

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 578**

51 Int. Cl.:

E02D 5/74 (2006.01)

E02D 5/76 (2006.01)

E02D 27/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2011 PCT/AU2011/001082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12024725**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2011 E 11819187 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2609258**

54 Título: **Sistema para anclar una carga**

30 Prioridad:

24.08.2010 AU 2010903784

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

14.09.2017

73 Titular/es:

**SINCLAIR, MARK RONALD (100.0%)
24 Ivey Street
Lindfield, New South Wales 2070, AU**

72 Inventor/es:

SINCLAIR, MARK RONALD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 632 578 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

Sistema para anclar una carga

5 Campo de la invención

La presente invención en una o más formas se refiere a sistemas de anclaje y el uso de ancla(s) a tierra para anclar una estructura contra una fuerza aplicada y/o proporcionar estabilidad a la estructura. La invención tiene aplicación en obras de ingeniería civil con una aplicación específica, aunque no exclusiva, al anclaje de grandes estructuras tales como los muros de presas de hormigón

Antecedentes de la invención

15 Las anclas de roca permanentes de gran capacidad se utilizan habitualmente en obras de ingeniería civil para contener grandes fuerzas, ejemplos de las cuales incluyen las sujeciones de puentes, y para amarrar presas de hormigón para mejorar su seguridad a través de la resistencia al vuelco o deslizamiento. No fue sino hasta aproximadamente 1980 que las mejoras en la tecnología permitieron que las anclas permanentes de gran capacidad fueran consideradas una opción viable a largo plazo para aplicaciones de alta carga, teniendo las anclas a tierra capacidades de aproximadamente 10.500 kN de UTS y 13.750 kN de UTS en desarrollo. Sin embargo, estos tendones de ancla estaban muy estresados y eran propensos a la corrosión ya que en condiciones de transferencia de carga se produce un agrietamiento horizontal en la lechada de anclaje (especialmente alrededor de la intersección de la longitud libre y de unión del ancla) que permite que agentes agresivos ataquen el tendón altamente estresado. Por lo tanto, se emplea una vaina corrugada de polietileno para proporcionar una membrana impermeable alrededor de un tendón permanente. Sin embargo, basándose en el diámetro interior de la vaina corrugada, la transferencia de carga final a través de la vaina corrugada se limita a aproximadamente 5,3 MPa usando una lechada de 35 MPa.

La duración prevista de las anclas a tierra permanentes es, en concreto, de 100 años. Los aditivos de lechada se usan a menudo con el fin de reducir la cantidad de agua en una mezcla de lechada, lo que permite lograr mayores fuerzas de lechada. Sin embargo, aún no se han probado que los aditivos de lechada, además del cemento y el agua usados en la lechada, no tengan un efecto adverso sobre la duración de un ancla permanente. Como tal, normalmente se evitan los aditivos de lechada debido a la falta de pruebas concluyentes de que sean inertes con respecto al ancla durante un período prolongado de tiempo, especialmente en la zona de unión donde hay contacto con el tendón.

Las lechadas de cemento de alta calidad actuales para su uso con anclas a tierra a lo largo de la longitud del ancla emplean habitualmente un cemento Portland, tal como el cemento oilwell de clase "G" (en la norma API Spec 10 A de tipo "G" HSR) con una relación agua-cemento de entre 0,36 y 0,38, sin aditivos. Cuando la longitud libre de los torones respectivos del tendón está encerrada dentro de vainas de polietileno (PE) individuales llenas de grasa o de cera, las propiedades de la lechada pueden ser menos estrictas fuera de la longitud de la unión que si no hubiera contacto directo entre la lechada y la longitud libre de los torones. Habitualmente, para los grandes proyectos, la lechada se produce usando un mezclador de alta cizalladura (coloidal) que normalmente funciona a aproximadamente 2000 rpm. Este enfoque humedece completamente las partículas de cemento y minimiza el agua de purga, produciendo de manera fiable la lechada resultante una resistencia a la compresión de aproximadamente 70 MPa y una resistencia típica a la cizalladura en un intervalo del 10 %-15 % de la resistencia a la compresión una vez curada durante 28 días.

La tecnología de anclaje a tierra actual se limita al uso de tendones de anclaje que comprenden 91 torones con una carga de rotura de aproximadamente 25,400 kN. La capacidad física del tendón no es el factor limitante, sino más bien la capacidad de transferir la carga a la roca circundante. Hay dos problemas específicos con la transferencia de carga, es decir, en primer lugar la capacidad física de la roca para soportar cargas de estrés más altas y, en segundo lugar, la capacidad de la lechada y el envainado para transferir mecánicamente la carga sin fallos.

Las anclas a tierra de múltiples torones de gran capacidad se someten a un tensado de múltiples torones para anclar la carga pertinente y minimizar el riesgo de separación de la sección superior de la zona de unión del ancla con los estratos de tierra circundantes. El tensado de múltiples torones del tendón implica sujetar todos los torones respectivos del tendón y extender colectivamente cada torón una distancia común uniformemente al mismo tiempo para introducir la carga en el ancla.

60 Para proporcionar anclas permanentes de mayor capacidad las opciones disponibles actualmente son o bien proporcionar una lechada con mayor resistencia a la cizalladura o reducir el estrés de trabajo sobre el tendón aumentando el área de transferencia de carga del tendón, tal como utilizando un ancla/vaina o perforación de mayor diámetro. Sin embargo, la primera de estas opciones requeriría la agregación de aditivos a la lechada, lo que podría ser perjudicial con el tiempo para la integridad del ancla mientras que esta última posibilidad solo proporciona una mejora marginal en la capacidad de transferencia de carga/anclaje del ancla. Además, mientras que la longitud de

unión de los torones de las anclas a tierra de muy alta capacidad se limita teóricamente a aproximadamente 12 m, la transferencia de carga se produce habitualmente solo a lo largo de los 6 m iniciales de la zona de unión de un ancla.

Se conocen métodos de anclaje a tierra en los que múltiples tendones de anclaje separados están dispuestos en la perforación. En el sistema de anclaje descrito en el documento GB 2.223.518 se emplean cuatro tendones de anclaje separados, siendo los tendones de longitudes diferentes entre sí. Cada uno de los tendones tiene una cápsula de plástico corrugada que encierra un tubo de plástico corrugado adicional en el que está encerrada la longitud libre engrasada del tendón. Las cápsulas de los tendones están escalonadas una con respecto a otra a lo largo del taladro y el taladro se llena de lechada como cada cápsula y el tubo de plástico interior asociado de los tendones respectivos. En otras formas de este sistema de anclaje no se proporciona un tubo interior en las cápsulas de los tendones. Sin embargo, en cada caso, cada tendón de anclaje respectivo se somete independientemente a un tensado de múltiples torones usando un gato para tensar el tendón uniformemente como una sola unidad para anclar la carga pertinente. Otros sistemas de anclaje que comprenden una sola disposición de taladro en la que se insertan múltiples tendones de anclaje/elementos de tracción separados se describen en la solicitud de patente internacional n.º WO 00/08264, WO 01/40582 y GB 2.260.999. En cada uno de estos sistemas, cada tendón de anclaje se tensa de nuevo uniformemente como una sola unidad.

Sumario de la invención

En términos generales, la invención parte del reconocimiento de que la capacidad de transferencia de carga de un tendón de anclaje con múltiples elementos de tracción puede aumentarse sustancialmente tensando de manera secuencial diferentes grupos de elementos de tracción del tendón en una secuencia predeterminada hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva y, a continuación, tensando colectivamente de manera progresiva los grupos respectivos de elementos de tracción al mismo tiempo hasta su longitud de desplazamiento final basándose en la carga final requerida.

En particular, en un aspecto de la invención, se proporciona un método para anclar una carga a un anclaje, que comprende:

proporcionar al menos un tendón de anclaje unitario que incluye una pluralidad de elementos de tracción que tienen, cada uno de los mismos, una longitud de unión y una longitud libre;
 formar un taladro respectivo a través de la carga en el anclaje para la recepción del tendón;
 localizar el tendón longitudinalmente en el taladro, proporcionando las longitudes de unión de los diferentes grupos de elementos de tracción unas regiones de transferencia de unión escalonadas a lo largo de una zona de unión del tendón para una transferencia de carga al anclaje a través de una lechada con el tensado de los grupos de elementos de tracción;
 una vez que la lechada ha curado o fraguado lo suficiente, tensar los diferentes grupos de elementos de tracción en una secuencia predeterminada para extender la longitud libre de los elementos de tracción en estos grupos hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva, para compensar las diferencias en la longitud libre de los elementos de tracción entre los grupos respectivos;
 posteriormente, tensar colectivamente todos los elementos de tracción del tendón al mismo tiempo para extender la longitud libre de los elementos de tracción hasta una longitud de desplazamiento final respectiva; y
 fijar el tendón a la carga para mantener la tensión en los elementos de tracción.

En otro aspecto más, se proporciona un tendón de anclaje tensado de acuerdo con un método incorporado en la invención.

Habitualmente, la secuencia predeterminada comprende tensar secuencialmente los grupos de elementos de tracción del tendón en una secuencia desde los elementos de tracción con la longitud libre más larga a los elementos de tracción con la longitud libre más corta.

Habitualmente, los grupos de elementos de tracción del tendón se ordenan teóricamente (por ejemplo, identificándose de manera diferencial) y el tensado de los grupos respectivos hasta su longitud de desplazamiento inicial comprende tensar colectivamente, a su vez, los grupos de orden inferior con cada grupo que es de orden superior.

Habitualmente, cada grupo de orden inferior mencionado se extiende en dicha secuencia una longitud determinada para compensar la diferencia en la longitud libre de los torones en ese grupo con los torones en uno de dichos grupos que es el siguiente más alto en la ordenación.

En otra realización, los grupos de elementos de tracción se ordenan teóricamente, y cada grupo de orden inferior mencionado se extiende en dicha secuencia una longitud determinada para compensar la diferencia en la longitud libre de los torones en ese grupo con los torones en uno de dichos grupos que es el más alto en la ordenación. Esta realización también puede comprender el tensado preliminar de los grupos de torones hasta un nivel de tensión predeterminado común inicial.

Habitualmente, la diferencia entre la longitud de desplazamiento inicial y la longitud de desplazamiento final de cada uno de los grupos de elementos de tracción es esencialmente la misma. Sin embargo, la longitud de desplazamiento final para cada grupo de elementos de tracción es diferente y está en función de la longitud libre de los elementos de tracción de cada grupo respectivo.

5 Habitualmente, se usa el mismo medio de tensado para tensar los grupos de elementos de tracción hasta sus longitudes de desplazamiento inicial y final. El medio de tensado consistirá, en general, en un único dispositivo de elevación que se acciona para extender cada uno de los elementos de tracción en un grupo respectivo hasta las longitudes de desplazamiento inicial y final, acoplándose los diferentes grupos de elementos de tracción en
10 secuencia por el dispositivo de elevación durante el tensado del tendón.

Habitualmente, las longitudes libres de los elementos de tracción en los diferentes grupos cuando se tensan hasta su longitud de extensión final respectiva están sustancialmente bajo la misma tensión.

15 En al menos algunas realizaciones, puede proporcionarse una vaina principal en el taladro, estando al menos las longitudes de unión de los elementos de tracción dispuestas en la vaina, y la lechada comprende una lechada interna alrededor de las longitudes de unión respectivas de los elementos de tracción y una lechada externa en el taladro fuera de la vaina. La lechada interna y la lechada externa pueden ser la misma lechada o lechadas diferentes, y pueden diferir entre las partes de unión y de longitud libre de un tendón de anclaje.

20 El tendón de anclaje puede emplearse como un ancla temporal o un ancla permanente. Cuando se usa como un ancla temporal, el tendón de anclaje se emplea habitualmente sin el uso de la vaina en el taladro.

Habitualmente, se usa una pluralidad de los tendones de anclaje para anclar la carga al anclaje.

25 Los elementos de tracción en cada grupo del tendón pueden identificarse de manera diferencial para tensarse hasta la longitud de desplazamiento inicial en la secuencia predeterminada por una o más de las diferentes longitudes libres de los elementos de tracción (por ejemplo, sobresaliendo de la carga), y marcas, cortes, diferentes colores, envainado, marbeteado, envoltura termorretráctil, y etiquetado.

30 Por lo tanto, en otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de anclaje para anclar una carga a un anclaje, que comprende:

35 un tendón de anclaje unitario que incluye una pluralidad de elementos de tracción que tienen, cada uno de los mismos, una longitud de unión y una longitud libre, estando el tendón adaptado para insertarse longitudinalmente en un taladro formado a través de la carga en el anclaje durante el uso, definiendo las longitudes de unión de los diferentes grupos de elementos de tracción regiones de transferencia de carga escalonadas a lo largo de una zona de unión del tendón para transferir la carga al anclaje a través de una lechada con el tensado de los grupos de elementos de tracción, en el que los grupos de elementos de tracción se identifican diferencialmente
40 proporcionando una secuencia predeterminada para el tensado de los diferentes grupos de elementos de tracción para extender la longitud libre de los elementos de tracción en cada grupo hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva una vez que la lechada ha curado o fraguado lo suficiente.

45 En otro aspecto más de la invención, se proporciona un tendón de anclaje unitario que se tensa parcialmente para anclar una carga a un anclaje a tierra, comprendiendo el tendón una pluralidad de elementos de tracción que tienen, cada uno de los mismos, una longitud de unión y una longitud libre y que están dispuestos longitudinalmente en un taladro formado a través de la carga en el anclaje a tierra, definiendo las longitudes de unión de los diferentes grupos de elementos de tracción regiones de transferencia de carga escalonadas a lo largo de una zona de unión del tendón, tensándose dichos grupos seleccionados de elementos de tracción del tendón que se extienden una
50 longitud diferente, comparados unos con otros, hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva desde un estado de reposo en el taladro y hasta un nivel de tensión mayor que un grupo final mencionado de los elementos de tracción, por lo que el tendón está listo para el tensado colectivo de todos los grupos de elementos de tracción al mismo tiempo para extender los elementos de tracción, esencialmente a la misma longitud predeterminada, hasta una longitud de desplazamiento final respectiva para la transferencia de carga a través de las regiones de
55 transferencia de carga del tendón al anclaje a tierra a través de una lechada en el taladro.

Los elementos de tracción de un tendón de anclaje de acuerdo con una realización de la invención o utilizados en un método de la invención pueden seleccionarse a partir de elementos de torón, alambre, cable, barra y varilla (normalmente de alta tracción). Además, los elementos de tracción pueden tener cualquier forma y fabricarse de
60 fibra de carbono, filamentos de vidrio o plásticos sintéticos, o de acero o aleaciones metálicas usadas habitualmente en la fabricación de anclajes a tierra, o de cualquier otro material o compuesto que se considere adecuado.

La carga anclada por el tendón de anclaje puede, por ejemplo, usarse para anclar un suelo (por ejemplo, una caverna o una colina), un subsuelo, un edificio o una estructura o formación de ingeniería tal como un muro de
65 presa, un vertedero de presa, un puente, una cimentación de puente, una base central de elevación, los cimientos de un edificio, un muro de carga, un terraplén o una excavación de tierra o de roca, o para la precarga de la

cimentación o la estabilización de la caverna, o como una sujeción de flotabilidad, un aparato de ensayo de carga, un punto de reacción sísmica, un punto de reacción de carga y/o para proporcionar una reacción al vuelco de la carga. Además, el tendón de anclaje puede usarse para la rehabilitación de una estructura o formación tal como las descritas anteriormente.

5 En consecuencia, el anclaje puede, por ejemplo, comprender anclajes de roca, de estratos de roca u otros anclajes a tierra geotécnicamente adecuados.

10 Ventajosamente, tensando los elementos de tracción del tendón de anclaje como se ha descrito en el presente documento, el nivel de transferencia de carga total desde el tendón de anclaje al anclaje puede aumentarse significativamente sin aumentar las dimensiones del tendón de anclaje (a excepción de su longitud para dar cabida a una longitud de unión adicional) y evitar al mismo tiempo la separación de la sección superior de la zona de unión del tendón. Como tal, también puede mejorarse la estabilidad de la carga anclada por el tendón de anclaje. Además, aumentando la capacidad de transferencia de carga de un tendón dado, puede usarse un número reducido de tendones de anclaje más grandes con respecto a los tendones de anclaje a tierra más pequeños para obtener el nivel requerido de anclaje en una aplicación específica, que de otro modo podría ser el caso, proporcionando un posible ahorro de tiempo y de costes significativo.

20 Además, pueden desarrollarse y/o implementarse tendones de anclaje de mayor capacidad, y usarse anclas de mayor capacidad en situaciones donde previamente se habían excluido debido a limitaciones de transferencia de unión y de transferencia de carga geotécnica.

25 Las características y ventajas de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una serie de realizaciones no limitantes de la invención.

Breve descripción de los dibujos adjuntos

30 La figura 1 es una vista esquemática de un tendón de anclaje de múltiples torones que ilustra los torones del tendón ordenados teóricamente en diferentes grupos en función de sus longitudes libres respectivas; la figura 2 muestra el tensado de los torones de un tendón de anclaje de múltiples torones que usa un dispositivo de elevación de acuerdo con una realización de la invención; la figura 3 es una vista en sección lateral de un vertedero de presa que ilustra la colocación de un tendón de anclaje; la figura 4 es una vista esquemática frontal del vertedero de presa de la figura 3 anclado a una cimentación de roca subyacente por tendones de anclaje de múltiples torones; la figura 5 muestra el tensado de los torones de un tendón de múltiples torones que usa un dispositivo de elevación de acuerdo con otra realización de la invención; y la figura 6 muestra el tensado de los torones de un tendón de múltiples torones que usa un dispositivo de elevación de acuerdo con otra realización más de la invención.

40 Descripción detallada de las realizaciones a modo de ejemplo de la invención

45 En la figura 1 se muestra un tendón de anclaje unitario 10 adecuado para su uso en un método incorporado en la invención. El tendón tiene una pluralidad de elementos de tracción en forma de torones de acero de múltiples alambres 12, cada uno de los cuales tiene una longitud libre 14 recibida dentro de un manguito respectivo 16 y una longitud de unión 18. Las longitudes de unión 18 de los torones 12 terminan en la punta del tendón indicada, en general, por el número 22 y se fijan juntos en la punta del tendón en sus extremos delanteros mediante un epoxi o un sistema de fijación adecuado. En la práctica, la punta 22 es generalmente redondeada como se conoce convencionalmente para ayudar a la inserción del tendón por la vaina corrugada 24 como se describe adicionalmente a continuación. Cada uno de los torones 12 del tendón comprende un alambre maestro central alrededor del que se enrollan en espiral una pluralidad de alambres exteriores (habitualmente 6). Un sello (no mostrado) se localiza en el extremo de cada manguito 16 en la transición entre la longitud de unión y la longitud libre de los torones respectivos para detener la entrada de agua o lechada en el manguito 16 o la pérdida de grasa o cera (es decir, un relleno inerte) recubriendo las longitudes libres respectivas de los torones del manguito para proteger el tendón contra la corrosión.

55 Habitualmente, la región de extremo delantero del tendón incluye una serie de separadores que están distanciados unos de otros en la dirección longitudinal del tendón, y reciben los torones 12 a través de las aberturas respectivas en los separadores con el fin de separar radialmente los torones unos de otros. También se proporcionan bandas de tracción alrededor de la periferia exterior del tendón a cada lado de cada separador formando una disposición de "jaula de pájaro" como se conoce en la técnica. Sin embargo, se entenderá que los tendones utilizados en una realización de la invención no se limitan a tal disposición específica.

65 Como se ha indicado anteriormente, durante la preparación del tendón, la longitud libre 14 de cada torón 12 se hace pasar a través de una máquina de engrase/encerado que desenreda parcialmente las longitudes consecutivas del torón y recubre completamente cada torón con una grasa para proteger el torón contra la corrosión y para llenar el

vacío entre el tendón pelado 12 y el interior del manguito 16. En otras realizaciones, cada torón 12 puede engrasarse y equiparse en fábrica con un manguito respectivo 16, y la región del manguito (y cualquier grasa o cera) que cubre la longitud de unión de cada torón se retira cuando se prepara el tendón para su instalación. Mientras que la grasa sea adecuada, los alambres de torón pueden recubrirse con cualquier otro recubrimiento esencialmente inerte para evitar la corrosión del tendón considerado adecuado.

La invención se describe adicionalmente a continuación en relación con la rehabilitación de un vertedero de presa para mejorar la estabilidad de la estructura bajo las dos cargas estáticas y sísmicas, para proporcionar resistencia adicional a las cargas de inundación, y aumentar la vida útil de la presa. Como se comprenderá, algunas de estas aplicaciones pueden permitir una mayor altura de muro a la presa. Al menos algunas características y/o componentes similares de las diferentes realizaciones de la invención se han numerado de manera similar por conveniencia en la siguiente descripción.

El vertedero de presa 26 mostrado en la figura 3 y la figura 4 que comprende la carga a anclar de acuerdo con una realización de la invención tiene varios cientos de metros de ancho a través de su cresta y es de aproximadamente 40 m en su punto más alto desde la cimentación de roca subyacente 30 que forma el anclaje para el vertedero. Para rehabilitar/mejorar la presa, los tendones de anclaje 10 se separan unos de otros a través del vertedero de presa para anclarlo a la cimentación de roca. Cada tendón es aproximadamente el doble de la longitud de la sección de la estructura a través de la que se extiende. Como tal, los más largos de los tendones en la región intermedia del vertedero son de aproximadamente 80 m de longitud. Además, el número de torones en cada tendón disminuye de 91 torones en la región intermedia del vertedero progresivamente hasta 65, 55, 31 o 19 torones hacia los lados exteriores del vertedero dependiendo de la altura de la presa, las cargas y la geología del anclaje de roca subyacente.

Para colocar los tendones, se excavan unas localizaciones rebajadas respectivas en la cresta del vertedero que se indica, en general, por el número 28 en la figura 3 para recibir los tendones, y una perforación vertical 34 se taladra a través del vertedero de presa en la cimentación de roca subyacente para cada tendón. Como se ilustra mejor en la figura 1, una vaina principal corrugada 24 fabricada de un material plástico y que tiene una cubierta de extremo para sellar su extremo delantero se baja en primer lugar por dentro del taladro 34. Como también se indica, una vaina de pared recta y lisa adicional 38 se sella a la parte superior del envainado corrugado para proteger el tendón de la entrada o la salida de agua, lechada o agentes agresivos *in situ*. En otras realizaciones, la vaina adicional también puede ser corrugada, o la vaina principal puede tener una longitud para dar cabida también a los respectivos manguitos 16.

Las bandas de separadores se proporcionan alrededor de la circunferencia exterior de la vaina corrugada 24 y (si existe) la vaina lisa 38 a intervalos regulares a lo largo de su longitud para separar las vainas de la pared del taladro 34 para permitir que la lechada de cemento se inyecte en el taladro alrededor de las vainas. Una vez que las vainas 24 y 38 están en posición, el tendón se transporta desde donde se ha fabricado y se instala en la abertura del taladro. A continuación, el tendón se baja por dentro de las vainas 24 y 38 dispuestas dentro del taladro bajo el control de grúas, cabrestantes y similares hasta que estén en posición con las longitudes de unión de los torones de tendón respectivos 12 que se extienden en la cimentación de roca. Es posible que todo el conjunto de tendón y vaina pueda prepararse como una sola unidad antes de su inserción en el taladro 34, pero esto depende de que exista un mínimo riesgo de que se produzcan daños en las vainas 24 y 38 durante el proceso de instalación específico.

Una vez en posición, la lechada de cemento (por ejemplo, 60 MPa) (denominada en el presente documento lechada interna) se inyecta en la vaina corrugada 24 alrededor de las longitudes de unión respectivas de los torones 12. Una lechada de cemento adicional (denominada en el presente documento lechada externa) se inyecta simultáneamente en el taladro 34 fuera de la vaina corrugada 24 y la vaina lisa 38. A continuación se deja que las lechadas se curen completamente durante 7 a 28 días (dependiendo de la especificación, el tamaño del ancla y las condiciones del proyecto) para obtener una resistencia suficiente para permitir el tensado del tendón. Las lechadas pueden ser iguales o diferentes entre sí. Como también se comprenderá, la provisión de la longitud libre de cada torón en un manguito respectivo 16 permite el movimiento independiente de la longitud libre (es decir, a medida que se extiende la longitud libre) durante el tensado del torón.

Un dispositivo de elevación 40 u otro aparato de tensado se usa para tensar los torones de los grupos respectivos dentro del conjunto de tendón. Como se muestra en la figura 2, el dispositivo de elevación está en forma de un solo gato y recibe cada uno de los torones de un tendón, y comprende una placa de soporte de anclaje 42 asentada sobre un lecho de mortero en el vertedero de presa, como se indica en general por el número 32. Un cabezal de anclaje de múltiples torones principal 44 está dispuesto en la placa de soporte 42, que incluye una pluralidad de cuñas de sujeción 36 para evitar la retracción de los torones de tendón en el taladro. Un gato de estrés/tensado hidráulico 46 se asienta sobre el cabezal de anclaje 44. Como alternativa, puede usarse una silla o armazón intermedio. A su vez, un cabezal de anclaje auxiliar 48 está dispuesto en el gato 46 y está provisto de unas aberturas de asiento 50 que reciben respectivamente un torón diferente 12 del tendón. Para sujetar y tensar los torones respectivos, las cuñas de sujeción 52 se insertan selectivamente en la abertura de asiento correspondiente 50 del cabezal de anclaje auxiliar alrededor del torón seleccionado y se acciona el gato 46. Por ejemplo, para tensar

un tendón de anclaje de torones 91, se usa un gato hidráulico de 2200 toneladas de capacidad, aunque, por ejemplo, pueden usarse gatos hidráulicos de 1500 toneladas y 650 toneladas de capacidad respectivamente para tendones de anclaje de 65 torones y 27 torones.

5 De acuerdo con la invención, los diferentes grupos de torones 12 se tensan en una secuencia predeterminada por el gato 46 para extender cada uno de los grupos hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva para proporcionar una transferencia de carga a la cimentación de roca 30. A continuación, los grupos respectivos de torones 12 se tensan colectivamente al mismo tiempo por el gato 46 y se extienden hasta su longitud de desplazamiento final. Habitualmente, el tensado inicial de cada grupo de torones es tal que los torones individuales en todos los grupos se estresan sustancialmente por igual independientemente de la longitud libre de los torones en cada grupo. Es decir, los diferentes grupos de torones se tensan respectivamente en la secuencia predeterminada para lograr sustancialmente el mismo nivel de estrés/tensión en todos los torones del tendón y, a continuación, los torones se tensan colectivamente al mismo tiempo con la carga de anclaje final especificada para el tendón. Los diferentes grupos de torones pueden identificarse diferencialmente (y, por lo tanto, ordenarse teóricamente) para indicar la secuencia en la que los grupos van a tensarse por cualquier método adecuado, tal como marcarse, cortarse a diferentes longitudes, etiquetarse o codificarse por colores (por ejemplo, mediante pintura o una envoltura termorretráctil). Normalmente, los torones se dividen en diferentes grupos en función de sus longitudes libres respectivas y los grupos se tensan en secuencia desde los torones con la o las longitudes libres más largas 14 a aquellos con la o las longitudes libres más cortas.

20 El tensado de los torones 12 de los tendones de anclaje respectivos 10 en el vertedero de presa 26 también se ilustra en la figura 2. Aunque se muestra un tendón 10 con solo 5 torones 12 divididos en 3 grupos (G1-G3), se entenderá que el método de tensado ilustrado puede aplicarse a tendones con cualquier número de torones (por ejemplo, 91 torones).

25 Como una etapa inicial, se calcula la longitud que cada grupo de torones del tendón que se extiende para compensar la diferencia en las longitudes libres de los torones. El grupo con la longitud libre más larga se acopla en primer lugar, y los torones de ese grupo se extienden una distancia que es equivalente a la diferencia en la longitud de extensión requerida entre ese grupo y el grupo de torones que tienen la segunda longitud libre más larga. A continuación, estos dos grupos se extienden una distancia que es equivalente a la diferencia en la extensión requerida entre el segundo de los grupos y el grupo de torones que tienen la longitud libre más larga. Para los tendones con más de tres grupos de torones, este proceso se repite para cada grupo de torones consecutivos. Es decir, los tres primeros grupos de torones se extienden, a continuación, la diferencia en la longitud de extensión requerida entre el tercer grupo de torones y el grupo de torones que tienen la siguiente longitud libre más larga, y así sucesivamente. Una vez que el penúltimo grupo se ha extendido hasta su longitud de desplazamiento inicial, todos los grupos se extienden a continuación colectivamente a la misma distancia y al mismo tiempo hasta sus longitudes de desplazamiento finales respectivas para proporcionar la tensión requerida en los torones del tendón para la transferencia de carga al anclaje de roca subyacente 30. En este punto, todos los torones del tendón están, en general, sustancialmente bajo el mismo estrés y carga. Por lo tanto, como se comprenderá, la longitud total de cada grupo de torones del tendón que se extiende depende de las diferentes longitudes libres de los grupos de torones respectivos, el nivel de transferencia de carga requerido para la aplicación específica en la que se emplea el tendón, y las propiedades materiales de los grupos de torones respectivos.

45 Más específicamente, como se ilustra en la figura 2, el o los torones del grupo 1 (G1) (es decir, con la o las longitudes más largas) se tensan inicialmente asentando las cuñas 52 en el cabezal de anclaje auxiliar 48 alrededor de los torones respectivos y accionando el gato hidráulico 46 para extender los torones en ese grupo una distancia d_1 . A continuación, se sujetan los torones del grupo 2 (G2) y los torones del grupo G1 y G2 se tensan con el uso de las cuñas adicionales 52 accionando el gato para extender los torones G1 y G2 hasta una distancia d_2 . Este ciclo se repite según sea necesario hasta que todos los grupos de torones excepto el último grupo de torones del tendón se hayan tensado secuencialmente hasta su longitud de desplazamiento inicial respectiva. Una vez que se ha logrado el tensado inicial de los torones en todos los grupos de torones excepto en el último, el último grupo de torones (en este caso G3) se acopla a continuación, y el gato 46 se acciona a continuación para extender colectivamente todos los torones de los grupos respectivos al mismo tiempo una distancia final adicional d_f hasta su tensión final y longitud de desplazamiento final respectiva, como se ilustra, en general, en la etapa F de la figura 2. Por lo tanto, el tensado de los grupos de torones respectivos en la secuencia predeterminada hasta su longitud de desplazamiento inicial en la realización ejemplificada comprende tensar progresivamente de manera conjunta, a su vez, los grupos de orden inferior con cada grupo que es de orden superior. Como también se muestra en la figura 2, en la presente realización, los grupos de torones se tensan secuencialmente en una dirección radialmente hacia fuera desde el o los grupos centrales de torones (por ejemplo, radialmente hacia fuera desde los torones G1).

60 El proceso ilustrado en la figura 2 supone que el nivel de holgura en la longitud libre de los torones 12 en los grupos respectivos del tendón 10 es igual entre los grupos, y que la corrección de esta holgura se produce uniformemente a través de todos los grupos de torones durante el tensado de los grupos de torones. Sin embargo, las diferencias de holgura en la longitud de torón libre entre los diferentes grupos de torones en comparación con el grupo más corto de torones puede compensarse individualmente durante la extensión de los grupos de torones respectivos del tendón hasta su longitud de desplazamiento inicial en un método incorporado en la invención. Esto puede incluir el

tensado de cada grupo de torones hasta un nivel de tensión inicial predeterminada (por ejemplo, el 5 % de la tensión final determinada en los torones) para proporcionar una “corrección cero”.

En particular, en la figura 5 y la figura 6, se ilustra un tendón 10, como se describe en la figura 1, con los grupos de torones G1, G2 y G3, aunque no se muestran los manguitos respectivos 16. Al igual que con la realización mostrada en la figura 1, el grupo de torones G1 tiene la longitud libre más larga, el grupo G2 tiene una longitud libre más corta, y el grupo G3 la longitud libre más corta. Suponiendo que la tensión de estrés final se distribuye por igual a través de todos los torones 12 del tendón en la carga anclada, la longitud final extendida de los torones respectivos es proporcional a su longitud libre respectiva y las características físicas específicas de los torones individuales de cada grupo de torones. Por lo tanto, un torón 12 con una longitud libre más larga tiene una longitud de extensión más larga que un torón 12 con una longitud libre más corta en la carga anclada. Por lo tanto, en los tendones 10 mostrados en la figura 5 y la figura 6 (así como en la figura 1), la longitud de extensión final de la carga anclada para el grupo de torones G1 es E1, la longitud de extensión final para el grupo de torones G2 es E2, y la extensión final para el grupo de torones G3 es E3, donde para la longitudes libres (fl), $fl(G3) < fl(G2) < fl(G1)$ y las longitudes de extensión finales de los grupos de torones son $E3 < E2 < E1$. Las diferencias entre estas longitudes de extensión pre-calculadas permiten compensar la holgura en la longitud libre de los torones en los grupos de torones respectivos que se proporciona en el proceso de tensado como se describe adicionalmente a continuación.

El método ilustrado en la figura 5 supone que la holgura inicial en la longitud libre de los grupos de torones respectivos del tendón 10 es esencialmente insignificante. La etapa 10 muestra el estado de partida antes del comienzo del tensado del tendón, donde todos los torones se descargan de la tensión. En la etapa 11, el grupo de torones G1 se extiende inicialmente una distancia d11 por el gato hasta su longitud de desplazamiento inicial donde $d11 = E1 - E3$. Es decir, cada torón del grupo G1 se extiende una distancia d11 para eliminar la diferencia en la longitud libre entre este grupo y el grupo de longitud libre más corto G3. De manera similar, en la etapa 12, los torones del grupo G2 se extienden una distancia d12, donde $d12 = E2 - E3$. Sin embargo, en esta realización, el grupo de torones G1 no se extiende más allá con la extensión inicial del grupo G2 como se produce en la realización ilustrada en la figura 2. Además, solo 2 de los 3 grupos de torones (G1-G3) se extienden inicialmente para eliminar la diferencia de longitud entre los grupos. Después de completar la etapa 12, se realiza la etapa final FF que implica el tensado colectivo de todos los grupos de torones G1-G3 simultáneamente una distancia dFF hasta la longitud de extensión final de los grupos de torones respectivos. Es decir, la distancia dFF es igual a la extensión del grupo de torones de longitud libre más corta (G3) de cero hasta la longitud de extensión final para el grupo G3. Por lo tanto, la longitud de extensión total varía para cada grupo de torones, y está en función de la diferencia de la longitud de torón libre entre cada grupo de torones calculado utilizando los valores E1, E2 y E3.

Un método de tensado del tendón 10 que representa con mayor precisión la holgura en los diferentes grupos de torones se ilustra en la figura 6. En esta realización, se introduce un nivel de tensión preliminar común en cada grupo de torones respectivo antes de que el grupo se extienda hasta su longitud de desplazamiento inicial. La introducción de la tensión preliminar común en los grupos de torones elimina la holgura en la longitud libre de los torones en cada grupo y proporciona un punto de partida preestablecido para el tensado posterior de los grupos de torones.

El desplazamiento necesario de los grupos de torones respectivos del tendón 10 para lograr el anclaje requerido de una carga a través del método ilustrado en la figura 6 puede determinarse de la siguiente manera. En primer lugar, se calculan las longitudes de desplazamiento E1, E2 y E3 requeridas para extender los grupos de torones respectivos desde su longitud de partida a la tensión final, y se adopta una tensión preliminar común (es decir, una fuerza de estrés) “fX” para cada grupo de torones. Como se ha descrito anteriormente, el valor de fX puede ser el 5 % de la fuerza de estrés calculada final a la que el tendón debe tensarse para anclar la carga, aunque pueden emplearse valores de fX inferiores o superiores, según se considere adecuado para la situación específica.

A continuación, se calculan las longitudes de desplazamiento total E1, E2 y E3 requeridas para extender los grupos de torones respectivos desde su longitud de partida a su tensión final. La longitud de desplazamiento requerida para extender los grupos de torones respectivos desde que la tensión fX común se aplica a los grupos de torones (proporcionando un punto de partida de “carga cero”) hasta sus longitudes de desplazamiento final respectivas también se determina como EX1 para el grupo G1, EX2 para el grupo G2 y EX3 para el grupo G3. La secuencia de tensado escalonada del tendón 10 en el método de la figura 6 es la siguiente:

- etapa 20, en la que los torones de los diferentes grupos de torones están todos en su longitud de partida antes del comienzo del tensado del tendón;
- etapa 21, en la que el grupo G1 se extiende para aplicar la tensión preliminar fX a los torones respectivos de ese grupo, y a continuación el grupo se extiende por el desplazamiento d21, en la que $d21 = (E1 - EX1) + (EX3 - E3)$;
- etapa 22, en la que el grupo G2 se extiende para aplicar la tensión preliminar fX a los torones respectivos de ese grupo, y a continuación el grupo se extiende por un desplazamiento d22, en la que $d22 = (E2 - EX2) + (EX3 - E3)$;
- etapa 23, en la que G3 se extiende para aplicar solo la tensión preliminar fX a los torones respectivos de ese grupo; y
- etapa FFF, en la que todos los grupos se extienden simultáneamente por una distancia dFF por el gato hasta su longitud de desplazamiento final, en la que $dFFF = E3 - EX3$.

- 5 En comparación con el método de la figura. 5, en la realización de la figura 6 el grupo de tendón con la longitud libre más corta (por ejemplo, G3) también se tensa hasta el nivel de tensión preliminar añadiendo de este modo una etapa de adición en el proceso de tensado. Además, mientras que en la realización de la figura 6 la tensión preliminar común se aplica a un grupo de torones y, a continuación, ese grupo de torones se extiende hasta su longitud de desplazamiento inicial respectiva antes de que esto se repita para el siguiente grupo de torones en la secuencia de tensado, en otras realizaciones todos los grupos de torones pueden tensarse en primer lugar en secuencia hasta el nivel de tensión preliminar y tensarse posteriormente, a continuación, a sus longitudes de desplazamiento inicial respectivas, en general en la misma secuencia.
- 10 En los tendones a los que se ha aplicado una lechada a lo largo de toda su longitud, el método de tensado ilustrado en la figura 2 o la figura 5 es el más adecuado para usar con cualquier holgura de longitud libre antes del tensado del tendón que, en general, no será significativo para el resultado final.
- 15 A partir de la descripción de las realizaciones anteriores de la invención, puede observarse que los grupos individuales de torones se extienden inicialmente una longitud diferente unos en comparación con otros con el fin de tensarse hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva desde un estado de reposo en el taladro y hasta un nivel de tensión superior a un grupo final de torones, antes del tensado posterior de todos los grupos de torones al mismo tiempo a la misma longitud predeterminada hasta una longitud de desplazamiento final respectiva.
- 20 La longitud de desplazamiento hasta la que se extienden los diferentes grupos de torones 12, respectivamente, en las etapas de tensado de los métodos incorporados en la invención para tensar el tendón 10 pueden calcularse fácilmente por un ingeniero civil o un técnico cualificado antes de efectuar el tensado, y está en función de la longitud libre de tensión relativa y la localización de longitud de unión relativa del grupo de torones respectivo (es decir, G1-G3 etc.), así como la longitud total de, y la carga requerida en, el tendón. Habitualmente, los torones de un tendón 25 se dividirán en 2 a 5 grupos de torones y los grupos, a continuación, se tensan en secuencia hasta su longitud de desplazamiento inicial respectiva como se ha descrito anteriormente, antes de que todos los grupos de torones se tensen colectivamente al mismo tiempo con un solo dispositivo de elevación hasta su longitud de desplazamiento final respectiva y, por lo tanto, su tensión.
- 30 Habitualmente, todos los torones dentro de un grupo de torones se tensarán al mismo tiempo durante el tensado del grupo. Sin embargo, en al menos algunas realizaciones, los torones dentro de un grupo de torones pueden tensarse de manera individual respectivamente utilizando una disposición de elevación de torones adecuada durante una etapa de tensado preliminar y/o intermedia, aunque todos los grupos de torones en tales realizaciones siguen tensándose, sin embargo, simultáneamente hasta su longitud de desplazamiento final respectiva en la etapa de 35 tensado final.
- Las longitudes de unión de los torones del tendón 10 se escalonan a lo largo de la zona de unión del tendón y definen las regiones de transferencia de carga respectivas para la transferencia de la carga desde el tendón a la cimentación de roca, a través de la lechada alrededor de las longitudes de unión de los torones dentro de la vaina corrugada 24 y la lechada en el taladro alrededor de esa vaina. Las corrugaciones de la vaina 24 facilitan la 40 transferencia de carga mecánica a través de la vaina a través de las lechadas internas y externas.
- Después de estresar/tensar los torones 12 del tendón 10 hasta la tensión requerida final, se retiran el gato hidráulico y el anclaje auxiliar, y los torones salientes 12 que sobresalen del cabezal de anclaje principal 44 se cortan 45 uniformemente a una longitud manejable. Las cuñas de sujeción 36 permanecen permanentemente en posición en el cabezal de anclaje principal 44 para mantener la tensión en los torones respectivos del tendón y fijar el tendón a través de la placa de apoyo 42 al vertedero de presa (es decir, la carga). Los extremos de torón salientes 12 pueden tratarse (por ejemplo, engrasarse) para impedir la corrosión antes de que un revestimiento y/o una cubierta se ajuste sobre los torones y se sujete en posición con el uso de elementos de sujeción mecánicos tales como tornillos o pernos. 50
- Un tendón usado en una realización de la invención puede tener cualquier número de torones, limitado solamente por la geotécnica, la lechada y las restricciones físicas del proyecto. Habitualmente, cuando se han tensado hasta su tensión final, la tensión en los torones respectivos del tendón puede estar dentro del 2-3 % de MBL (carga de rotura 55 mínima) unos con respecto a otros. Esta diferencia de tensión es un efecto del escalonamiento necesario en la posición de la confluencia de longitud libre/longitud de unión de los torones, donde no es posible hacer que, repentinamente, todos los torones dentro de un grupo coincidan exactamente en la misma localización, debido a las limitaciones espaciales y las posibles propiedades diferenciales de los diferentes lotes de torones que pueden utilizarse dentro de un tendón. 60
- A partir de lo anterior, será evidente que las realizaciones de la invención proporcionan el uso de tendones de anclaje en situaciones con materiales de resistencia geotécnica relativamente baja a través de los tendones, como se ha ejemplificado anteriormente (por ejemplo, 91 torones), para proporcionar tendones con capacidad de 65 transferencia de carga ultra alta con más de 91 torones, por ejemplo, > 25.400 kN UTS. Más específicamente, la capacidad de transferencia de carga de un tendón tensado de acuerdo con una realización de la invención será habitualmente de al menos aproximadamente 1500 kN UTS, y más preferentemente, de al menos aproximadamente

3000 kN UTS, 5000 kN UTS, 7000 kN UTS, 8000 kN UTS, 13750 kN UTS o 16250kN UTS o mayor. Además, aunque la invención se ha descrito en el presente documento en relación con el uso de los tendones a tierra con múltiples torones de múltiples alambres 12, se entenderá que la invención se extiende a los tendones con múltiples torones de varilla o de barra o similares.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para anclar una carga a un anclaje, que comprende:

5 proporcionar al menos un tendón de anclaje unitario (10) que incluye una pluralidad de elementos de tracción (12) que tienen, cada uno de los mismos, una longitud de unión y una longitud libre, estando los elementos de tracción fijados juntos en un extremo delantero del tendón;
 formar un taladro respectivo a través de la carga en el anclaje para cada uno de dichos tendones;
 10 insertar uno de dichos tendones longitudinalmente en su mencionado taladro respectivo, de tal manera que se haga pasar el extremo delantero del tendón a través de la carga en el anclaje, proporcionando las longitudes de unión de los diferentes grupos de elementos de tracción unas regiones de transferencia de unión escalonadas a lo largo de una zona de unión del tendón para una transferencia de carga al anclaje a través de una lechada con el tensado de los grupos de elementos de tracción;
 15 una vez que la lechada ha curado o fraguado lo suficiente, tensar los diferentes grupos de elementos de tracción mencionados en una secuencia predeterminada para extender la longitud libre de los elementos de tracción hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva, para compensar las diferencias en la longitud libre de los elementos de tracción entre los grupos respectivos;
 posteriormente, tensar colectivamente aún más todos los elementos de tracción del tendón esencialmente al mismo tiempo para extender la longitud libre de los elementos de tracción a la misma longitud predeterminada
 20 hasta una longitud de desplazamiento final aumentada respectiva; y
 fijar el tendón a la carga para mantener la tensión en el elemento de tracción (12).

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de tracción (12) del tendón se tensan en secuencia desde los elementos de tracción (12) con la longitud libre más larga a los elementos de tracción (12) con la longitud libre más corta.
 25

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los grupos de elementos de tracción del tendón se ordenan teóricamente y el tensado de los grupos respectivos hasta su longitud de desplazamiento inicial comprende tensar colectivamente, a su vez, los grupos de orden inferior con cada grupo que es de orden superior.
 30

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada grupo de orden inferior mencionado se extiende en dicha secuencia una longitud determinada para compensar la diferencia en la longitud libre de los torones de ese grupo con los torones de uno de dichos grupos que es el siguiente más alto en la ordenación.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los grupos de elementos de tracción se ordenan teóricamente, y cada grupo de orden inferior mencionado se extiende en dicha secuencia una longitud determinada para compensar la diferencia en la longitud libre de los torones de ese grupo con los torones de uno de dichos grupos que es el más alto en la ordenación.
 35

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5 que comprende tensar los grupos de torones hasta un nivel de tensión predeterminado común y extender aún más cada grupo de orden inferior mencionado la longitud de compensación mencionada respectiva.
 40

7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, al menos durante el tensado de los grupos de torones hasta su desplazamiento final respectivo, el medio de tensado consiste en un único dispositivo de elevación (40).
 45

8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una vaina principal (24) se proporciona en el taladro y al menos las longitudes de unión de los elementos de tracción están dispuestas en la vaina, y la lechada comprende una lechada interna alrededor de las longitudes de unión respectivas de los elementos de tracción (12) y una lechada externa en el taladro fuera de la vaina (24), y en el que la vaina (24) está corrugada para facilitar la transferencia de carga al anclaje, y las longitudes libres de los elementos de tracción del tendón están dispuestas en una vaina de pared recta (38) montada en la parte superior de la vaina principal (24).
 50

9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la carga anclada por el tendón de anclaje se selecciona del grupo que consiste en el suelo, el subsuelo, un edificio, y estructuras o formaciones de ingeniería.
 55

10. Un tendón de anclaje unitario (10) para colocarse longitudinalmente en un taladro respectivo (34) formado a través de una carga para anclar la carga a un anclaje, teniendo el tendón un extremo delantero para localizarse dentro del anclaje y comprendiendo el tendón una pluralidad de elementos de tracción (12) que tienen, cada uno de los mismos, una longitud de unión y una longitud libre, estando los elementos de tracción fijados juntos en el extremo delantero del tendón y difiriendo la longitud libre de los diferentes elementos de tracción, por lo que las longitudes de unión de los elementos de tracción proporcionan regiones de transferencia de carga escalonadas a lo largo de una zona de unión del tendón para una transferencia de carga al anclaje a través de una lechada en el taladro con el tensado de los diferentes elementos de tracción en una secuencia predeterminada.
 60
 65

ES 2 632 578 T3

11. Un tendón de anclaje de acuerdo con la reivindicación 10, en el que los elementos de tracción (12) se fijan juntos en el extremo delantero del tendón mediante un epoxi.
- 5 12. Un tendón de anclaje de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que el tendón tiene al menos 19 elementos de tracción (12) y en el que la capacidad de transferencia de carga del tendón es de al menos 1500kN UTS.
- 10 13. Un tendón de anclaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que los diferentes elementos de tracción (12) constituyen diferentes grupos, y en el que los grupos de elementos de tracción se identifican diferencialmente, definiendo de este modo dicha secuencia predeterminada para que el tensado de los diferentes grupos extienda la longitud libre de los elementos de tracción (12) en cada grupo mencionado hasta una longitud de desplazamiento inicial respectiva una vez que la lechada ha curado o fraguado lo suficiente.
- 15 14. Un tendón de anclaje de acuerdo con la reivindicación 13, en el que los elementos de tracción (12) del tendón se identifican diferencialmente mediante uno o más de los siguientes elementos seleccionados del grupo que consiste en diferentes longitudes libres de los elementos de tracción (12), marcas, cortes, colores, envainado, marbeteado, envoltura termorretráctil, y etiquetado.
- 20 15. Un tendón de anclaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que los elementos de tracción (12) del tendón se seleccionan del grupo que consiste en elementos de torón, varilla, alambre, cable y barra.

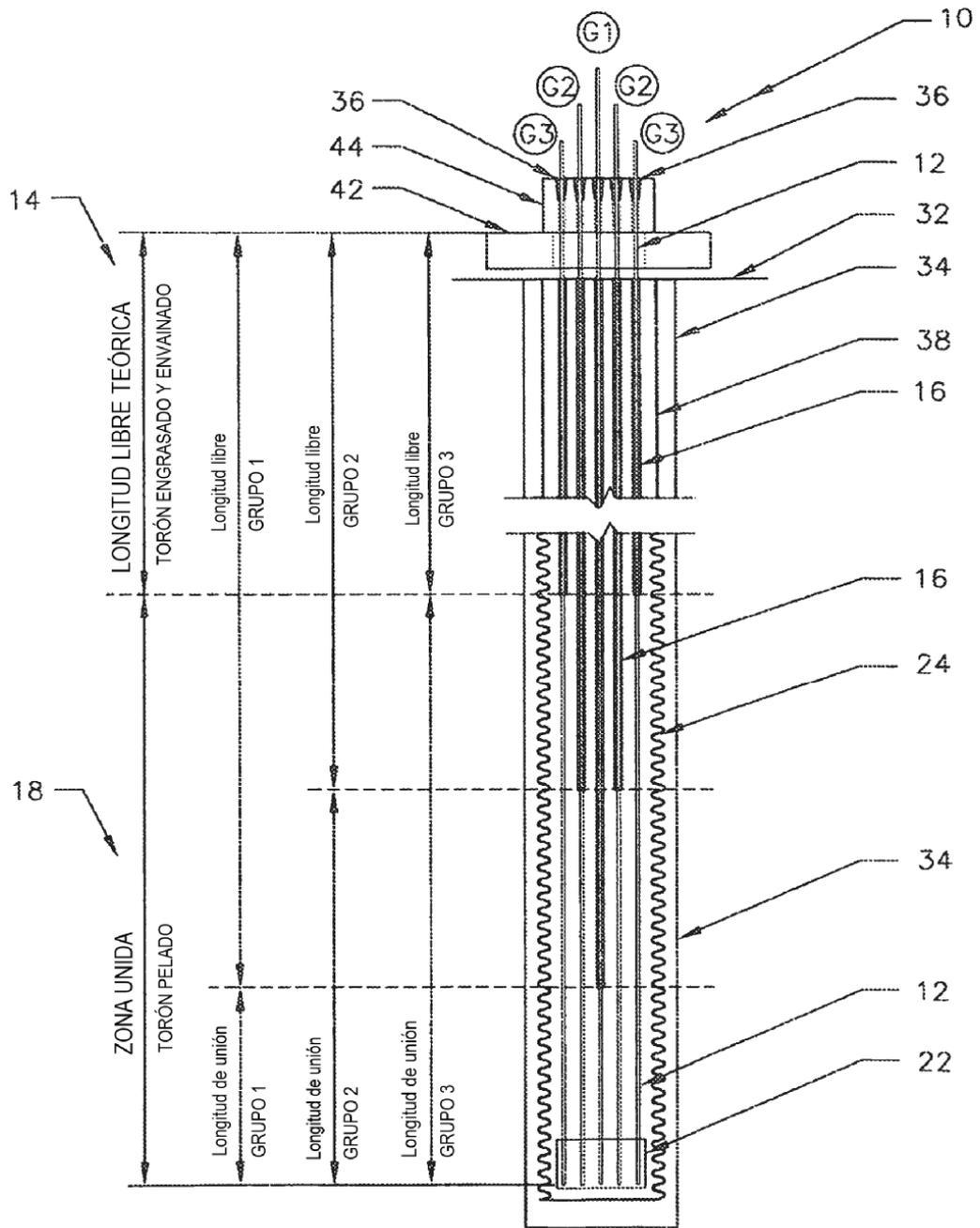


FIG 1

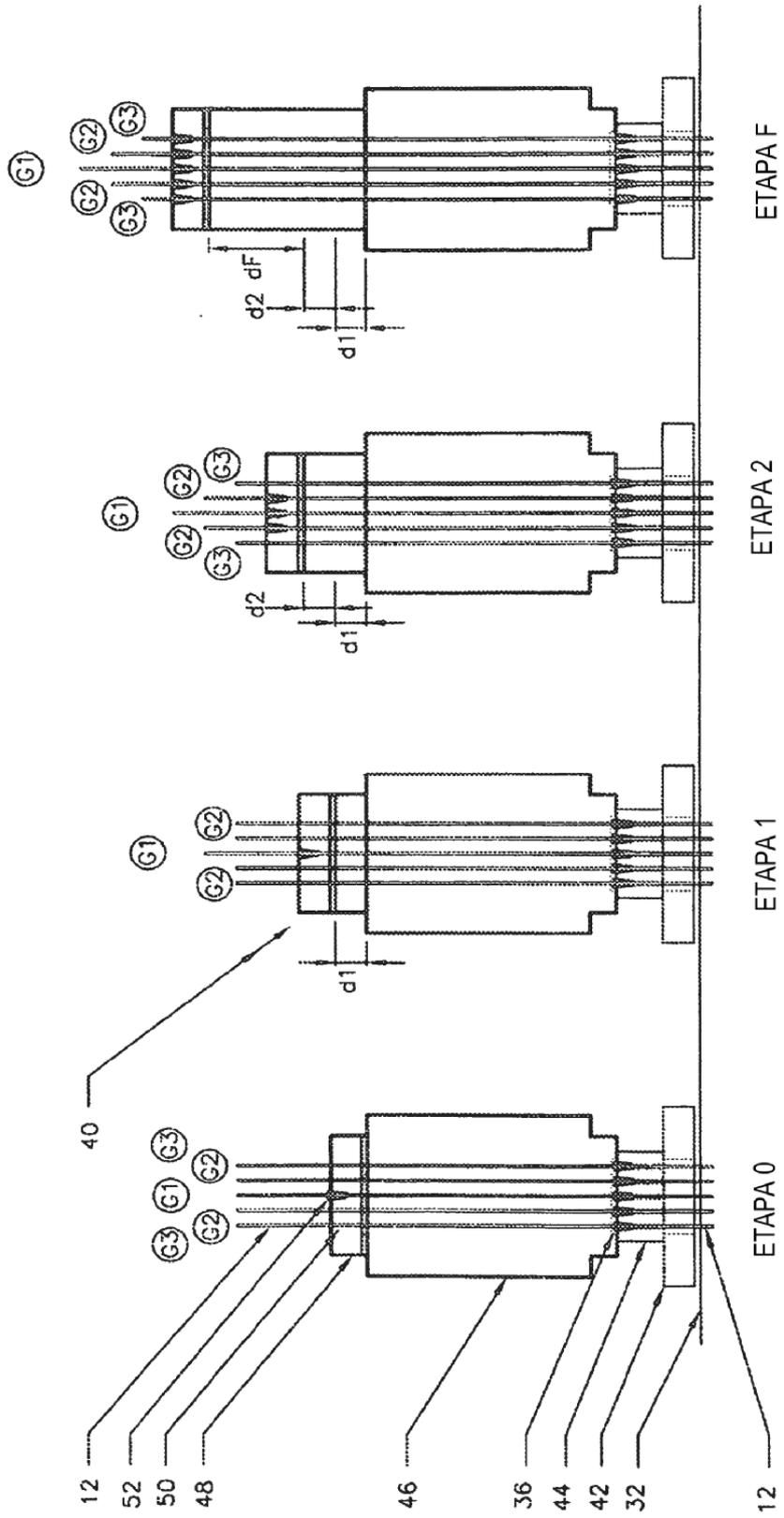


FIGURA 2

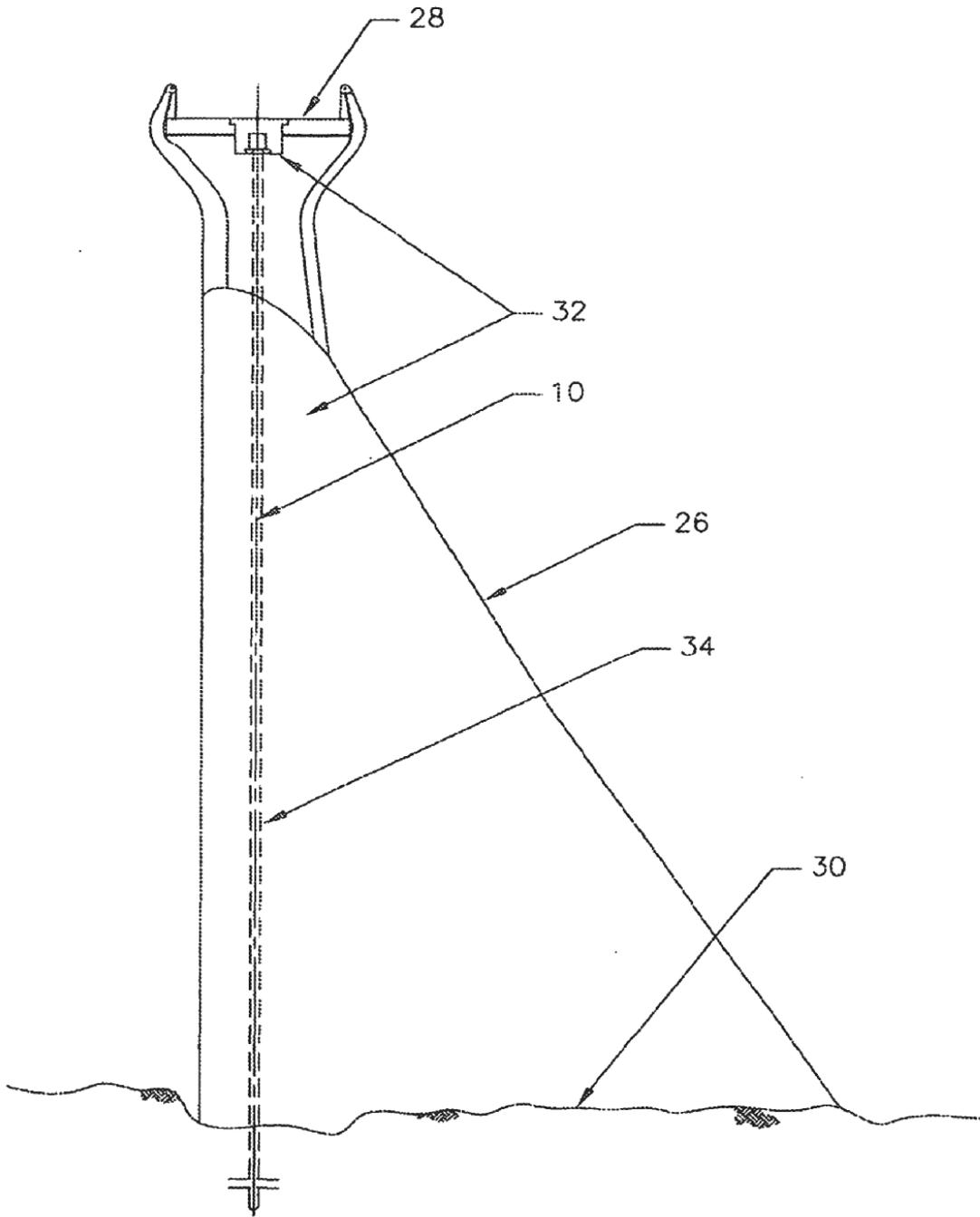


FIG 3

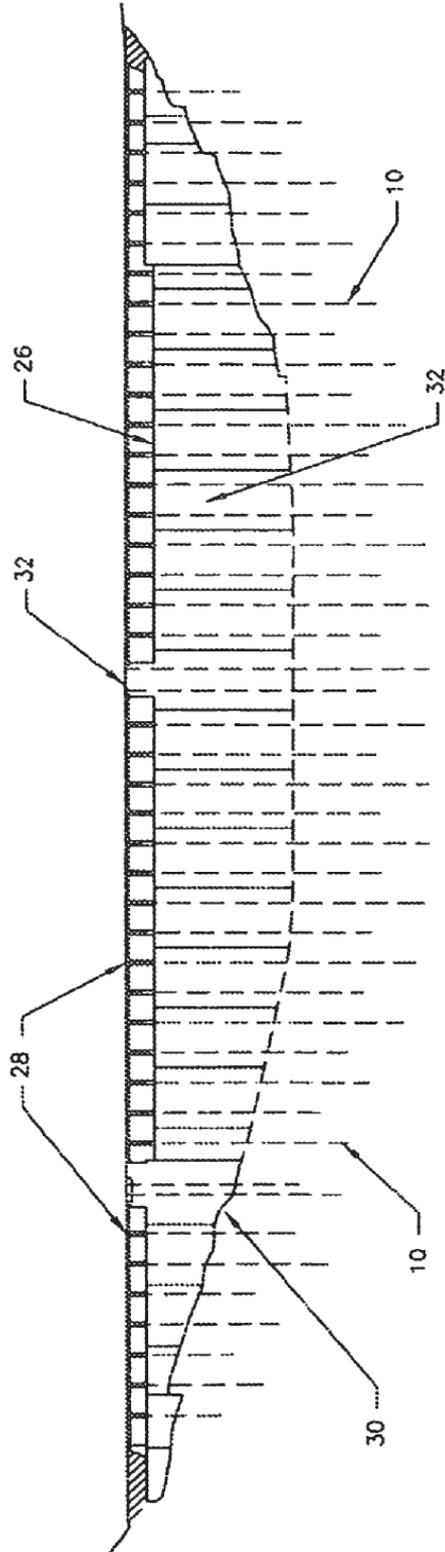


FIG. 4

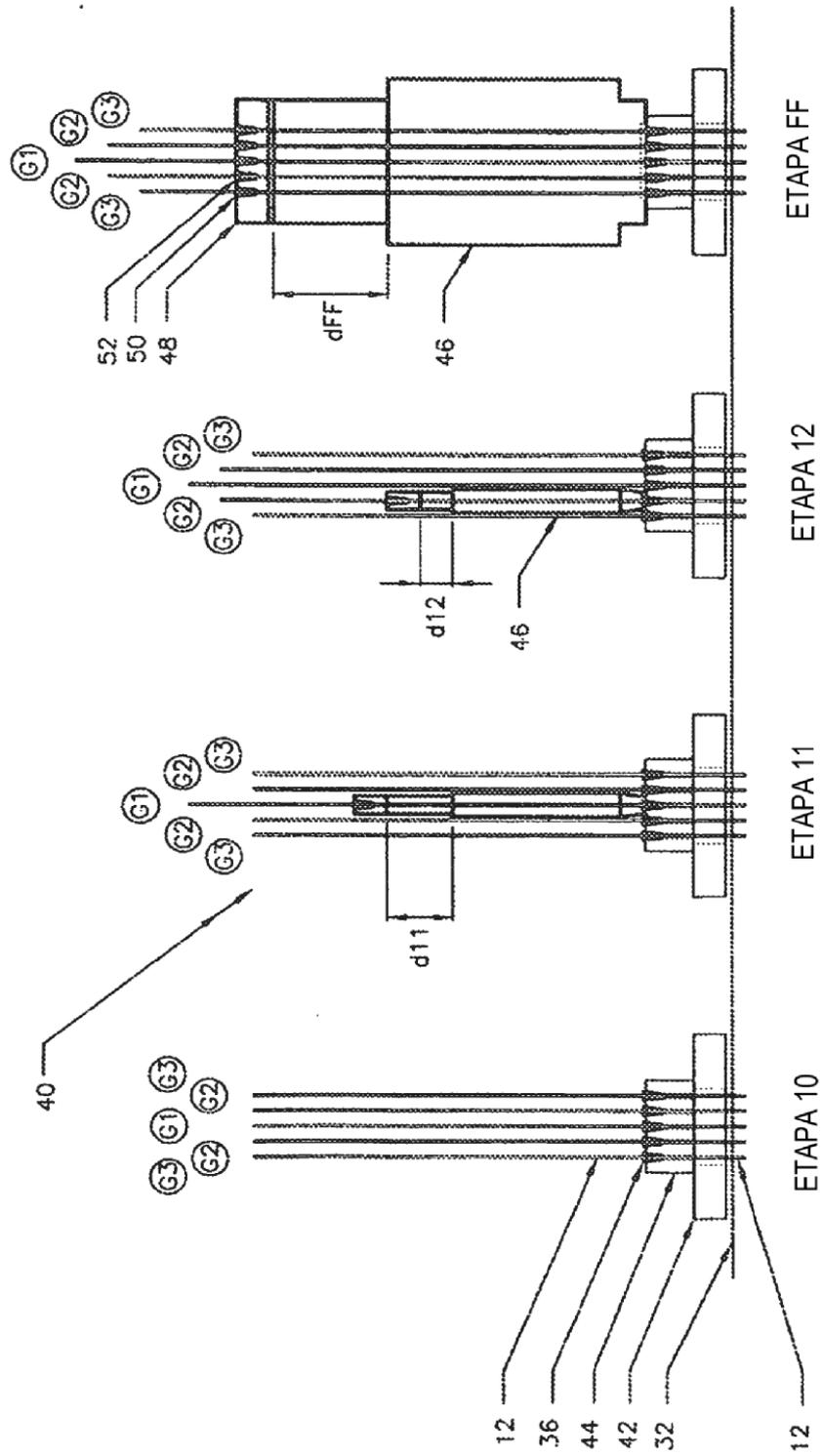


FIGURA 5

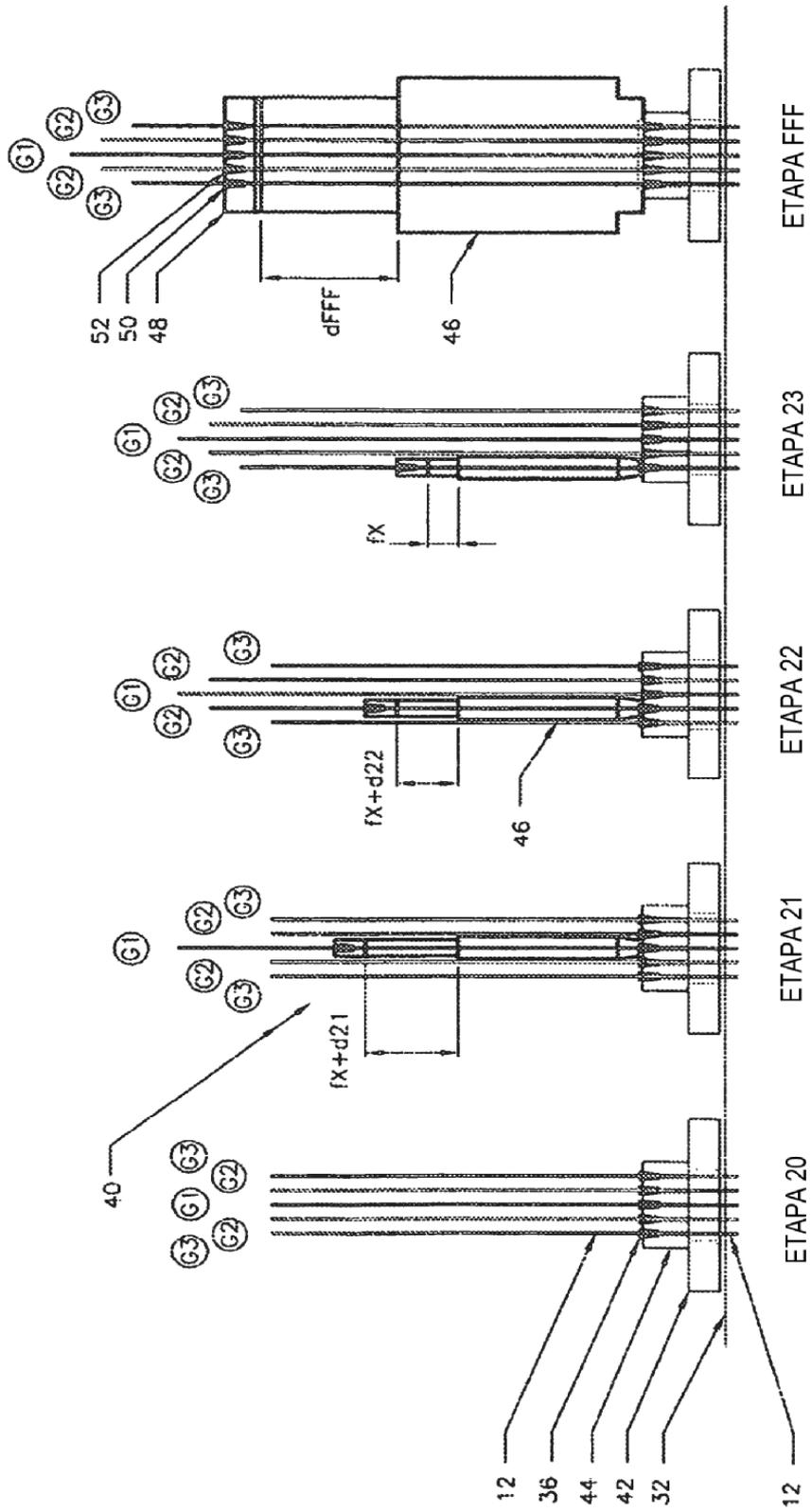


FIGURA 6