

MÉTODO PARA PRODUCIR UN TIRANTE DE TRACCIÓN PARA ANCLAJE Y TIRANTE DE TRACCIÓN PARA ANCLAJE

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con el campo de la construcción de anclajes para terreno, y en particular al campo de la construcción de tirantes de tracción para anclaje.

La invención es particularmente aplicable a la fabricación de tirantes de tracción para anclaje de capacidad media, hechos más en particular en tierra blanda.

Por lo general, un tirante de tracción para anclaje es un dispositivo capaz de transmitir las fuerzas de tracción que se aplican al mismo hacia una capa de terreno al contrarrestar una masa de reacción que constituye la estructura que se va a anclar.

En general, un tirante de tracción para anclaje está hecho de:

- una cabeza del anclaje que transmite las fuerzas de tracción desde el refuerzo a la estructura para anclar mediante una pieza de soporte;

- un refuerzo;

- una porción cementada por medio de la cual la fuerza de tracción se transmite al terreno circundante; y

- una porción no cementada colocada entre la porción cementada y la estructura para anclaje.

En terreno con capacidades mecánicas mediocres, tal como tierra blanda, el cementado convencional para los tirantes de tracción para anclaje no permite que suficientes fuerzas se involucren para anclar la estructura y realizar un anclaje de forma correcta.

Los Documentos CH 146 798 y US 4 015 433 también son conocidos, los cuales describen los anclajes.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es resolver las desventajas antes mencionadas al proponer un método de fabricación y anclaje que proporciona mejor enlace del refuerzo en el terreno.

5 Para este propósito, la invención proporciona un método para construir un anclaje al terreno, en donde:

- se proporciona un refuerzo y una máquina perforadora que comprende:

10 - una herramienta de perforación que puede rotar alrededor de un eje longitudinal, la herramienta de perforación se proporciona con un dispositivo mezclador desplegable que presenta una posición retraída y una posición desplegada, el dispositivo mezclador en la posición desplegada presenta un alcance diametral que es mayor a su alcance diametral en una posición retraída; y

- un dispositivo para inyectar al menos un fluido al terreno;

el método comprende:

15 - realizar un paso de introducción para introducir la herramienta de perforación en el terreno a lo largo de un eje de perforación paralelo al eje longitudinal para formar una porción superior que tiene un primer diámetro, una primera altura, y que se extiende a una primera profundidad, el dispositivo mezclador está en la posición retraída durante el paso de introducción; luego

20 - realizar un paso de mezclado durante el cual el dispositivo mezclador se lleva a la posición desplegada y la herramienta de perforación en rotación con el dispositivo mezclador en la posición desplegada mientras se mueve la herramienta de perforación axialmente a lo largo del eje de perforación y mientras se inyecta el fluido para realizar el mezclado in situ mecánico del terreno en el lugar con el fluido, formando así un bulbo en el terreno bajo la porción superior, 25 cuyo bulbo tiene un segundo diámetro que es mayor al primer diámetro; y

- realizar un paso de inserción durante el cual el refuerzo se inserta en el bulbo, por medio de lo cual un anclaje al terreno es obtenido.

La realización del método de la invención hace por lo tanto posible obtener un anclaje al terreno que tiene una porción superior con un primer diámetro y un bulbo de forma substancialmente cilíndrica que tiene un segundo diámetro que es mayor al primer diámetro.

Debido a esta diferencia en el diámetro entre la porción superior y el bulbo, la
5 capacidad de enlace del anclaje al terreno se mejora significativamente.

Adicionalmente, el uso de un dispositivo mezclador desplegable hace posible garantizar el diámetro del bulbo. A manera de ejemplo, la máquina de perforación puede ser una herramienta como se describe en los Documentos EP 1 878 833, EP 2 931 979, ES 2 402 975, o JP 11 222 846.

10 Se especifica que el paso de mezclado del terreno en el lugar con el fluido puede realizarse mientras se mueve la herramienta de perforación a lo largo del eje de perforación en una primera dirección, en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, o de hecho en ambas direcciones. Cuando el eje de perforación es vertical, el paso de mezclado se realiza durante una etapa de descenso y/o una etapa de elevación de la herramienta de perforación.

15 De preferencia, pero no exclusivamente, el fluido es un cementante, de tal manera que el bulbo comprende un primer material que forma una mezcla constituida por el terreno en el lugar mezclado con el cementante.

También de manera preferida, el paso para introducir la herramienta de perforación en el terreno está acompañado por la inyección de un fluido de perforación, por ejemplo, agua.

20 Cuando el anclaje es un tirante de tracción para anclaje, puede entenderse que la porción superior constituye la porción no cementada del tirante de tracción, mientras que el bulbo constituye la porción cementada del tirante de tracción. El refuerzo luego se sujeta a una cabeza del anclaje. La diferencia en diámetro entre la porción no cementada y la porción cementada mejora significativamente la capacidad del cementado del tirante de tracción. Adicionalmente, el
25 hombro formado entre el bulbo y su porción superior contribuye ventajosamente al cementado del bulbo en el terreno.

De preferencia, pero no exclusivamente, el refuerzo se inserta en el bulbo después de retirar la herramienta de perforación.

De preferencia, el segundo diámetro es no menor a dos veces el primer diámetro.
También de preferencia, el segundo diámetro es no menor a tres veces el primer diámetro.
También de preferencia, el segundo diámetro es no menor a cuatro veces el primer diámetro.

De preferencia, el segundo diámetro del bulbo es no menor a 400 milímetros (mm),
5 mientras que el primer diámetro de la porción superior yace en el rango de 100 mm a 300 mm.

De preferencia, pero no necesariamente, el bulbo presenta una porción cilíndrica terminada mediante una porción frustocónica que conecta la porción cilíndrica a la porción superior.

La longitud del bulbo depende en particular de la fuerza que se va a ser tomada por el
10 anclaje y de las características del terreno, y en particular de la fricción lateral.

En la invención, después del paso de mezclado, la herramienta de perforación se retira desde el terreno y luego durante el paso de inserción:

- un orificio de perforación se hace en el bulbo a lo largo del eje de perforación y tiene un tercer diámetro menor al segundo diámetro;
- 15 - el orificio de perforación se llena con una lechada cementante; y
- el refuerzo se inserta en el orificio de perforación, antes o después de llenar el orificio de perforación con la lechada cementante.

Se puede entender entonces que el refuerzo se cubre con la lechada cementante. En otras palabras, el refuerzo se incrusta en un volumen de la lechada que se extiende al menos
20 dentro del bulbo. El volumen de la lechada de preferencia se extiende también en la porción superior.

El orificio de perforación se hace de preferencia en el bulbo mientras que el primer material está aún fresco.

En una modalidad, el refuerzo es un refuerzo de autoperforación que se constituye
25 mediante el dispositivo de perforación que se usa para hacer el orificio de perforación en el bulbo.

En una primera variante, el tercer diámetro es menor al primer diámetro.

En una segunda variante ventajosa, el tercer diámetro es no menor al primer diámetro de la porción superior. De esta manera, el primer material que constituye la porción superior al final del paso de mezclado se reemplaza con la lechada cementante al final del paso de llenado. Un anclaje se obtiene así y tiene una porción superior (posiblemente más ancha que su porción superior inicial) que está constituida por la lechada cementante, esta porción superior se extiende longitudinalmente en el bulbo.

En esta segunda variante ventajosa, y cuando el anclaje es un tirante de tracción para anclaje, la lechada cementante se selecciona junto con la fricción entre la lechada y el primer material que es mayor a la fricción entre la lechada y el terreno, haciendo así posible en particular la reducción de la longitud de la porción ligada en comparación con un tirante de tracción convencional.

Adicionalmente, la invención también hace posible garantizar una gran cantidad de fricción entre el refuerzo y la lechada.

De preferencia, la lechada es una lechada de cemento que presenta un cemento sobre una relación de agua (C/W) en peso de aproximadamente 2. Puede ser igualmente una resina o cualquier otra sustancia adaptable. La fricción lateral que se obtiene es de preferencia del orden de 1 megapascal (MPa).

En una modalidad ventajosa, la máquina de perforación comprende además un elemento tubular que tiene un diámetro y un extremo inferior, el dispositivo mezclador tiene una forma que es capaz de ser recibido adentro del elemento tubular cuando el dispositivo mezclador está en la posición retraída, el alcance diametral del dispositivo mezclador en la posición desplegada es mayor que el diámetro del elemento tubular, el método comprende, durante el paso de introducción de la herramienta de perforación en el terreno:

- introducir el elemento tubular en el terreno a la primera profundidad a lo largo del eje de perforación;

- introducir la herramienta de perforación en la posición retraída en el elemento tubular; luego

- después del paso de introducir la herramienta de perforación en el terreno, mover la herramienta de perforación axialmente a lo largo del eje de perforación con relación al elemento

tubular para mover el dispositivo mezclador bajo el extremo inferior del elemento tubular y luego realizar el paso de mezclado.

El elemento tubular sirve en particular para facilitar la inserción del dispositivo mezclador en el terreno mientras está en la posición retraída. También sirve para soportar el terreno y garantizar el primer diámetro para la porción superior.

De manera ventajosa, después del paso de mezclado, el dispositivo mezclador en la posición retraída se pone en el elemento tubular, y luego durante el paso de introducción:

- la herramienta de perforación se asegura al elemento tubular;
- el ensamble constituido por la herramienta de perforación y el elemento tubular se mueven en rotación y el ensamble se mueve hacia el extremo inferior del bulbo a lo largo del eje de perforación para hacer un orificio de perforación en el bulbo;
- la herramienta de perforación se separa del elemento tubular;
- la herramienta de perforación se retira mientras se deja el elemento tubular en el bulbo;
- el refuerzo se inserta en el elemento tubular; y
- el orificio de perforación se llena con lechada cementante.

Se puede entender que el elemento tubular sirve tanto como guía para facilitar la inserción del refuerzo en el terreno, y como un ducto para entregar la lechada en el orificio de perforación. El elemento tubular sirve para llenar el orificio de perforación con la lechada cementante desde su porción inferior, facilitando así el llenado. El refuerzo de preferencia es un tubo que está abierto en su extremo inferior para facilitar el llenado. También puede ser una barra sujeta a una manguera o a un tubo con forros.

De manera ventajosa, durante el paso de introducción, el elemento tubular se introduce inicialmente en el terreno, y luego la herramienta de perforación se introduce en el elemento tubular que ha sido previamente introducido en el terreno.

De manera alternativa, durante el paso de introducción, el elemento tubular junto con la herramienta de perforación se introducen de manera simultánea en el terreno, el dispositivo mezclador se pone previamente en su posición retraída y se asegura el elemento tubular.

De preferencia, el elemento tubular se retira al final o durante el paso de inserción.

En una variante, el paso de llenado con la lechada cementante puede realizarse mientras que la herramienta de perforación se retira.

En una modalidad preferida, la herramienta de perforación tiene un cuerpo tubular
5 que se extiende a lo largo del eje longitudinal, y el dispositivo mezclador tiene dos alas desplegables que se montan al pivote con relación al cuerpo tubular, y el dispositivo mezclador comprende además miembros elásticos que se colocan entre el cuerpo tubular y cada una de las alas desplegables, los miembros elásticos tienden a traer el dispositivo mezclador en la posición desplegada al pivotar las alas desplegables.

10 Como la herramienta de perforación, es posible utilizar herramientas descritas en EP 1 878 833, EP 2 931 979, ES 2 402 975, o la herramienta descrita en JP 11 222 846.

De manera ventajosa, el fluido se inyecta bajo presión durante el paso de mezclado. Una ventaja es asistir en la deestructuración del terreno y en el mezclado de la lechada con el terreno. La presión que se aplica puede yacer en el rango de unos cuantos kilopascales (kPa) hasta
15 altas presiones utilizadas para introducir la lechada en chorro, del orden de 60 MPa o más.

En otra modalidad de la invención, al final del paso de mezclado y antes del paso de inserción, el material inicial del bulbo constituido por el mezclador del terreno en lugar con el fluido se reemplaza con un material cementante. De preferencia, el fluido es un fluido de perforación, por ejemplo agua, y el material cementante es un mortero. Esta variante puede ser
20 realizada ventajosamente en la presencia de terreno arcilloso. El paso de reemplazo de preferencia consiste en inyectar el material de relleno en el bulbo mientras se remueve el material inicial del bulbo. También de preferencia, al final del paso de mezclado, la inyección de fluido se continúa para remover el material inicial, después de lo cual el mortero se inyecta.

La invención también proporciona un método para construir un tirante de tracción
25 para anclaje pretensionado en el terreno al lado de una masa de reacción, al realizar el método de la invención para construir un anclaje y en donde el paso de introducción incluye un paso preliminar de hacer un orificio de perforación en la masa de reacción en la cual, después de obtener el anclaje, una cabeza de tirante de tracción se coloca entre la masa de reacción y el refuerzo, y luego el refuerzo se pone bajo tensión.

La masa de reacción puede ser un muro, losas de cimentación o placas de cimentación, o cualquier otra estructura para anclaje.

La invención también proporciona un anclaje al terreno, en donde, cuando se considera desde la superficie del terreno, tal anclaje se extiende a lo largo de un eje longitudinal y
 5 comprende una sucesión de una porción superior que presenta un diámetro, seguida por al menos un bulbo que presenta un diámetro mayor al diámetro de la porción superior, la porción superior y el bulbo comprenden al menos un primer material, y el anclaje también comprende un refuerzo que se extiende a lo largo del eje longitudinal en la porción superior y en el bulbo.

De manera ventajosa, el primer material está constituido por el mezclado del terreno
 10 excavado con un cementante. Las proporciones del terreno y el cementante dentro del primer material deben ser seleccionados como una función del tipo de terreno y de la fuerza objetivo para el anclaje. En una variante, la proporción del terreno es menor al 10%.

En la invención, el refuerzo es cubierto en un segundo material que tiene un diámetro de cobertura que es menor al diámetro del bulbo. De preferencia, el diámetro de cobertura es no
 15 menor al diámetro de la porción superior. El segundo material es ventajosamente diferente del primer material.

También de preferencia, el segundo material forma una cubierta cilíndrica que se extiende longitudinalmente en el bulbo y en la porción superior.

De manera ventajosa, el segundo material es una lechada cementante.

El refuerzo del anclaje de preferencia comprende una barra de metal, un tubo, o al
 20 menos una hebra.

Finalmente, la invención proporciona un tirante de tracción para anclaje que comprende un anclaje de la invención.

Breve descripción de las figuras

La invención puede ser mejor entendida con la lectura de la siguiente descripción de
 25 las modalidades de la invención que se dan como ejemplos no limitantes, y con referencia a las figuras acompañantes, en las cuales:

- La Figura 1 muestra el paso de introducir la herramienta de perforación en el terreno en una primera modalidad del método de acuerdo con la invención;
- Las Figuras 2 y 3 muestran el paso de mezclado durante el cual el bulbo se forma;
- La Figura 4 es una vista en sección longitudinal del terreno después de que la
5 herramienta de perforación ha sido retirada;
- La Figura 5 muestra el paso de insertar el refuerzo en el bulbo;
- La Figura 6 muestra el paso de perforar el bulbo en una segunda modalidad del método de la invención;
- La Figura 7 muestra el paso de perforar un orificio de perforación de la Figura 6 con
10 la lechada;
- La Figura 8 muestra un paso de insertar el refuerzo en el orificio de perforación llenado con la lechada cementante;
- La Figura 9 muestra el anclaje obtenido al realizar el método en la segunda modalidad de la invención;
- La Figura 10 muestra el paso de introducir la herramienta de perforación en el
15 terreno en una tercera modalidad del método de la invención, la herramienta de perforación y un elemento tubular asegurado al mismo se insertan juntos en el terreno;
- La Figura 11 muestra el paso durante el cual la herramienta de perforación se separa del elemento tubular;
- Las Figuras 12 y 13 muestran el bulbo que se forma mediante el mezclado in situ en
20 el terreno excavado con un fluido;
- La Figura 14 es una vista en sección longitudinal del terreno después de retirar la herramienta de perforación;
- Las Figuras 15 y 16 muestran el refuerzo que se inserta en el bulbo y el elemento
25 tubular que se retira;
- La Figura 17 muestra el paso de perforación del bulbo en una cuarta modalidad del método de la invención;

- Las Figuras 18 a 21 muestran el paso de llenado del orificio de perforación hecho en el bulbo con una lechada, el paso de insertar el refuerzo en el orificio de perforación llenado, y el paso de retirar el elemento tubular;

5 - La Figura 22 muestra una quinta modalidad de la invención en la cual el elemento tubular se asegura a la herramienta de perforación para que sea movida en el bulbo mientras se perfora el bulbo;

- La Figura 23 muestra la herramienta de perforación que se retira mientras el elemento tubular permanece en el bulbo;

10 - La Figura 24 muestra el paso de insertar el refuerzo en la forma de un tubo en el elemento tubular;

- La Figura 25 muestra el orificio de perforación hecho en el bulbo que se llena al inyectar una lechada en el tubo;

- La Figura 26 muestra el elemento tubular que se retira;

- La Figura 27 muestra un tirante de tracción para anclaje de la presente invención; y

15 - Las Figuras 28 y 29 son vistas en sección transversal de la porción superior y del bulbo del tirante de tracción de la Figura 27.

Descripción detallada de la invención

Con referencia a las Figuras 1 a 5, sigue una descripción de una primera modalidad del método de construir un anclaje para terreno 100.

20 Para realizar el método, se proporciona una máquina de perforación 10 del tipo descrito en EP 1 878 833 o EP 2 931 979. La máquina de perforación 10, que no se describe en detalle en la presente, comprende una herramienta de perforación 12 que gira alrededor de un eje longitudinal A. Los medios para mover la herramienta de perforación 12 en rotación son conocidos de alguna parte y no se describen en la presente. La herramienta de perforación 12
25 también se proporciona con un dispositivo mezclador desplegable 14 que presenta una posición retraída como se muestra en la Figura 1, y una posición desplegada como se muestra en la Figura 2.

La herramienta de perforación 12 tiene un cuerpo tubular 16 que se extiende a lo largo del eje longitudinal A; el dispositivo mezclador 14 tiene dos alas desplegables 18 y 20 que se montan al pivote con relación al cuerpo tubular 16 alrededor de un eje de pivote X que es perpendicular al eje longitudinal A. El dispositivo mezclador también tiene miembros elásticos (no mostrados) que se colocan entre el cuerpo tubular 16 y cada una de las alas desplegables 18, 20. De manera conocida los miembros elásticos tienden a empujar el dispositivo mezclador en la posición desplegada mediante el pivoteo de las alas desplegables alrededor del eje X.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, se puede ver que el dispositivo mezclador 14, cuando está en su posición desplegada mostrada en la Figura 2, presenta un alcance diametral T1 que es mayor a su alcance diametral T2 cuando está en una posición retraída.

La máquina de perforación 10 también tiene un dispositivo 22 para inyectar el fluido bajo presión en el terreno. En este ejemplo, el fluido es un cementante.

En este ejemplo, el fluido se inyecta en el terreno S mediante boquillas que se colocan en el cuerpo tubular 16 de la herramienta de perforación, cerca de las alas 18, 21.

En la primera modalidad del método de la invención, un paso de introducción se realiza para introducir la herramienta de perforación en el terreno a lo largo del eje de perforación F que es paralelo al eje longitudinal A para formar una porción superior C que tiene una altura H1 y un primer diámetro D1. Como se muestra en la Figura 2, la porción superior C se extiende desde la superficie del terreno a una primera profundidad P1.

En este ejemplo, la porción superior C es sustancialmente cilíndrica en forma con un diámetro D1. Con referencia a la Figura 1, se puede entender que el dispositivo mezclador está en la posición retraída durante el paso de introducción. Se especifica que el alcance diametral T2 del dispositivo mezclador cuando está en la posición retraída es sustancialmente igual o ligeramente menor al diámetro D1.

La herramienta de perforación 12 también tiene un miembro cortador 13 que se coloca en el extremo distal del cuerpo tubular 16 abajo del dispositivo mezclador. Este miembro cortador 13 se configura para perforar en el terreno S a lo largo del eje de perforación. Después de que el dispositivo mezclador ha alcanzado una profundidad mayor a la altura H1 de la porción superior, un paso de mezclado se realiza durante el cual el dispositivo mezclador se lleva a la posición desplegada al desplegar las alas 18 y 20. Después de esto, la herramienta de perforación

se lleva en rotación junto con el dispositivo mezclador 14 en la posición desplegada mientras se inyecta el cementante para realizar un mezclado mecánico en situ del terreno en lugar con el cementante. Durante este paso de mezclado, la herramienta de perforación se mueve axialmente a lo largo del eje de perforación F para formar un bulbo B en el terreno, bajo la porción superior C.

5 Como puede ser entendido de las Figuras 2 y 3, el bulbo B presenta un segundo diámetro D2 que es mayor al primer diámetro D1 de la porción superior. En el ejemplo mostrado en las Figuras 2 y 3, el bulbo B se hace que vaya hacia abajo, con las alas que se despliegan inmediatamente debajo de la cavidad superior.

10 De manera alternativa, y sin ir más allá del ámbito de la presente invención, las alas podrían desplegarse una vez que la herramienta de perforación ha llegado a la profundidad correspondiente a la profundidad de la porción inferior del bulbo B. Bajo tales circunstancias, el bulbo se formaría yendo hacia arriba mientras se eleva la herramienta de perforación 12.

15 De manera preferida, las alas se despliegan automáticamente, de tal manera que el bulbo B se pone hacia abajo con el dispositivo mezclador que se mueve longitudinalmente mientras está en la posición desplegada y con el fluido de inyección.

20 La Figura 4 muestra el terreno en sección vertical después de que la herramienta de perforación ha sido retirada. Se puede ver que el bulbo B está en forma cilíndrica, se extiende sobre una altura H2. Puede ser entendido que el segundo diámetro D2 corresponde al diámetro máximo del bulbo B. Dada la forma particular de la herramienta de perforación 12, el bulbo B presenta, en su extremo inferior B1, una extensión del diámetro que es menor al segundo diámetro D2. El bulbo también incluye en su extremo superior B2 una forma frustocónica que hace la unión entre la porción cilíndrica del diámetro D2 y la porción superior C del diámetro D1. Esta forma frustocónica refuerza la cimentación del bulbo en el terreno.

25 Sin ir más allá del ámbito de la presente invención, los bulbos B de otras formas podrían ser obtenidos dependiendo del tipo de herramienta de perforación utilizada.

De acuerdo con la invención, un paso de inserción luego se realiza durante el cual un refuerzo 30 se inserta en el bulbo B después de que la herramienta de perforación 12 ha sido retirada del terreno. En este ejemplo, el refuerzo 30 está constituida por una barra de metal que se inserta a lo largo del eje de perforación. Una vez que el mezclador de terreno y cementante se

endureció, el anclaje de terreno resultante 100 se extiende a lo largo de un eje longitudinal Z que corresponde al eje de perforación F.

Con referencia a las Figuras 6 a 9, sigue una descripción de una segunda modalidad de la invención.

5 En esta segunda modalidad, los pasos de introducir la herramienta de perforación en el terreno y el paso de mezclado son similares a aquellos de la primera modalidad.

 Sin embargo, la segunda modalidad difiere de la primera modalidad en que, después del paso de mezclado, la herramienta de perforación se retira del terreno y luego , durante el paso de inserción: un orificio de perforación K se realiza en el bulbo B a lo largo del eje de perforación
10 F antes de que la mezcla del terreno y el cementante se endurezca.

 El orificio de perforación K presenta un tercer diámetro D3 que es menor al segundo diámetro D2 del bulbo B. El orificio de perforación K se hace utilizando un dispositivo de perforación 40 de forma tubular que tiene un extremo inferior abierto que lleva los medios cortadores 42. Como se muestra en la Figura 7, después de realizar el orificio de perforación K, el
15 orificio de perforación se llena con la lechada cementante. En este ejemplo, el llenado de la lechada se realiza con inyección a través del dispositivo de perforación 40 mientras que el dispositivo de perforación se eleva.

 A partir de esto, después del llenado, el refuerzo 30 se inserta en el orificio de perforación K, como se muestra en la Figura 8. De manera alternativa, y sin ir más allá del ámbito
20 de la presente invención, el refuerzo 30 podrá insertarse en el orificio de perforación K antes del paso de llenado con la lechada. En este ejemplo, la lechada cementante es lechada de cemento que presenta un cemento en la relación de agua (C/W) de aproximadamente 2.

 La Figura 9 muestra el anclaje 110 obtenido al realizar la segunda modalidad de la invención.

25 La lechada se selecciona de tal manera que la fricción entre el refuerzo y la lechada es alta, en el orden de 1 MPa. También se selecciona de tal manera que la fricción entre la lechada y la mezcla que resulta del mezclado del terreno con el cementante es mayor que la fricción entre la mezcla y el terreno que rodea el anclaje.

En el ejemplo mostrado en las Figuras 6 a 9, el tercer diámetro D3 también es menor al segundo diámetro D1. Sin ir más allá del ámbito de la presente invención, el tercer diámetro D3 podría ser igual a o ligeramente mayor al diámetro D1 de la porción superior, para reemplazar el material que constituye la porción superior, principalmente la mezcla antes mencionada, con la lechada cementante. Esta variante se muestra en particular en la Figura 22, que se describe abajo.

Las Figuras 10 a 15 muestran una tercera modalidad del método de la invención. La tercera modalidad del método difiere de la primera modalidad antes descrita por el hecho de que la máquina de perforación también tiene un elemento tubular 50 que presenta un diámetro D y un extremo inferior 50a, que ocupa una longitud L. Como puede ser entendido de la Figura 10, el dispositivo mezclador se forma para ser recibido en el elemento tubular 50 cuando el dispositivo mezclador está en su posición retraída. Con referencia a las Figuras 10 y 12, se puede entender que el alcance diametral T1 del dispositivo mezclador en la posición desplegada es mayor al diámetro D del elemento tubular 50. También puede ser entendido que el alcance diametral T2 del dispositivo mezclador en la posición retraída es menor al diámetro D del elemento tubular 50.

En la tercera modalidad, el elemento tubular 50 se introduce en el terreno a lo largo del eje de perforación F después de colocar previamente la herramienta de perforación en la posición retraída dentro del elemento tubular 50. Para este propósito, la herramienta de perforación 12 se asegura al elemento tubular 50 y el ensamble constituido por el elemento tubular asegurado a la herramienta de perforación se introduce en el terreno a lo largo del eje de perforación, como se muestra en la Figura 10.

Como se muestra en las Figuras 11 a 13, después de que el ensamble ha sido introducido, la herramienta de perforación se separa del elemento tubular y la herramienta de perforación 12 luego desciende axialmente a lo largo del eje de perforación F con relación al elemento tubular 50. De esta manera, el dispositivo mezclador 16 se mueve bajo el extremo inferior 50a del elemento tubular 50, después de lo cual el paso de mezclado in situ del terreno excavado con el cementante se realiza.

Con referencia a la Figura 14, se puede ver que el elemento tubular 50 rodea y define la porción superior C que se ubica arriba del bulbo B. Después de retirar la herramienta de perforación 12, el refuerzo 30 se introduce en el bulbo a lo largo del eje de perforación F, después de lo cual el elemento tubular 50 se retira.

Las Figuras 17 a 21 muestran una cuarta modalidad del método de la invención que difiere de la tercera modalidad por el hecho de que después de retirar la herramienta de perforación 12 del terreno S, y durante el paso de inserción: un orificio de perforación K se hace en la porción superior C y en el bulbo B a lo largo del eje de perforación F y con un tercer diámetro D3 menor al segundo diámetro D2. A partir de esto, el orificio de perforación se llena con la lechada cementante antes de insertar el refuerzo 30 en el orificio de perforación K. A partir de aquí el elemento tubular se retira del terreno.

Con referencia a las Figuras 22 a 26, sigue una descripción de una quinta modalidad del método de la invención. Esta implementación difiere de la tercera modalidad por el hecho de que, después de, paso de mezclado, el dispositivo mezclador, mientras está en posición retraída, se lleva el elemento tubular 50, y luego durante el paso de introducción, la herramienta de perforación 12 se asegura al elemento tubular 50 y el ensamble constituido por la herramienta de perforación 12 y el elemento tubular 50 se llevan en rotación, con el ensamble que se mueve hacia el extremo inferior B1 del bulbo B. Este movimiento toma lugar a lo largo del eje de perforación F para hacer un orificio de perforación K' en el bulbo B, se debe recalcar que el bulbo B en este momento está constituido por una mezcla fresca que resulta de la mezcla del terreno excavado con el cementante.

Después de realizar el orificio de perforación K', la herramienta de perforación 12 y el elemento tubular 50 se separan, y luego la herramienta de perforación se retira del terreno mientras se deja el elemento tubular 50 en el bulbo B, como se muestra en la Figura 23.

A partir de esto, el refuerzo 30' se inserta en el elemento tubular 50. En este ejemplo, el refuerzo 30' está constituido por un tubo que se abre y su extremo inferior 30'a y en su extremo superior 30'b.

Después de introducir el refuerzo 30' en el elemento tubular 50, el elemento tubular 50 se llena con la lechada cementante para llenar el orificio de perforación K'. Este rellenado se realiza al inyectar la lechada cementante a través del extremo superior 30'b del refuerzo 30' para descargar la lechada desde el extremo inferior del refuerzo. Después de que el orificio de perforación K' ha sido llenado con la lechada cementante, el elemento tubular 50 se retira del terreno para obtener el anclaje.

El refuerzo 30' podría ser igual a una barra o a una hebra asociada con un dispositivo de inyección tal como una manga en forma tubular o más simplemente una manguera. Sin ir más

allá del ámbito de la presente invención, el rellenado podría igualmente realizarse durante el paso mostrado en la Figura 23.

La Figura 27 muestra un tirante de tracción para anclaje 300 que comprende un anclaje 200 hecho utilizando la segunda, cuarta o quinta modalidad del método de la invención.

5 El tirante de tracción para anclaje 300 se asegura a una masa de reacción 310 adyacente al terreno. En este ejemplo no limitante, la masa de reacción 310 es una pared de concreto vertical.

Para realizar el tirante de tracción para anclaje 300, el paso de introducción mencionado arriba comprende un paso preliminar de perforar la masa de reacción 310. Esta
10 perforación se realiza a lo largo de un eje de perforación que se inclina con relación al eje vertical de tal manera que el eje longitudinal Z del tirante de tracción para anclaje se inclina con relación al eje vertical.

A partir de esto, el anclaje 200 se hace al realizar el método de la invención. Si se considera desde la superficie, el anclaje 200 comprende en sucesión una porción superior G
15 seguida por al menos un bulbo B que presenta un diámetro D2 mayor al diámetro D3 de la porción superior P. La porción superior G se extiende por una altura H1, mientras el bulbo se extiende por una altura H2. Se especifica que la porción superior G es para formar la porción no cementada del tirante de tracción para anclaje, mientras que el bulbo B forma la porción cementada del tirante de tracción para anclaje 300. En la porción no cementada, la fricción se reduce significativamente por
20 medio de un dispositivo 203, tal como una cubierta engrasada, o un refuerzo cubierto con un recubrimiento no espeso.

Con referencia a las Figuras 27 a 29, también se puede ver que la porción superior G forma la porción superior de un núcleo cilíndrico constituido por la lechada cementante que se extiende longitudinalmente en el bulbo B. De la Figura 29, se puede entender que el bulbo B está
25 constituido por una capa anular de la mezcla constituida por una mezcla de lechada y cementante que rodea el núcleo de la lechada cilíndrica.

El anclaje 200 también tiene un refuerzo 30, específicamente una barra de metal de diámetro D4 que se extiende en el eje Z en la porción superior G y en el bulbo B.

Adicionalmente, se puede entender que el núcleo de lechada cilíndrica cubre el
30 refuerzo 30 sobre más de dos tercios de su longitud. Puede ser entendido que el bulbo B está

hecho por un primer material que resulta de la mezcla de la lechada excavada con el cementante y un segundo material, específicamente la lechada cementante, que rodea el refuerzo 30, el primer material rodea el segundo material.

5 A manera de ejemplo, el diámetro D2 del bulbo B es igual a 600 mm, mientras que el coeficiente de fricción entre el primer material y la lechada es de 80 kPa.

El diámetro del núcleo cilíndrico que se extiende adentro del bulbo B y está hecho del segundo material presenta un diámetro D3 igual a 150 mm y un coeficiente de fricción entre el primero y segundo material de aproximadamente 320 kPa.

10 Finalmente, el diámetro del refuerzo 30 es de 50 mm, y el coeficiente de fricción entre el refuerzo y el segundo material es de aproximadamente 960 kPa.

Después de construir el anclaje 200, una cabeza de tirante de tracción 320 se monta en el extremo superior de la porción superior G, esta cabeza del tirante de tracción se asegura a la masa de reacción y el refuerzo 30. Después de poner la cabeza del tirante de tracción 320 en posición, el refuerzo 30 se pone bajo tensión para aplicar una pretensión al tirante de tracción para
15 anclaje 300.