

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 488**

51 Int. Cl.:

E02D 27/48 (2006.01)

E02D 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2003** **E 03758671 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **28.06.2006** **EP 1673509**

54 Título: **Método para construir una cimentación de pilotes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2013

73 Titular/es:

CONSTA S.P.A (50.0%)
Via Crimea 94
Padova, IT

72 Inventor/es:

COLLINA, VINCENZO;
ZAGO, ROBERTO y
ZAMBIANCHI, LAMBERTO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 394 488 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

Método para construir una cimentación de pilotes

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona con un método para construir una cimentación de pilotes, en particular para un edificio.

Técnica antecedente

10 La cimentación de los pilotes de un edificio se realiza al construir una estructura de cimentación del edificio sobre la tierra, que tiene por lo menos un agujero pasante, adyacente al agujero, por lo menos dos cables fijos a la estructura y que se proyectan hacia arriba. Una vez se completa la estructura de cimentación, se inserta un pilote de metal a través del agujero y se somete a una serie de empujes estáticos para impulsarlo dentro de la tierra; y, una vez empujado, se fija axialmente la parte superior del pilote a la cimentación, estructura. Cada empuje se aplica mediante un dispositivo de empuje, que se ubica en la parte superior del pilote, coopera con el extremo superior del pilote, y se conecta a las partes que sobresalen de los cables, que, cuando se impulsa el pilote, actúan como miembros de reacción para el dispositivo de empuje.

15 El pilote comprende una barra de sección constante; y un cabezal inferior ancho, que se conecta integralmente a la barra y tiene sustancialmente el mismo tamaño que el agujero al que se ajusta. Cuando se impulsa el pilote, el cabezal forma, en la tierra, un canal más grande que la barra, y, cuando el pilote es impulsado, se carga cemento sustancialmente plástico en la parte del canal no ocupada por la barra, con el fin de formar una chaqueta de cemento alrededor del pilote.

20 Especialmente en la tierra blanda, las dimensiones transversales del cabezal deben ser particularmente grandes para formar un canal relativamente grande en la tierra y, por lo tanto, una chaqueta de cemento grande suficiente para asegurar la estabilidad requerida. Sin embargo, las dimensiones transversales del cabezal, están limitadas por las del agujero, lo que, por encima del tamaño dado, perjudica gravemente la capacidad de la estructura de cimentación, y hace difícil fijar el pilote hundido axialmente hacia la estructura de cimentación.

25 El documento US5234287A1 describe un aparato y un proceso para estabilizar cimentación; una cimentación que tiene una pared se estabiliza al unir un soporte a la pared, acoplar un aparato de elevación al soporte, insertar secciones de pilar en el aparato de elevación e impulsarlas con ese aparato uno después del otro, a través del soporte y dentro de la tierra que subyace a la cimentación, y acoplar el pilar así formado al soporte con el fin de apoyar el cimienta a través del pilar. El soporte tiene una placa que se ajusta contra la pared y se une a esta con
30 pernos y un manguito que se une firmemente a la placa intermedia a los extremos de la placa; el pilar pasa a través del manguito y se conecta a este, una vez se encuentra una resistencia adecuada, con el fin de apoyarse en la cimentación.

35 El documento US3786641A1 describe un método para suministrar soporte de columna sólida bajo una capa estructural, que recubre materiales terrestres de un sitio de la tierra. Medios agitadores expansibles proyectados a través de un agujero de diámetro relativamente pequeño en la capa superpuesta y expandida para agitar y aflojar materiales de tierra para definir el cuerpo alargado de la misma de mayor tamaño de periferia que el agujero; fluido termoendurecible bombeado a través del agujero en la tierra aflojada se deja endurecer después de retirar los medios de agitación contraídos a través del agujero. El área subyacente de la columna de compuesto rígida resultante de la capa estructural rodea al agujero para soporte sólido del mismo.

40 El documento GB2148968A, relacionado como la técnica más cercana describe un anclaje de tierra recuperable y un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento FR2739405A describe un método de fijación por pasadores para una estructura existente expuesta por el lecho de un río.

45 El documento DE4005032A1 describe un dispositivo para aplicar una fuerza entre una placa de base y un elemento de cimentación tal como un pilote. Primero se realiza un agujero y se deja la punta del taladro en el fondo del agujero. Luego se aplica una carga a través de una silla de presión y una barra atornillada soportada por un manguito atornillado unido a una placa de cabezal que luego se ajusta dentro de un tubo de soporte. El espacio anular entre la barra atornillada y el agujero se llena luego con hormigón para formar el pilote.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

50 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para construir una cimentación de pilotes, diseñada para eliminar las ventajas mencionadas anteriormente, y que, al mismo tiempo es económico y fácil de implementar.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para construir una cimentación de pilotes como se menciona en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

5 Se describirá por vía de ejemplo una serie de realizaciones no limitantes de la presente invención con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La Figura 1 muestra una sección delantera esquemática de un pilote de cimentación que es impulsado utilizando el método de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 muestra una sección a lo largo de la línea II-II del pilote de la Figura 1;

10 La Figura 3 muestra una sección delantera a escala ampliada de una configuración inicial, antes de impulsar el pilote de la Figura 1;

La Figura 4 muestra el pilote de la Figura 1 impulsado allí;

Las Figuras 5 y 6 muestran dos etapas en la impulsión del pilote de una realización alterna de la Figura;

Las Figuras 7 y 8 muestran secciones delanteras a escala ampliada de dos realizaciones alternas de un detalle del pilote la Figura 1;

15 La Figura 9 muestra una sección delantera de una realización adicional del pilote de la Figura 1 pile;

La Figura 10 muestra una sección delantera a escala ampliada de una configuración inicial, antes de impulsar una realización alterna del pilote de la Figura 1;

La Figura 11 muestra una sección delantera una realización alterna del pilote de la Figura 1 que no forma parte de la invención;

20 Las Figuras 12 a 14 muestran dos etapas en la impulsión del pilote de una realización alterna de la Figura 1.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

25 El número 1 en la Figura 1 indica una estructura de cimentación de un edificio (no mostrado), que se construye sobre la tierra 2 y se define normalmente por una viga continua, una losa o zapatas de cemento reforzado. La estructura de cimentación 1 se puede utilizar obviamente para un edificio, para cualquier otro tipo de estructura de edificación (por ejemplo un puente), y de manera más general para cualquier estructura que requiera una cimentación en la tierra (por ejemplo una turbina hidráulica, caldera industrial, o torres para transmisión de energía eléctrica).

30 La estructura de cimentación 1 se entierra normalmente, y transfiere las cargas sobre esta tierra 2 por medio de una serie de pilotes 3 (solo se muestra uno) que se extiende a través y hacia abajo de la estructura. Para cuyo propósito, para cada pilote 3, la estructura 1 comprende un agujero sustancialmente vertical 4, de sección transversal cilíndrica o de otra forma, y se recubre con una tubería metálica 5, que se fija a la estructura de cimentación 1 mediante un anillo 6 incorporado en la estructura 1, y se proyecta hacia arriba desde la estructura de cimentación 1 mediante una porción superior 7. Preferiblemente se interpone una capa 8 de cemento relativamente pobre, denominado "delgado" entre la estructura de cimentación 1 y la tierra 2; y se puede suministrar una serie de anillos de sujeción 6 en
35 diferentes niveles.

40 En realizaciones alternas que dependen de las características de construcción del edificio, la estructura de cimentación 1 se puede realizar completamente, o a partir de una estructura existente en la que, por ejemplo, se forman los agujeros 4. Para aumentar la fuerza mecánica de una estructura de cimentación existente 1, o para construir una estructura de cimentación 1 de espesor reducido, cada agujero 4 puede estar rodeado por una placa de metal, que obviamente tiene un agujero central en el agujero 4, que se conecta a una estructura de cimentación 1 por medio de tornillos, y preferiblemente descansa sobre la superficie superior de la estructura de cimentación 1.

45 Cada pilote 3 se fabrica de metal, y comprende una barra de sección sustancialmente constante 9, definida normalmente por una serie de segmentos tubulares de igual longitud unidos por soldadura de extremo a extremo; y por lo menos un cabezal principal inferior amplio 10 que define el extremo inferior del pilote 3. En realizaciones diferentes que no forman parte de la presente invención, la barra 9 puede tener una sección diferente a la circular, y también puede ser sólida.

- Cada barra 9 tiene forma tubular, tiene un conducto interno pasante 11, y es más pequeña a través del agujero correspondiente 4 con el fin de ajustarse relativamente fácilmente al agujero pasante 4. Cada cabezal principal 10 se define por una placa plana, sustancialmente circular 12 que tiene un borde exterior dentado 13 (Figura 2), pero que obviamente puede tener una forma diferente, por ejemplo circular, cuadrada o rectangular, con un borde liso o dentado. Cada cabezal principal 10 es mayor o tiene el mismo tamaño a través del agujero correspondiente 4, se separa inicialmente de la barra respectiva 9, y, cuando la construcción de la estructura de cimentación 1, se coloca sustancialmente en contacto con la tierra 2 por debajo de la estructura de cimentación 1, y coaxial con el agujero correspondiente 4 (como se muestra en la Figura 3). Por consiguiente, cada barra 9, cuando se ajusta a través del agujero correspondiente 4, engancha el cabezal principal correspondiente 10 para formar el pilote correspondiente 3.
- En el caso de una estructura de cimentación existente 1, para instalar el cabezal principal 10, se forma un agujero en la estructura de cimentación 1, que luego se restablece parcialmente para tener un agujero 4 más pequeño a través del cabezal principal 10.
- Para asegurar una conexión mecánica suficientemente firme, de cada barra 9 y del cabezal principal correspondiente 10, el cabezal principal 10 está provisto con un miembro de conexión 14, que engancha la barra 9 para fijar la barra 9 transversalmente al cabezal principal 10. En las realizaciones mostradas, por ejemplo, cada miembro de conexión 14 se define por un miembro tubular cilíndrico que se proyecta axialmente desde la placa 12 y se dimensiona de esta manera para enganchar una porción interior del conducto interno 11 de la barra correspondiente 9 con escaso espacio. El miembro de conexión 14 obviamente se puede crear en forma diferente.
- Una porción de extremo inferior de cada tubería 5 se ajusta con por lo menos un anillo de sellado 15, que se hace de material elástico y engancha la superficie cilíndrica externa de la barra 9 del pilote 3, cuando el pilote 3 se ajusta a través del agujero correspondiente 4.
- Cuando se construye estructura de cimentación 1, por lo menos se forma un conducto de inyección 16 en cada agujero 4, se define por una tubería metálica 17 que se extiende a través de la estructura de cimentación 1, y tiene un extremo superior 18 que se proyecta desde la estructura 1, y un extremo inferior 19 adyacente al agujero 4 y hace contacto con una superficie superior 20 de la placa 12 del cabezal principal correspondiente 10.
- Para impulsar cada pilote 3 dentro de la tierra 2, se inserta primero la barra correspondiente 9 a través del agujero correspondiente 4 para enganchar (como se describió anteriormente) el cabezal principal correspondiente 10 ubicado por debajo de la estructura de cimentación 1, que hace contacto con la tierra 2, y coaxial con agujero correspondiente 4.
- Como se muestra en la Figura 1, una vez la barra 9 engancha el cabezal principal correspondiente 10 para definir pilote correspondiente 3, se coloca un dispositivo de empuje 21, que coopera con un extremo superior 22 del pilote 3, sobre el pilote 3 y se conecta a una porción que sobresale 7 de la tubería correspondiente 5 por medio de dos uniones 23 roscadas en la parte superior. Más específicamente, el dispositivo de empuje 21 se define mediante por lo menos un elevador hidráulico que comprende un cuerpo 24, y una barra de salida 25 que se puede mover axialmente con fuerza ajustable con respecto a un cuerpo 24. El cuerpo 24 está soportado en el extremo superior 22 del pilote 3, y la barra 25 se pone en contacto con una superficie inferior de una placa de metal 26 ajustada con uniones 23 y axialmente integral con las uniones 23 por medio de pernos correspondientes 27 que enganchan las porciones superiores roscadas de las uniones 23.
- Una vez ajustado al pilote 3 como se describió anteriormente, se activa dispositivo de empuje 21 para generar una fuerza de intensidad dada entre el cuerpo 24 y la barra 25, cuya fuerza produce empuje estático, de la misma intensidad que la fuerza, sobre el pilote 3 para impulsarlo en la tierra 2. La reacción del empuje ejercido por el dispositivo de empuje 21 se proporciona mediante el peso de la estructura de cimentación 1 (en el que se puede agregar el lastre apropiado que se apoya sobre la estructura de cimentación 1) y se transmite por uniones 23, que, junto con la tubería estructura 5, actúan como miembros de reacción al mantener una distancia fija entre la placa 26 y la estructura de cimentación 1 cuando la barra 25 se extrae del cuerpo 24, de tal manera que el cuerpo 24 es forzado a ir hacia abajo junto con el extremo superior 22 del pilote 3.
- El dispositivo de empuje 21 se puede formar obviamente de forma diferente, proporcionando empuje estático que es ejercido sobre el pilote 3 para impulsarlo en la tierra 2. Por ejemplo, el dispositivo de empuje 21 puede comprender dos elevadores hidráulicos en lados opuestos de la barra 9; la barra móvil de cada elevador hidráulico se fija a una placa horizontal conectada en forma rígida a una tubería 5 y, por lo tanto, a la estructura de cimentación 1; y los cuerpos de los dos elevadores hidráulicos enganchan y agarran la barra 9 entre ellas con el fin de extraer la barra 9 hacia abajo cuando las barras del elevador hidráulico se extraen de los cuerpos. Más específicamente, los cuerpos de los dos elevadores hidráulicos agarran la barra 9 por medio de cuñas que comprimen la barra 9 cuando los cuerpos de elevador hidráulico se mueven hacia abajo. Cuando las barras de elevador se extienden completamente, se elimina la acción de agarre sobre la barra 9 al reducir la presión en las cuñas y las barras de elevador regresan a la posición de partida para continuar impulsando la barra 9.

En una realización alterna no mostrada, cuando se opone a ser conectada a la porción de proyección 7 de la tubería 5, las uniones 23 del dispositivo de empuje 21 se conectan al lastre de impulsión físicamente separado que no descansa en la estructura de cimentación 1, de tal manera que se define el miembro de reacción para impulsar el pilote 3, no mediante la estructura de cimentación 1, sino únicamente mediante el lastre de impulsión. Alternativamente, el miembro de reacción se puede definir mediante la estructura de cimentación 1 y el lastre de impulsión, lo que, como se establece, físicamente separado de cuando se pone a reposo en, la estructura de cimentación 1. Para aumentar la fuerza de reacción generada por el lastre de impulsión, sin recursos para impulsar excesivamente el lastre (lo que sería voluminoso y difícil de mover), el lastre de impulsión se puede asegurar a la tierra 2 mediante tornillos impulsados temporalmente en la tierra 2 afuera de la estructura de cimentación 1. El lastre de impulsión también se puede definir mediante un cuerpo móvil, por ejemplo un camión o una barcaza o pontón, que se puede ubicar fácilmente cercano al agujero 4, o se puede definir mediante pilotes auxiliares o tornillos impulsados temporalmente dentro de la tierra 2 para actuar como miembros de reacción cuando se impulsa el pilote 3, y que se retiran una vez se impulsa el pilote 3.

Se utiliza obviamente la anterior realización para evitar tensionar una estructura de cimentación 1 particularmente frágil.

Como cada pilote 3 se impulsa en la tierra 2, el cabezal principal 10 forma en la tierra 2 un canal 28 de sustancialmente la misma forma y dimensiones transversales como el cabezal principal 10 en si mismo. El canal 28 se divide en una porción cilíndrica interna 29 ocupada por la barra correspondiente 9; y una porción tubular externa sustancialmente espaciada 30, dentro de la cual, se impulsa el pilote 3 dentro de la tierra 2, se inyecta a presión simultáneamente el material de cemento sustancialmente plástico 31 a lo largo del conducto de inyección correspondiente 16. Más específicamente, el material de cemento 31 comprende sustancialmente cemento y arena o en denominado "betoncino", que es un hormigón que tiene características similares al mortero; 1 metro cúbico de "betoncino" se elabora con 550 Kg de cemento tipo Pórtland, 150 Kg de agua, 1425 Kg de arena, y algún fluidizante) con el fin de ser particularmente fluido para facilidad de inyección de presión a lo largo del conducto de inyección 16. Se puede proporcionar obviamente una serie de conductos de inyección 16 para cada pilote 3, para suministro de material de cemento 31 ya sea simultáneamente o sucesivamente.

El anillo de sellado 15 evita que el material de cemento 31 inyectado con presión se filtre hacia arriba a través del espacio entre la superficie externa de la barra 9 y la superficie interna de la tubería correspondiente 5.

En una realización alterna, el material de cemento 31 puede contener aditivos (por ejemplo bentonita) para reducir la adhesión de la tierra 2 al material de cemento 31 ya que este se seca. Dichos aditivos se pueden utilizar cuando la tierra 2 tiene una tendencia a encogerse con el tiempo (por ejemplo como en el caso de capas de turba). En cuyo caso, evitar la adhesión del material de cemento 31 permite a la tierra 2 eventualmente encogerse libre y naturalmente.

En una realización adicional, el material de cemento 31 contiene aditivos impermeabilizantes, que lo hacen sustancialmente impermeable al agua incluso antes de curado. Dichos aditivos son necesarios cuando el pilote 3 se impulsa a través de un lecho de agua, particularmente que contiene agua que fluye relativamente rápido y/o a alta presión, y sirve para evitar que el agua se mezcle y deteriore de esta manera el material de cemento 31. También se han hecho pruebas que muestran que, cuando se trabaja a través de un lecho húmedo móvil, es importante inyectar material de cemento 31 a una mayor presión que aquella ejercida por el agua móvil, de tal manera que se reduce adicionalmente la probabilidad de mezcla del con el material de cemento 31.

Como se indicó, cada barra 9 se divide en una serie de segmentos, que se impulsan sucesivamente, como se describió, a través del agujero correspondiente 4, y se unen mediante soldadura para definir pilote 3. Más específicamente, una vez se impulsa el primer segmento de barra 9, el dispositivo de empuje 21 se separa del extremo superior del primer segmento para insertar un segundo segmento, que se une con soldadura borde a borde al primer segmento; el dispositivo de empuje 21 se conecta luego al extremo superior del segundo segmento para continuar el ciclo de impulsión. En una realización alterna no mostrada, se fijan dos segmentos tubulares sucesivos mediante una porción de conexión, que engancha parcialmente los conductos internos de los dos segmentos. Los segmentos de componente de cada barra 9 son normalmente idénticos, pero, en ciertas situaciones, pueden diferir en longitud, forma o espesor.

Dependiendo de las características estructurales de la estructura de cimentación 1 y las características de la tierra 2, a cada pilote 3 se le asigna una capacidad nominal, es decir un peso que debe ser soportado por el pilote 3 sin producir, es decir sin ruptura y/o encogimiento adicional en la tierra 2. Para asegurar que se cumple la capacidad nominal, cada pilote 3 se impulsa normalmente hasta que sea capaz de soportar el empuje por el dispositivo de empuje 21 en exceso de la capacidad nominal sin encoger adicionalmente la tierra 2. Esto se hace posible mediante pilotes 3 que se impulsan en la tierra 2 de uno en uno. Por lo tanto, cuando se impulsa cada pilote 3, prácticamente el peso completo de la estructura de cimentación 1 (a la que se puede agregar el lastre apropiado) se puede utilizar como una fuerza de reacción al empuje ejercido por el dispositivo de empuje correspondiente 21. Como ya se indicó,

se puede proporcionar por supuesto la fuerza de reacción completa o parcialmente mediante el impulso del lastre independiente de la estructura de cimentación 1.

5 Como se muestra en la Figura 4, una vez en impulsa cada pilote 3, el dispositivo de empuje correspondiente 21 se retira del pilote 3, y el conducto interno relativo 11 se carga con material de cemento sustancialmente plástico 32, en particular "hormigón". Una vez se carga el conducto interno 11 de cada pilote 3, el pilote 3 se fija axialmente a la estructura de cimentación 1 al asegurar (unir normalmente por soldadura) a la porción sobresaliente 7 de la tubería de revestimiento correspondiente 5 a una placa de metal horizontal 33 (o un reborde anular), que se ajusta en la parte superior del pilote 3 para enganchar extremo superior 22.

10 En una realización adicional no mostrada, la barra 9 no se carga con material de cemento 32, y, opuesta a tener una sección tubular, es preferiblemente sólido son el conducto interno 11.

En una realización alterna no mostrada, se inserta un cuerpo de material elástico (por ejemplo neopreno) dentro de la tubería de revestimiento 5 y entre el extremo superior 22 del pilote 3 y la placa de metal 33, de manera general para el propósito de mejorar la resistencia a terremotos de la estructura de cimentación 1.

15 En una realización adicional no mostrada, se impulsa cada pilote 3 de tal manera que el extremo superior 22 está por debajo de la superficie superior de la estructura de cimentación 1; luego se corta la porción sobresaliente 7 de la tubería 5; y la placa 33 se fija al resto de la tubería 5 para ser sustancialmente coplanar con la superficie superior de la estructura de cimentación 1, y obtener de esta manera una estructura de cimentación 1 con superficie superior sobre la que se puede caminar.

20 Antes de ser fijado axialmente a la estructura de cimentación 1, el pilote 3 se puede precargar con un empuje hacia abajo de una intensidad dada a través del momento tomado para fundir placa de metal 33 a la tubería de revestimiento 5. En otras palabras, el pilote 3 se somete a un empuje hacia abajo de intensidad dada mientras que una por soldadura la placa de metal 33 a tubería de revestimiento 5. El pilote precargado 3 cuando se fija a una estructura de cimentación 1 permite que ocurra cualquier rendimiento del pilote 3 rápidamente en cambio de que ocurra en un periodo largo. Rectificar cualquier rendimiento de uno o más pilotes 3 es un trabajo de bajo coste relativamente directo cuando se construye la estructura de cimentación 1, pero es mucho más complejo y costoso una vez se completa la estructura de cimentación 1.

30 En tierra blanda, tal como limo o turba, el canal 28, formado por el cabezal principal 10 cuando se impulsa en la tierra 2, se puede taponar parcialmente o completamente mediante las denominadas porciones "derrumbe" de la tierra 2, que se empujan dentro del canal 28 por la presión ejercida por el cabezal principal 10 en la tierra 2. El canal de taponamiento de tierra de derrumbe 28 evita que la porción 30 se cargue completamente con material de cemento 31, impartiendo así, incluso en forma importante, la capacidad final del pilote 3. El fenómeno de derrumbe está en proporción directa al ablandamiento de la tierra 2 y la presión ejercida sobre la tierra 2 por el cabezal principal 10.

35 La anterior desventaja se resuelve utilizando la realización mostrada en las Figuras 5 y 6, en las que, en adición al cabezal principal 10, el pilote 3 también comprende un cabezal delantero 34 ubicado por debajo de la estructura de cimentación 1, por debajo y coaxial con el cabezal principal 10 (Figura 5). El cabezal delantero 34 comprende una placa circular 35 conectada a un cuerpo tubular 36, que se extiende hacia arriba a través de una apertura circular 37 en el cabezal principal 10, y engancha un extremo inferior 38 de la barra 9. El cuerpo tubular 36 está dimensionado transversalmente para ser insertable parcialmente dentro del conducto 11 de la barra 9 insertada en el agujero pasante 4; y se detiene la inserción del cuerpo tubular 36 dentro la barra 9 mediante un anillo 39 fijado a la superficie externa del cuerpo tubular 36.

45 En uso actual, la barra 9 se inserta dentro del agujero 4 y engancha la porción superior del cuerpo tubular 36 como se describió anteriormente; cuando el extremo inferior 38 de la barra 9 hace contacto con el anillo 39, el movimiento hacia abajo adicional de la barra 9 produce un movimiento igual hacia abajo del cuerpo tubular 36, que se desliza dentro de la apertura interna 37 y empuja el cabezal delantero 34 hacia abajo dentro de la tierra 2, mientras que el cabezal principal 10 permanece inicialmente estático en su posición original.

Cuando continua moviéndose, el extremo inferior 38 de la barra 9, con el anillo 39 entre ellos, hace contacto con el extremo superior del miembro de conexión 14 del cabezal principal 10, también empujando de esta manera el cabezal principal 10 hacia abajo en la tierra 2.

50 El cabezal principal 10, en particular la placa 12, es ligeramente más grande a través del cabezal delantero 34, en particular la placa 35 del cabezal delantero 34, de tal manera que el cabezal principal 10 se mantiene a una distancia constante del cabezal delantero 34 en todo momento cuando se impulsa pilote 3 en la tierra 2.

- 5 Cuando se impulsa el pilote 3 en la tierra 2, el cabezal delantero 34 ejerce considerable presión en la tierra 2, y forma, en la tierra 2, un canal 40 que es por lo tanto altamente susceptible del fenómeno de derrumbe (indicado 41 en la Figura 6). El cabezal principal 10, de otra parte, ejerce relativamente poca presión en la tierra 2, y de esta manera proporciona el canal "ensanchador" 40 y el canal formador 28, que es por lo tanto menos susceptible a derrumbe, de tal manera que material de cemento 31 cargado en la porción 30 sustancialmente no encuentra obstáculos.
- 10 Cuando se impulsa el pilote 3 en la tierra 2, se mantiene por lo menos la distancia de 1 metro entre el cabezal principal 10 y el cabezal delantero 34 para evitar el derrumbe del canal 28 provocado por la presión ejercida en la tierra 2 por el cabezal delantero 34.
- 15 En la realización de la Figura 1-4, el pilote 3 comprende un cabezal principal 10 que, cuando se impulsa, en forma en la tierra 2 el canal 28 que se carga con material de cemento 31. En la realización de la Figura 5 y 6, el pilote 3 comprende el cabezal principal 10 que, cuando se impulsa, forma en la tierra 2 el canal 28 que se carga con material de cemento 31; y el cabezal delantero 34 que, cuando se impulsa, forma en la tierra 2 el canal 40 que define un canal "delantero" el cual se impulsa en el cabezal principal 10.
- 20 En una realización adicional no mostrada, el pilote 3 comprende cabezal principal 10 que, cuando se impulsa, forma en la tierra 2 el canal 28 que se carga con material de cemento 31; y una serie de (normalmente dos a cuatro) cabezales delanteros 34 que, cuando se impulsan, forman en la tierra 2 el canal 40 que define un canal "delantero" el cual se impulsa en el cabezal principal 10. Las dimensiones transversales de los cabezales delanteros 34 aumentan gradualmente para incrementar gradualmente las dimensiones transversales del canal 40; y la serie de cabezales delanteros 34 utilizados depende del tipo de tierra 2. En casos especiales, las dimensiones transversales de los cabezales delanteros 34 se pueden reducir gradualmente, con el fin de tener un cabezal delantero de fondo muy amplio 34 y una base de soporte amplia, y un cabezal principal más pequeño 10 y/o cabezales delanteros superiores más pequeños 34 para reducir el tamaño del canal 30 y por lo tanto la cantidad de material de cemento 31 inyectado en la tierra 2.
- 25 En una realización alterna, el material de cemento 31 se puede inyectar en el canal 40 formado al impulsar un cabezal delantero 34 en la tierra 2; en cuyo caso, el conducto de inyección utilizado (no mostrado en detalle) es idéntico al conducto de inyección 50 mostrado en la realización de la Figura 11 (que no forma parte de la invención), y se define por una tubería que tiene un extremo inferior ubicado en un agujero pasante en el cuerpo tubular 36, y un extremo superior conectado a un dispositivo de inyección.
- 30 Cada pilote 3 puede por lo tanto tener más de un cabezal principal 10 y más de un cabezal delantero 34, cuyos cabezales 10 y 34 pueden ser de diferentes tamaños y diferentes distancias separadas. Más aún, las dimensiones transversales de cada cabezal principal 10 o cabezal delantero 34 pueden variar durante después de impulsar el pilote 3; y el canal formado al impulsar cualquier cabezal principal 10 o cabezal delantero 34 se puede cargar con material de cemento 31 en una etapa o en una serie de etapas sucesivas separadas en tiempo.
- 35 En una realización alterna, se fija un cabezal delantero 34 y se hace deslizante con respecto al cuerpo tubular correspondiente 36 mediante un mecanismo de conexión. Es decir, cuando se impulsa el pilote 3, este puede decidir detener el movimiento hacia abajo del cabezal delantero 34 en un cierto punto, y continúa solamente con el movimiento hacia abajo del cuerpo tubular 36. El mecanismo de conexión se puede controlar a distancia mediante un accionador, o se puede diseñar para liberar la corredera del cabezal delantero 34 con respecto al cuerpo tubular 36 cuando la fuerza ejercida sobre el cabezal delantero 34 excede un valor de umbral predeterminado. De manera similar, el cabezal principal 10 se puede fijar a y hacer deslizante con respecto a la barra 9 mediante un mecanismo de conexión. Es decir, cuando se impulsa el pilote 3, este puede decidir detener el movimiento hacia abajo del cabezal principal 10 en un cierto punto, y continuar solamente con el movimiento hacia abajo de la barra 9. El mecanismo de conexión se puede controlar a distancia mediante un accionador, o se puede diseñar para liberar la corredera del cabezal principal 10 con respecto a la barra 9 cuando la fuerza ejercida sobre el cabezal principal 10 excede un valor de umbral predeterminado.
- 40
- 45 En la realización alterna mostrada en la Figura 7, la porción interior del cabezal principal 10 es puntiaguda. Más específicamente, la parte inferior de la placa 12 del cabezal principal 10 se ajusta de forma rígida con un cuerpo puntiagudo 42, que puede tener forma cónica o de cuña o cualquier otra forma que termine en una punta afilada. La inclinación de la punta del cuerpo 42 puede ser fija o variable (en particular, puede pulsar entre dos posiciones) para ajustar, cuando se impulsa el pilote 3, como una función de las características de tierra 2 que se trabajan por el cabezal principal 10. En otras palabras, en cualquier momento cuando se impulsa el pilote, la inclinación de la punta del cuerpo 42 se puede variar para adaptar a las características de tierra 2 que se trabajan en ese momento por el cabezal principal 10.
- 50
- 55 Un cabezal principal puntiagudo 10 tiene la ventaja de ser impulsado en la tierra 2 más fácilmente, y sobre todo evitar el empuje hacia abajo de la porción de tierra 2 desalojada por el cabezal principal 10 cuando se impulsa. Es decir, cuando el cabezal principal puntiagudo 10 se mueve hacia abajo, la porción de tierra 2 desalojada por el

5 cabezal principal 10 tiende a deslizarse a la largo de las paredes inclinadas de la punta y ser empujada a cada lado del cabezal principal 10. En otras palabras, en el caso de un cabezal principal plano 10, la porción de tierra 2 desalojada cuando el cabezal principal 10 se mueve hacia abajo tiende a ser por lo menos parcialmente empujada por el cabezal principal 10; mientras que, en el caso de un cabezal principal puntiagudo 10, la porción de tierra 2 desalojada cuando el cabezal principal 10 se mueve hacia abajo tiende, como se establece, a deslizarse a lo largo de las paredes inclinadas de la punta a cada lado del cabezal principal 10.

10 La prevención del empuje hacia abajo de la porción de tierra 2 desalojada cuando el cabezal principal 10 se mueve hacia abajo es extremadamente importante cuando se impulsa el cabezal principal 10 a través de dos capas de diferentes composiciones, que se debe evitar que se mezclan. Esta situación normalmente ocurre en la presencia de un lecho de agua, que se debe proteger contra la contaminación por material atrapado desde las capas de tierra 2 por encima del lecho.

15 En el caso de un pilote 3 que comprende un cabezal principal 10 y una serie de cabezales delanteros 34, solo el cabezal delantero inferior 34 puede ser puntiagudo. Alternativamente, como se muestra en la Figura 8, los cabezales delanteros 34 y el cabezal principal 10 son todos puntiagudos (fijos o ajustables), pero obviamente solo el cabezal delantero inferior 34 es completamente puntiagudo, mientras que los otros cabezales delanteros 34 y el cabezal principal 10 son puntiagudos con un agujero central para el paso de los cabezales delanteros inferiores 34.

20 Cuando se empuja en la tierra 2, el cabezal principal 10 se puede girar a una velocidad dada, normalmente variable, alrededor de su eje central para ayudar en la penetración en tierra 2 por el cabezal principal 10. La rotación es particularmente útil en el caso de un cabezal principal puntiagudo 10, en cuyo caso, el cabezal principal 10 preferiblemente comprende una serie de ranuras helicoidales para atornillar el cabezal principal 10 en la tierra 2. Alternativamente, el cabezal principal 10 se puede atornillar en la tierra 2 con o sin extracción de material desde el canal 28. La extracción del material desde el canal 28 es particularmente útil para superar las capas de tierra particularmente dura.

25 Cuando se impulsa el pilote 3, la barra 9 del pilote 3 se puede girar ligeramente alrededor de su eje vertical para compensar cualquier desviación de la barra 9 con respecto a la vertical, provocada al ser impulsada a través de puntos de tierra particularmente duros, tales como cabezal de hormigón o cantos rodados.

30 En el evento de la realización de la Figura 9, la tierra 2 comprende una capa superior dura, altamente compacta 43, y una capa inferior más blanda, menos compacta 44, un precanal 45 se puede formar a través de la capa superior 43 utilizando un taladro normal (posiblemente con brocas que incrementa gradualmente en tamaño). El precanal 45 es obviamente coaxial con la tubería 5, y por lo tanto con el cabezal principal 10 y con el canal 28 formado al impulsar el cabezal principal 10 en la tierra 2, y proporciona impulso al cabezal principal 10 más fácilmente en la capa superior 43 de tierra 2.

35 El precanal 45 puede ser más pequeño, tener el mismo tamaño, o ser ligeramente más grande que el cabezal principal 10, y se puede llenar con material de baja resistencia 46 (por ejemplo arena) para asegurar la formación correcta del pilote 3, y evitar que la tierra 2 se derrumbe y taponar el precanal 45 con material heterogéneo (por ejemplo escombros) que podrían impedir el movimiento hacia abajo del cabezal principal 10. En la realización preferida mostrada en la Figura 9, el precanal 45 es ligeramente más grande que el cabezal principal 10, y se recubre con un revestimiento 47 de metal en lámina (u otro material, tal como PVC) para evitar que la tierra 2 se derrumbe en el precanal 45. Una vez se coloca el revestimiento de metal en lámina 47, se carga el precanal 45 con material de baja resistencia 46 para asegurar la formación correcta del pilote 3. De hecho, es importante, que, cuando se mueve hacia abajo, el cabezal principal 10 debería encontrar menos resistencia como sea posible, de tal manera que ejerce suficiente presión en la tierra 2 para compactarla localmente.

45 Obviamente, si tiene el mismo tamaño como el cabezal principal 10, es decir si es más grande que el agujero 4, se debe formar el precanal 45 antes de construir la estructura de cimentación 1. Cuando se impulsa el cabezal principal 10, el precanal 45 se puede inundar con agua por lo menos parcialmente; en cuyo caso, el agua se puede succionar del precanal 45 a lo largo del conducto de inyección 16, posiblemente al insertar una tubería conectada a lo lardo del conducto de inyección 16 a una bomba de succión.

50 En el evento, la tierra 2 comprende capas débiles (por ejemplo arcilla) que se alternan con capas duras (por ejemplo arena), para mantener una presión de impulsión relativamente constante del pilote 3, se puede variar la dimensión transversal del cabezal principal 10 o cabezales delanteros 34 como una función de la compactación de la capa de tierra 2 que se va a trabajar por el cabezal principal 10. En otras palabras, cuando el cabezal principal 10 encuentra una capa particularmente compacta de tierra 2, la dimensión transversal del cabezal principal 10 se reduce a un mínimo dado; y, por el contrario, cuando el cabezal principal 10 encuentra una capa blanda de tierra 2, la dimensión transversal del cabezal principal 10 se incrementa a un máximo dado. La dimensión transversal del cabezal principal 10 se puede incrementar o reducir, por ejemplo, por medio de un accionador para producir un deslizamiento correspondiente entre por lo menos dos porciones periféricas de la placa 12 del cabezal principal 10. Variando la

dimensión transversal del cabezal principal 10, cuando se impulsa, también se varía la dimensión transversal del canal 28.

La dimensión transversal variable del cabezal principal 10 se puede utilizar al construir la estructura de cimentación 1. Es decir, cuando se opone a estar alineada con el agujero 4 por debajo de la estructura de cimentación 1, el cabezal principal 10 se inserta en el agujero pasante 4 cuando se impulsa el pilote 3, y luego se expande al hacer contacto con la tierra 2. En otras palabras, el cabezal principal 10 se contrae a una dimensión transversal más pequeña que el agujero 4 con el fin de ajustar el agujero pasante 4, y luego se expande hasta una dimensión transversal más grande que el agujero 4 para formar el canal 28. Esta solución es particularmente útil cuando se trabaja con una estructura de cimentación existente 1.

En una realización alterna, la posibilidad descrita anteriormente, de variar la dimensión transversal del cabezal principal 10, cuando se impulsa en la tierra 2, también se puede utilizar para incrementar la dimensión transversal de la porción de extremo del canal 28, y así formar un bulbo relativamente amplio en la porción de extremo inferior del pilote 3 para aumentar la superficie que soporta la tierra, y por lo tanto, la capacidad del pilote 3. Alternativamente, la dimensión transversal de la porción de extremo del pilote 3 se puede aumentar para formar dicho bulbo al halar el cabezal principal 10 hacia arriba para deformar la porción de extremo de la barra 9.

Como se muestra en la Figura 10, cuando se construye la estructura de cimentación 1, una funda de aislamiento 48 se interpone entre la estructura de cimentación 1 y la tierra 2 (o entre la estructura de cimentación 1 y capa de cemento delgada 8, si la hay) para proteger la estructura de cimentación 1 de la infiltración del agua. En cada agujero 4, la funda de aislamiento 48 obviamente comprende un agujero correspondiente para el paso del pilote correspondiente 3. Más específicamente, la funda de aislamiento 48 se fija a la tubería de revestimiento respectiva 5 al insertar el borde libre de la funda 48 entre dos anillos 6, e insertar a través de la funda de aislamiento 48 una serie de tornillos 49, cada uno de los cuales se atornilla a los dos anillos 6. Aunque no se ilustra en detalle, también se puede utilizar un sistema de sujeción similar para fijar la funda 48 a la tubería 17 del conducto de inyección 16.

En la realización de la Figura 11 (que no forma parte de la invención), se elimina el conducto de inyección 16 mostrado en los dibujos anteriores, y se inyecta el material de cemento 31 en la porción tubular externa 30 del canal 28 mediante un conducto de inyección 50, que se define por una tubería 51 elaborada de material flexible y que tiene un extremo inferior en un agujero pasante 52 en la barra 9, y un extremo superior conectado a un dispositivo de inyección (no mostrado). El agujero 52 se ubica cerca al cabezal principal 10 para inyectar material de cemento 31 en la porción tubular externa 30 del canal 28 hacia arriba, en lugar de hacia abajo como el conducto de inyección 16. Inyectar material de cemento 31 hacia arriba en lugar de hacia abajo tiene la ventaja de formar "ampliaciones" del material de cemento 31 a diferentes alturas. En la realización preferida mostrada en la Figura 11, se proporciona una serie de agujeros 52 a la misma altura y simétricamente alrededor del eje central de la barra 9, con el fin de inyectar material de cemento 31 simultáneamente desde una serie de puntos. En una realización alterna no mostrada, los agujeros 52 se ubican a diferentes alturas a lo largo de la barra 9, y se pueden cargar por una o más tuberías 51, cuando se impulsa el pilote 3 (posiblemente en una serie de etapas no simultáneas) o incluso después se impulsa el pilote 3. Una vez se inyecta el material de cemento 31, la tubería 51 se puede retirar de o dejar dentro del conducto 11 de la barra 9.

Es importante notar que, antes de impulsar el pilote 3, se puede seccionar cualquier aguja por debajo de la estructura de cimentación 1 a lo largo del conducto de inyección 16 o 50.

En la realización de las Figuras 12-14, antes de insertar la barra 9 dentro del agujero correspondiente 4, una viga 53, preferiblemente una viga I (mostrado claramente en la Figura 13), se inserta dentro de un agujero 4 y dentro de un miembro de conexión 14 del cabezal principal 10, de manera que mire a través de una ranura 54 formada en la placa 12 del cabezal principal 10 y formada y dimensionada para permitir el paso de la viga 53. Antes se inserta de la barra 9, el extremo inferior de la viga 53 se ajusta a través de la ranura 54 para descansar en la tierra 2 en la posición mostrada en la Figura 12.

Un dispositivo 55, por lo menos tan grande como la barra 9, se coloca sobre el extremo superior de la viga 53. Cuando la barra 9 se inserta dentro del agujero 4, el extremo inferior de la barra 9 descansa sobre la superficie superior de la placa 55. Cuando la barra 9 se somete a empuje hacia abajo, este se transmite por la placa 55 hasta la viga 53, que por lo tanto comienza a hundirse en la tierra 2. Cuando la placa 55 llega a descansar sobre el extremo superior del miembro de conexión 14, el empuje hacia abajo sobre la barra 9 se transfiere al cabezal principal 10 y a la viga 53, que se hunden juntos en la tierra 2 como se muestra en la Figura 14. Obviamente, en una realización alterna no mostrada, el haz 53 se puede reemplazar mediante un miembro alargado de cualquier tipo, por ejemplo un miembro tubular o sección de canal.

El propósito de la viga 53 es definir una extensión inferior del pilote 3 con respecto al cabezal principal 10. Esto es útil cuando el movimiento hacia abajo del cabezal principal 10 se detiene por el cabezal principal 10 llegando a descansar sobre una capa de tierra profunda, dura, particularmente compacta, y en cuyo caso, la viga 53 penetra la capa profunda de tierra 2 por debajo del cabezal principal 10 para incrementar la capacidad del pilote 3.

5 Como se estableció anteriormente, variar la dimensión transversal del cabezal principal 10 (y posiblemente también de un cabezal delantero 34), cuando se hunde el cabezal principal 10, también varía la dimensión transversal del canal 28, permitiendo así la formación de un pilote 3 que varía libremente en las dimensiones transversales a lo largo de su eje longitudinal. En otras palabras, el pilote 3 puede comprender, alrededor de la barra 9, segmentos intermedios o extremos de material de cemento 31 más grandes que el resto del pilote 3 y comúnmente denominados como “ampliaciones”.

10 Además de variar la dimensión transversal del cabezal principal 10 (y posiblemente también de un cabezal delantero 34) cuando se impulsa el pilote, las “ampliaciones”, es decir segmentos intermedios o extremo del material de cemento 31 más grandes que el resto del pilote 3, también se pueden formar utilizando la realización de la Figura 11, en la que se inyecta el material de cemento 31 en el canal 28 a través de uno o más agujeros 52 ubicados a lo largo de la barra 9, y al variar la cantidad y presión del material de cemento 31 inyectado cuando se impulsa el pilote 3. Como se establece, se puede cargar el material en los agujeros pasantes 52 mientras que se impulsa el pilote 3 (posiblemente en una serie de etapas no simultáneas) o incluso después se impulsa el pilote 3.

15 Es importante destacar que la barra 9 se forma normalmente al unir una serie de segmentos impulsados sucesivamente en la tierra 2. Como tal, también se puede variar el espesor de los diversos segmentos de componente de la barra 9, con el fin de obtener, a lo largo del eje longitudinal del pilote 3, no solo diferentes espesores de material de cemento 31, sino también diferentes espesores de la barra de metal 9.

20 En una realización alterna no mostrada, el cabezal principal 10 tiene sustancialmente el mismo tamaño que la barra 9, y es puntiagudo como se describió anteriormente. Obviamente, en esta realización, el canal 28 formado por el cabezal principal puntiagudo 10 que penetra en la tierra 2 cuando se impulsa el pilote 3 tiene el mismo tamaño como la barra 9, de tal manera que no se puede inyectar material de cemento 31. Esta realización se utiliza cuando el pilote 3 se impulsa en la tierra anegada o por debajo del agua 2.

25 Cuando se construye una estructura de cimentación 1 o se impulsan los pilotes 3, los temporales (no mostrados en detalle) pueden necesitar ser impulsados en la tierra 2 para formar, por ejemplo, estructuras temporales, y que se deben retirar una vez se completa el trabajo. Para extraer un pilote temporal desde la tierra 2, se puede utilizar un método similar a aquel descrito para impulsar pilotes 3. Es decir, el pilote temporal se somete a tracción estática generada por un dispositivo de extracción conectado mecánicamente en un extremo al extremo superior del pilote temporal y descansa en el otro extremo sobre la estructura de cimentación 1, que actúa como un miembro de reacción para el dispositivo de extracción. Más específicamente, el dispositivo de extracción preferiblemente comprende por lo menos dos elevadores hidráulicos en lados opuestos del pilote temporal; la barra móvil de cada elevador hidráulico se fija a una placa horizontal conectada de forma rígida al pilote temporal; y los cuerpos de los dos elevadores hidráulicos descansan sobre la estructura de cimentación 1.

35 La anterior descripción ilustra numerosas realizaciones mediante las cuales se forma cada pilote 3, y cuyas características obviamente se pueden combinar de diversas formas, dependiendo de las características de la construcción, las características de la tierra 2, y el resultado final deseado.

40 como se puede observar a partir de la anterior descripción, cada pilote 3 comprende normalmente un núcleo de metal cilíndrico (barra 9) cargado con hormigón 32 y encerado en una chaqueta de betoncino 31. Cada pilote 3 se impulsa estáticamente sustancialmente sin el material que se extrae desde la tierra 2, y se hunde en la tierra 2 al simplemente compactar las regiones a través de las cuales viaja. Como tal, se renueva y compacta la tierra 2 en la que la cimentación de pilotes se encuentra, y se obtiene un sitio de construcción sustancialmente limpio obtenido al eliminar el movimiento de la tierra y el trabajo de excavación requerido por los pilotes perforados.

Cabe señalar que, se realiza estáticamente utilizando elevadores hidráulicos, cada pilote 3 se impulsa absolutamente sin vibración ni ruido, de tal manera que no se ven afectadas la estática ni la estabilidad de cualesquier construcciones en la vecindad de la estructura de cimentación.

45 Finalmente, se debe observar que, al construir la estructura de cimentación 1 poco antes que la cimentación de pilotes, se puede reducir el tiempo de trabajo general al impulsar simultáneamente los pilotes 3 y construir las superestructuras (no mostradas) soportadas por la estructura de cimentación 1.

REIVINDICACIONES

1. Un método para construir una cimentación de pilotes; el método comprende las etapas de:
- construir sobre la tierra (2) una estructura de cimentación (1) que tiene por lo menos un agujero pasante (4);
- 5 acoplar un pilote de metal (3), que comprende una barra (9) definida por una tubería cilíndrica que tiene un conducto interno (11) y por lo menos un cabezal principal inferior (10), con dicho agujero (4), de tal manera que la barra (9) se inserta a través de dicho agujero (4) y el cabezal principal (10) del pilote (3) hace contacto con la tierra (2);
- aplicar estáticamente por lo menos un empuje sobre el pilote (3) para impulsar el pilote (3) en la tierra (2) de tal manera que el cabezal principal (10), que se empuja, forma en la tierra (2) un canal principal (28) de mayores dimensiones transversales que la barra (9);
- 10 cargar un primer material de cemento sustancialmente plástico (31) en la porción (30) del canal principal (28) no ocupado por la barra (9); y
- fijar el pilote de impulsión (3) axialmente a la estructura de cimentación (1);
- en donde las dimensiones transversales del cabezal principal (10) son mayores que aquellas del agujero (4) cuando se impulsa el cabezal principal (10) en la tierra; el método se caracteriza porque comprende las etapas adicionales de:
- 15 formar a través de la estructura de cimentación (1) un conducto de inyección (16), que es independiente de dicho agujero (4), dispuesto junto a dicho agujero (4), y tiene un primer extremo (18) que se proyecta desde la estructura de cimentación (1), y un segundo extremo (19) que termina sobre la tierra (2) adyacente al agujero (4) y en la porción pertinente del canal principal (28); e
- 20 inyectar a presión el primer material de cemento (31) en el canal principal (28) unto al conducto de inyección (16).
2. Un método como se reivindica en la Reivindicación 1, en donde el cabezal principal (10) se separa inicialmente de la barra (9), y, al construir la estructura de cimentación (1), se posiciona en contacto con la tierra (2) por debajo de la estructura de cimentación (1) y sustancialmente coaxial con el agujero (4); la barra (9) se engancha al cabezal principal (10) cuando la barra (9) se inserta a través del agujero (4).
- 25 3. Un método como se reivindica en la Reivindicación 1, en donde se puede ajustar la dimensión transversal del cabezal principal (10), y el cabezal principal se contrae a una dimensión transversal más pequeña que aquella del agujero (4) para inserción a través del agujero (4), y luego se expande hasta una dimensión transversal más grande que aquella del agujero (4) en contacto con la tierra (2).
- 30 4. Un método como se reivindica en la Reivindicación 3, en donde la dimensión transversal del cabezal principal (10) se ajusta por medio de un accionador que produce un deslizamiento relativo entre por lo menos dos porciones del cabezal principal (10).
5. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 4, en donde por lo menos un miembro de conexión (5) se fija a la estructura de cimentación (1), adyacente al agujero (4); el empuje estático sobre el pilote (3) lo impulsa (3) en la tierra (2) que se aplica utilizando la estructura de cimentación (1) como un miembro de reacción.
- 35 6. Un método como se reivindica en la Reivindicación 5, en donde el lastre apropiado, que se apoya sobre la estructura de cimentación (1), se agrega a la estructura de cimentación (1) en el agujero (4).
7. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 6, en donde se proporciona el lastre de impulsión, físicamente separada de y que no se apoya sobre la estructura de cimentación (1); el empuje estático sobre el pilote (3) lo impulsa (3) en la tierra (2) que se aplica utilizando el lastre de impulsión como un miembro de reacción.
- 40 8. Un método como se reivindica en la Reivindicación 7, en donde el lastre de impulsión comprende una masa que se apoya sobre la tierra (2).
9. Un método como se reivindica en la Reivindicación 8, en donde la masa del lastre de impulsión se fija temporalmente a la tierra (2) por medio de una serie de pilotes auxiliares o tornillos impulsados temporalmente en la
- 45 tierra (2).

10. Un método como se reivindica en la Reivindicación 8 o 9, en donde la masa del lastre de impulsión se monta sobre una estructura movable.
- 5 11. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 10, en donde se aplica empuje por medio de un dispositivo de empuje respectivo (21) que comprende por lo menos dos elevadores hidráulicos ubicados en lados opuestos de la barra (9); el miembro de salida móvil de cada elevador hidráulico se fija a una placa horizontal fija, y los cuerpos de los dos elevadores hidráulicos agarran la barra (9) para enganchar la barra (9) y extraer la barra (9) hacia abajo cuando se extraen los miembros de salida de los elevadores de los cuerpos de los elevadores hidráulicos; y los cuerpos de los dos elevadores hidráulicos agarran la barra (9) por medio de cuñas, que tienden a comprimir la barra (9) cuando descienden los cuerpos de los elevadores hidráulicos.
- 10 12. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 11, en donde el cabezal principal (10) comprende un miembro de conexión (14) para enganchar la barra (9) y fijar la barra (9) transversalmente al cabezal principal (10); la barra (9) se define por una tubería cilíndrica que tiene un conducto interno (11); el miembro de conexión (14) se define por un miembro cilíndrico que engancha una porción interior del conducto interno (11).
- 15 13. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 12, en donde la barra (9) se define por una tubería cilíndrica que tiene un conducto interno (11); una vez se completa el impulso, un segundo material de cemento sustancialmente plástico (32) definido por hormigón se carga en el conducto interno (11).
14. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 13, en donde el agujero (4) se ajusta dentro de con un anillo de sellado (15) que engancha la superficie cilíndrica externa de la barra (9) cuando la barra (9) se inserta a través del agujero (4).
- 20 15. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 14, en donde por lo menos se agrega un aditivo al primer material de cemento (31) para reducir la potencial adhesión de la tierra (2) al primer material de cemento (31).
- 25 16. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 14, en donde por lo menos un aditivo impermeabilizante se agrega al primer material de cemento (31) para hacer el primer material de cemento (31) sustancialmente impermeable al agua incluso antes de curado.
17. Un método como se reivindica en la Reivindicación 16, en donde, cuando se trabaja a través de un lecho de agua móvil, el primer material de cemento (31) se inyecta a una presión mayor que la presión ejercida por el agua móvil.
- 30 18. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 17, en donde por lo menos un miembro de conexión (5) se fija a la estructura de cimentación (1), adyacente al agujero (4); el pilote (3) se fija axialmente a la estructura de cimentación (1) al asegurar al miembro de conexión (5) una placa de metal horizontal (33) colocada sobre la parte superior del pilote (3) para enganchar un extremo superior (22) del pilote (3).
19. Un método como se reivindica en la Reivindicación 18, en donde un cuerpo de material elástico se interpone entre la placa de metal (33) y el extremo superior (22) del pilote (3).
- 35 20. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 19, en donde por lo menos un miembro de conexión (5) se fija a la estructura de cimentación (1), adyacente al agujero (4); el miembro de conexión (5) que se define por una tubería de revestimiento de metal cilíndrica (5), que reviste el agujero (4), tiene una porción (7) que se proyecta hacia arriba desde la estructura de cimentación (1), y se fija a la estructura de cimentación (1).
- 40 21. Un método como se reivindica en la Reivindicación 20, en donde la tubería metálica (5) se fija a la estructura de cimentación (1) mediante por lo menos un anillo de metal (6) integral con la estructura de cimentación (1).
- 45 22. Un método como se reivindica en la Reivindicación 21, en donde la tubería metálica (5) se fija a la estructura de cimentación (1) mediante por lo menos dos anillos de metal (6) integrales con la estructura de cimentación (1); una funda de aislamiento (48) se interpone entre la estructura de cimentación (1) y la tierra (2); y se fija la funda de aislamiento (48), en el agujero (4), a la tubería metálica (5) al insertar el borde libre de la funda de aislamiento (48) entre los dos anillos (6), e insertar a través de la funda de aislamiento (48) una serie de tornillos (49), cada uno de los cuales se atornilla a los dos anillos (6).
23. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 22, en donde la barra (9) se hace de metal, y comprende una serie de segmentos, que pueden ser de forma y/o espesor idéntico o diferente, que se impulsan sucesivamente a través del dicho agujero respectivo (4), y se unen entre sí para definir la barra (9).

24. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 23, en donde el cabezal principal (10) comprende una placa plana, sustancialmente circular (12) que tiene un borde exterior dentado (13).
- 5 25. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 24, en donde el pilote (3) comprende por lo menos un cabezal delantero (34) coaxial con y por debajo del cabezal principal (10), que tiene una apertura central (37); el cabezal delantero (34) que comprende un cuerpo alargado (36), que se extiende hacia arriba a través de la apertura central (37) en el cabezal principal (10) y engancha un extremo inferior (38) de la barra (9).
26. Un método como se reivindica en la Reivindicación 25, en donde el cabezal principal (10) engancha la barra (9) con la interposición de por lo menos una porción (39) del cuerpo alargado (36) del cabezal delantero (34).
- 10 27. Un método como se reivindica en la Reivindicación 26, en donde la barra (9) se define por una tubería cilíndrica que tiene un conducto interno (11); el cuerpo alargado (36) del cabezal delantero (34) se define por un cuerpo tubular cilíndrico (36), que se inserta dentro del conducto interno (11) y comprende un anillo (39) conectado integralmente a una superficie externa del cuerpo tubular (36) y que engancha el extremo inferior (38) de la barra (9) para asegurar la barra (9) axialmente al cuerpo tubular (36); el cabezal principal (10) engancha la barra (9) con la interposición del anillo (39).
- 15 28. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 25 a 27, en donde el cabezal delantero (34), que se empuja, forma en la tierra (2) un canal delantero (40) de dimensiones transversales mayores que aquellas de un cuerpo alargado (36) conectado al cabezal delantero (34); un primer material de cemento sustancialmente plástico (31) se carga en la porción del canal delantero (40) no ocupado por el cuerpo alargado (36) simultáneamente con la impulsión del pilote (3).
- 20 29. Un método como se reivindica en la Reivindicación 28, en donde el primer material de cemento (31) se inyecta a presión adicionalmente a lo largo de un segundo conducto de inyección, que se define mediante por lo menos una tubería que tiene un extremo inferior ubicado en el cabezal delantero (34).
30. Un método como se reivindica en la Reivindicación 29, en donde el cuerpo alargado (36) es un cuerpo tubular que tiene un canal interno a lo largo del cual se ubica la tubería que define el segundo conducto de inyección.
- 25 31. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 25 a 30, en donde el cabezal delantero (34) se fija a un cuerpo alargado respectivo (36) por medio de un mecanismo de conexión que permite que el cabezal delantero (34) se deslice con respecto al cuerpo alargado (36).
32. Un método como se reivindica en la Reivindicación 31, en donde el mecanismo de conexión se controla a distancia mediante un accionador.
- 30 33. Un método como se reivindica en la Reivindicación 31, en donde el mecanismo de conexión libera la corredera del cabezal delantero (34) con respecto al cuerpo alargado (36), cuando la fuerza ejercida sobre el cabezal delantero (34) excede un valor de umbral dado.
- 35 34. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 25 a 33, en donde el pilote (3) comprende una serie de cabezales delanteros (34) ubicados coaxialmente con y por debajo del cabezal principal (10), y que forma en la tierra (2) un canal delantero (40) que define un "delantero" mediante el cual se impulsa el cabezal principal (10); los cabezales delanteros (34) se incrementa en dimensiones transversales de tal manera que incrementa gradualmente las dimensiones transversales del canal delantero (40).
- 35 35. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 25 a 34, en donde la porción interior de por lo menos el cabezal delantero inferior (34) es puntiaguda.
- 40 36. Un método como se reivindica en la Reivindicación 35, en donde la inclinación de la punta afilada del cabezal delantero inferior (34) es ajustable, cuando se impulsa el pilote (3), como una función de las características de la tierra (2).
37. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 35 a 36, en donde el cabezal delantero inferior (34) se gira a una velocidad dada alrededor del eje central de simetría.
- 45 38. Un método como se reivindica en la Reivindicación 37, en donde el cabezal delantero inferior (34) comprende una serie de ranuras helicoidales para atornillar el cabezal delantero inferior (34) en la tierra (2).
39. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 25 a 38, en donde la dimensión transversal del cabezal delantero (34) se ajusta cuando se impulsa el pilote (3).

40. Un método como se reivindica en la Reivindicación 39, en donde la dimensión transversal del cabezal delantero (34) se ajusta por medio de un accionador que produce un deslizamiento relativo entre por lo menos dos porciones del cabezal delantero (34).
- 5 41. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 40, en donde el cabezal principal (10) es puntiagudo.
42. Un método como se reivindica en la Reivindicación 41, en donde se puede ajustar la inclinación de la punta afilada del cabezal principal (10), cuando se impulsa el pilote (3), como una función de las características de la tierra (2).
- 10 43. Un método como se reivindica en la Reivindicación 42, en donde la inclinación de la punta afilada del cabezal principal (10) se pulsa entre por lo menos dos diferentes configuraciones, con el fin de ajustar, cuando se impulsa el pilote (3), a las características de la tierra (2).
44. Un método como se reivindica en la Reivindicación 41, 42 o 43, en donde el cabezal principal (10) se gira a una velocidad dada alrededor de su eje central de simetría.
- 15 45. Un método como se reivindica en la Reivindicación 44, en donde el cabezal principal (10) comprende una serie de ranuras helicoidales para atornillar el cabezal principal (10) en la tierra (2).
46. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 45, en donde una placa de metal se coloca alrededor del agujero (4), tiene un agujero central que corresponde al agujero (4), y se conecta a la estructura de cimentación (1) por medio de una serie de tornillos.
- 20 47. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 46, en donde, antes de fijar el pilote (3) axialmente a la estructura de cimentación (1), el pilote (3) se precarga con un empuje hacia debajo de intensidad dada.
48. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 47, en donde, cuando se impulsa el pilote (3), la barra (9) del pilote (3) se gira alrededor de su eje vertical de simetría.
- 25 49. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 48, en donde, antes de impulsar el pilote (3), se forma un precanal (45) coaxial con el cabezal principal (10).
50. Un método como se reivindica en la Reivindicación 49, en donde el precanal (45) tiene una dimensión transversal ligeramente mayor que la dimensión transversal del cabezal principal (10), y las paredes internas del precanal (45) se recubren con un revestimiento de metal en lámina (48).
- 30 51. Un método como se reivindica en la Reivindicación 49 o 50, en donde el precanal (45) se carga con material de baja resistencia (46).
52. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 50, en donde la dimensión transversal del cabezal principal (10) se ajusta cuando se impulsa el pilote (3).
- 35 53. Un método como se reivindica en la Reivindicación 52, en donde la dimensión transversal del cabezal principal (10) se ajusta por medio de un accionador que produce un deslizamiento relativo entre por lo menos dos porciones del cabezal principal (10).
- 40 54. Un método como se reivindica en la Reivindicación 52 o 53, en donde el cabezal principal (10), que se empuja, forma en la tierra (2) un canal principal (28) de dimensiones transversales mayores que aquellas de la barra (9); un primer material de cemento sustancialmente plástico (31) se carga en la porción (30) del canal principal (28) no ocupado por la barra (9) simultáneamente con la impulsión del pilote (3); la posibilidad de ajustar la dimensión transversal del cabezal principal (10), cuando el cabezal principal (10) se impulsa en la tierra (2), se utiliza para aumentar la dimensión transversal del canal principal (28) en la porción de extremo del canal principal (28), con el fin de formar un bulbo de relativamente grandes dimensiones transversales en la porción del extremo inferior del pilote (3).
- 45 55. Un método como se reivindica en la Reivindicación 54, en donde la dimensión transversal de la porción de extremo del pilote (3) se incrementa al extraer el cabezal principal (10) hacia arriba para deformar la porción de extremo de la barra (9).

56. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 55, en donde, antes de insertar la barra (9) dentro del respectivo agujero (4), se inserta un miembro alargado (53) dentro el agujero (4), de tal manera que el miembro alargado (53) enfrenta a una ranura pasante (54) formada en el cabezal principal (10) y con forma y tamaño para permitir el paso del miembro alargado (53); una placa (55), que tiene una dimensión transversal por lo menos igual a aquella de la barra (9), se coloca sobre la parte superior del miembro alargado (53), y, cuando la barra (9) se inserta dentro del agujero (4), el extremo inferior de la barra (9) que se apoya sobre la superficie superior de la placa (55) empuja el miembro alargado (53) hacia abajo y deja la placa (55) en contacto con el cabezal principal (10); cuando la placa (55) llega a descansar sobre el extremo superior del cabezal principal (10), el empuje hacia abajo ejercido sobre la barra (9) se transfiere al cabezal principal (10) y el miembro alargado (53), de tal manera que el cabezal principal (10) y el miembro alargado (53) se hunden juntos en la tierra (2).
57. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 56, en donde el cabezal principal (10) se fija a la barra (9) por medio de un mecanismo de conexión que permite que el cabezal principal (10) se deslice con respecto a la barra (9).
58. Un método como se reivindica en la Reivindicación 57, en donde el mecanismo de conexión se controla a distancia mediante un accionador.
59. Un método como se reivindica en la Reivindicación 58, en donde el mecanismo de conexión libera la corredera del cabezal principal (10) con respecto a la barra (9), cuando la fuerza ejercida sobre el cabezal principal (10) excede un valor de umbral dado.
60. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 59, en donde la barra (9) del pilote (3) difiere en espesor y/o forma a lo largo del eje longitudinal del pilote (3); la barra (9) se hace de metal, y comprende una serie de segmentos, que se impulsan sucesivamente a través del respectivo agujero (4) y se unen entre si para definir la barra (9); los segmentos de componente de la barra (9) difieren e forma y/o espesor.
61. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 59, en donde el pilote (3) comprende una chaqueta de material de cemento (31) que rodea la barra (9); la dimensión transversal de la chaqueta del material de cemento (31) del pilote (3) difiere a lo largo el eje longitudinal del pilote (3).
62. Un método como se reivindica en la Reivindicación 61, en donde la diferencia en la dimensión transversal de la chaqueta del material de cemento (31) se alcanza al ajustar la dimensión transversal del cabezal principal (10) cuando se impulsa el cabezal principal (10).
63. Un método como se reivindica en la Reivindicación 61, en donde la diferencia en la dimensión transversal de la chaqueta de material de cemento (31) se alcanza al inyectar diferencialmente el material de cemento (31) a través de por lo menos un agujero pasante (52) formado a lo largo de la barra (9).
64. Un método como se reivindica en una de las Reivindicaciones 1 a 63, y que comprende las etapas de impulsar por lo menos un pilote auxiliar en la tierra (2) al construir la estructura de cimentación (1); y retirar el pilote auxiliar una vez se completa la estructura de cimentación (1) al someter estáticamente el pilote auxiliar a halado por un dispositivo de extracción conectado mecánicamente en un extremo a un extremo superior del pilote auxiliar, y descansar en el otro extremo de la estructura de cimentación (1), que actúa como un miembro de reacción.

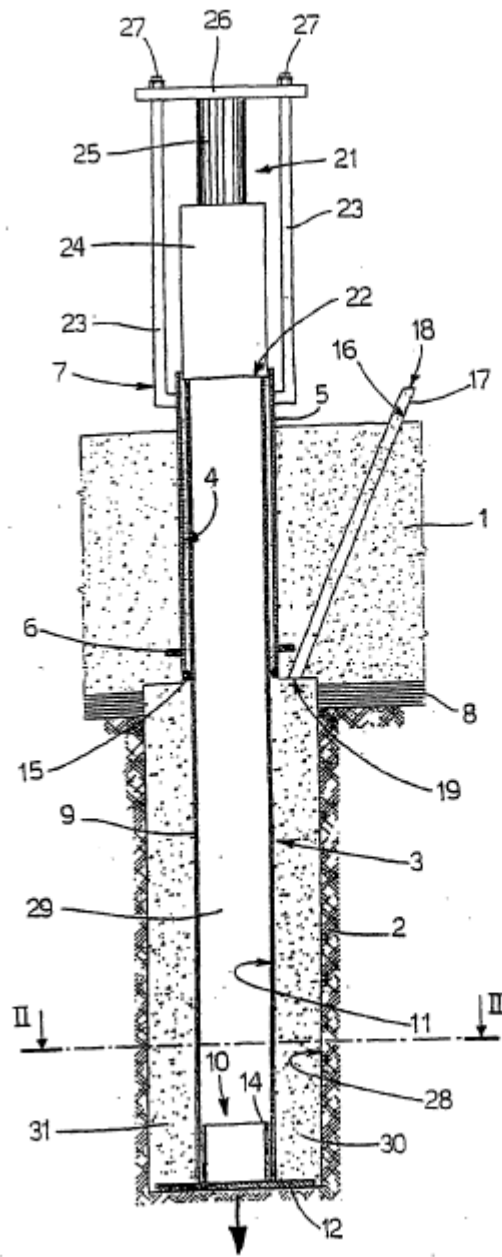
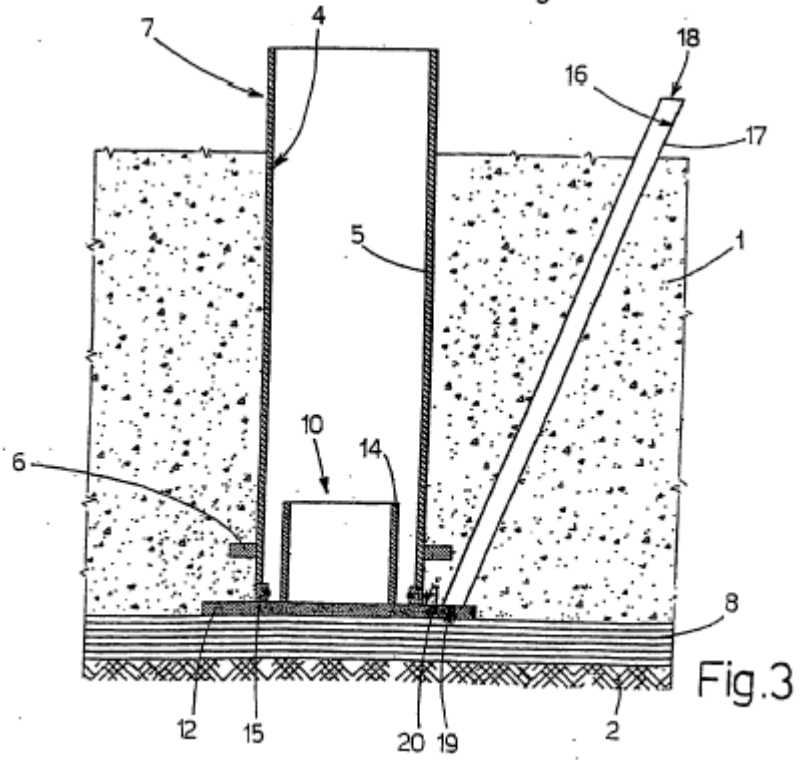
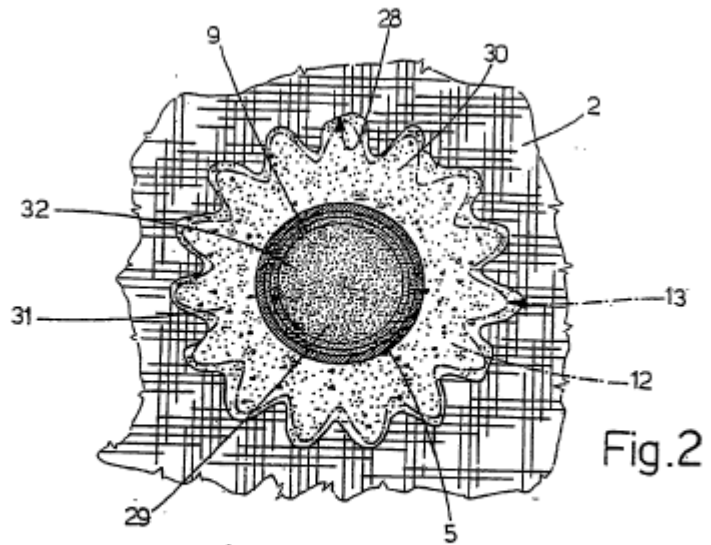


Fig.1



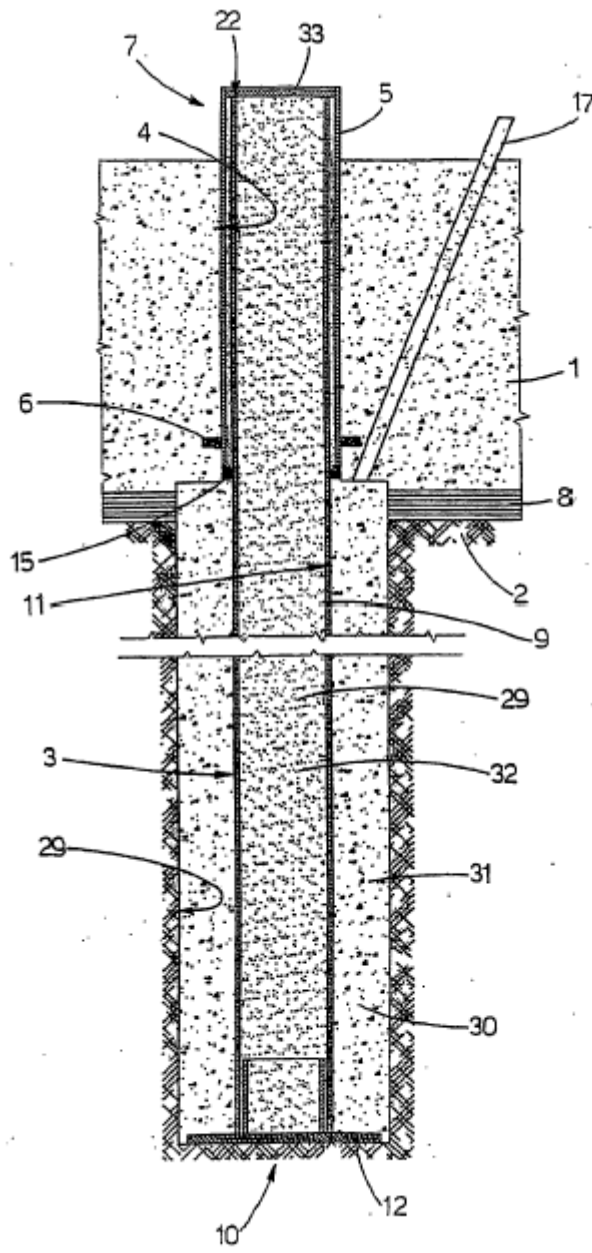
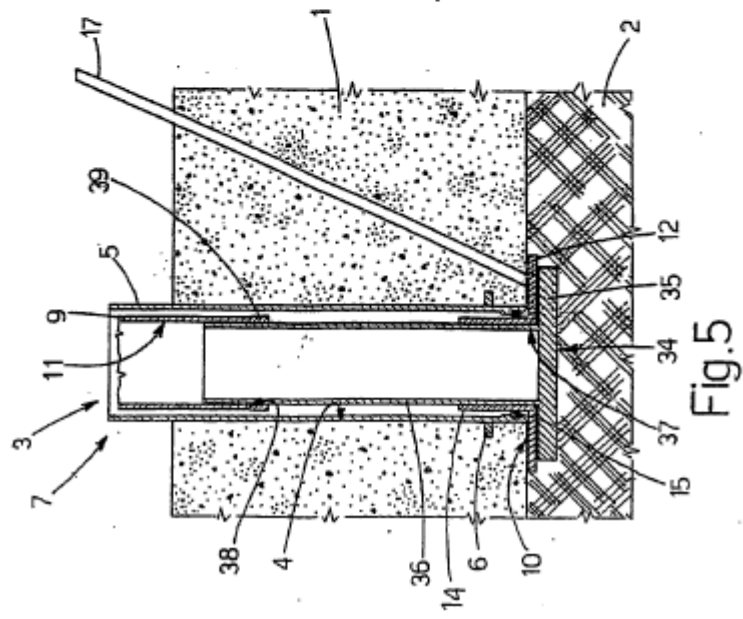
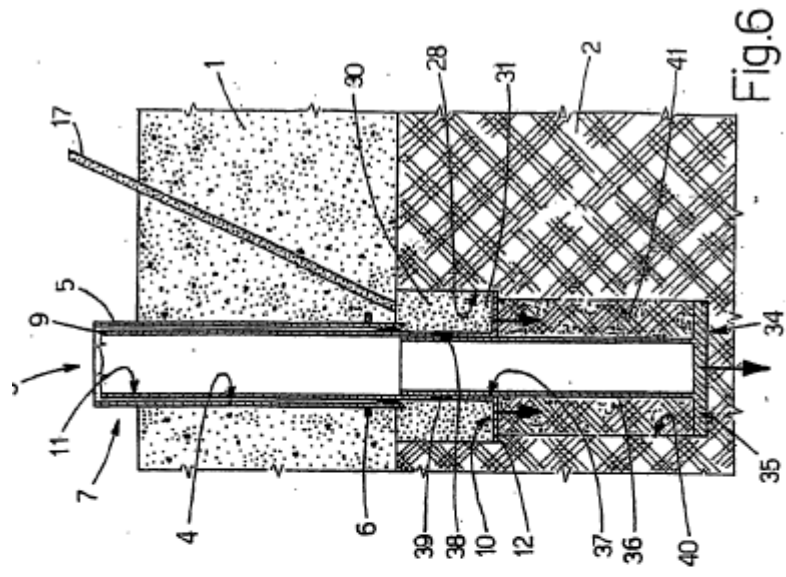
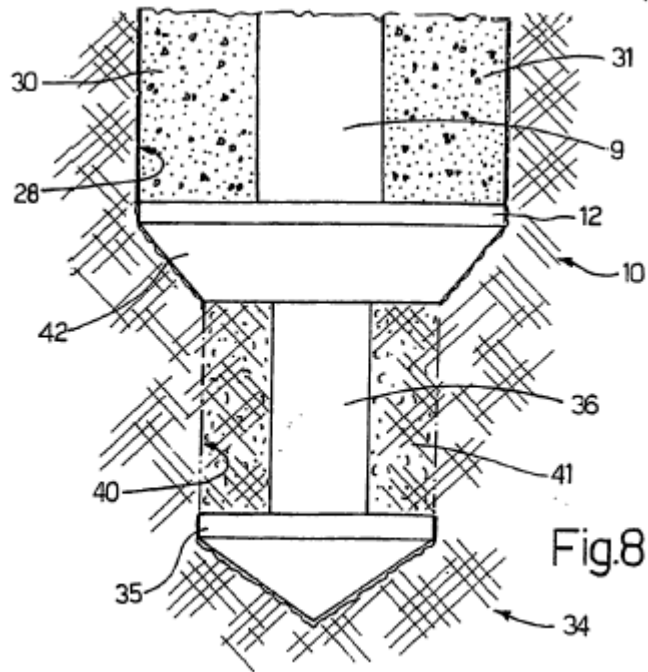
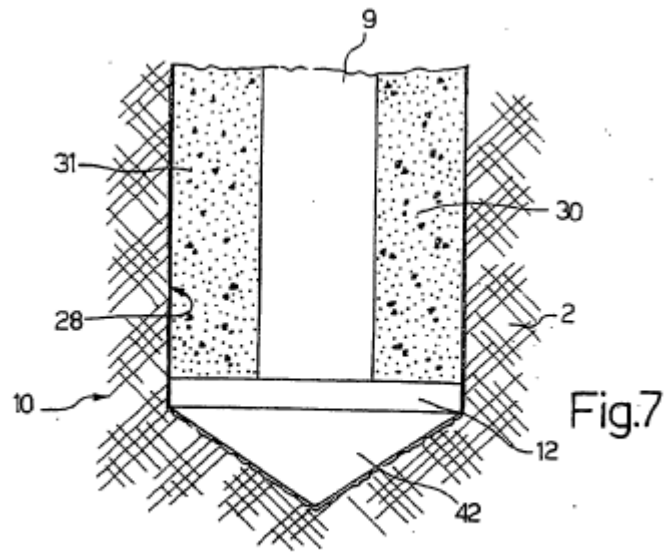


Fig.4





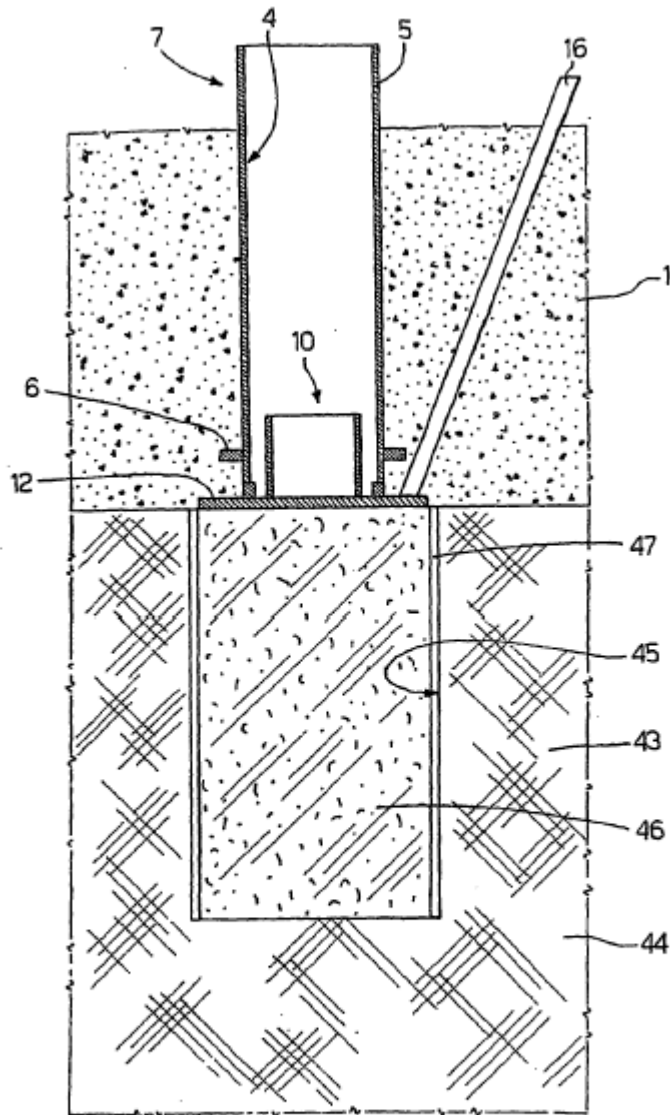


Fig9

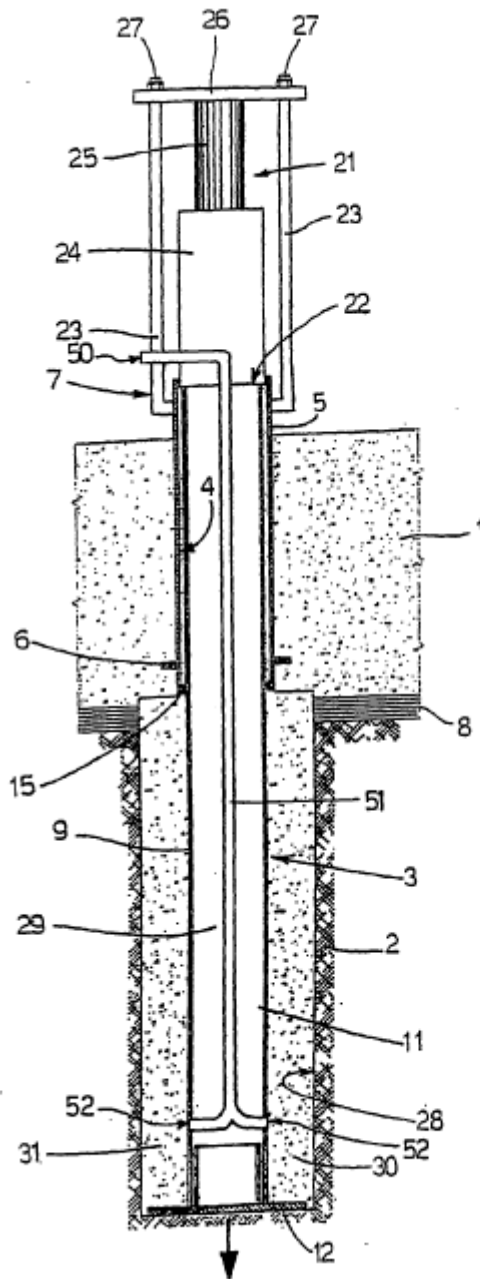


Fig.11

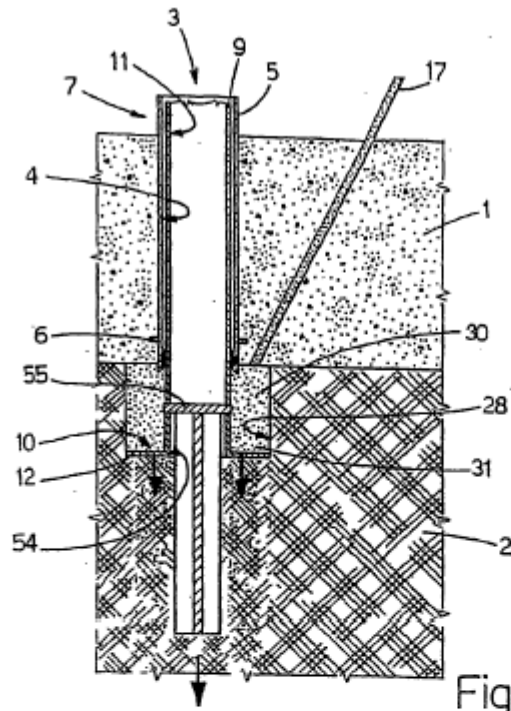


Fig.14

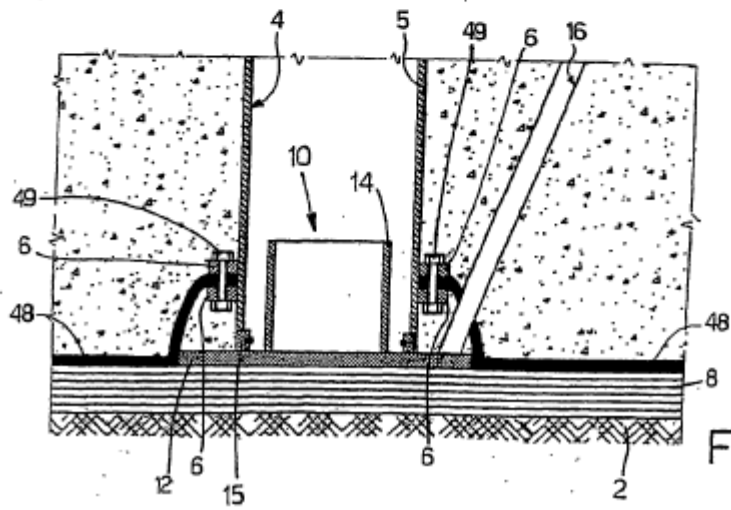


Fig.10