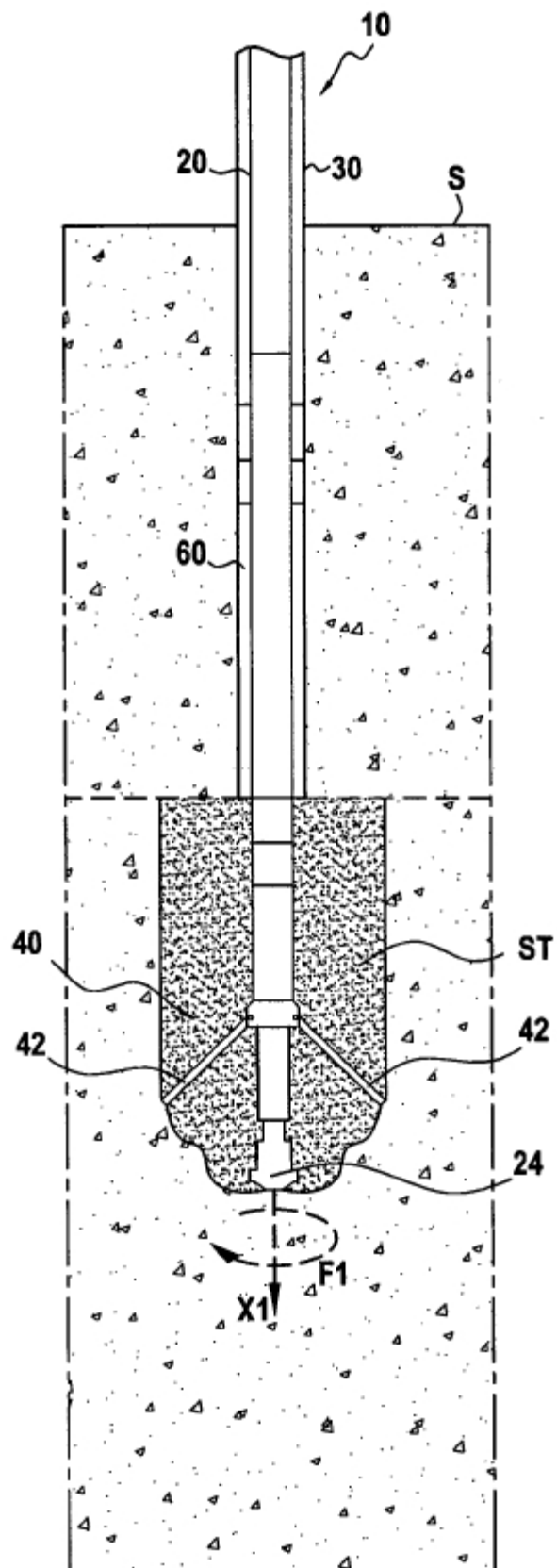
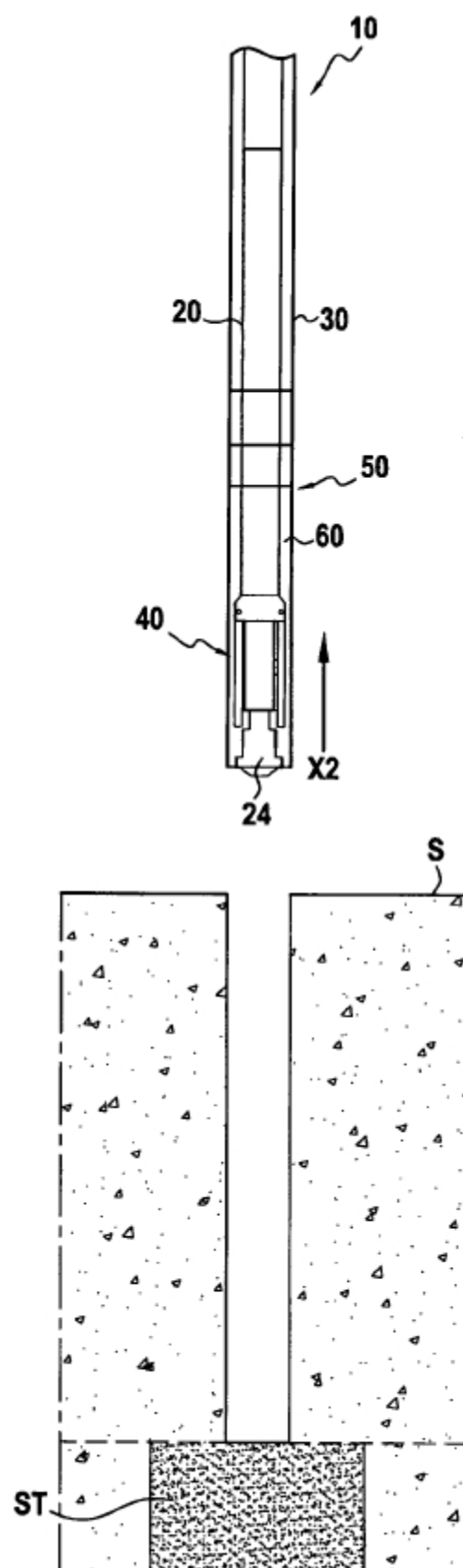
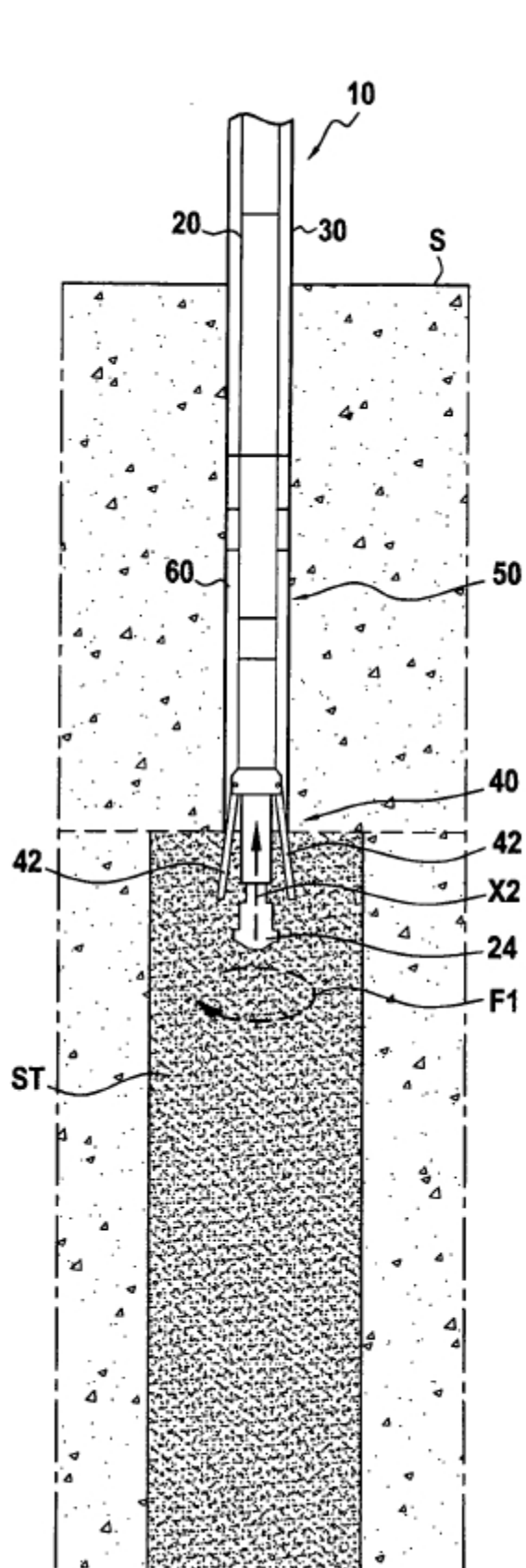
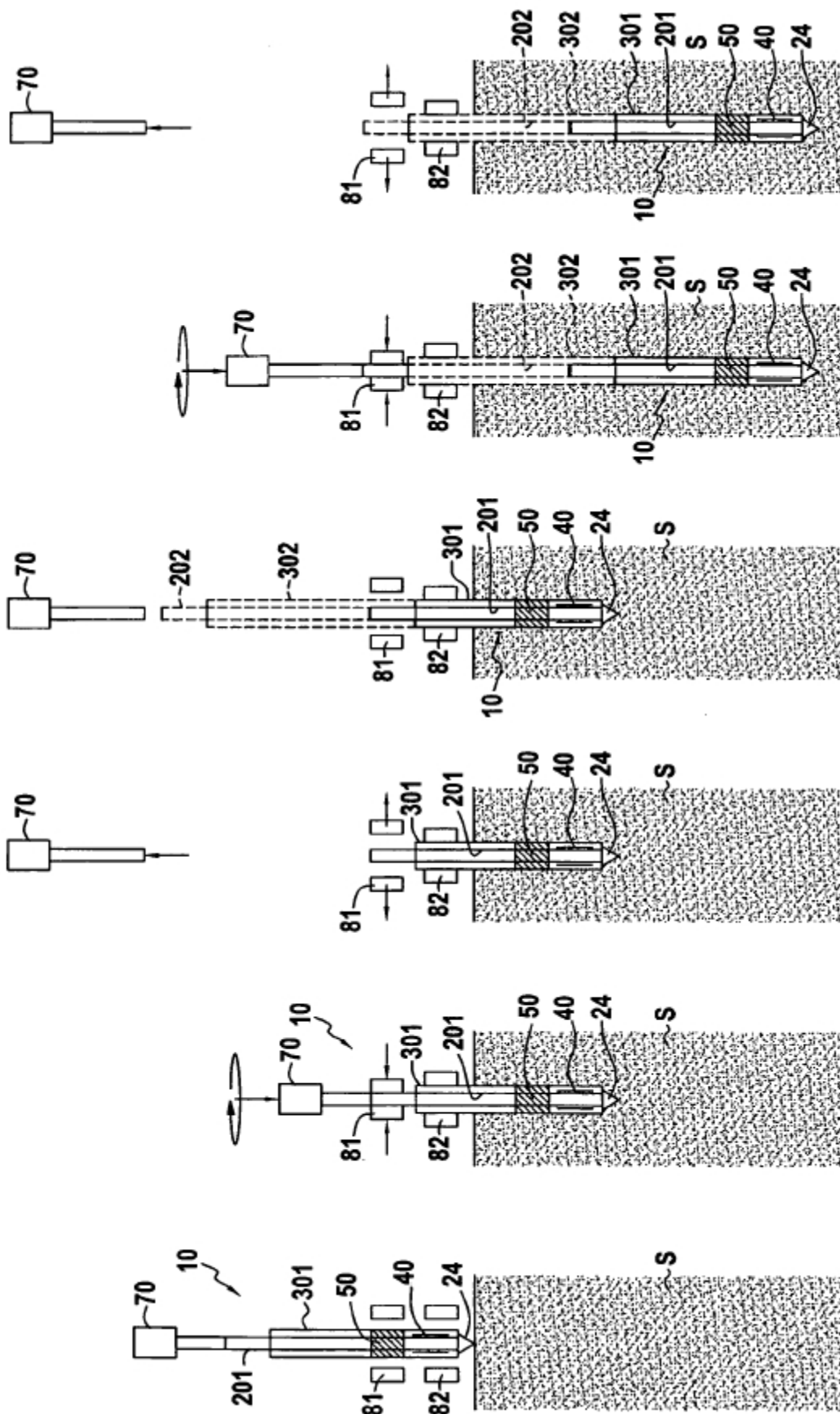


FIG. 9D





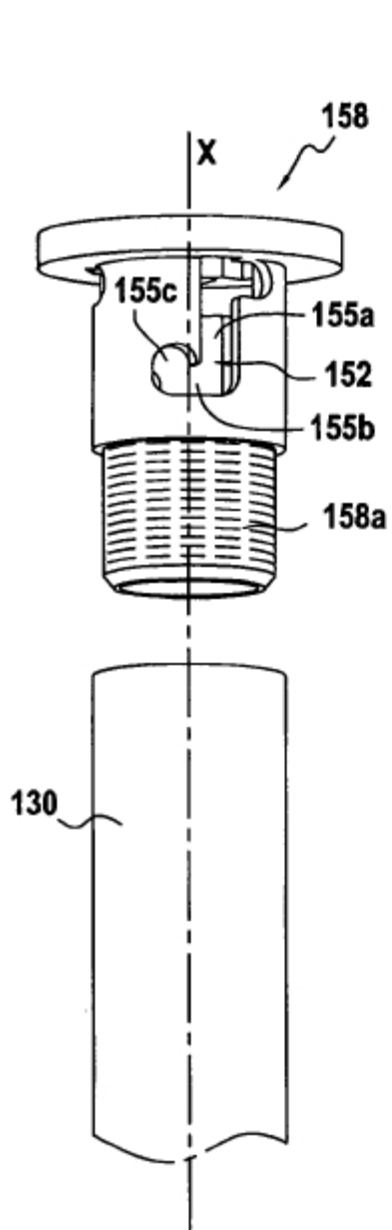


FIG.11A

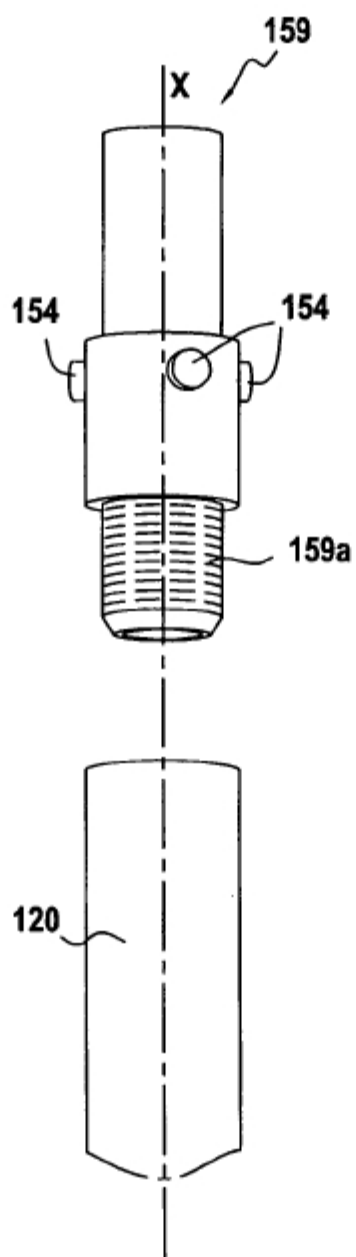


FIG.11B

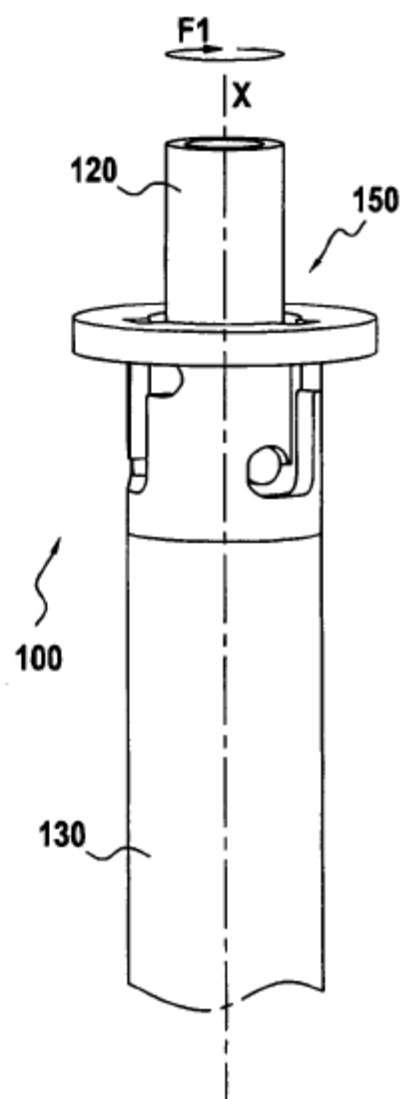


FIG.12