

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 205**

51 Int. Cl.:

**B09C 1/00** (2006.01)

**B09C 1/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2012 PCT/EP2012/054501**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2012 WO12123518**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2012 E 12713623 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2686119**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de suelos y uso del mismo para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo**

30 Prioridad:

**14.03.2011 EP 11158152**

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

**20.01.2020**

73 Titular/es:

**VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH  
ONDERZOEK NV (VITO NV) (50.0%)**

**Boeretang 200  
2400 Mol, BE y  
EJLSKOV A/S (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BASTIAENS, LEEN y  
STUBDRUP, OLE PILGAARD**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 738 205 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**

Dispositivo de tratamiento de suelos y uso del mismo para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo

5 La invención actual se refiere a un dispositivo de tratamiento de suelos para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado, según el preámbulo de la primera reivindicación.

10 La presente invención también se refiere al uso de tal dispositivo de tratamiento para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado.

15 Los expertos en la técnica conocen los dispositivos de tratamiento de suelos. Los documentos EP 0 925 849 A2, EP 0 475 227 A2 o NL 1015275 C2 son documentos relevantes en el campo. Por ejemplo describe un dispositivo de tratamiento de suelos para tratar un suelo contaminado que comprende medios de medición para medir la contaminación del suelo, medios de inyección para inyectar productos químicos para la descontaminación de suelos en el suelo y una barra de perforación longitudinal dotada de una pala agitadora en una punta de perforación en un extremo de la barra de perforación para introducir la barra de perforación en el suelo. La superficie externa de la barra de perforación, más precisamente cerca o incluso sobre la pala agitadora, comprende una sección de medición que comprende al menos un sensor de los medios de medición para medir la contaminación del suelo adyacente a la sección de medición cuando se realiza la perforación en el suelo y una sección de inyección que comprende al menos una boquilla de inyección de los medios de inyección para inyectar líquido de descontaminación que comprende al menos un producto químico para la descontaminación de suelos en el suelo adyacente a la sección de inyección. La sección de medición y la sección de inyección se ubican ambas cerca de la pala agitadora de modo que los medios de medición miden la contaminación del suelo en la ubicación en la que el líquido de descontaminación se mezcla con el suelo por la pala agitadora.

20 Sin embargo, como los medios de medición miden la contaminación del suelo mezclado con líquido de descontaminación durante el movimiento descendente de la barra de perforación, es prácticamente imposible medir la contaminación real del suelo sin que esté presente el líquido de descontaminación de modo que el suelo pueda tratarse de manera óptima.

30 Por tanto, un objetivo de la invención actual es proporcionar un dispositivo de tratamiento de suelos y su uso con los que pueda obtenerse un mejor tratamiento del suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.

35 Esto se consigue según el dispositivo de tratamiento de suelos para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo y el uso de tal dispositivo de tratamiento para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado según las reivindicaciones independientes.

40 Para ello, la sección de medición y la sección de inyección se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas de la barra de penetración de suelo y la sección de medición está más cerca de la punta de barra que la sección de inyección.

45 Como en este tipo de dispositivos de tratamiento de suelos la sección de inyección y la sección de medición se proporcionan en ubicaciones longitudinales distintas, el agente de descontaminación inyectado, tal como por ejemplo líquido de descontaminación, por ejemplo en forma de solución de descontaminación, suspensión, etc., gel de descontaminación, material sólido de descontaminación, por ejemplo polvo, gas de descontaminación, etc., influirá menos en la contaminación medida del suelo y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo durante el movimiento descendente de la barra de penetración de suelo en el suelo que en tal configuración, estando la sección de medición más cerca de la punta de barra que la sección de inyección, la sección de medición se dispondrá adyacente al suelo que todavía no ha entrado en contacto con la sección de inyección.

50 Aunque el dispositivo de tratamiento de suelos puede comprender elementos sobresalientes que sobresalen de la barra de penetración tal como por ejemplo palas, por ejemplo palas de hélice, por ejemplo para una excavación rotativa mejorada en el suelo, comprendiendo posiblemente los elementos sobresalientes parte de los medios de inyección y/o los medios de medición, la barra de penetración en sí misma preferiblemente está definida sin comprender tales elementos sobresalientes y por tanto, preferiblemente, en el contexto de esta solicitud, se considera por separado de cualquier elemento sobresaliente, tal como por ejemplo separado de cualquier pala.

60 Preferiblemente, la sección de inyección, preferiblemente la boquilla de inyección, y la sección de medición, preferiblemente el sensor, se ubican sobre la misma barra de penetración, más preferiblemente en ubicaciones longitudinales distintas de la barra.

El agente de descontaminación, tal como por ejemplo líquido de descontaminación, por ejemplo en forma de solución de descontaminación, suspensión, etc., gel de descontaminación, material sólido de descontaminación, por ejemplo polvo, gas de descontaminación, etc., puede comprender por ejemplo uno o varios de los siguientes: productos químicos, bacterias, fuentes de carbono, carbón activado, etc.

5 Además, por ejemplo los productos químicos utilizados en los agentes de descontaminación son a menudo abrasivos. Como los sensores utilizados en tales medios de medición son a menudo muy sensibles, existe el riesgo de que con el contacto del agente de descontaminación con el sensor, el sensor se dañe al menos parcialmente. En el dispositivo de tratamiento de suelos según la invención actual, se reduce en gran medida el riesgo de que el agente de descontaminación entre en contacto con el sensor al insertar la barra de penetración de suelo en el suelo puesto que se ubican en ubicaciones longitudinales distintas y puesto que la sección de medición está más cerca de la punta de barra que la sección de inyección.

15 Además, como con el dispositivo de tratamiento de suelos según la invención actual, la contaminación del suelo puede medirse con una precisión aumentada, la cantidad del agente de descontaminación inyectado en el suelo también puede dosificarse mejor, de modo que pueda obtenerse una dosificación mejorada de los agentes de descontaminación a menudo caros.

20 Según formas de realización preferidas el sensor superior del al menos un sensor de la sección de medición y la boquilla de inyección inferior de la al menos una boquilla de inyección de la sección de inyección se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas. En este contexto superior significa más alejado de la punta de barra y con inferior se hace referencia a más cerca con respecto a la punta de barra. En esta forma de realización, preferiblemente, el sensor superior está más cerca de la punta de barra que la boquilla inferior.

25 Según formas de realización preferidas de la invención actual, los medios de medición comprenden una sonda de interfaz de membrana (MIP) para medir contaminantes orgánicos volátiles (VOC) del suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado, comprendiendo el sensor una membrana semipermeable que permite que los VOC pasen a una línea de muestra de MIP de los medios de medición transportándose los VOC por un flujo de gas a una unidad de medición para analizar químicamente los VOC. Como tales membranas son especialmente sensibles a muchos de los agentes de descontaminación utilizados, especialmente tales sensores se benefician del riesgo reducido de que el agente de descontaminación entre en contacto con el sensor.

35 Según formas de realización preferidas de la invención actual, el dispositivo de tratamiento de suelos comprende una unidad de control interconectada con los medios de medición y los medios de inyección para registrar la contaminación medida por los medios de medición y controlar la inyección de agente de descontaminación en el suelo por los medios de inyección, estando configurados la unidad de control, los medios de medición y los medios de inyección de modo que la unidad de control controle los medios de inyección de modo que los medios de inyección inyecten agente de descontaminación en el suelo a una profundidad que depende de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición y registrada por la unidad de control. Tal unidad de control permite una dosificación incluso más mejorada del agente de descontaminación puesto que el agente puede inyectarse tras una medición *in situ* de la contaminación. Además, la unidad de control puede proporcionarse por ejemplo para controlar la presión del agente de descontaminación inyectado, preferiblemente líquido descontaminado, el volumen del agente inyectado y/o el caudal del agente inyectado. La unidad de control también puede proporcionarse, preferiblemente pero no necesariamente además para controlar estos parámetros, para registrar estos parámetros para que la documentación de la descontaminación sea más sencilla.

50 Según formas de realización más preferidas de la invención actual, la unidad de control, los medios de medición y los medios de inyección están configurados para esa medición, registro, control e inyección durante la penetración de la barra de penetración de suelo en el suelo. En tal configuración, el agente de descontaminación se inyecta a la profundidad casi inmediatamente después de la medición por los medios de medición, aumentando adicionalmente la precisión de la inyección del agente de descontaminación.

55 Según formas de realización preferidas de la invención actual, la distancia entre la sección de inyección y la sección de medición es de al menos 0,5 m, más preferiblemente entre 0,5 m y 1 m. Se ha encontrado que tales distancias permiten una reducción adicional del riesgo de que el agente de descontaminación entre en contacto con el sensor.

60 Según formas de realización preferidas de la invención actual, la sección de inyección de la barra de penetración de suelo tiene un diámetro reducido con respecto al diámetro de las partes adyacentes de la barra de penetración de suelo. Tal diámetro reducido permite la formación de una formación a modo de cilindro del agente de descontaminación que entra en contacto con el suelo. Tal formación a modo de cilindro permite una inyección más uniforme del agente de descontaminación en el suelo por un área relativamente grande comparado con las áreas cubiertas por la boquilla individual, posiblemente las boquillas individuales. Además, cuando se proporcionan varias boquillas, que posiblemente inyectan diferentes agentes de descontaminación, se aumenta la homogeneidad de los agentes de descontaminación que entran en contacto con el suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado, mejorando el tratamiento del suelo.

Según formas de realización preferidas de la invención actual, la barra de penetración de suelo comprende una cámara de inyección en la sección de inyección de la barra de penetración de suelo, interconectando la al menos una boquilla la cámara de inyección con el exterior de la barra de penetración de suelo, comprendiendo los medios de inyección al menos una línea de inyección, por ejemplo una línea de inyección en caso de que el agente de descontaminación sea un líquido de descontaminación, para conducir los agentes de descontaminación desde al menos un depósito de fluido de los medios de inyección que contiene el agente de descontaminación a la cámara de inyección. Tal cámara de inyección permite una inyección mejorada del agente de descontaminación en el suelo, especialmente cuando los medios de inyección comprenden al menos dos de las líneas de inyección, proporcionándose cada una de las líneas de inyección para conducir el agente de descontaminación desde su respectivo depósito de los medios de inyección que contiene un respectivo agente de descontaminación a la cámara de inyección puesto que en tal forma de realización los diferentes agentes de descontaminación se mezclan en la cámara de inyección antes, preferiblemente justo antes, de inyectarse en el suelo de modo que se inyecta un agente de descontaminación más homogéneo en el suelo. Además, se hace posible que dos agentes, por ejemplo dos líquidos, que tienen que reaccionar químicamente entre sí antes de inyectarse en el suelo, puedan mezclarse en la cámara de inyección, y por tanto reaccionen en la cámara de inyección, justo antes de que se inyecten en el suelo, a menudo aumentando su capacidad de descontaminación.

Según formas de realización preferidas adicionales de la invención actual, la unidad de control está configurada de modo que la unidad de control controla la composición del agente de descontaminación inyectado en el suelo controlando las cantidades relativas de los respectivos agentes de descontaminación transferidos a la cámara de inyección dependiendo de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición y registrada por la unidad de control. Tal unidad de control permite mejorar adicionalmente el uso de los agentes de descontaminación y reducir el riesgo de que se utilicen cantidades innecesarias de los agentes de descontaminación puesto que la composición del agente inyectado, por ejemplo agente líquido, se adapta a la contaminación medida a esa profundidad.

Según formas de realización preferidas de la invención actual, la boquilla tiene una sección transversal cónica que se ensancha hacia el exterior de la barra de penetración de suelo. Tal sección transversal permite cubrir un área relativamente grande, especialmente en combinación con un diámetro reducido de la sección de inyección.

Según formas de realización preferidas de la invención actual, la al menos una boquilla comprende un tamiz que evita que la tierra entre en los medios de inyección y permite la inyección del agente de descontaminación en el suelo. Tal tamiz permite evitar que la tierra entre en los medios de inyección, por ejemplo la cámara de inyección si está presente, de modo que se aumenta la fiabilidad del dispositivo de tratamiento de suelos.

Según formas de realización preferidas adicionales de la invención actual, el tamiz se proporciona en la cámara de inyección.

La invención también se refiere al uso del dispositivo de tratamiento de suelos según la invención para tratar suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.

Según formas de realización preferidas la inyección del agente de descontaminación se realiza durante el movimiento descendente de la barra de penetración de suelo en el suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo. Se ha encontrado que cuando el dispositivo de tratamiento de suelos según la invención actual se utiliza de este modo, se disminuye el riesgo de una fuga de fluido a otras áreas con respecto a cuando la inyección del agente de descontaminación se realiza durante el movimiento ascendente de la barra de penetración de suelo en el suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo puesto que en tal forma de realización existe el riesgo de que el agente de descontaminación fluya al orificio que deja la barra de penetración de suelo.

La invención se aclarará aún más por medio de la siguiente descripción y las figuras adjuntas.

La figura 1a muestra una visión general esquemática de una forma de realización del dispositivo de tratamiento de suelos según la invención.

La figura 1b muestra una visión general esquemática de un detalle de una forma de realización del dispositivo de tratamiento de suelos según la invención.

La figura 1c muestra un detalle de la sección transversal de la figura 1a.

La figura 1d muestra un detalle de otra sección transversal de la figura 1b.

La figura 2a muestra una visión general esquemática de un detalle de una forma de realización del dispositivo de tratamiento de suelos según la invención.

La figura 2b muestra un detalle de la sección transversal de la figura 2a.

La figura 2c muestra un detalle de otra sección transversal de la figura 2a.

En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión profunda de la invención y de cómo puede ponerse en práctica en formas de realización particulares. Sin embargo, se entenderá que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito en detalle métodos, procedimientos y técnicas muy conocidos, para no confundir la presente invención. Aunque la presente invención se describirá con respecto a formas de realización particulares y con referencia a determinados dibujos, la invención no está limitada a los mismos. Los dibujos incluidos y descritos en el presente documento son esquemáticos y no limitan el alcance de la invención. También cabe señalar que en los dibujos, el tamaño de algunos elementos puede estar exagerado y, por tanto, pueden no estar dibujados a escala con fines ilustrativos.

La presente invención se describirá con respecto a formas de realización particulares y con referencia a determinados dibujos aunque la invención no está limitada a los mismos sino sólo por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son sólo esquemáticos y no limitativos. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y pueden no estar dibujados a escala con fines ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden necesariamente a las reducciones reales para la puesta en práctica de la invención.

Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se utilizan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Los términos son intercambiables en las circunstancias apropiadas y las formas de realización de la invención pueden funcionar en otras secuencias que las descritas o ilustradas en el presente documento.

Además, los términos superior, inferior, encima, debajo y similares en la descripción y las reivindicaciones se utilizan para fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se entenderá que los términos así utilizados son intercambiables en las circunstancias apropiadas y que las formas de realización de la invención descritas en el presente documento pueden funcionar en otras orientaciones que las descritas o ilustradas en el presente documento.

El término "comprender", utilizado en las reivindicaciones, no debería interpretarse estando restringido a los medios enumerados a continuación; no excluye otros elementos o etapas. Tiene que interpretarse especificando la presencia de las características, números enteros, etapas o componentes expuestos a los que se haga referencia, pero no excluye la presencia o adición de una o varias otras características, números enteros, etapas o componentes, o grupos de los mismos. Por tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no estará limitado a dispositivos que consistan sólo en los componentes A y B.

En el contexto de esta solicitud, con suelo se hace referencia, aunque no siempre se indique explícitamente, al suelo sin las aguas subterráneas contenidas en el suelo y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo. Por ejemplo suelo contaminado en este contexto significa suelo contaminado sin las aguas subterráneas contenidas en el suelo y/o las aguas subterráneas contenidas en el suelo contaminado y/o las aguas subterráneas contaminadas contenidas en el suelo y/o las aguas subterráneas contaminadas contenidas en el suelo contaminado. Como ejemplo adicional, dispositivo de tratamiento de suelos significa por ejemplo dispositivo de tratamiento de suelos (sin las aguas subterráneas contenidas en el mismo) y/o dispositivo de tratamiento de aguas subterráneas y/o dispositivo de tratamiento de suelos y/o aguas subterráneas.

La figura 1a muestra una visión general esquemática de una forma de realización del dispositivo de tratamiento de suelos 1 para tratar un suelo contaminado 21 según la invención. La forma de realización del dispositivo de tratamiento de suelos 1 puede utilizarse, alternativa o adicionalmente, para tratar las aguas subterráneas contenidas en el suelo 21.

El dispositivo de tratamiento de suelos 1 comprende medios de medición 2 para medir la contaminación del suelo, medios de inyección 3 para inyectar agentes de descontaminación del suelo, por ejemplo productos químicos, bacterias, fuentes de carbono, carbón activado, etc., en el suelo y una barra de penetración de suelo longitudinal 4. La barra de penetración de suelo 4 está dotada de una punta de barra 5 en un extremo de la barra de penetración de suelo 4 para mover la barra de penetración de suelo 4 al interior del suelo. Los medios de medición comprenden al menos un sensor 7. La superficie externa de la barra de penetración de suelo 4 comprende una sección de medición 6 con el al menos un sensor 7 de los medios de medición 2 para medir la contaminación del suelo adyacente a la sección de medición 6 cuando se mueve al interior del suelo. La superficie externa de la barra de penetración de suelo 4 comprende además una sección de inyección 8 que comprende al menos una boquilla de inyección 9, por ejemplo, como se muestra en las figuras, en forma de abertura en la sección de inyección 8, de los medios de inyección 3 para inyectar agente de descontaminación que comprende al menos un agente de descontaminación de suelo en el suelo adyacente a la sección de inyección 8.

- En la figura 1a puede verse que se proporciona un equipo 20 para mover la barra de penetración de suelo 4 al interior de la tierra. Puede utilizarse cualquier tipo de equipo 20 considerado apropiado por el experto en la técnica aunque preferiblemente el equipo 20 tiene unas dimensiones que permiten su transporte por un coche o camión como se muestra en las figuras de modo que el equipo 20 también pueda volver a colocarse más fácilmente.
- 5 Además, el equipo 20 está dotado preferiblemente de unos medios de transporte, tales como ruedas u orugas como se muestra en la figura 1a. Estos equipos ya los conoce el experto en la técnica. Preferiblemente, el equipo es un equipo de martilleo para martillar la barra de penetración de suelo en el suelo. Sin embargo, la barra también puede moverse al interior del suelo mediante presión y/o perforación.
- 10 La sección de medición 6 y la sección de inyección 8 se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas de la barra de penetración de suelo 4. La sección de medición está más cerca de la punta de barra 5 que la sección de inyección 8. Esto se ilustra por ejemplo en las figuras 1b y 2a. Como ejemplo preferido de a lo que se hace referencia con longitudinalmente distintas, la distancia entre la sección de inyección 8 y la sección de medición 6 es
- 15 menor de 1 m para que la barra de penetración de suelo 4 no sea demasiado grande, tal como por ejemplo de 0,6 m, 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m. Lo más preferiblemente la distancia entre la sección de inyección 8 y la sección de medición 6 es de 0,7 m. Se ha encontrado que tal barra de penetración de suelo 5 puede realizarse de modo que pueda utilizarse en los equipos 20 existentes.
- 20 Los medios de medición 2 pueden ser cualquier medio de medición conocido por el experto en la técnica aunque preferiblemente comprenden una sonda de interfaz de membrana 10 (MIP) para medir los contaminantes orgánicos volátiles (VOC) de, por ejemplo, el suelo contaminado 21, el sensor 7. La MIP comprende una membrana semipermeable 10 que permite que, preferiblemente sólo, pasen VOC a una línea de muestra de MIP 11 de los
- 25 medios de medición 2 transportándose los VOC por un flujo de gas a una unidad de medición 12, parte de los medios de medición 2, para analizar químicamente los VOC. Tales MIP son conocidas por el experto en la técnica y están fácilmente disponibles. Como puede observarse en la figura 1a, la unidad de medición 12 está montada en un vehículo, específicamente un coche, más específicamente un camión. Sin embargo, esto no es crítico para la invención y la unidad de medición 12 también puede proporcionarse por ejemplo en un edificio, un contenedor, etc.
- 30 Sin embargo, proporcionando la unidad de medición 12 en un vehículo, la unidad de medición 12 puede transportarse más fácilmente. Como a menudo es necesario tratar grandes áreas de suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo, la transportabilidad de la unidad de medición 12 puede aumentar la facilidad con la que puede tratarse el área de suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo. La unidad de medición 12 para analizar los VOC también la conoce el experto en la técnica y está fácilmente disponible.
- 35 Los medios de inyección 3 inyectan el agente de descontaminación en el suelo. Puede utilizarse cualquier tipo de agente de descontaminación conocido por el experto en la técnica para descontaminar suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo. Como según la invención la sección de medición, con posiblemente la MIP preferida, y la sección de inyección se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas, ahora pueden
- 40 utilizarse los agentes de descontaminación que previamente se consideraron inadecuados por ser agresivos para el sensor 7, por ejemplo la MIP.
- La barra de penetración de suelo 4 comprende una cámara de inyección 14 en la sección de inyección 8 de la barra de penetración de suelo 4. La al menos una boquilla 9 en tal forma de realización interconecta la cámara de
- 45 inyección 14 con el exterior de la barra de penetración de suelo 4. Los medios de inyección 3 comprenden al menos una línea de inyección 16 para conducir el agente de descontaminación desde al menos un depósito 17 de los medios de inyección 3 a la cámara de inyección 14. El depósito comprende el agente de descontaminación. La cámara de inyección 14 se muestra por ejemplo en las figuras 1b y 2a.
- 50 La cámara de inyección 14 tiene preferiblemente más boquillas de inyección 9 que la cantidad de líneas de inyección 16. Tal configuración permite por ejemplo inyectar el agente de descontaminación en varias ubicaciones de una vez utilizando una sola línea de inyección 16, tal como por ejemplo se muestra en la figura 1b.
- Como puede observarse en las figuras la línea de inyección 16, líneas de inyección, preferiblemente se proporcionan
- 55 a través y dentro de la barra 4 de modo que las líneas de inyección a menudo frágiles se protejan de, por ejemplo, el suelo mientras, por ejemplo, la barra rota a través del suelo.
- Preferiblemente, la cámara de inyección 14 tiene al menos cuatro boquillas puesto que se ha encontrado que tal
- 60 cantidad de boquillas permite una buena inyección del agente de descontaminación.
- La figura 2a muestra que los medios de inyección 3 comprenden dos líneas de inyección 16, proporcionándose cada una de las líneas de inyección 16 para conducir el agente de descontaminación desde un depósito 17 de los medios de inyección 3 a la cámara de inyección 14. Aunque el agente de descontaminación conducido por las líneas de inyección 16 puede ser el mismo, las líneas de inyección 16 también pueden conducir diferentes fluidos
- 65 descontaminantes, como se muestra en la figura 2a. En tal configuración, las líneas de inyección 16 se proporcionan para conducir el agente de descontaminación desde su respectivo depósito 17 a la cámara de inyección 14,

conteniendo cada depósito un respectivo agente de descontaminación. Sin embargo, los depósitos 17 conectados a las diferentes líneas de inyección 16 también pueden llenarse con el mismo agente de descontaminación.

5 Sin embargo, el número de líneas de inyección 16 no es crítico para la invención y por ejemplo, aunque no se muestra en las figuras, puede ser de uno, dos o tres. En algunos casos excepcionales, también pueden ser adecuadas más de tres, por ejemplo, tres, cuatro, cinco, seis, siete, etc. líneas, dependiendo de la configuración deseada. Sin querer estar atado a ninguna teoría, el número de líneas de inyección irá en su mayor parte en función del tipo de suelo a través del que deberá establecerse la penetración de la barra, es decir, el límite de fractura del suelo dictará la presión y el flujo de inyección necesarios y por tanto, el número de líneas 16 necesarias.  
10 Normalmente se utilizará 1 línea de inyección para una inyección de presión elevada-flujo elevado. Dos o tres líneas son por ejemplo más adecuadas en caso de una inyección de presión reducida-flujo reducido. Además la viscosidad del agente de descontaminación desempeña un papel. Además, pueden ser útiles dos o más líneas en caso de que sea necesario diluir el agente de descontaminación en el punto de inyección, entonces puede utilizarse una línea para inyectar el agente de descontaminación mientras que la(s) otra(s) línea(s) puede(n) utilizarse para proporcionar el/los agente(s) de dilución. O en caso de que sean necesarios varios agentes de descontaminación en la región a tratar, puede instalarse más de una línea para proporcionar diferentes agentes de descontaminación, para mezclarse en el punto de inyección en la región a tratar. Además se ha encontrado que prácticamente tres líneas son en su mayor parte suficientes mientras que al mismo tiempo no ocupan demasiado volumen manteniendo su practicidad para proporcionarse dentro y a través de la barra, algo deseado.

20 Como puede observarse en las figuras 1b y 2a, la línea de muestra de MIP 11 va a través de la cámara de inyección 14 a través de una línea de muestra de MIP que pasa por el tubo 18. Sin embargo, esto no es crítico para la invención y la línea de muestra de MIP, por ejemplo, también podría estar en contacto directo con el agente de descontaminación.

25 La figura 1b muestra una válvula 19 presente en la cámara de inyección 14. La válvula 19 se proporciona de modo que puede cerrar la entrada de la(s) línea(s) de inyección 16. La válvula 19 mostrada en la figura 1b se proporciona para ello como placa, por ejemplo una placa de metal, que cierra la entrada de la(s) línea(s) de inyección 16 cerrando la(s) entrada(s) por empuje.

30 Preferiblemente, aunque no se muestra en las figuras, la boquilla 9 tiene una sección transversal cónica que se ensancha hacia el exterior de la barra de penetración de suelo 4.

35 Preferiblemente, como se muestra en la figura 2a, la al menos una boquilla 9 comprende un tamiz 15 que evita que la tierra entre en los medios de inyección 3 y permite que el agente de descontaminación se inyecte en el suelo. El tamiz, por ejemplo, puede tener la forma de una rejilla, preferiblemente de metal, con una abertura con un diámetro que permite el paso del agente de descontaminación pero que evita que la tierra entre en la cámara de inyección 14.

40 Preferiblemente, como se muestra en la figura 2a, el tamiz 15 se proporciona en la cámara de inyección 14.

45 En las figuras 1b y 2a se muestra un detalle de la barra de penetración de suelo 4. La barra de penetración de suelo 4 puede ser de cualquier tipo considerado apropiado por el experto en la técnica aunque preferiblemente es una barra, preferiblemente una barra de metal, más preferiblemente una barra de acero, lo más preferiblemente una barra de acero inoxidable, preferiblemente de aproximadamente 1,2 m, preferiblemente con un diámetro global de aproximadamente 5 cm.

50 La barra de penetración de suelo 4 tiene una punta de barra 5 en un extremo de la barra de penetración de suelo 4 que se proporciona para mover la barra al interior del suelo. Preferiblemente la sección de medición 6 y más preferiblemente el sensor 7, preferiblemente en forma de membrana 10 de la MIP, está cerca de la punta de barra 5 como se muestra en las figuras 1b y 2a.

55 Aunque no se muestra en las figuras, como las figuras muestran esquemáticamente el diámetro global de la barra de penetración de suelo 4, la barra de penetración de suelo 4 tiene un diámetro reducido con respecto al diámetro de las partes adyacentes de la barra de penetración de suelo 4.

60 El dispositivo de tratamiento de suelos 1 comprende preferiblemente una unidad de control 13 interconectada con los medios de medición 2 y los medios de inyección 3 para registrar la contaminación medida por los medios de medición 2 y controlar la inyección de agente de descontaminación en el suelo por los medios de inyección 3. La conexión de la unidad de control 13 y los medios de inyección 3 se indica en la figura 1a con una línea punteada de flecha. La unidad de control 13, los medios de medición 2 y los medios de inyección 3 se configuran de modo que la unidad de control 13 controle los medios de inyección 3 de modo que los medios de inyección 3 inyecten agente de descontaminación en el suelo a una profundidad que depende de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición 2 y registrada por la unidad de control 13. Para ello, la unidad de control 13 preferiblemente, cuando registra la contaminación medida, también registra la profundidad de la contaminación medida de modo que, basándose en estos dos parámetros, puedan controlarse los medios de inyección. La profundidad de la medición puede determinarse, por ejemplo, por el equipo 20 registrando la distancia recorrida por la barra de penetración de

suelo 4 al interior del suelo. En tal forma de realización, la profundidad correspondiente a la que los medios de inyección 3 necesitan inyectar el agente de descontaminación en el suelo se alcanza cuando después de la medición se ha penetrado la distancia entre la sección de medición 6 y la sección de inyección 8 en el suelo.

5 Preferiblemente, la unidad de control 13, los medios de medición 2 y los medios de inyección 3 están configurados para la medición, registro, control e inyección durante el movimiento de la barra de penetración de suelo 4 al interior del suelo puesto que en tal forma de realización puede reducirse significativamente el tiempo para realizar la descontaminación del suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.

10 Para controlar la cantidad de agente de descontaminación al interior del suelo, se proporciona la unidad de control 13 para controlar por ejemplo válvulas, bombas, etc. presentes en los medios de inyección 3. Tales bombas, válvulas, etc. son conocidas por el experto en la técnica.

15 La unidad de control 13, dependiendo de la contaminación medida, por ejemplo aumenta o disminuye la presión del agente de descontaminación inyectado en el suelo, aumenta o disminuye la rotación de la barra de penetración de suelo 4, la velocidad con la que la barra de penetración de suelo 4 se introduce en la tierra, etc.

20 Preferiblemente, se proporciona la unidad de control 13 de modo que la inyección de agente de descontaminación pueda detenerse en cualquier momento, por ejemplo por un botón de parada de emergencia proporcionado en el vehículo.

25 Preferiblemente, la unidad de control está dotada de un ordenador en el que un operario puede observar varios parámetros tales como por ejemplo, la cantidad de agente inyectado a determinadas profundidades y/o en total, la profundidad alcanzada por la punta de barra 5, el tiempo transcurrido, la presión del agente inyectado, la contaminación medida, la composición del agente inyectado, etc.

30 Preferiblemente, un operario puede intervenir manualmente antes o incluso durante la inyección del agente de descontaminación, por ejemplo adaptando manualmente la composición del agente de descontaminación, la presión con la que se inyecta el agente, la velocidad de rotación de la barra de penetración de suelo, etc.

35 Preferiblemente, cuando se utilizan múltiples líneas de inyección 16, por ejemplo múltiples líneas de conducción cuando se utiliza un líquido de descontaminación como agente de descontaminación, la unidad de control 13 está configurada de modo que la unidad de control 13 controla la composición del/de los agente(s) de descontaminación inyectado(s) en el suelo controlando las cantidades relativas de los respectivos agentes de descontaminación transferidos a la cámara de inyección 14 dependiendo de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición 2 y registrada por la unidad de control 13. El control de las cantidades relativas de los respectivos agentes de descontaminación puede realizarse utilizando válvulas, bombas u otros dispositivos conocidos con los que puede controlarse el flujo relativo de los diferentes agentes.

40 Las figuras 1c y 1d muestran una posición preferida de la línea de inyección 16 y la línea de muestra 11 una respecto a otra en una parte superior e inferior de la cámara de inyección 14. Puede verse que la línea de muestra 11, y la línea de muestra preferida que pasa por el tubo 18, se extienden desde una región externa de la parte superior a una región central de la parte inferior de la cámara de inyección 14. En las figuras 2b y 2c se muestra una configuración similar.

45 La invención se refiere además al uso del dispositivo de tratamiento de suelos 1 para tratar suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo y a una inyección preferida del agente de descontaminación durante el movimiento descendente de la barra de penetración de suelo 4 al interior del suelo contaminado 21 y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.

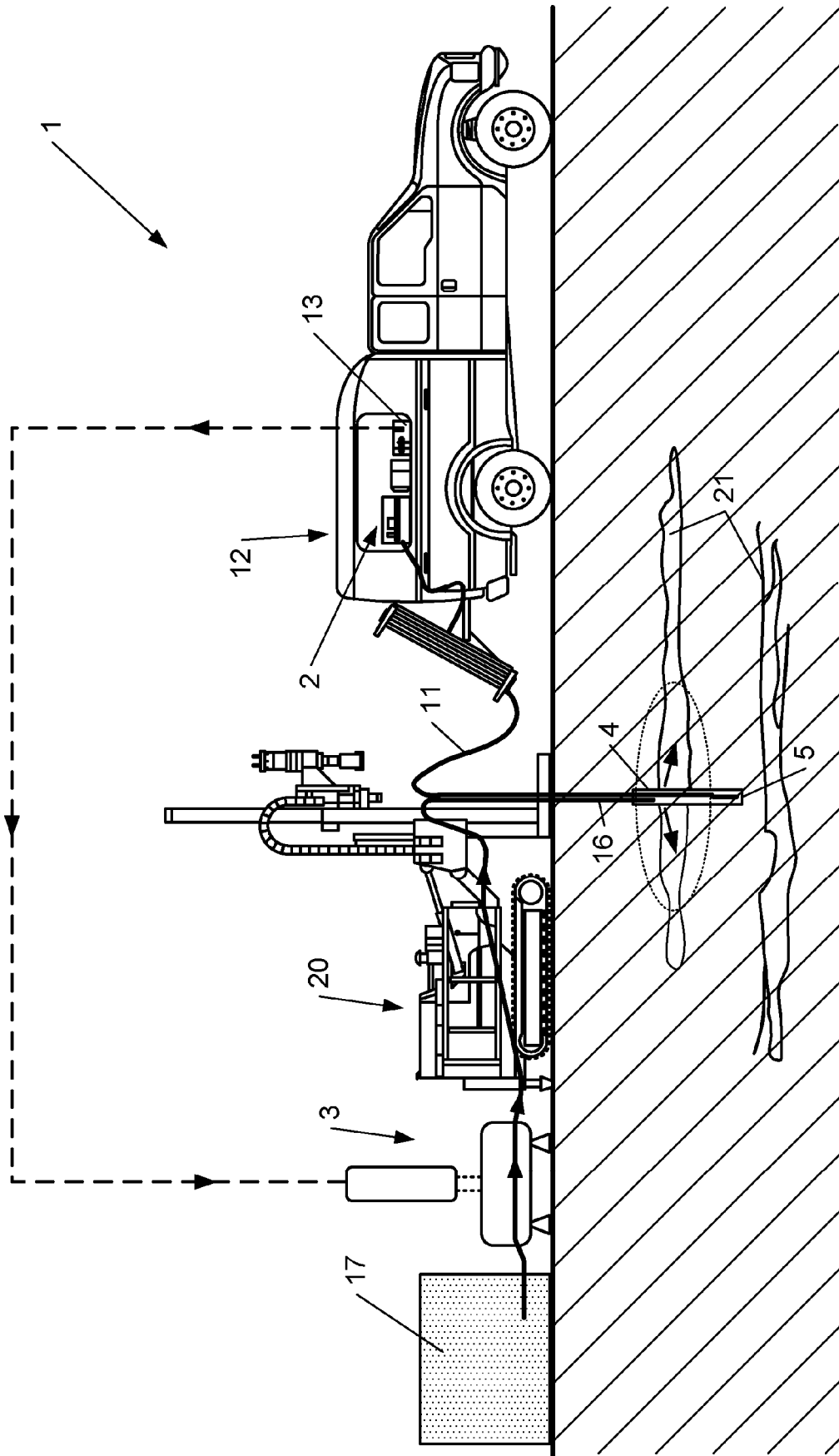
50



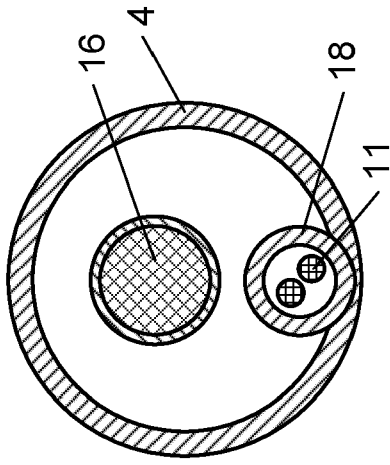
## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) para tratar un suelo contaminado (21) y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo, que comprende medios de medición (2) para medir la contaminación del suelo, medios de inyección (3) para inyectar agentes de descontaminación del suelo en el suelo y una barra de penetración de suelo longitudinal (4) dotada de una punta de barra (5) en un extremo de la barra de penetración de suelo (4) para mover la barra de penetración de suelo (4) al interior del suelo, comprendiendo la superficie externa de la barra de penetración de suelo (4) una sección de medición (6) que comprende al menos un sensor (7) de los medios de medición (2) para medir la contaminación del suelo adyacente a la sección de medición (6) cuando se mueve al interior del suelo y una sección de inyección (8) que comprende al menos una boquilla de inyección (9) de los medios de inyección (3) para inyectar agente de descontaminación en el suelo adyacente a la sección de inyección (8), en el que la sección de medición (6) y la sección de inyección (8) se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas de la barra de penetración de suelo (4) y la sección de medición (6) está más cerca de la punta de barra (5) que la sección de inyección (8), caracterizado por que la distancia entre la sección de inyección (8) y la sección de medición (6) es de al menos 0,5 m; en el que la barra de penetración de suelo (4) comprende además una cámara de inyección (14) en la sección de inyección (8) de la barra de penetración de suelo (4), interconectando la al menos una boquilla (9) la cámara de inyección (14) con el exterior de la barra de penetración de suelo (4), comprendiendo los medios de inyección (3) al menos una línea de inyección (16) para conducir agente de descontaminación desde al menos un depósito de fluido (17) de los medios de inyección (3) que contiene agente de descontaminación a la cámara de inyección (14).
2. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor superior del al menos un sensor de la sección de medición y la boquilla de inyección inferior de la al menos una boquilla de inyección de la sección de inyección se proporcionan en ubicaciones longitudinalmente distintas.
3. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los medios de medición (2) comprenden una sonda de interfaz de membrana (MIP) para medir contaminantes orgánicos volátiles (VOC) del suelo contaminado (21) y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo, comprendiendo el sensor (7) una membrana semipermeable (10) que permite que los VOC pasen a una línea de muestra de MIP (11) de los medios de medición (2) transportándose los VOC por un flujo de gas a una unidad de medición (12) para analizar químicamente los VOC.
4. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, caracterizado por que el dispositivo de tratamiento de suelos (1) comprende una unidad de control (13) interconectada con los medios de medición (2) y los medios de inyección (3) para registrar la contaminación medida por los medios de medición (2) y controlar la inyección de agente de descontaminación en el suelo por los medios de inyección (3), estando configurados la unidad de control (13), los medios de medición (2) y los medios de inyección (3) de modo que la unidad de control (13) controle los medios de inyección (3) de modo que los medios de inyección (3) inyecten agente de descontaminación en el suelo a una profundidad que depende de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición (2) y registrada por la unidad de control (13).
5. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 4, caracterizado por que la unidad de control (13), los medios de medición (2) y los medios de inyección (3) están configurados para la medición, registro, control e inyección durante el movimiento de la barra de penetración de suelo (4) al interior del suelo.
6. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, caracterizado por que la sección de inyección (8) de la barra de penetración de suelo (4) tiene un diámetro reducido con respecto al diámetro de las partes adyacentes de la barra de penetración de suelo (4).
7. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, caracterizado por que los medios de inyección (3) comprenden al menos dos de las líneas de inyección (16), proporcionándose cada una de las líneas de inyección (16) para conducir agente de descontaminación desde su respectivo depósito de fluido (17) de los medios de inyección (3) que contiene un respectivo agente de descontaminación a la cámara de inyección (14).
8. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 7 al menos en combinación con la reivindicación 4, caracterizado por que la unidad de control (13) está configurada de modo que la unidad de control (13) controla la composición del agente de descontaminación inyectado en el suelo controlando las cantidades relativas de los respectivos agentes de descontaminación transferidos a la cámara de inyección (14) dependiendo de la contaminación medida a la profundidad por los medios de medición (2) y registrada por la unidad de control (13).
9. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, caracterizado por que la boquilla (9) tiene una sección transversal cónica que se ensancha hacia el exterior de la barra de penetración de suelo (4).

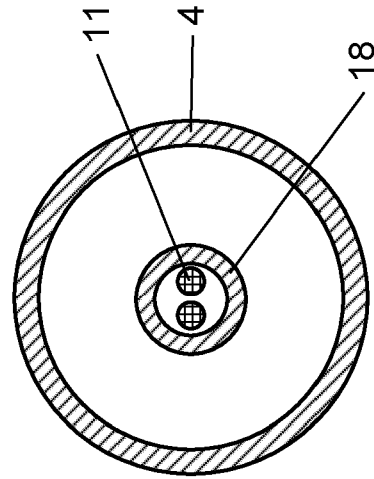
10. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, caracterizado por que la al menos una boquilla (9) comprende un tamiz que evita que la tierra entre en los medios de inyección (3) y permite que el agente de descontaminación se inyecte en el suelo.
- 5 11. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 10, caracterizado por que el tamiz se proporciona en la cámara de inyección (14).
- 10 12. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, caracterizado por que el dispositivo de tratamiento de suelos (1) comprende elementos sobresalientes que sobresalen de la barra de penetración.
- 15 13. Dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12, caracterizado por que la barra de penetración se considera separada de cualquier elemento sobresaliente del dispositivo de tratamiento de suelos (1) que sobresale de la barra de penetración.
- 20 14. Uso del dispositivo de tratamiento de suelos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 13 para tratar suelo contaminado (21) y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.
15. Uso del dispositivo de tratamiento de suelos (1) según la reivindicación 14, caracterizado por que la inyección del agente de descontaminación se realiza durante el movimiento descendente de la barra de penetración de suelo (4) al interior del suelo contaminado (21) y/o las aguas subterráneas contenidas en el mismo.



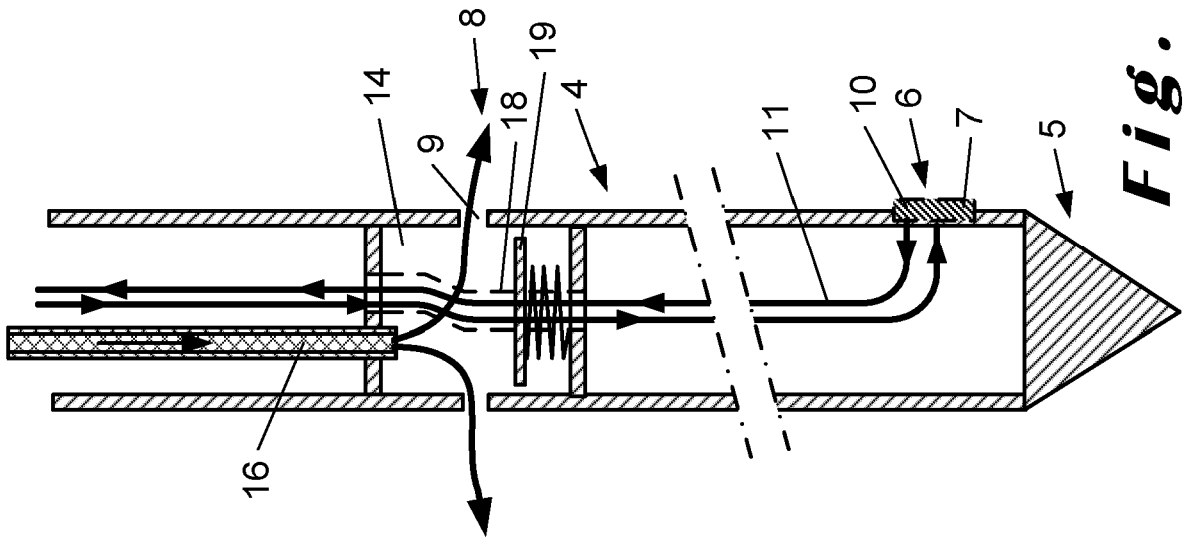
**Fig. 1a**



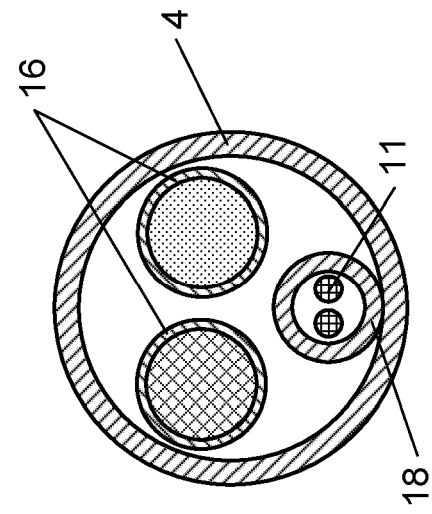
**Fig. 1c**



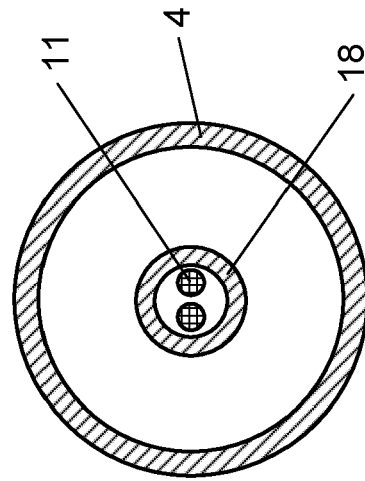
**Fig. 1d**



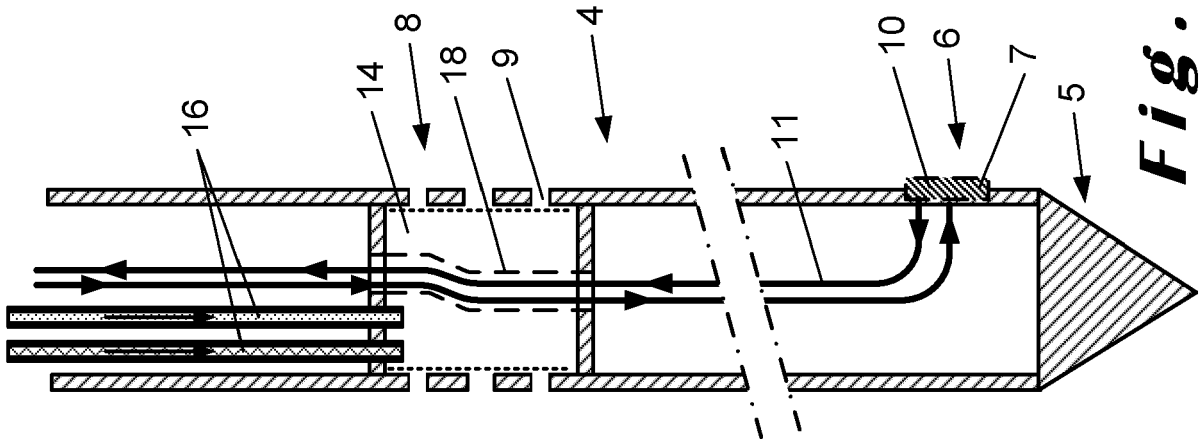
**Fig. 1b**



**Fig. 2b**



**Fig. 2c**



**Fig. 2a**