(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 438 023**

(51) Int. Cl.:

E02D 3/12 (2006.01)
E02D 5/44 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2007** **E 07111964 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 1878833**

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

(30) Prioridad:

12.07.2006 FR 0652937

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2014

(73) Titular/es:

SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
133 BOULEVARD NATIONAL
92500 RUEIL MALMAISON, FR

(72) Inventor/es:

MARCHAND, ALAIN;
RENOUD-LIAS, BRUNO;
CHAGNOT, PHILIPPE y
PERPEZAT, DANIEL

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 438 023 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

Sector de la técnica

La presente invención se refiere al campo de las herramientas para tratar una porción de suelo con el fin concreto de mejorar las características mecánicas y/o físicas.

La presente invención se refiere, más particularmente, a una herramienta mezcladora para el tratamiento de una porción de suelo, destinándose en concreto dicha herramienta a insertarse en una estructura tubular para su introducción en la porción de suelo.

Estado de la técnica

Por estructura tubular, se entiende una estructura que presenta una cavidad adecuada para el paso de la herramienta mezcladora, por ejemplo un tubo, una perforación o cualquier otra estructura conveniente a tal efecto.

El documento EP 1 630 299 describe una herramienta mezcladora que comprende un árbol cuyo extremo inferior está provisto de alas laterales accionadas por un mecanismo unido a un tren de varillas doble que se extiende longitudinalmente de tal manera que se conecta en superficie a medios motores.

Se entiende que este tipo de montaje es complejo y costoso, ya que para accionar la herramienta mezcladora se necesita un tren de varillas doble.

Objeto de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar una herramienta mezcladora que supere sustancialmente los inconvenientes mencionados anteriormente.

La invención consigue su objetivo ya que la herramienta mezcladora comprende:

- un árbol rotatorio longitudinal que presenta un extremo inferior;
- al menos un brazo retráctil fijado al extremo inferior del árbol rotatorio, 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 manera que, en posición desplegada, la envergadura del extremo inferior de la herramienta es superior al diámetro de la estructura tubular para permitir el tratamiento de la porción de suelo por rotación del árbol; siendo dicho al menos un brazo adecuado para desplegarse con respecto al eje del árbol formando un ángulo abierto hacia su extremo inferior.
- medios de resorte dispuestos entre el árbol rotatorio y el brazo retráctil, permitiendo al brazo asumir la posición retraída durante la inserción de la parte inferior del árbol en la estructura tubular; y
- un conducto (32, 132) longitudinal para la inyección de un fluido cerca del extremo inferior del árbol.

La posición desplegada es la posición natural del brazo retráctil, es decir, que en ausencia de cualquier tensión externa, el brazo se extiende lateralmente con respecto a la dirección longitudinal del árbol alejándose de este último gracias a los medios de resorte.

Cuando la herramienta está insertada en la estructura tubular, se entiende que la pared interna de la estructura tubular actúa sobre el brazo para llevarlo a la posición retraída, es decir, hacia el árbol.

Preferentemente, en la posición retraída, el brazo se extiende a lo largo del árbol rotatorio.

Se entiende que el brazo es adecuado para pasar de la posición retraída a la posición desplegada únicamente gracias a la acción de los medios de resorte.

Finalmente, se entiende que, cuando la operación de tratamiento ha terminado, el árbol vuelve a subirse hacia la superficie, y el brazo se lleva a la posición retraída durante el contacto con el extremo inferior de la estructura tubular.

De este modo, el brazo de la herramienta mezcladora de acuerdo con la presente invención es adecuado para desplegarse de manera autónoma sin ser accionado desde la superficie.

Por tanto, un interés de la presente invención es proponer una herramienta mezcladora que no necesite movimiento mecánico relativo de piezas de tipo vástagos o tubos coaxiales, y que no necesite la utilización de energía de tipo energía hidráulica.

Otro interés de la invención es poder efectuar una operación de mezcla denominada generalmente «*soil mixing*» (mezcla de suelo) que consiste en mezclar el suelo desestructurado por la rotación del brazo con un fluido para modificar las características de la porción de suelo tratada.

En el sentido de la invención, este fluido puede ser, por ejemplo, un líquido reactivo, una lechada o un gas que transporta partículas sólidas. Un líquido reactivo puede utilizarse particularmente durante una operación de descontaminación *in situ* en la que el suelo desestructurado se mezcla con este reactivo químico mediante la rotación del brazo retráctil.

Ventajosamente, la herramienta mezcladora comprende adicionalmente un anillo adecuado para sujetar dicho al menos un brazo en la posición retraída cuando la herramienta está fuera de la estructura tubular.

El anillo se utiliza particularmente antes de insertar la herramienta en la estructura tubular para sujetar el brazo en la posición retraída hasta su inserción en la estructura tubular.

Preferentemente, el anillo se retira en cuanto el brazo se inserta en la estructura tubular.

Ventajosamente, dicho al menos un brazo se extiende en un plano axial del árbol mientras se aleja de éste.

Un interés es poder favorecer el despliegue del brazo durante la traslación hacia abajo de la herramienta.

Ventajosamente, la herramienta de acuerdo con la invención comprende, adicionalmente, medios de detección para detectar cuándo dicho al menos un brazo está en posición desplegada.

Se entiende que la distancia entre el extremo libre del brazo y el eje longitudinal del árbol define sensiblemente el radio de la porción de suelo tratada.

De este modo, en cuanto el brazo se encuentra en una posición intermedia entre la posición retraída y la posición desplegada, el diámetro de la porción de suelo tratada es inferior al diámetro para el que está prevista la herramienta, con lo cual no es posible tratar la totalidad de la porción de suelo.

Los medios de detección de acuerdo con la invención permiten asegurar que el brazo esté efectivamente en su posición desplegada y no en una posición intermedia.

De manera particularmente ventajosa, los medios de detección de acuerdo con la invención son particularmente adecuados para crear una pérdida de carga en el conducto.

Un interés de la creación de una pérdida de carga reside en el hecho de que se puede detectar fácilmente en superficie la presencia o ausencia de dicha pérdida de carga, particularmente mediante una medición de la presión del fluido que circula por el conducto.

De este modo, gracias a la presente invención, no es necesario colocar sensores cerca el extremo inferior de la herramienta para detectar el correcto despliegue del brazo. Dichos sensores obligan, en general, a proporcionar pasos en el árbol para conducir cables eléctricos desde la superficie hasta el extremo inferior de la herramienta para suministrar energía a los sensores. Esta última solución presenta particularmente el inconveniente de ser costosa y compleja de realizar, al contrario que la solución técnica propuesta por la presente invención.

Preferentemente, una caída sensible de presión medida en el conducto significa que el árbol está correctamente desplegado.

Preferentemente, los medios de detección comprenden un objeto adecuado para sujetarse en el conducto por dicho brazo cuando éste está en posición retraída, y liberarse en cuanto el brazo está en posición desplegada.

Preferentemente, la envergadura del objeto es ligeramente inferior al diámetro del conducto para no obturarlo.

En el sentido de la invención, «el objeto es liberado» significa que el objeto puede ser arrastrado fuera del conducto por el flujo del fluido.

Se entiende que, cuando el objeto está en el conducto, se opone al flujo, de modo que la presión aguas arriba del objeto es sensiblemente superior a la presión que existiría en ausencia de este objeto.

De este modo, la presión en el conducto, medida en superficie, cuando el brazo está en posición retraída es superior a la presión en el conducto, medida en superficie, cuando el brazo está en posición desplegada, con lo cual se detecta fácilmente que el brazo está en posición desplegada.

Otro interés de la utilización del objeto es que la caída de presión, medida durante la liberación del objeto, es brusca

y, por consiguiente, fácilmente identificable.

Otro interés es que la posición aplicada sobre el objeto actúa sobre el brazo para favorecer su apertura.

Preferentemente, el objeto es una bola que tiene un diámetro ligeramente inferior al diámetro interno del conducto.

También puede preverse, sin salir del ámbito de la presente invención, la utilización de una pluralidad de bolas, donde cada una se libera para informar de un despliegue del brazo.

Ventajosamente, el brazo comprende una lengüeta para sujetar el objeto en el conducto cuando el brazo está en posición retraída.

Se entiende que el objeto está situado aguas arriba de la lengüeta mientras está siendo retenido por ésta cuando el brazo está en posición retraída.

De acuerdo con un primer modo de realización ventajoso de la presente invención, el brazo es adecuado para girar según un eje ortogonal en la dirección longitudinal del árbol rotatorio.

Preferentemente, el eje de giro del brazo está situado a distancia del eje del árbol.

Ventajosamente, los medios de resorte comprenden un resorte cilíndrico de acción angular.

El resorte cilíndrico comprende una parte que forma un cilindro cuyo eje corresponde sensiblemente al eje de giro del brazo.

Se entiende que un interés del resorte cilíndrico de acción angular es su compacidad.

De manera ventajosa, el extremo inferior del árbol comprende, adicionalmente, un orificio pasante transversal que comunica con el conducto y, opcionalmente, un receptáculo para recibir al objeto, dispuesto debajo del orificio pasante.

Se entiende que el receptáculo sirve para recuperar el objeto cuando éste se libera.

En cuanto se encuentra en el receptáculo, el objeto ya no obtura el conducto y el fluido puede fluir por el orificio pasante.

Preferentemente, el orificio desemboca al lado del brazo, de modo que el fluido puede ponerse en contacto con la parte del suelo que acaba de desestructurarse.

Ventajosamente, la herramienta de acuerdo con el primer modo de realización de la invención comprende al menos dos brazos retráctiles similares dispuestos a uno y otro lado de un diámetro del árbol rotatorio.

Preferentemente, la herramienta de acuerdo con la invención comprende dos brazos similares dispuestos a uno y otro lado de un diámetro del árbol.

La invención también se refiere a una instalación que comprende una herramienta mezcladora de acuerdo con la invención, un tubo adecuado para disponerlo previamente en el suelo y en el que puede insertarse la herramienta mezcladora para alcanzar la porción de suelo a tratar.

Preferentemente, el extremo inferior de la estructura tubular está achaflanado o biselado para permitir el despliegue progresivo de la herramienta, así como su posterior reintroducción en la estructura tubular.

Una aplicación ventajosa de esta instalación es, por ejemplo, mejorar una porción de suelo situada debajo de una vía férrea, sin contaminar el balasto.

Otra aplicación ventajosa de esta instalación es, por ejemplo, el tratamiento de una porción de suelo situada por debajo de una plataforma o de una capa de calzada.

Otra aplicación ventajosa de esta instalación es el tratamiento de una porción de suelo situada debajo de un elemento de mampostería o de hormigón, tal como una zapata, una solera o un muro. En esta aplicación, la estructura tubular consistirá en una perforación realizada en el elemento que la herramienta mezcladora debe atravesar para alcanzar la capa a tratar.

En efecto, se entiende que, gracias a la presente invención, la capa de suelo que se extiende a lo largo de la estructura tubular está ventajosamente protegida.

La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra un tubo, una herramienta mezcladora de acuerdo con la invención, un procedimiento en el que se introduce en primer lugar la estructura tubular en el suelo hasta la porción de suelo a tratar, se inserta la herramienta en la estructura tubular, se desplaza la herramienta en la estructura tubular hasta la introducción del extremo inferior de la herramienta en la porción de suelo, se despliega el brazo retráctil y se acciona la rotación del árbol mientras se inyecta un fluido en la porción de suelo por el extremo inferior del árbol, con lo cual la zona tratada se circunscribe a dicha porción de suelo.

Finalmente, la invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra un tubo, una herramienta mezcladora que comprende un árbol rotatorio que tiene un extremo inferior provisto de medios mezcladores desplegables, un procedimiento en el que se la estructura tubular se introduce en el suelo hasta la porción de suelo a tratar, la herramienta mezcladora se inserta en la estructura tubular hasta que los medios mezcladores estén dispuestos en la porción de suelo a tratar, se despliegan los medios mezcladores, se activan los medios mezcladores mientras se inyecta un fluido en la porción de suelo a tratar, con lo cual la capa de suelo que se extiende sobre la altura de la estructura tubular no se trata.

Descripción de las figuras

La invención se entenderá mejor y sus ventajas quedarán más claras con la lectura de la siguiente descripción detallada de los modos de realización representados como ejemplos no limitantes. La descripción se refiere a los dibujos, en los que:

- la figura **1** es una vista en corte que esquematiza la inserción de la herramienta de acuerdo con el primer modo de realización de la invención en un tubo previamente introducido en el suelo;
- la figura **2** muestra la herramienta mezcladora de acuerdo con el primer modo de realización de la invención en la fase del despliegue de los dos brazos;
- la figura **3** es una vista longitudinal en corte de la herramienta mezcladora de acuerdo con el primer modo de realización de la invención, que muestra la inyección de fluido después del despliegue de los brazos;

Descripción detallada de la invención

La herramienta mezcladora de acuerdo con la presente invención se utiliza, particular pero no necesariamente, en la realización de un procedimiento de *soil mixing* (mezcla de suelo).

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

Con ayuda de las figuras **1** a **3,** a continuación se describirá con más detalle la herramienta mezcladora **10** de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La figura **1** es una vista en corte tomada en un plano vertical que muestra la inserción de la herramienta mezcladora **10** en una estructura tubular constituida, en este caso, por un tubo **12** que previamente se ha introducido en el suelo **14.**

Sin embargo, existen situaciones en las que no es necesario utilizar un tubo: por ejemplo cuando es necesario atravesar una capa sólida para alcanzar la porción de suelo a tratar, previamente se realiza una perforación en la capa sólida, constituyendo esta perforación la estructura tubular en el sentido de la presente invención. Se entiende, por lo tanto, que en esta última situación, el entubado de la perforación es opcional.

En lo sucesivo en la descripción detallada, se describe el caso particular en el que la estructura tubular es un tubo.

Para introducir el tubo **12** en el suelo **14,** es particularmente posible realizar una primera perforación en la que se hace descender al tubo **12.**

En el ejemplo representado en la figura **1,** el tubo **12** se dispone de forma sensiblemente horizontal pero también se podría tomar la decisión de disponerlo de forma inclinada.

La herramienta mezcladora **10** se utiliza para tratar una porción de suelo **16** situada en el extremo inferior del tubo **12,** estando ésta representada por las líneas discontinuas mostradas en la figura **1.**

Tal como se constata en la figura **1,** la herramienta mezcladora comprende un árbol rotatorio longitudinal **18** fijado a medios de rotación, no representados en este caso, pero de por sí conocidos.

En este ejemplo, el extremo inferior del árbol rotatorio **18** está provisto, preferentemente, de dos brazos retráctiles **20, 22** similares que se disponen a uno y otro lado de un diámetro del árbol. Se entiende que los brazos **20, 22**

permiten desestructurar el suelo durante la rotación del árbol.

En su posición retraída representada en la figura **1,** los dos brazos **20, 22** se extienden a lo largo del extremo inferior del árbol **18** sujetándose en esta posición por un anillo **24.**

De acuerdo con la invención, el anillo **24** sirve para sujetar los dos brazos **20, 22** en posición retraída antes de la inserción de la herramienta mezcladora **10** en el tubo **12.**

Tal y como se observa en las figuras **1** a **3,** los dos brazos **20, 22** giran sobre el extremo inferior del árbol **18,** alrededor de ejes ortogonales en la dirección longitudinal del árbol **18,** de tal manera que los brazos **20, 22** pueden extenderse lateralmente con respecto a la dirección longitudinal del árbol **18.**

Medios de resorte que comprenden resortes cilíndricos de acción angular **26, 28** se disponen entre el árbol rotatorio **18** y cada uno de los dos brazos retráctiles **20, 22,** de tal manera que estos brazos tienen una tendencia natural a desplegarse con respecto al eje del árbol **18** gracias a la acción de los resortes **26, 28.**

Preferentemente, en su posición desplegada, los brazos **20, 22** forman un ángulo abierto hacia el extremo inferior del árbol, tal como se representa en la figura **3.**

Se entiende que, cuando el extremo inferior de la herramienta mezcladora **10** se inserta en el tubo **12,** las paredes internas de éste sujetan los brazos **20, 22** en una posición intermedia entre la posición retraída y la posición desplegada.

Para hacer esto, el diámetro interno del tubo **12** es ligeramente superior a la envergadura de la herramienta cuando los brazos **20, 22** están en posición retraída.

Cuando el extremo inferior de la herramienta mezcladora **10** comienza a salir del extremo inferior del tubo **12,** mientras está accionado en un movimiento de rotación alrededor del eje del árbol **18,** los brazos **20, 22** comienzan a desplegarse bajo la acción de los resortes **26, 28,** para después llegar a su posición desplegada representada en la figura 3.

Preferentemente, el extremo inferior del árbol **18** comprende, adicionalmente, un diente de perforación **30** en forma de punta para facilitar la penetración de la herramienta mezcladora **10** en la porción de suelo a tratar.

En posición desplegada, tal y como se representa en la figura **3,** la envergadura **e** del extremo inferior de la herramienta **10** es superior al diámetro externo **d** del tubo **12,** para permitir el tratamiento de la porción de suelo **16.**

De manera particularmente ventajosa, el árbol **18** comprende, adicionalmente, un conducto longitudinal **32** para la inyección de un fluido cerca del extremo inferior del árbol **18.**

Tal y como se observa más particularmente en las figuras **2** y **3,** el extremo inferior del árbol **18** comprende, adicionalmente, un orificio pasante **34** transversal que comunica con el conducto **32,** estando este orificio dispuesto por encima del diente de perforación **30** cuando este último está presente.

Este orificio pasante **34** permite dirigir el flujo del fluido hacia el interior de la porción de suelo a tratar.

El fluido inyectado por el conducto **32** en la porción de suelo **16** a tratar puede ser un líquido, un reactivo, una lechada, un gas que transporta partículas sólidas o cualquier otro tipo de fluido para tratar un suelo.

La herramienta mezcladora de acuerdo con la invención puede utilizarse particularmente para realizar una descontaminación *in situ* del suelo, mezclando el suelo desestructurado de la porción de suelo, por ejemplo, con un líquido de tratamiento químico.

De manera particularmente ventajosa, la herramienta mezcladora de acuerdo con la invención comprende, adicionalmente, medios de detección **36** para detectar cuándo los brazos **20, 22** están en posición desplegada.

Para ello, los medios de detección **36** son adecuados para crear una pérdida de carga en el conducto, siendo esta pérdida de carga detectable en superficie mediante la medición de la presión del fluido que fluye por el conducto **32.**

Se entiende que, cuando en el conducto **32** se ha creado localmente una pérdida de carga, la presión del fluido aguas arriba de la pérdida de carga se hace superior a la que existe en ausencia de la pérdida de carga.

En otras palabras, la creación (o la desaparición) de una pérdida de carga es detectable en superficie mediante una simple medición de la presión del fluido.

De acuerdo con la invención, se dispone para que en posición retraída, se cree una pérdida de carga en el conducto

32, mientras que en posición desplegada, esta pérdida de carga se suprime.

En consecuencia, se entiende que, gracias a la presente invención, una simple medición de una caída significativa de presión del fluido permite detectar el despliegue de los brazos **20, 22.**

Preferentemente, los medios de detección **36** comprenden un objeto, por ejemplo una bola **38,** adecuado para sujetarse en el conducto **32** por los brazos **20, 22,** cuando estos están en posición retraída, y liberarse en cuanto los brazos **20, 22** están en posición desplegada.

No es indispensable que el objeto obture completamente el conducto **32,** siendo en este caso el objetivo crear una pérdida de carga significativa. Adicionalmente, es ventajoso permitir inyectar fluido antes del despliegue de los brazos **20, 22.**

Para crear la pérdida de carga, la bola **38** presenta, preferentemente, un diámetro ligeramente inferior al diámetro interno del conducto **32.**

Tal y como se observa en las figuras **1** y **3,** cada uno de los dos brazos **20, 22** comprende una lengüeta **40, 42** para retener a la bola **38** en el conducto cuando los brazos están en posición retraída.

Tal y como se constata en la figura **3,** el árbol **18** comprende, adicionalmente, dos hendiduras longitudinales **43, 43'** diametralmente opuestas, que desembocan en el conducto **32** por un lado, y en la pared externa del árbol **18** por el otro, para definir un paso para las lengüetas **40, 42.**

El interés de tener dos lengüetas se entiende por el hecho de que la bola **38** se libera únicamente cuando los dos brazos **20, 22** están en posición desplegada. De este modo, si un solo brazo de los dos está en posición desplegada, el otro brazo seguirá sujetando la bola **38** en el conducto.

Dicho de otro modo, los medios de detección permiten detectar que estos dos brazos están efectivamente en posición desplegada.

Preferentemente, las lengüetas **40, 42** están realizadas de tal manera que solo liberan la bola **38** cuando los dos brazos están en posición desplegada y no en una posición intermedia.

Por lo demás, se entiende que la presión del fluido que se aplica sobre la superficie de la bola **38** genera una fuerza que se transmite a las lengüetas **40, 42** y después a los brazos **20, 22** favoreciendo de este modo su despliegue.

Preferentemente, el extremo inferior del árbol **18** comprende, adicionalmente, un receptáculo **44,** que puede encontrarse en el diente de perforación **30,** para recuperar la bola **38** cuando ésta se ha liberado.

De acuerdo con una variante, la herramienta **10** no comprende ningún receptáculo y la bola **38** se pierde en el suelo.

La invención también se refiere a una instalación para el tratamiento de una porción de suelo que comprende una herramienta mezcladora **10** de acuerdo con la invención, y una estructura tubular **12** adecuada para disponerse previamente en el suelo y en la que puede insertarse la herramienta mezcladora **10** para alcanzar la porción de suelo **16** a tratar.

De acuerdo con la invención, el extremo inferior de la pared interna de la estructura tubular **12** está biselado para permitir el despliegue progresivo de los brazos de la herramienta mezcladora de acuerdo con el modo de realización, así como la retracción progresiva de los brazos durante la subida de nuevo de la herramienta.

La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra una estructura tubular, tal como, por ejemplo, un tubo **12** y una herramienta mezcladora de acuerdo con la invención, por ejemplo, aunque no necesariamente, una herramienta **10,** de acuerdo con el modo de realización de la invención.

De acuerdo con la invención, en primer lugar se introduce el tubo **12** en el suelo hasta la porción de suelo **14** a tratar, se inserta la herramienta **10,** en el tubo **12,** se desplaza la herramienta en el tubo hasta la introducción del extremo inferior de la herramienta **10,** en la porción de suelo, se despliegan los brazos retráctiles **20, 22** y se acciona la rotación del árbol **18** mientras se inyecta un fluido en la porción de suelo por el extremo inferior del árbol **18** ó **118,** con lo cual la zona tratada se circunscribe a dicha porción de suelo.

Dicho de otro modo, la capa de suelo situada por encima de la porción de suelo **16** está ventajosamente protegida.

Un ejemplo de aplicación es el tratamiento de una porción de suelo situada debajo de una vía férrea.

Gracias a la presente invención, es posible, en efecto, tratar la porción de suelo protegiendo el balasto que sostiene

a la vía férrea, gracias a un entubado que se extiende de acuerdo con la altura del balasto.

También es posible tratar una porción de suelo que se encuentra debajo de una plataforma o debajo de una capa de calzada.

Adicionalmente, la presente instalación permite tratar una porción de suelo a través de un elemento de mampostería o de hormigón, tal como una zapata, una solera o un muro.

En los casos en los que una capa sólida debe ser atravesada para alcanzar la porción de suelo a tratar, se realiza una perforación en esta capa sólida, constituyendo dicha perforación la estructura tubular en el sentido de la invención.

Se entiende entonces que, en este último caso, el entubado de la perforación es opcional.

La instalación de acuerdo con la invención también permite realizar una descontaminación *in situ* inyectando un líquido de tratamiento químico durante la desestructuración del suelo por los brazos desplegados.

La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de una porción de suelo en el que se suministra una estructura tubular, tal como, por ejemplo, un tubo **12** una herramienta mezcladora **10** que comprende un árbol rotatorio **18** que tiene un extremo inferior provisto de medios mezcladores desplegables **20, 22** procedimiento en el que el tubo **12** se introduce en el suelo hasta la porción de suelo a tratar, la herramienta mezcladora **10** se inserta en el tubo hasta que los medios mezcladores estén dispuestos en la porción de suelo a tratar, se despliegan los medios mezcladores **20, 22**, se activan los medios mezcladores mientras se inyecta un fluido en la porción de suelo a tratar, con lo cual la capa de suelo que se extiende sobre la altura del tubo no se trata.

En este procedimiento, es particularmente ventajoso utilizar una herramienta mezcladora tal como las descritas anteriormente.

Este procedimiento permite, en concreto, tratar la contaminación de una porción de suelo con una remodelación mínima del suelo situado por encima de la porción de suelo a tratar.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta mezcladora (10) para el tratamiento de una porción de suelo (16), destinándose dicha herramienta a insertarse en una estructura tubular (12) para su introducción en la porción de suelo, comprendiendo dicha herramienta:

- un árbol rotatorio (18) longitudinal que presenta un extremo inferior;
- un conducto (32) longitudinal para la inyección de un fluido cerca del extremo inferior del árbol;
- al menos un brazo retráctil (20, 22) fijado al extremo inferior del árbol rotatorio, y que se extiende lateralmente con respecto a la dirección longitudinal del árbol, presentando dicho brazo (20, 22) una posición desplegada y una posición retraída, de tal manera que, en la posición desplegada, la envergadura del extremo inferior de la herramienta es superior al diámetro de la estructura tubular para permitir el tratamiento de la porción de suelo por rotación del árbol (18), siendo dicho al menos un brazo (20, 22) adecuado para desplegarse con respecto al eje del árbol (18) formando un ángulo abierto hacia su extremo inferior, **caracterizada porque,** adicionalmente, la herramienta comprende:
- medios de resorte (26, 28), dispuestos entre el árbol rotatorio (18) y el brazo retráctil (20), que permiten al brazo pasar de la posición retraída a la posición desplegada cuando la parte inferior del árbol sale de la estructura tubular y que permiten al brazo pasar de la posición desplegada a la posición retraída durante la reintegración de la parte inferior del árbol en la estructura tubular, gracias a lo cual la herramienta mezcladora es adecuada para desplegarse y retraerse de manera autónoma sin ser accionada desde la superficie.

2. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **1**, **caracterizada porque** adicionalmente comprende, un anillo (24) adecuado para sujetar dicho al menos un brazo (20, 22) en la posición retraída cuando la herramienta está fuera de la estructura tubular (12).

3. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **1** o **2, caracterizada porque** dicho al menos un brazo (20, 22) se extiende en un plano axial del árbol mientras se aleja de éste.

4. Herramienta mezcladora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **1** a **3, caracterizada porque** adicionalmente comprende medios de detección (36) para detectar que dicho al menos un brazo (20, 22) está en posición desplegada.

5. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **4, caracterizada porque** los medios de detección (36) son particularmente adecuados para crear una pérdida de carga en el conducto (32).

6. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **5, caracterizada porque** los medios de detección comprenden un objeto (38) adecuado para sujetarse en el conducto por dicho brazo (20, 22) cuando éste está en posición retraída, y liberarse en cuanto el brazo (20, 22) está en posición desplegada.

7. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **6, caracterizada porque** el objeto es una bola (38) que tiene un diámetro ligeramente inferior al diámetro interno del conducto (32).

8. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **6** o **7, caracterizada porque** el brazo (20, 22) comprende una lengüeta (40, 42) para sujetar al objeto (38) en el conducto cuando el brazo (20, 22) está en posición retraída.

9. Herramienta mezcladora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **1** a **8, caracterizada porque** el brazo (20, 22) es adecuado para girar según un eje ortogonal en la dirección longitudinal del árbol (18) rotatorio.

10. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **9, caracterizada porque** los medios de resorte (26, 28) se disponen entre el árbol móvil y el brazo retráctil y comprenden un resorte cilíndrico de acción angular (26, 28).

11. Herramienta mezcladora de acuerdo con la reivindicación **9** o **10, caracterizada porque** el extremo inferior del árbol (18) está provisto, adicionalmente, de un diente de perforación (30) en forma de punta.

12. Herramienta mezcladora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **9** a **11, caracterizada porque** el extremo inferior del árbol comprende, adicionalmente, un orificio pasante (34) transversal que comunica con el conducto (32) y un receptáculo (44) para recibir al objeto, dispuesto debajo del orificio pasante.

13. Herramienta mezcladora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **9** a **12, caracterizada porque** comprende al menos dos brazos retráctiles similares (20, 22) dispuestos a uno y otro lado de un diámetro del árbol rotatorio (18).

14. Instalación para el tratamiento de una porción de suelo que comprende una herramienta mezcladora (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **1** a **13,** y un tubo (12) dispuesto previamente en el suelo y en el que se insertará la herramienta mezcladora para alcanzar la porción de suelo (16) a tratar.

15. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo (16) en el que se proporciona una estructura tubular (12), una herramienta mezcladora (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **1** a **13**, procedimiento en el que, en primer lugar, la estructura tubular se introduce en el suelo hasta la porción de suelo a tratar, la herramienta se inserta en la estructura tubular, la herramienta se desplaza en la estructura tubular hasta la introducción del extremo inferior de la herramienta en la porción de suelo, el brazo retráctil (20, 22) se despliega y la rotación del árbol (18) se acciona mientras se inyecta un fluido en la porción de suelo por el extremo inferior del árbol, con lo que la zona tratada se circunscribe a dicha porción de suelo.

16. Procedimiento de tratamiento de una porción de suelo de acuerdo con la reivindicación **15, caracterizado porque**, cuando la operación de tratamiento ha terminado, el árbol vuelve a subirse hacia la superficie, y el brazo se lleva a la posición retraída durante el contacto con el extremo inferior de la estructura tubular.

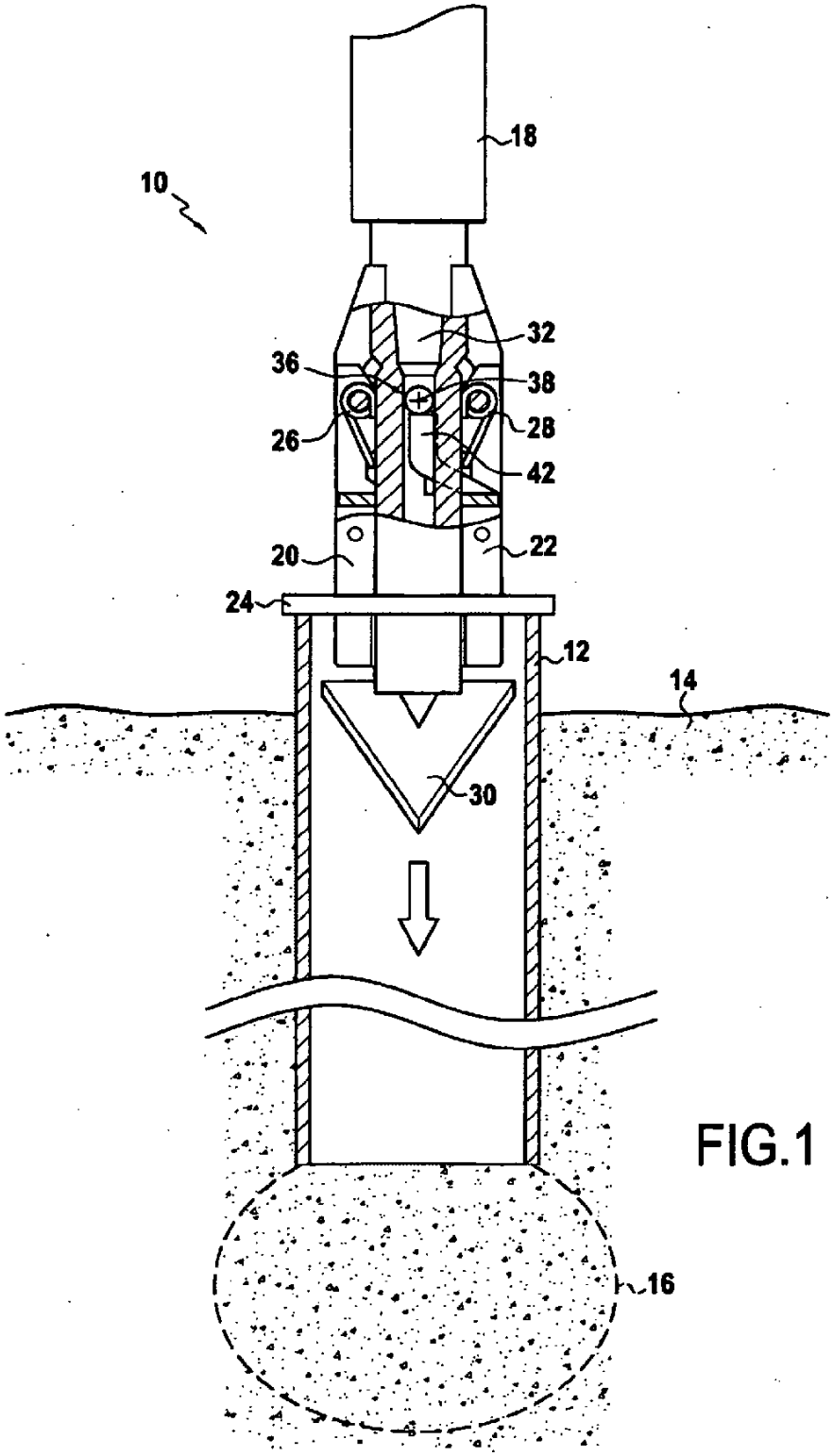

FIG.1

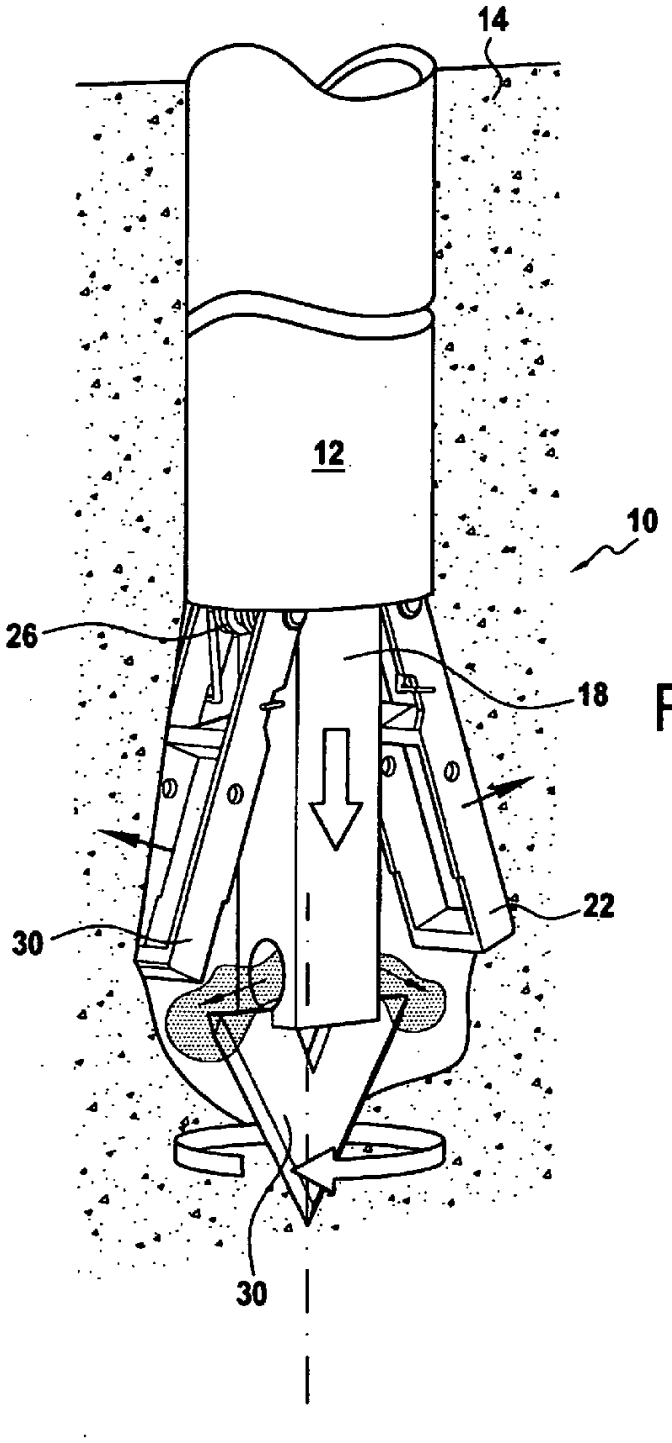

FIG.2

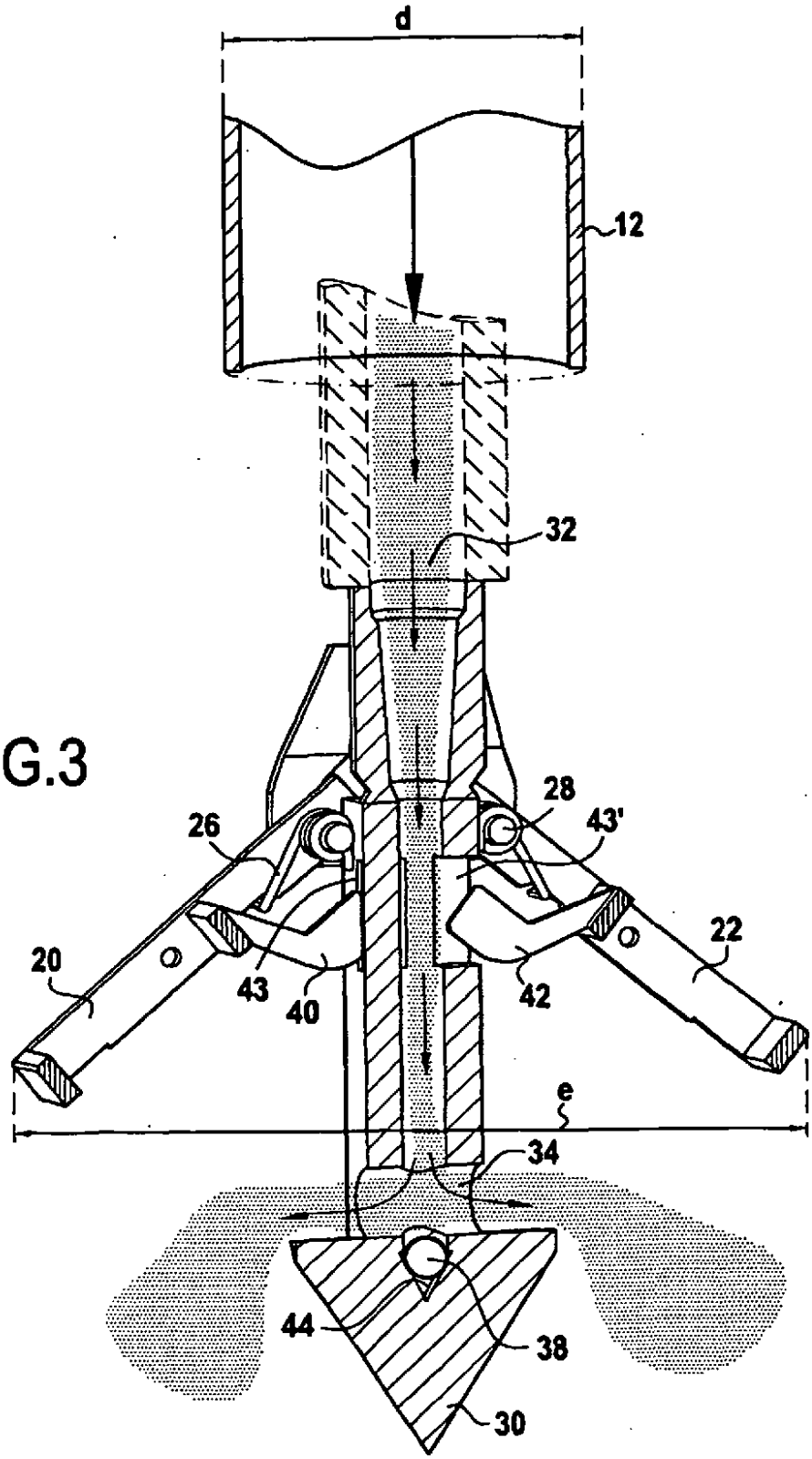

FIG.3