

MÉTODOS Y APARATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN PERFORADOS DE POZO EXPANDIDO

Inventores: August Beck (San Antonio, Texas); Kord J. Wissmann (Mooresville, Carolina
5 del Norte)

SOLICITUD RELACIONADA

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad en virtud del Artículo 8 PCT de la
Solicitud de Patente Provisional de EE.UU. No. 63/299,179 presentada el 13 de enero de 2022,
cuyo contenido se incorpora en la presente en su totalidad mediante referencia.

CAMPO DE LA INVENCION

La invención aquí divulgada se refiere en general a la construcción eficiente de
Inclusiones Cementosas Rígidas utilizadas para soportar estructuras tales como edificios,
cimientos, losas de piso, muros, terraplenes, pavimentos y otras mejoras.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las instalaciones pesadas o sensibles a los asentamientos que están situadas en zonas
que contienen suelos blandos, sueltos o débiles suelen apoyarse sobre cimentaciones
profundas. Dichas cimentaciones profundas suelen realizarse con pilotes hincados o pilares de
20 hormigón instalados mediante métodos de perforación. Las cimentaciones profundas están
diseñadas para transferir cargas estructurales a través de los suelos blandos a estratos de suelo
más competentes. Las cimentaciones profundas suelen ser relativamente caras debido al costo
relativamente elevado del acero de refuerzo necesario para unir las cimentaciones profundas a
las estructuras soportadas y a que las cimentaciones profundas suelen extenderse a grandes
25 profundidades para alcanzar la capacidad requerida.

Otra forma de sostener estas estructuras es excavar los suelos blandos, sueltos o débiles
y rellenar la excavación con material más competente. Normalmente se excava toda la zona
bajo los cimientos del edificio y se reemplaza hasta la profundidad del suelo blando, suelto o
débil. Este método es ventajoso porque se realiza con métodos convencionales de movimiento
30 de tierras, pero tiene la desventaja de ser costoso cuando se realiza en zonas urbanas y que

puede requerir que se realice un achique o apuntalamiento costoso para estabilizar la excavación.

En los últimos 25 años se han utilizado cada vez más métodos de mejora del terreno, como las columnas de áridos, para soportar estructuras situadas en zonas que contienen suelos blandos. En general, estas columnas se consideran una "mejora del terreno" porque están diseñadas para reforzar y fortalecer la capa blanda y minimizar los asentamientos resultantes. Las columnas se construyen utilizando una variedad de métodos, incluyendo el método de perforación y apisonamiento descrito en las patentes de EE.UU. N° 5.249.892 y N° 6.354.766; el método de mandril impulsado descrito en la patente de EE.UU. N° 6.425.713; el método de mandril impulsado de cabezal de apisonadora descrito en la patente de EE.UU. N° 7.226.246; y el método de mandril cónico impulsado descrito en la patente de EE.UU. N° 7.326.004; cuyas divulgaciones se incorporan por referencia en su totalidad. Cada vez más, se considera que los métodos de mejora del terreno son preferibles a las cimentaciones profundas y a la excavación/reemplazo porque estos métodos suelen dar lugar a ahorros en los costos y plazos del proyecto.

Más recientemente se han desarrollado métodos de mejora del terreno denominados generalmente "inclusiones rígidas", que se utilizan para el sostenimiento de los cimientos. Los pilotes hormigonados in situ con barrena helicoidal utilizan una barrena helicoidal que extrae el suelo por transporte ascendente y rellena la cavidad con una mezcla de lechada de cemento y arena. Los "pilares de módulo controlado" son un método desarrollado originalmente en Francia y consisten en penetrar en el subsuelo con una barrena helicoidal de desplazamiento e insertar materiales de lechada de cemento y arena en el suelo durante la extracción de la barrena helicoidal. Hay un método similar denominado pilote "DeWaal" que es similar al método de columna de módulo controlado, salvo que utiliza una barrena helicoidal de desplazamiento con un diseño geométrico diferente. Las Inclusiones Rígidas Perforadas son ventajosas para la construcción porque no dependen del confinamiento ofrecido por las capas de suelo blando para su capacidad, porque no están estructuralmente conectadas a la estructura soportada y por lo tanto exhiben ahorros de costos asociados al no incluir acero de refuerzo dentro de los elementos, y porque son un método de construcción eficiente en materiales que son propicios para la perforación. Sin embargo, estos métodos tienen el inconveniente de que se construyen con diámetros de elementos uniformes y, por tanto, están limitados en el desarrollo de su

capacidad geotécnica. Lo que se necesita en terreno es un método de inclusión rígida que proporcione una mayor capacidad geotécnica a profundidades menores.

5 Fox, Wissmann y sus co-inventores desarrollaron otro método de construcción de Inclusión Rígida conocido como el método "Grouted Impact Pier" (Pilote Impact® con Lechada) que consiste en el desplazamiento de materiales del subsuelo con mandriles de desplazamiento que incluyen cabezales de compactación para densificar y desplazar lateralmente las mezclas de áridos, cemento y agua colocadas. Una mejora de este método se denomina "Columna de geoconcreto", el que prevé la construcción con mandriles de desplazamiento accionados, la inyección de hormigón a presión y la compactación del hormigón para formar bulbos de fondo expandido en el suelo penetrado. Tanto el pilote Impact® con lechada como el método de la columna de geohormigón tienen la ventaja sobre otras formas de inclusiones rígidas de que permiten al constructor variar el diámetro del pilar y, por tanto, la capacidad geotécnica cambiando el patrón de la carrera de compactación. Estos métodos resultan especialmente útiles en condiciones del suelo propicias para la hincada por desplazamiento, pero pueden ser limitados para aplicaciones en las que las estructuras circundantes son sensibles a las vibraciones o en las que los suelos penetrados no son propicios para las técnicas de hincada por desplazamiento.

RESUMEN DE LA INVENCION

20 Según un aspecto de algunas modalidades de la presente invención, se proporciona un aparato para construir elementos de cimentación de barrena helicoidal de pozo expandido, que comprende una barrena helicoidal de perforación de doble sección que tiene una sección inferior y una sección superior, en la que la sección inferior y la sección superior están configuradas para girar una respecto a la otra.

25 En una modalidad de la invención, el aparato comprende además un elemento de restricción del transporte de la barrena helicoidal dispuesto entre la sección inferior y la sección superior.

En una modalidad de la invención, la sección superior gira independientemente de la sección inferior.

30 En una modalidad de la invención, la sección superior termina en un reborde plano y horizontal en un extremo inferior de la sección superior.

En una modalidad de la invención, la brida es un medio círculo en el perfil cuando se ve desde la parte inferior de la brida.

En una modalidad de la invención, el diámetro de la brida es igual o menor que el diámetro de al menos un vuelo de la barrena helicoidal.

5 En una modalidad de la invención, la sección inferior termina en una brida plana y horizontal en un extremo superior de la sección inferior.

En una modalidad de la invención, la brida es un medio círculo en el perfil cuando se ve desde la parte inferior de la brida.

10 En una modalidad de la invención, el diámetro de la brida es igual o menor que el diámetro de al menos un vuelo de la barrena helicoidal.

En una modalidad de la invención, una porción inferior de la sección superior y una porción superior de la sección inferior forman el elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal.

15 En una modalidad de la invención, el elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal está configurado en una configuración abierta cuando la sección superior está alineada coincidentemente con la sección inferior.

En una modalidad de la invención, el elemento limitador del transporte de la barrena helicoidal está configurado en una configuración cerrada cuando la sección superior no está alineada coincidentemente con la sección inferior.

20 En una modalidad de la invención, el aparato comprende además una barrena helicoidal hueca a través de la cual fluye el material de relleno durante la operación.

En una modalidad de la invención, el aparato comprende además una punta en un extremo inferior de la barrena helicoidal de perforación de doble sección a través de la cual fluye el material de relleno durante la operación.

25 Según un aspecto de algunas modalidades de la presente invención se proporciona además un método para construir elementos de cimentación barrena helicoidal de pozo expandido, que comprende: alinear una sección inferior y una sección superior de una barrena helicoidal de perforación de doble sección para conseguir una configuración abierta que permita el transporte de escombros de la barrena helicoidal; hacer avanzar la barrena helicoidal
30 de perforación de doble sección hasta un material del subsuelo, en el que, a medida que la barrena helicoidal de perforación de doble sección corta el material del subsuelo, los

escombros se transportan hacia arriba por los vuelos de la barrena helicoidal de perforación de doble sección, gracias a la configuración abierta; colocar material de relleno en la barrena helicoidal de perforación de doble sección cuando se haya alcanzado la profundidad de diseño; elevar la barrena helicoidal de perforación de doble sección para permitir el flujo del material de relleno fuera de la barrena helicoidal de perforación de doble sección a la profundidad de diseño; volver a hacer avanzar la barrena helicoidal de perforación de doble sección hacia abajo en el material de relleno hasta que el material de relleno forme escombros de perforación en los vuelos de la barrena helicoidal de la sección inferior; invertir la dirección de rotación de la barrena helicoidal de perforación de doble sección haciendo que la sección superior gire con respecto a la sección inferior y colocando la barrena helicoidal de perforación de doble sección en una configuración cerrada que prohíba el transporte ascendente de escombros de perforación; y, creando un elemento de cimentación perforado de pozo expandido a través de una combinación de movimiento hacia abajo y la rotación inversa de la barrena helicoidal de perforación de doble sección forzando los escombros de perforación de material de relleno que se encuentran en los vuelos de barrena helicoidal de la sección inferior a moverse hacia abajo y hacia el exterior en relación con la barrena helicoidal de perforación de doble sección.

En una modalidad de la invención, invertir la rotación es girar la barrena helicoidal de perforación de doble sección en sentido contrario a las agujas del reloj.

En una modalidad de la invención, el material de relleno se coloca en un vástago hueco de la barrena helicoidal de perforación de doble sección.

En una modalidad de la invención, el material de relleno fluye fuera del material de relleno de colocación en la barrena helicoidal de perforación de doble sección desde una punta en un extremo inferior de la barrena helicoidal de perforación de doble sección.

En una modalidad de la invención, el pozo expandido está situado al menos en una de las partes inferiores del elemento de cimentación perforado y a una distancia por encima de la parte inferior del elemento de cimentación perforado.

En una modalidad de la invención, el método comprende además continuar la rotación inversa hacia arriba para extraer la barrena helicoidal de perforación de doble sección y terminar de formar el elemento de cimentación barrena helicoidal.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos utilizados en la presente tienen el mismo significado comúnmente entendido por una persona

con conocimientos normales en la materia a la que pertenece la invención. Aunque pueden utilizarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente en la práctica o el ensayo de las modalidades de la invención, a continuación, se describen ejemplos de métodos y/o materiales. En caso de conflicto, prevalecerá la especificación de la patente, incluidas las definiciones. Además, los materiales, métodos y ejemplos son meramente ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitativos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En la presente se describen algunas modalidades de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. En referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se subraya que los detalles mostrados son a modo de ejemplo, no son necesariamente a escala y son para fines de discusión ilustrativa de las modalidades de la invención. A este respecto, la descripción tomada con los dibujos hace evidente a los expertos en la materia cómo pueden practicarse las modalidades de la invención.

En los dibujos:

La FIG. 1 muestra un esquema de la máquina y herramientas típicas utilizadas para construir pilotes perforados e inclusiones rígidas (arte previo);

La FIG. 2 muestra un esquema de la secuencia de construcción típica utilizada para construir un pilote o una inclusión rígida moldeada in situ (estado de la técnica);

Las FIGS. 3A-3B muestran varias barrena helicoidales que se utilizan actualmente para la construcción de pilotes e inclusiones rígidas (arte previo);

La FIG. 4 muestra un dibujo de una barrena helicoidal de dos secciones con un elemento de restricción de transporte de barrena helicoidal de la presente invención;

Las FIGS. 5A-5C muestran diferentes vistas de una sección superior de la barrena helicoidal de dos secciones de la presente invención;

Las FIGS. 6A-6C muestran diferentes vistas de la sección inferior de la barrena helicoidal de dos secciones de la presente invención;

Las FIGS. 7A-7D muestran un dibujo de la presente invención mostrando una vista de cerca con el elemento limitador de transporte en posición abierta (7A, 7B), y posición cerrada (7C, 7D);

Las FIGS. 8A y 8B muestran imágenes de la invención donde el elemento limitador de transporte está en la posición abierta (8A) y cerrada (8B);

La FIG. 9 muestra un esquema de una modalidad de la invención en la que la secuencia de construcción comprende un elemento inferior expandido; y,

5 La FIG. 10 muestra un esquema de una modalidad de la invención en la que la secuencia de construcción está compuesta por un elemento de pozo expandido y en la que la expansión no está situada en la parte inferior del elemento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 En algunas modalidades de la invención, se proporcionan un aparato y un método para construir eficientemente inclusiones rígidas perforadas con bulbos de fondo expandidos que mejoran la capacidad geotécnica de los elementos construidos.

 Antes de explicar en detalle al menos una modalidad de la invención debe entenderse que la invención no está necesariamente limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes y/o métodos expuestos en la siguiente descripción y/o
15 ilustrados en los dibujos y/o los Ejemplos. La invención es susceptible de otras modalidades o de ser practicada o llevada a cabo de diversas maneras.

 La invención proporciona un método y un aparato que pueden ser utilizados para construir eficientemente elementos de cimentación con barrena helicoidal de pozo expandido
20 que exhiben una mayor capacidad portante del suelo que aquellos sin expansión en el fondo. La invención proporciona un mecanismo para producir elementos de pozo expandido utilizando un elemento de restricción de transporte de barrena helicoidal único que opcionalmente permite o restringe el movimiento ascendente de los escombros de perforación del suelo durante las operaciones de perforación.

25 La invención proporciona métodos y aparatos que se utilizan eficientemente para proyectos que pueden tener estructuras cercanas que son sensibles a las vibraciones y para materiales del subsuelo que pueden ser difíciles de penetrar utilizando técnicas de desplazamiento impulsado. La invención permite la construcción de pilotes cementosos y no cementosos donde el pozo del pilote puede ser expandido a un diámetro mayor que la barrena
30 helicoidal de penetración. Estas secciones expandidas pueden construirse en el fondo del pilote o en ubicaciones por encima del fondo del pilote, dependiendo de los requisitos del proyecto

y de los perfiles del subsuelo. La invención proporciona una mayor capacidad geotécnica de los pilotes instalados como resultado de las secciones expandidas lateralmente.

El aparato de la invención consiste en una barrena helicoidal de perforación de doble sección en la que las secciones inferior y superior de la barrena helicoidal pueden girar una
5 respecto a la otra para permitir alternativamente el transporte de los desechos de la barrena helicoidal o para restringir el transporte de los desechos de la barrena helicoidal. Durante las operaciones iniciales de perforación hacia abajo, las secciones de la barrena helicoidal se alinean entre sí en la posición "abierta" para permitir el transporte de los desechos de la barrena helicoidal. Durante las operaciones de expansión del pozo, las secciones de la barrena
10 helicoidal se vuelven a alinear en la posición "cerrada" para restringir el transporte de los desechos de la barrena helicoidal. El método de construcción permite cambiar la dirección de perforación de la barrena helicoidal tanto para abrir como para cerrar el elemento de restricción del transporte y para expandir el diámetro del pozo de los materiales rellenos para crear un elemento de pozo expandido.

15 Con el fin de comprender mejor algunas modalidades de la presente invención, como se ilustra en las FIGS. 4-10 de los dibujos, se hace referencia en primer lugar a la construcción y el funcionamiento de una máquina de perforación como se ilustra en las FIGS. 1-3.

La FIG. 1 muestra un esquema de una máquina perforadora y herramientas típicamente utilizadas para la construcción de pilotes o inclusiones rígidas perforados in situ (estado de la
20 técnica). La construcción se facilita típicamente con una excavadora montada sobre orugas, una máquina base de pilotaje o una grúa (101) que se utiliza para soportar un mástil o cables de grúa (102). Hay un motor de perforación (103) situado a lo largo del mástil o cables (102) y conectado a los cables con una "corredora" (104) que se desplaza a lo largo de los cables/mástil (102) en dirección vertical. El motor de perforación (103) está conectado a una
25 barrena helicoidal (105) que se utiliza para penetrar en el suelo (106).

La FIG. 2 muestra un esquema de la secuencia de construcción típica utilizada para construir un pilote o una inclusión rígida colada in situ (estado de la técnica). La construcción se lleva a cabo perforando la barrena helicoidal (105) el suelo (106) hasta la profundidad de
instalación requerida (111). Una vez que la barrena helicoidal (105) avanza hasta la
30 profundidad de instalación requerida (111), el material de relleno, a menudo consistente en una mezcla de lechada de cemento (112), se bombea a través de la barrena helicoidal (105) y se

deja fluir por la parte inferior de la barrena helicoidal (113). La barrena helicoidal (105) se retira de los suelos de cimentación a medida que se bombea la lechada y se deja que llene la cavidad (114) creada por el retiro de la barrena helicoidal. La mezcla de lechada (112) a menudo se compone de diversas cantidades de cemento, agua, arena, otros agregados y aditivos.

Las FIGS. 3A-3B muestran varias barrenas helicoidales que son usadas en conjunto con el proceso de construcción y secuencias mostradas en la FIG. 1 y la FIG. 2. Cada una de las diferentes geometrías mostradas en las FIGS. 3A-3B están destinadas a producir diferentes cantidades de desplazamiento vs. reemplazo de los suelos in-situ durante la perforación y extracción de la barrena helicoidal. La geometría de la herramienta mostrada en la FIG. 3A remueve los escombros de perforación de suelo provenientes de la inclusión durante la perforación y extracción proveyendo así un proceso de reemplazo. La geometría de la herramienta mostrada en la FIG. 3B desplaza los escombros de perforación de suelo lateralmente durante la perforación y proporciona procesos de desplazamiento completo o semi-desplazamiento. Estas herramientas requieren el uso de una máquina base (101) y un motor de perforación (103) que proporciona un par mucho mayor que las brocas utilizadas para los procesos de desplazamiento (105).

El aparato que se muestra en la FIG. 4 representa una modalidad de la invención actual en la que el aparato está compuesto por una herramienta de perforación de dos secciones (401) con un elemento de restricción de transporte de la barrena helicoidal (404). En una modalidad, la invención se compone de una sección superior (402), una sección inferior (403) y un elemento vertical intermedio de restricción de transporte de la barrena helicoidal (404) que proporciona una rotación relativa de la sección inferior (403) en comparación con la sección superior (402). Durante la penetración y extracción del aparato (401), la sección superior (402) puede girar independientemente de la sección inferior (403), donde la rotación se ve facilitada por el elemento intermedio de restricción de transporte de la barrena helicoidal (404).

Las FIGS. 5A-5C muestran vistas de la parte superior de la invención mostrada en la FIG. 4. La FIG. 5A muestra una vista lateral en primer plano de la sección superior (402) de la barrena helicoidal de la presente invención. La FIG. 5B muestra una vista frontal en primer plano de la sección superior (402). La FIG. 5C muestra una vista tridimensional del extremo inferior de la sección superior (402). La sección superior (402) de la invención consiste en una

barrena helicoidal de reemplazo convencional que termina en una brida horizontal plana (504) en su extremo inferior. En una modalidad, la brida está orientada horizontalmente (FIG. 5A) y formada por un semicírculo visto desde abajo, como se muestra en la FIG. 5B. El diámetro de la brida (504) es igual o menor que el diámetro de los vuelos de la barrena helicoidal, como se muestra en la FIG. 5C.

Las FIGS. 6A-6C muestran vistas de la porción inferior de la invención mostrada en FIG. 4. La FIG. 6A muestra una vista superior en primer plano de la sección inferior (403) de la barrena helicoidal de la presente invención. La FIG. 6B muestra una vista frontal en primer plano de la sección inferior (403). La FIG. 6C muestra una vista tridimensional del extremo superior de la sección inferior (403). La sección inferior (403) de la invención consiste también en una barrena helicoidal de reemplazo convencional que termina en una brida horizontal plana (604) en su extremo superior. En una modalidad, la brida está orientada horizontalmente (FIG. 6A) y formada por un semicírculo visto desde abajo, como se muestra en la FIG. 6B. El diámetro de la brida (604) es igual o menor que el diámetro de los vuelos de la barrena helicoidal como se muestra en la FIG. 6C.

Cuando se colocan juntas, la parte inferior de la sección superior (402) y la parte superior de la sección inferior (403) forman un elemento de restricción de transporte de barrena helicoidal creado a partir de las posiciones relativas de las bridas semicirculares (504 y 604).

Las FIGS. 7A-7D muestran vistas en primer plano del elemento limitador de transporte de barrena helicoidales de la presente invención. Las FIGS. 7A y 7B muestran el elemento limitador en la posición "abierta" creada cuando la brida de la sección superior (504) está alineada coincidiendo con la brida de la sección inferior (604). Las FIGS. 7C y 7D muestran el elemento limitador en la posición "cerrada" cuando la brida de la sección superior (504) no está alineada con la brida de la sección inferior (604).

Las orientaciones del elemento limitador de transporte de barrena helicoidal que se muestran en las FIGS. 7A-7D se muestran de nuevo en las imágenes incluidas en las FIGS. 8A y 8B. La FIG. 8A muestra el elemento limitador en la posición "abierta" creada cuando la brida de la sección superior (504) está alineada coincidentemente con la brida de la sección inferior (604). La FIG. 8B muestra el elemento limitador en la posición "cerrada" cuando la brida de la sección superior (504) no está alineada con la brida de la sección inferior (604).

El aparato mostrado en la FIG. 4, FIGS. 5A-5C, FIGS. 6A-6C, FIGS. 7A-7D y FIGS. 8A-8B se utiliza para crear un elemento de mejora del suelo perforado con diámetros de pozo expandidos. En referencia a la FIG. 4, en una modalidad, el aparato está compuesto por una sección superior (402), una sección inferior (403) y un elemento intermedio de restricción del transporte de la barrena helicoidal (404). En referencia a las FIGS. 5A-5C, FIGS. 6A-6C, FIGS. 7A-7D y FIGS. 8A-8B, el elemento de restricción del transporte de la barrena helicoidal está compuesto por una brida orientada horizontalmente (504) montada en la parte inferior de la sección superior (402) y una brida correspondiente orientada horizontalmente (604) montada en la parte superior de la sección inferior (403). La construcción de los elementos de mejora del terreno comienza con el limitador de transporte de la barrena helicoidal en la posición "abierta" con ambas bridas (504, 604) alineadas. La barrena helicoidal (401) suele avanzar en el sentido de las agujas del reloj cuando se mira desde la parte superior de la barrena helicoidal. La alineación de las bridas es facilitada por tacos (no mostrados) colocados en los extremos de las bridas para prevenir una mayor rotación relativa cuando se gira en el sentido de las agujas del reloj. A medida que la barrena helicoidal (401) avanza en el material del subsuelo, la parte inferior de la barrena helicoidal (402) corta el material y transporta los escombros de perforación hacia arriba conforme a los vuelos de barrena helicoidal. Cuando los escombros de perforación alcanzan el elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal abierto, los escombros de perforación avanzan a través de la abertura semicircular facilitada por la alineación superior de las bridas (504, 604).

Cuando la barrena helicoidal ha alcanzado su profundidad de diseño, se coloca material de relleno en el vástago de la barrena helicoidal (408). En una modalidad, el relleno puede consistir en hormigón. En otra modalidad, el relleno puede consistir en lechada de cemento y arena. En otra modalidad, el relleno puede consistir en piedra triturada o grava. Incluso en otra modalidad, el relleno puede consistir en arena. En otra modalidad, el relleno puede consistir en un material fluido hechos por el hombre o hecho por el hombre en parte. El material de relleno se deja fluir fuera de la punta de la barrena helicoidal (409) cuando la barrena helicoidal se levanta.

En una modalidad, la barrena helicoidal se eleva una distancia de aproximadamente 2 pies a 6 pies por encima de la profundidad de penetración total mientras se deja fluir el relleno a través del vástago de la barrena helicoidal (408). En una modalidad, la barrena helicoidal es,

entonces, hecha avanzar hacia abajo en dirección a los materiales rellenos hasta que el material de relleno forma los escombros de perforación en los vuelos de la barrena helicoidal debajo del elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal (404).

5 En una modalidad, la barrena helicoidal se eleva una vez más a una distancia de aproximadamente 4 a 6 pies por encima de la parte inferior del elemento.

En una modalidad, la dirección de la barrena helicoidal se invierte para que la barrena helicoidal gire en el sentido contrario a las agujas del reloj cuando se ve desde arriba. Dado que la porción superior (402) de la barrena helicoidal (401) puede ahora girar con respecto a la sección inferior (403), cuando se invierte la dirección de la barrena helicoidal, la sección superior (402) gira con respecto a la porción inferior (403) hasta que el reborde superior (504) se orienta opuesto al reborde inferior (604) cuando se ve desde arriba. La rotación relativa de la barrena helicoidal es detenida por un segundo juego de tacos (no mostrados) colocados a lo largo de las bridas de la barrena helicoidal (504, 604). Como se muestra en las FIGS. 7C y 7D y FIG. 8B, la alineación "cerrada" del elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal (404) proporciona una restricción circular completa que inhibe el transporte hacia arriba de los escombros de perforación.

10

15

En una modalidad, a medida que la barrena helicoidal es rotada en la dirección contraria a las manecillas del reloj, se aplica una fuerza descendente, referida como "fuerza de empuje" a la barrena helicoidal y la barrena helicoidal es empujada hacia abajo en dirección a los materiales del subsuelo. La combinación del movimiento descendente y la rotación "inversa" en sentido contrario a las agujas del reloj fuerza a los escombros de perforación de relleno que se encuentran en los vuelos de la barrena helicoidal por debajo del elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal (404) a moverse hacia abajo y hacia afuera en relación con la barrena helicoidal. De esta manera, se puede crear un elemento de un diámetro más grande utilizando el aparato de esta invención. La finalidad del elemento limitador de transporte de la barrena helicoidal es permitir la rotación inversa y, al mismo tiempo, impedir el movimiento descendente de los escombros de perforación de tierra más allá del elemento limitador (404) e inhibir así la capacidad de los escombros de perforación de tierra de contaminar los materiales colocados en el pozo expandido.

20

25

La FIG. 9 muestra una modalidad de la invención en la que el pozo expandido (902) está situado en la parte inferior del elemento.

30

La FIG. 10 muestra otra modalidad de la invención en la que el pozo expandido (1002) está situado a una distancia determinada por encima de la parte inferior del elemento de mejora del terreno construido. En otra modalidad, se crean múltiples secciones expandidas dentro del elemento construido. El bulbo expandido es ventajoso porque proporciona una mayor capacidad de carga geotécnica en comparación con los elementos instalados con una sección no expandida.

En una modalidad, una vez creado el bulbo expandido, la rotación de la barrena helicoidal continúa en el sentido contrario a las agujas del reloj a medida que la barrena helicoidal (401) se extrae de la cavidad para formar un elemento de soporte de carga.

La descripción detallada anterior de las modalidades se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran modalidades específicas de la invención. Otras modalidades que tienen estructuras y operaciones diferentes no se apartan del alcance de la presente invención. El término "la invención" o uno similar se utiliza con referencia a ciertos ejemplos específicos de los muchos aspectos alternativos o modalidades de la invención del solicitante expuestos en esta memoria descriptiva, y ni su uso ni su ausencia pretenden limitar el alcance de la invención del solicitante o el alcance de las reivindicaciones. Esta memoria descriptiva se divide en secciones únicamente para comodidad del lector. Los encabezamientos no deben interpretarse como limitativos del alcance de la invención. Las definiciones forman parte de la descripción de la invención. Se entenderá que varios detalles de la presente invención pueden ser cambiados sin apartarse del alcance de la presente invención.

Los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "que tiene" y sus conjugados significan "que incluye, pero no se limita a".

El término "consistente en" significa "incluido y limitado a".

El término "compuesto esencialmente de" significa que la composición, método o estructura puede incluir ingredientes, pasos y/o partes adicionales, pero solo si los ingredientes, pasos y/o partes adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición, método o estructura reivindicada.

El término "pluralidad" significa "dos o más".

Tal como se utilizan en el presente documento, las formas singulares "un", "uno", "una" y "el/la" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por ejemplo, los términos "un compuesto" o "al menos un compuesto" pueden

incluir una pluralidad de compuestos, incluidas sus mezclas.

Siempre que se indique un rango numérico, se entenderá que incluye cualquier número citado (fraccionario o integral) dentro del rango indicado. Las frases "entre" un primer número indicado y un segundo número indicado y "entre" un primer número indicado "y" un segundo número indicado se utilizan aquí indistintamente y se entiende que incluyen el primer y segundo números indicados y todos los números fraccionarios e integrales entre ellos.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "método" se refiere a los modos, medios, técnicas y procedimientos para llevar a cabo una tarea determinada, incluidos, entre otros, los modos, medios, técnicas y procedimientos conocidos o fácilmente desarrollados a partir de los modos, medios, técnicas y procedimientos conocidos por los profesionales de las artes químicas, farmacológicas, biológicas, bioquímicas y médicas.

Se aprecia que ciertas características de la invención, que, por motivos de mayor claridad, se describen en el contexto de modalidades separadas, se pueden proporcionar también combinadas en una sola modalidad. A la inversa, diversas características de la invención, que, para mayor brevedad, se describen en el contexto de una sola modalidad, se pueden proporcionar también por separado o en cualquier subcombinación adecuada o según resulte adecuado en cualquier otra modalidad descrita de la invención. Ciertas características descritas en el contexto de diversas modalidades no deben considerarse características esenciales de dichas modalidades, a menos que la modalidad sea inoperante sin dichos elementos.

Aunque la invención se ha descrito en relación con modalidades específicas de la misma, es evidente que los expertos en la materia podrán apreciar muchas alternativas, modificaciones y variaciones. En consecuencia, se pretende abarcar todas las alternativas, modificaciones y variaciones que caen dentro del espíritu y el amplio alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Todas las publicaciones, patentes y solicitudes de patentes mencionadas en esta memoria descriptiva se incorporan aquí en su totalidad mediante referencia a la memoria descriptiva, en la misma medida que si se indicara específica e individualmente que cada publicación, patente o solicitud de patente se incorpora aquí por referencia. Además, la cita o identificación de cualquier referencia en esta solicitud no se interpretará como una admisión de que dicha referencia está disponible como estado de la técnica anterior a la presente invención. En la medida en que se utilicen encabezamientos de sección, no deberán interpretarse como

necesariamente limitativos.