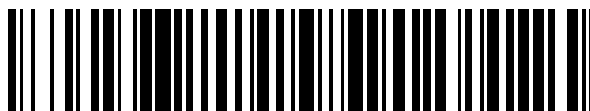


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 861**

51 Int. Cl.:

E02D 5/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013** **PCT/FR2013/052274**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014** **WO14049277**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013** **E 13779318 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2022** **EP 2900875**

54 Título: **Procedimiento de realización de un anclaje en un suelo**

30 Prioridad:

27.09.2012 FR 1259134

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

02.12.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VIARGUES, DANIEL y
GUILLON, CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 929 861 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

Procedimiento de realización de un anclaje en un suelo

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere al sector de las técnicas de perforación en el suelo, que se ejecutan con el objetivo de realizar cimentaciones y obras de contención en el suelo.

10 La invención se refiere más específicamente a un procedimiento de realización de un anclaje en un suelo.

Estado de la técnica

15 Por anclaje, se entiende especialmente los pilotes perforados de pequeño diámetro, denominados igualmente micropilotes, o bien los tirantes de anclaje.

Tradicionalmente, para realizar tal anclaje, se realiza en primer lugar una perforación al accionar a rotación una herramienta de corte que excavará el suelo.

20 Durante la perforación, se inyecta en general un líquido, denominado fluido de perforación, para enfriar la herramienta de corte y evacuar los escombros.

A continuación, se dispone una armadura en la perforación antes de inyectar en la misma una lechada de sellado.

25 Estas etapas diferentes se realizan en general sucesivamente con la ayuda de diferentes materiales según los terrenos implicados, por consiguiente, este procedimiento tradicional presenta el inconveniente de ser bastante lento de implementar.

30 El documento DE 3612437 A1 describe un procedimiento de realización de una excavación mediante una herramienta de perforación que tiene un medio de accionamiento vibratorio. Una vez que la herramienta de perforación se ha metido hasta una profundidad de consigna, se inyecta hormigón por debajo de un cabezal de perforación de la herramienta de perforación a una presión que permita generar una fuerza de elevación para sacar de la excavación la herramienta de perforación.

35 Objeto de la invención

Un objetivo de la invención es proponer un procedimiento de realización de un anclaje en un suelo, que presenta una eficacia mejor que el procedimiento tradicional.

40 La invención alcanza su objetivo por el procedimiento según la reivindicación 1.

Según la invención, se suministra una herramienta de perforación que comprende un tubo de perforación, que presenta un extremo distal abierto, y medios para hacer vibrar el tubo de perforación;

45 se realiza una perforación en el suelo con la ayuda de la herramienta de perforación haciendo vibrar el tubo de perforación, siendo el tubo de perforación llevado a una profundidad predeterminada;

50 cuando el tubo de perforación ha alcanzado la profundidad predeterminada, se introduce una armadura en el tubo de perforación y se inyecta una lechada de sellado en la perforación a través del tubo de perforación antes o después de haber introducido la armadura en el tubo de perforación.

Por lechada de sellado, se entiende cualquier producto de sellado a base de cemento, escoria o cualquier otro aglutinante.

55 Así, al final de la implementación del procedimiento según la invención, se obtiene un anclaje en el suelo, en el que la armadura está embebida en la lechada de sellado.

60 Así, gracias a la invención, el tubo de perforación se puede retirar al mismo tiempo que se deja la armadura en la perforación gracias al hecho de que el extremo distal del tubo de perforación está abierto. Por lo tanto, el tubo de perforación sirve, a la vez, de medio para excavar el suelo y, también, de medio para inyectar el fluido de perforación y la lechada de sellado en la perforación, además de garantizar la sujeción de la perforación durante la inserción de la armadura.

65 De manera ventajosa, la frecuencia de vibración se elige de manera que haga vibrar el tubo de perforación a su frecuencia de resonancia o, al menos, a una frecuencia próxima a dicha frecuencia de resonancia.

Ventajosamente, la frecuencia de vibración aplicada al tubo de perforación está comprendida entre 50 Hz y 200 Hz.

Como consecuencia, la rapidez de la implementación del procedimiento según la invención resulta especialmente del hecho de que la perforación se realiza haciendo vibrar el tubo de perforación. La vibración, que hace entrar el tubo de perforación y, especialmente, su extremo distal en la frecuencia de resonancia o, al menos, en una frecuencia próxima a la frecuencia de resonancia, facilita la penetración del tubo de perforación en el suelo.

De manera preferible, pero no necesaria, durante la perforación, se hace girar igualmente el tubo de perforación para modificar la posición de los dientes de corte dispuestos al nivel del extremo distal del tubo de perforación.

También, según la invención, el tubo de perforación sirve, a la vez, de componente de perforación y de tubo de protección para la colocación de la armadura.

Más preferiblemente, se inyecta un fluido de perforación en el tubo de perforación durante la realización de la perforación.

Según una primera variante, se introduce la armadura en el tubo de perforación antes de la inyección de lechada de sellado.

Ventajosamente, después de haber introducido la armadura en el tubo de perforación, se sujeta dicha armadura por medios apropiados durante la inyección de lechada de sellado. Interesa obtener un anclaje provisto de una armadura correctamente centrada en el anclaje. Según otra variante, se introduce la armadura en el tubo de perforación después de la inyección de lechada de sellado.

Preferiblemente, la armadura se sujeta de modo que su extremo inferior esté ligeramente distante del fondo de la perforación, lo que permite asegurarse que la parte distal de la armadura está totalmente embebida en la lechada de sellado.

Según un primer modo de implementación, se retira el tubo de perforación después de haber inyectado la lechada de sellado en la perforación. En este caso, la armadura se introduce preferentemente antes de la retirada del tubo de perforación.

Según un segundo modo de implementación, se retira el tubo de perforación al mismo tiempo que se inyecta la lechada de sellado en la perforación.

De manera ventajosa, se inyecta la lechada de sellado al mismo tiempo que se hace vibrar dicho tubo de perforación. Esta puesta en vibración se puede efectuar dentro del alcance del primer o del segundo modo de implementación de la invención.

Interesa mejorar el flujo y el reparto de la lechada de sellado en la perforación.

Así, gracias a la vibración del tubo de perforación durante la perforación, y durante la inyección de lechada de sellado, se mejora la velocidad de ejecución del procedimiento.

Según una variante de implementación, se retira el tubo de perforación al mismo tiempo que se hace vibrar el mismo y al mismo tiempo que se inyecta la lechada de sellado. En este caso, interesa poner en vibración el tubo de perforación para permitir la retirada de dicho tubo de perforación sin rotación, lo que tiene como efecto reducir sensiblemente el riesgo de circulación de lechada de sellado entre el tubo de perforación y el suelo. Interesa además poner en vibración el tubo de perforación para apretar el terreno alrededor del tubo de perforación, lo que disminuye también el riesgo de circulación de la lechada de sellado entre el tubo de perforación y el suelo.

Según un tercer modo de implementación, se pone a presión la lechada de sellado, se retira el tubo de perforación al mismo tiempo que se inyecta la lechada puesta a presión a través del tubo de perforación y al mismo tiempo que se hace vibrar dicho tubo de perforación.

Para efectuar esta puesta a presión, se utiliza preferentemente una bomba que permite inyectar la lechada de sellado a una presión comprendida entre 0,5 y 5 MPa.

La inyección a presión permite crear un bulbo de lechada de sellado cuyo diámetro es sensiblemente superior al diámetro de la perforación, lo que tiene como efecto mejorar también la contención.

Como se mencionado más arriba, la puesta en vibración permite ventajosamente apretar el terreno alrededor del tubo de perforación. Este apriete tiene como efecto consolidar el suelo y permite así realizar una inyección a presión de la lechada de sellado en numerosos tipos de suelos, sin requerir la utilización tradicional de accesorios complementarios del tipo de tubos con manguito.

Muy a menudo, la dirección de perforación es vertical. En este caso, el extremo distal está constituido por el extremo inferior del tubo de perforación.

Según una variante, la dirección de la perforación está inclinada con relación a la dirección vertical.

- 5 Interesa poder realizar anclajes inclinados. Una aplicación ventajosa radica en la fabricación de tirantes de anclaje inclinados.

Preferiblemente, la dirección de la perforación está inclinada con relación a la dirección vertical un ángulo estrictamente superior a 90°. Interesa, por ejemplo, poder realizar anclajes ascendentes en un túnel.

- 10 En una variante, se utiliza la lechada de sellado como fluido de perforación.

Según la invención, se calcula una frecuencia objetivo de vibración, y se hace vibrar el tubo de perforación a dicha frecuencia objetivo de vibración durante la realización de la perforación.

- 15 Esta frecuencia objetivo de vibración, que se aplica al tubo de perforación, se elige de manera óptima para facilitar la operación de perforación, especialmente en suelos particularmente duros. De manera general, el cálculo se efectúa a partir de una modelización de fenómenos de perforación.

- 20 De manera ventajosa, el cálculo utiliza la longitud del tubo de perforación. Preferiblemente, la frecuencia objetivo de vibración es función de la longitud del tubo de perforación, estando al mismo tiempo limitada por un valor predeterminado de frecuencia máxima, señalado con $F_{\text{máx}}$. Este valor predeterminado de frecuencia máxima, que corresponde preferiblemente a la frecuencia máxima que pueden desarrollar los medios para hacer vibrar el tubo de perforación, está comprendido preferiblemente entre 100 y 160 Hz.

- 25 Más preferiblemente, el cálculo utiliza un valor constante correspondiente a la velocidad de propagación de las ondas de compresión en el tubo de perforación, siendo esta velocidad dependiente del material constitutivo del tubo de perforación.

- 30 De manera preferente, pero no necesaria, la frecuencia objetivo de referencia es igual a:

• $F_{\text{máx}}$ (el valor predeterminado de frecuencia máxima) si $F_{\text{máx}} < (V)/(2 \cdot L)$, donde V es la velocidad de propagación de las ondas de compresión en el tubo de perforación y L la longitud del tubo de perforación, o:

- 35 • $(n \cdot V)/(2 \cdot L)$ si $F_{\text{máx}} > (V)/(2 \cdot L)$, donde n es un número entero superior o igual a 1 elegido de modo que $(n \cdot V)/(2 \cdot L) \leq F_{\text{máx}}$ y $((n+1) \cdot V)/(2 \cdot L) > F_{\text{máx}}$.

Los inventores han constatado que esta fórmula permite obtener una frecuencia objetivo de vibración óptima que aumenta sensiblemente la eficacia de la operación de perforación.

- 40 Un ordenador, que comprende medios de cálculo apropiados, efectúa este cálculo.

Según la invención, para realizar perforaciones profundas, se aumenta la longitud del tubo de perforación durante la realización de la perforación. Para hacer esto, se utilizan tramos de tubo que se fijan extremo con extremo en el transcurso de la perforación a fin de aumentar la longitud de la misma. Por consiguiente, en el sentido de la invención, se entiende por tubo de perforación, tanto un único tubo de perforación, como una pluralidad de elementos tubulares fijados extremo con extremo, por ejemplo, mediante atornillado.

- 45 Según la invención, se recalcula la frecuencia objetivo de vibración con cada aumento de la longitud del tubo de perforación.

Interesa asegurar una perforación que tenga una eficacia óptima por toda la profundidad de la perforación.

- 50 Interesa asegurar una perforación que tenga una eficacia óptima por toda la profundidad de la perforación.

Según un primer modo de implementación ventajoso, el procedimiento es un procedimiento de realización de un tirante de anclaje, en el que la armadura es una armadura de tirante.

- 55 Según un segundo modo de implementación ventajoso, el procedimiento es un procedimiento de realización de un micropilote, en el que la armadura es una armadura de micropilote.

60 Descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue de modos de realización de dicha invención, proporcionados a título de ejemplos no limitativos, con referencia a las figuras anexas, en las que:

- 65 • la figura 1A ilustra la etapa de perforación del procedimiento según la invención;
• la figura 1B ilustra la etapa de introducción de una armadura en el interior del tubo de perforación;

- la figura 1C ilustra la etapa de inyección de la lechada de sellado en el tubo de perforación a fin de embeber la armadura;
- la figura 1D ilustra la etapa de retirada del tubo de perforación;
- la figura 1E ilustra de manera esquemática un micropilote obtenido al final de las etapas 1A a 1D;
- la figura 2A ilustra una variante en la que se inyecta la lechada de sellado en la perforación al mismo tiempo que se retira el tubo de perforación;
- la figura 2B ilustra la etapa de introducción de la armadura en la perforación llena de lechada de sellado;
- la figura 3A ilustra otra variante de la invención en la que se inyecta la lechada de sellado a presión al mismo tiempo que se vuelve a subir y se hace vibrar el tubo de perforación a fin de formar un bulbo de lechada de sellado;
- la figura 3B ilustra la introducción de la armadura en el bulbo de lechada de sellado;
- la figura 3C ilustra el anclaje obtenido al final de la etapa de la figura 3B;
- la figura 4 ilustra variantes del anclaje obtenido por la implementación del procedimiento según la invención; y
- la figura 5 esquematiza el procedimiento de optimización de la frecuencia de vibración aplicada al tubo de perforación.

Descripción detallada de la invención

Con la ayuda de las figuras 1A a 1E, se va a describir un primer modo de realización del procedimiento de realización de un anclaje en un suelo de acuerdo con la presente invención. En este primer modo de realización, se efectúa un micropilote M provisto de una armadura 30 que es particularmente visible en la figura 1E.

Conforme al procedimiento según la invención, se suministra una herramienta de perforación 10 que comprende un tubo de perforación 12 constituido por una pluralidad de elementos tubulares 12a, 12b, 12c, etc. Estos elementos tubulares están fijados entre sí extremo con extremo de manera que constituyen el tubo de perforación 12.

Por lo tanto, se comprende que la longitud L del tubo de perforación 12 varía durante la realización de la perforación. Más exactamente, durante la realización de la perforación, se añade, de acuerdo con la penetración de la herramienta de perforación en el suelo, un nuevo elemento tubular a los ya introducidos en el suelo, para aumentar la longitud L del tubo de perforación 12.

El tubo de perforación 12 comprende un extremo distal 14 que está abierto. En el ejemplo de la figura 1A, la dirección de la perforación es vertical hacia abajo, de modo que el extremo distal corresponde en este caso al extremo inferior del tubo de perforación.

El tubo de perforación 12 comprende, por otro lado, un extremo proximal 16 que está unido, en este ejemplo, a medios 18 para accionar a rotación el tubo de perforación 12 y a medios 20 para hacer vibrar el tubo de perforación 12. En este ejemplo, los medios 18 para accionar a rotación el tubo de perforación 12 comprenden un motor hidráulico.

Los medios 20 para hacer vibrar el tubo de perforación, en este caso un generador de vibraciones 20, permiten generar ondas de compresión que se transmiten a lo largo del tubo de perforación 12 desde el extremo proximal 16 hacia el extremo distal 14.

Por extremo distal abierto, se entiende que el extremo distal 14 del tubo de perforación 12 presenta una abertura destapada que está dispuesta en el centro del extremo distal 14. Como se explicará a continuación, esta abertura destapada presenta una sección de dimensión suficiente para ser atravesada por la armadura 30.

En este modo de realización, el extremo distal 14 está totalmente abierto, lo que significa, en particular, que el extremo distal está especialmente desprovisto de componente de recorte diametral.

El extremo distal abierto 14 presenta un borde periférico anular que está provisto de dientes de corte 22. Por dientes de corte, se entiende las herramientas de perforación en general, como los picos, las espigas, los discos de carburo de wolframio, etc. Estos dientes de corte 22 están dimensionados para excavar el suelo S durante la realización de la perforación.

En la figura 1A, se designa con L la longitud del tubo de perforación 12. Esta longitud corresponde, de hecho, a la distancia entre los medios 20 para hacer vibrar el tubo de perforación 12 y el extremo distal 14 del tubo de perforación 12, que corresponde esencialmente a la distancia entre los extremos distal y proximal del tubo de perforación.

Conforme a la invención, se realiza una perforación F en el suelo S, con la ayuda de la herramienta de perforación 10, haciendo girar el tubo de perforación alrededor del eje vertical A gracias a los medios de accionamiento a rotación 18 y haciendo vibrar el mismo gracias a los medios 20 para hacer vibrar el tubo de perforación 12.

Durante la realización de la perforación, se inyecta un fluido de perforación en el tubo de perforación de manera que se evacuen los residuos excavados por los dientes de corte 22. Como se constata en la figura 1A, el extremo distal

14 comprende agujeros longitudinales 26 a través de los que fluye el fluido de perforación, saliendo del tubo de perforación 12 antes de volver a subir a la superficie al mismo tiempo que fluye entre el tubo de perforación y la pared de la perforación F.

5 La perforación se realiza de manera que se lleva el extremo distal del tubo de perforación hasta una profundidad predeterminada H.

10 En este ejemplo no limitativo, después de que el tubo de perforación ha alcanzado la profundidad predeterminada H, se introduce la armadura 30 en dicho tubo de perforación. Igualmente, se podría introducir la armadura en el tubo de perforación antes de la sustitución del fluido de perforación por la lechada de sellado. En este ejemplo, la armadura 30 es una barra metálica cuya longitud es ligeramente superior a la altura H de la perforación F.

15 Se hace descender la armadura 30 al fondo de la perforación al mismo tiempo que se sujeta sensiblemente centrada en el tubo de perforación por medios de sujeción 32. Como se constata en la figura 1C, la armadura 30 se sujeta de modo que su extremo distal 30a esté ligeramente elevado con relación al fondo Fa de la perforación F.

20 Al mismo tiempo que se sujeta la armadura 30, se inyecta una lechada de sellado C, por ejemplo, una lechada de cemento, en el tubo de perforación, por su extremo superior 15, para embeber la armadura 30 en la lechada de sellado. En otra variante, la armadura es tubular, de modo que se puede utilizar ventajosamente como conducto e inyectar la lechada de sellado a partir de su extremo superior. La lechada se sustituye entonces progresivamente en el fluido de perforación a partir del extremo inferior expulsando la misma hacia el extremo superior de la perforación.

25 En este ejemplo, se inyecta la lechada de sellado en el tubo de perforación 12 al mismo tiempo que se hace vibrar el tubo de perforación gracias al generador de vibraciones 20.

Después de haber inyectado la lechada de sellado en la perforación 12, se retira el tubo de perforación 12 como se representa en la figura 1D. En una variante, se podrá comenzar a sacar el tubo de perforación antes de haber llenado completamente con la lechada de sellado la perforación.

30 Se obtiene entonces el micropilote M representado en la figura 1E.

Por supuesto, unos medios de conexión (no representados en este caso) podrán, llegado el momento, ser fijados al extremo proximal 30b de la armadura 30 que emerge del suelo.

35 En las figuras 2A y 2B, se ha representado un segundo modo de implementación, en el que se retira el tubo de perforación 12 al mismo tiempo que se inyecta la lechada de sellado C. Según una variante, la retirada del tubo de perforación se acompaña por una puesta en vibración de dicho tubo de perforación a fin de evitar que la lechada de sellado circule entre el tubo de perforación 12 y el suelo S. En este ejemplo, la armadura 30 se introduce después de la retirada del tubo de perforación. Sin embargo, sin salirse del alcance de la invención, la armadura se podría introducir antes de la retirada del tubo de perforación.

Las figuras 3A a 3C divulgan un tercer modo de implementación de la invención.

45 Este tercer modo de implementación se distingue del modo de las figuras 1A a 1E por el hecho de que una bomba P pone a presión la lechada de sellado C para que se inyecte a presión en el tubo de perforación 12. En este ejemplo, la presión de la lechada de sellado inyectada es del orden de 5 MPa.

50 Durante la inyección de la lechada de sellado a presión, el tubo de perforación se sube al mismo tiempo que se pone en vibración. La puesta en vibración tiene como efecto apretar el terreno alrededor del tubo de perforación 12 y permite realizar una inyección a presión, que tiene como efecto crear un bulbo B de lechada de sellado, cuyo diámetro es muy superior al de la perforación.

55 En este ejemplo, el bulbo B se realiza por toda la altura de la perforación. Sin embargo, sin salirse del alcance de la invención, el bulbo podría ser más corto, estando localizado, por ejemplo, en la base de la perforación.

En este ejemplo, la armadura 30 se introduce en el bulbo B después de la retirada del tubo de perforación 12. También en este caso, la armadura 30 se podría introducir antes de la retirada del tubo de perforación 12.

60 En la figura 4, se ha representado otro ejemplo de realización de anclajes obtenidos por la implementación del procedimiento según la invención.

En este ejemplo, los anclajes realizados son de tirantes de anclaje designados con T1 y T2, que se obtienen por la implementación del procedimiento descrito anteriormente, excepto en que las direcciones de las perforaciones F1 para el tirante T1 y F2 para el tirante T2 están inclinadas con relación a la dirección vertical.

Se constata especialmente que la dirección de la perforación F1 está inclinada con relación a la dirección vertical un ángulo estrictamente superior a 90°, mientras que la dirección de la perforación F2 está inclinada con relación a la dirección vertical un ángulo inferior a 90°, pero estrictamente superior a 0°.

5 Según un aspecto particularmente ventajoso de la invención, durante la realización de las perforaciones F, F1 y F2 descritas anteriormente, se busca optimizar la frecuencia de vibración a fin de maximizar la energía de perforación transmitida por el tubo de perforación 12. Para hacer esto, se calcula una frecuencia objetivo de vibración que se aplica, gracias al generador de vibraciones, al tubo de perforación 12.

10 Por lo tanto, se hace vibrar el tubo de perforación 12 a la frecuencia objetivo de vibración durante la realización de las diferentes perforaciones F, F1 y F2. Por lo tanto, se comprende que esta frecuencia objetivo de vibración es una frecuencia de vibración que se aplica al tubo de perforación. En este caso, estas vibraciones son ondas de compresión que se transmiten a lo largo del tubo de perforación definiendo nodos y antinodos. Estas ondas de vibración hacen entrar en resonancia al tubo de perforación 12 o, al menos, en una frecuencia próxima a su
15 frecuencia de resonancia, lo que produce una energía máxima en el extremo distal 14 que lleva los dientes de corte 22, teniendo como efecto aumentar sensiblemente la eficacia de la perforación y, por lo tanto, la eficacia global del procedimiento según la invención.

20 Como se ha representado en la figura 5, el cálculo de la frecuencia objetivo de vibración comprende, en primer lugar, una etapa S100 en cuyo transcurso se capta manualmente o se determina de manera automatizada la longitud L del tubo de perforación 12. Por lo tanto, se supone en este caso que el tubo de perforación se pone en vibración por toda su longitud.

25 Entonces, a partir de esta longitud, se calcula la frecuencia objetivo de vibración en el transcurso de una etapa S102 a partir de la longitud L del tubo de perforación y de la velocidad de propagación de la onda de compresión en el tubo de perforación 12. En este ejemplo, el tubo de perforación está realizado en acero.

30 Más preferiblemente, el cálculo utiliza un valor constante correspondiente a la velocidad de propagación de las ondas de compresión en el tubo de perforación, siendo esta velocidad dependiente del material constitutivo de dicho tubo de perforación.

35 Conforme a la invención, en la medida en que la longitud del tubo de perforación 12 aumenta durante la realización de la perforación a causa de la adición sucesiva de los elementos tubulares 12a, 12b, etc., se recalcula la frecuencia objetivo de vibración con cada aumento de la longitud del tubo de perforación. Esto permite conservar una frecuencia de vibración óptima durante toda la duración de la perforación.

40 La frecuencia objetivo de vibración así calculada se visualiza a continuación como sugerencia al operario. Se puede enviar también, en otro modo de realización, como consigna al generador de vibraciones 20 en el transcurso de una etapa S104.

De manera preferente, pero no necesaria, la frecuencia objetivo de referencia es igual a:

• $F_{\text{máx}}$ (el valor predeterminado de frecuencia máxima) si $F_{\text{máx}} < (V)/(2 \cdot L)$, donde V es la velocidad de propagación de las ondas de compresión en el tubo de perforación y L la longitud del tubo de perforación, o:

45 • $(n \cdot V)/(2 \cdot L)$ si $F_{\text{máx}} > (V)/(2 \cdot L)$, donde n es un número entero superior o igual a 1 elegido de modo que $(n \cdot V)/(2 \cdot L) \leq F_{\text{máx}}$ y $((n+1) \cdot V)/(2 \cdot L) > F_{\text{máx}}$.

50 En el ejemplo que sigue, V es igual a 5.000 m/s, $F_{\text{máx}}$ es igual a 130 Hz. L, la longitud de la perforación, es igual a la suma de la longitud de los elementos tubulares 12a, 12b, 12c, etc. En este ejemplo, los elementos tubulares tienen la misma longitud unitaria, a saber, una longitud de 3 metros.

Se obtiene la tabla de resultados siguiente:

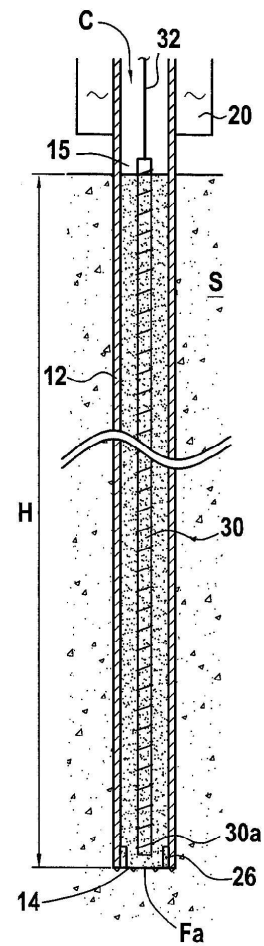
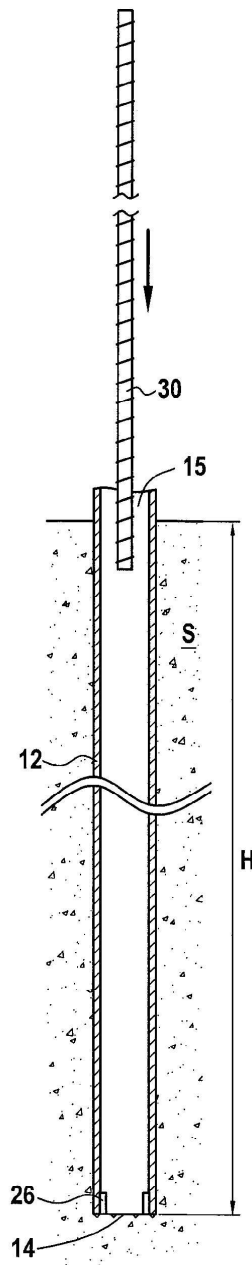
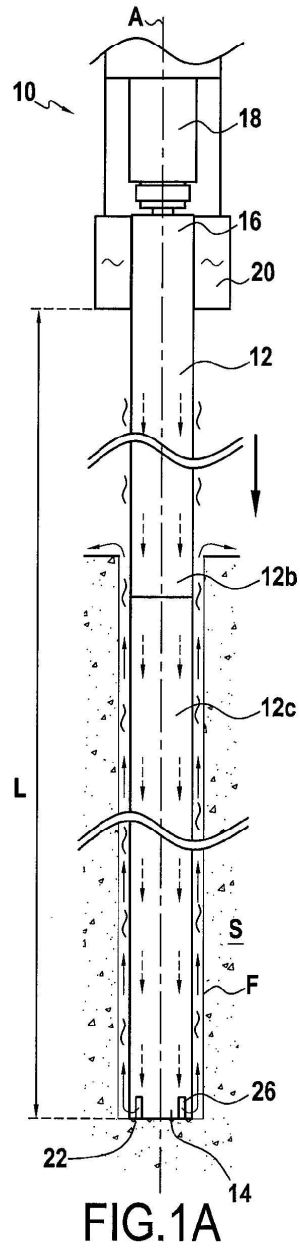
Nº de tubos	L (m)	2L	V/(2*L)	n	F objetivo (Hz)
5	15	30	167		130 ($F_{\text{máx}}$)
6	18	36	139		130 ($F_{\text{máx}}$)
7	21	42	119	1	119
8	24	48	104	1	104
9	27	54	93	1	93
10	30	60	83	1	83
11	33	66	76	1	76
12	36	72	69	1	69
13	39	78	64	2	128
14	42	84	60	2	120

(continuación)

Nº de tubos	L (m)	2L	$V/(2 \cdot L)$	n	F objetivo (Hz)
15	45	90	56	2	112
16	48	96	52	2	104
17	51	102	49	2	98
18	54	108	46	2	93
19	57	114	44	2	88
20	60	120	42	3	126
21	63	126	40	3	120
22	66	132	38	3	114
23	69	138	36	3	108
24	72	144	35	3	105
25	75	150	33	3	99
26	78	156	32	4	128
27	81	162	31	4	124

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de realización de un anclaje en un suelo, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes:
5 se suministra una herramienta de perforación (10) que comprende un tubo de perforación (12), que presenta un extremo distal abierto (14), y medios (20) para hacer vibrar el tubo de perforación, **caracterizado por que** se calcula una frecuencia objetivo de vibración;
- 10 se realiza una perforación (F, F1, F2) en el suelo (S) con la ayuda de la herramienta de perforación (10) haciendo vibrar el tubo de perforación (12) a dicha frecuencia objetivo de vibración, siendo el tubo de perforación llevado a una profundidad predeterminada;
- 15 se aumenta la longitud del tubo de perforación (12) durante la realización de la perforación y se recalcula la frecuencia objetivo de vibración con cada aumento de la longitud del tubo de perforación;
- 20 cuando el tubo de perforación (12) ha alcanzado la profundidad predeterminada (H), se introduce una armadura en el tubo de perforación (12) y se inyecta una lechada de sellado en la perforación (F) a través del tubo de perforación antes o después de haber introducido la armadura en el tubo de perforación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se retira el tubo de perforación después de haber inyectado la lechada de sellado en la perforación (12).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se retira el tubo de perforación (12) al mismo tiempo que se inyecta la lechada de sellado en la perforación.
- 25 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que se inyecta la lechada de sellado al mismo tiempo que se hace vibrar dicho tubo de perforación (12).
- 30 5. Procedimiento según las reivindicaciones 3 y 4, en el que se pone a presión la lechada de sellado, se retira el tubo de perforación al mismo tiempo que se inyecta la lechada de sellado a presión en la perforación y al mismo tiempo que se hace vibrar el tubo de perforación (12).
- 35 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la dirección de la perforación (F1, F2) está inclinada con relación a la dirección vertical.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la dirección de la perforación (F1) está inclinada con relación a la dirección vertical un ángulo estrictamente superior a 90°.
- 40 8. Procedimiento de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se inyecta la lechada de sellado en el tubo de perforación durante la perforación de modo que la lechada de sellado se utiliza igualmente como fluido de perforación.
- 45 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, para calcular la frecuencia objetivo, se utiliza al menos la longitud (L) del tubo de perforación (12), la velocidad de propagación (V) de las ondas de compresión en el tubo de perforación (12) y un valor predeterminado de frecuencia máxima (F_{máx}).
- 50 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la frecuencia objetivo de vibración es igual a:
• un valor predeterminado de frecuencia máxima, señalado con F_{máx}, si $F_{máx} < (V)/(2 \cdot L)$, donde V es la velocidad de propagación de las ondas de compresión en el tubo de perforación y donde L es la longitud del tubo de perforación, o:
55 • $(n \cdot V)/(2 \cdot L)$ si $F_{máx} > (V)/(2 \cdot L)$, donde n es un número entero superior o igual a 1 elegido de modo que $(n \cdot V)/(2 \cdot L) \leq F_{máx}$ y $((n+1) \cdot V)/(2 \cdot L) > F_{máx}$.
- 60 11. Procedimiento de realización de un tirante de anclaje (T1, T2) que implementa el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la armadura es una armadura de tirante.
12. Procedimiento de realización de un micropilote (M) que implementa el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la armadura es una armadura de micropilote.



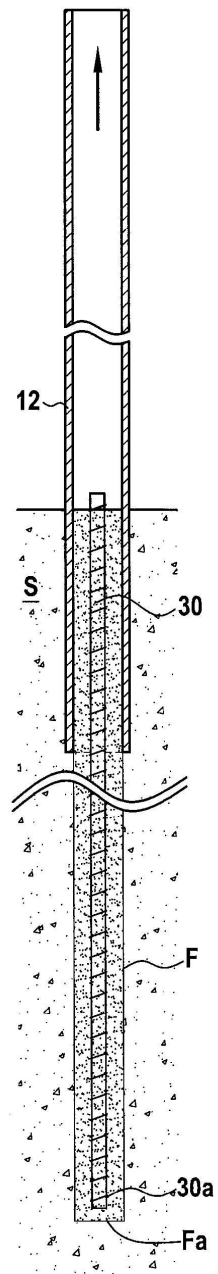


FIG.1D

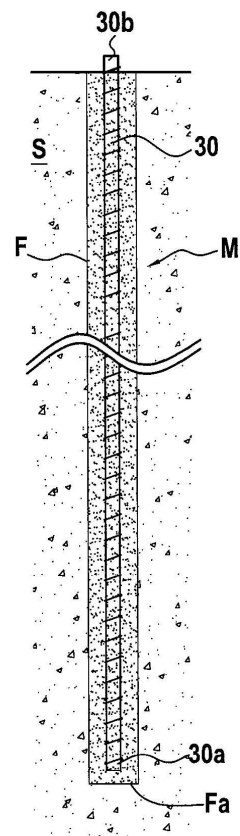


FIG.1E

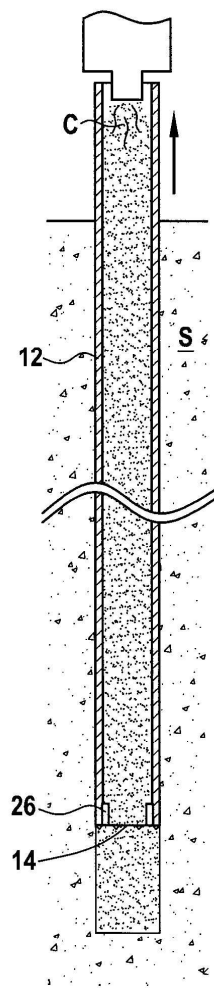


FIG. 2A

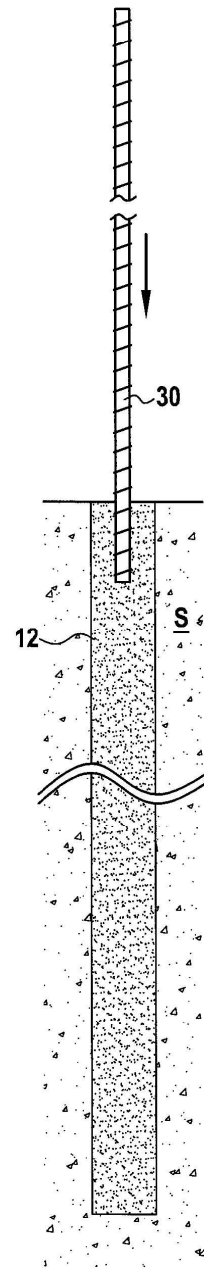
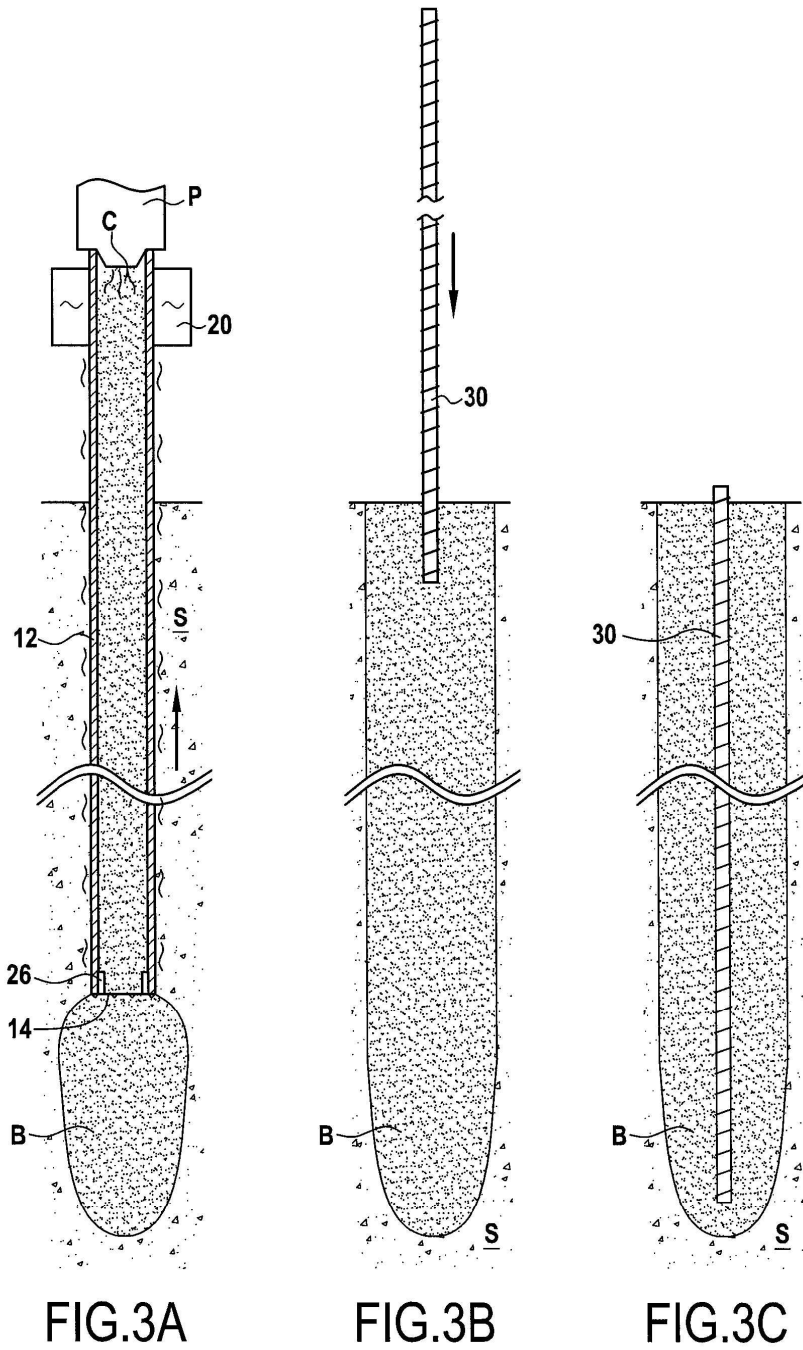


FIG. 2B



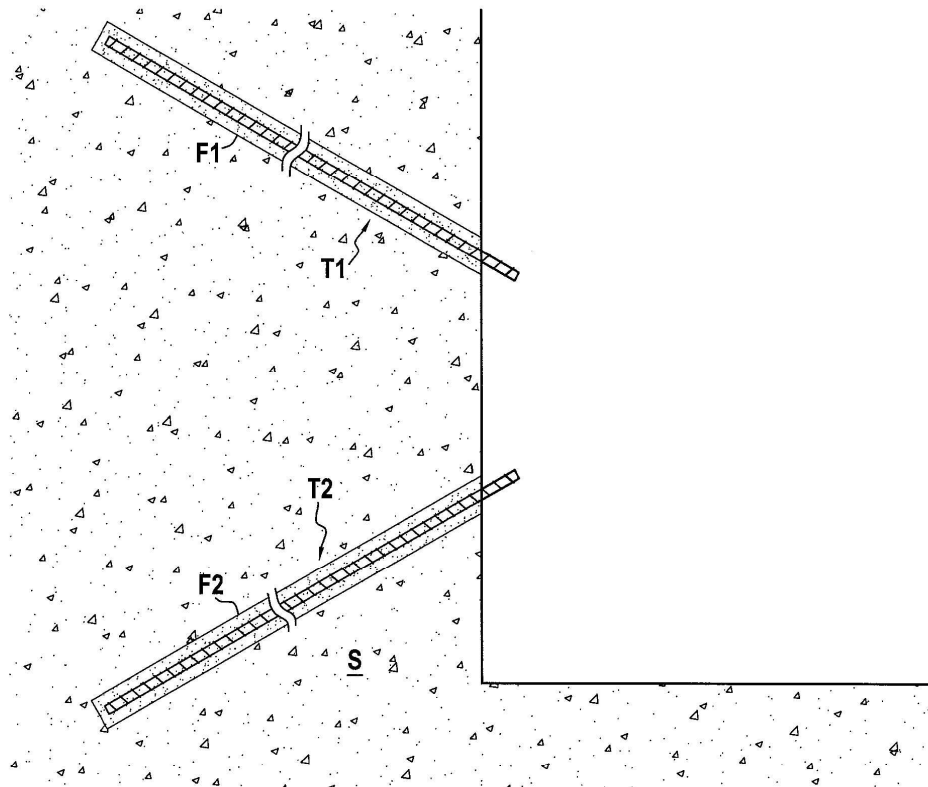


FIG.4

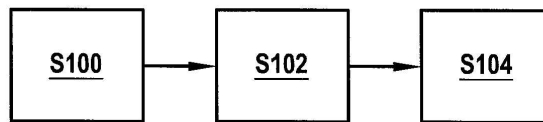


FIG.5