

CARCASAS EXTENSIBLES DE EXTREMO INFERIOR ABIERTO Y
MÉTODOS RELACIONADOS PARA CONSTRUIR UN PILAR DE SOPORTE

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA

- 5 Esta solicitud es una solicitud de patente internacional que reivindica la prioridad de la solicitud de patente de Estados Unidos n.º de serie 14/809.579, presentada el 27 de julio de 2015, cuya divulgación se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

- 10 La presente invención se refiere a aparatos y métodos de mejora de suelos o pisos. Más específicamente, la presente invención se refiere a carcassas extensibles de extremo abierto y a métodos relacionados para construir un pilar de soporte.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

- 15 Los edificios, las paredes, las instalaciones industriales y las estructuras relacionadas con el transporte consisten típicamente en cimientos poco profundos, tales como pies extendidos o cimientos profundos, tales como pilotes conducidos o huecos perforados. Los cimientos poco profundos son mucho menos costosos de construir que los cimientos profundos. Por lo tanto,
- 20 los cimientos profundos generalmente se usan solo si los cimientos poco profundos no pueden proporcionar una capacidad de soporte adecuada para soportar el peso del edificio con asentamientos tolerables.

- Recientemente, se han utilizado técnicas de mejora del suelo tales como lechada de chorro, mezcla de tierras, columnas de piedra y columnas de
- 25 conglomerados para mejorar la tierra lo suficiente como para permitir el uso de

cimientos poco profundos. Los sistemas basados en cemento, tal como los métodos de lechada o mezclado, pueden transportar cargas pesadas, pero siguen siendo relativamente costosos. Las columnas de piedra y las columnas de conglomerados generalmente son más rentables, pero pueden estar
5 limitadas por la capacidad de carga de las columnas en tierra de arcilla blanda.

Además, se conoce en la técnica el uso de carcassas de metal para la conducción y la formación de pilas de hormigón. Un conjunto de ejemplos incluye las patentes de Estados Unidos n.º 3.316.722 y 3.327.483 de Gibbons, que divulgan la conducción de una carcassa de metal tubular afilada en el suelo
10 y el llenado posterior de la carcassa con hormigón para formar una pila. Otro ejemplo es la patente de Estados Unidos n.º 3.027.724 de Smith, que divulga la instalación de carcassas en la tierra para el llenado posterior con hormigón para la formación de una pila de hormigón. Una desventaja de estas carcassas de la técnica anterior es que su único propósito es proporcionar una forma temporal
15 para la inserción de material cementoso para la formación de una pila endurecida para soporte de carga estructural. Las carcassas de la técnica anterior no son extensibles y, por lo tanto, no exhiben propiedades que les permitan acoplarse a la tierra circundante a través de deformaciones laterales. Además, debido a que se relacionan con el uso de materiales ferrosos, que
20 están sujetos a corrosión, su función se completa una vez que se endurece el relleno de hormigón. Por lo tanto, las carcassas de la técnica anterior no son adecuadas para contener materiales de relleno granulares menos costosos, tales como arena o conglomerado, debido a que las carcassas de la técnica anterior no pueden contener lateralmente los materiales insertados durante la
25 vida útil del pilar. Las carcassas de la técnica anterior tampoco son permeables

y, por lo tanto, son inadecuadas para drenar tierras cohesivas.

De acuerdo con esto, es deseable proporcionar técnicas mejoradas para construir un pilar de soporte poco profundo en la tierra o el suelo usando carcassas extensibles formadas de material relativamente permanente de naturaleza sustancialmente no corrosiva o no degradable para la contención del conglomerado compactado en el mismo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Se describen carcassas extensibles y métodos relacionados para construir un pilar de soporte en el suelo. Una carcasa extensible puede definir un interior para contener material de construcción granular y puede definir una abertura para recibir el material de construcción granular en el interior. La carcasa puede ser flexible, de manera que la carcasa se expande lateralmente hacia fuera cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa.

De acuerdo con un aspecto, la carcasa puede incluir un primer extremo que define la abertura. La carcasa puede estar conformada para estrecharse hacia abajo desde el primer extremo hasta un segundo extremo opuesto de la carcasa.

Según otro aspecto, el segundo extremo de la carcasa puede definir una superficie roma sustancialmente plana.

De acuerdo con otro aspecto más, una sección transversal de la carcasa puede formar una de una forma sustancialmente hexagonal y una forma sustancialmente octogonal a lo largo de una longitud de la carcasa que se extiende entre el primer y segundo extremos.

De acuerdo con un aspecto adicional, una sección transversal del primer

extremo de la carcasa tiene un tamaño mayor que una sección transversal del segundo extremo.

De acuerdo con un aspecto adicional más, la carcasa está compuesta de plástico.

- 5 Según otro aspecto, la carcasa puede definir una pluralidad de aberturas que se extienden entre un interior de la carcasa y un exterior de la carcasa.

De acuerdo con otro aspecto más, la carcasa puede ser de forma sustancialmente cilíndrica o de forma sustancialmente cónica.

- 10 De acuerdo con un aspecto adicional, un método puede incluir colocar la carcasa en el suelo y llenar al menos una porción del interior de la carcasa con el material de construcción granular. El material de construcción granular puede compactarse en el interior de la carcasa para formar un pilar.

- 15 Según otro aspecto, un método puede incluir formar una cavidad en el suelo. La cavidad puede rellenarse parcialmente con material de construcción conglomerado. A continuación, la carcasa puede colocarse con la cavidad y al menos una porción del interior de la carcasa rellenarse con material de construcción granular. El material de construcción granular puede compactarse entonces en el interior de la carcasa para formar un pilar. La compactación puede realizarse con un mandril primario. Se puede realizar una compactación
- 20 adicional con un segundo mandril que tiene un área de sección transversal mayor que el mandril primario.

- 25 De acuerdo con un aspecto adicional, la carcasa extensible puede comprender una pluralidad de ranuras que se extienden entre un interior de la carcasa a un exterior de la carcasa, siendo las ranuras generalmente transversales a una línea central a lo largo de la longitud de la carcasa. Las

ranuras pueden ser discontinuas alrededor de una circunferencia de la carcasa, manteniendo así porciones de conectividad de material continuo a lo largo de la longitud de la carcasa. Las ranuras pueden tener una anchura en el intervalo de 1/4 pulgada (6,35 mm) a 3/8 pulgada (9,53 mm) y pueden estar separadas a una distancia de 6 pulgadas (152 mm) entre sí.

Según otro aspecto adicional, la divulgación se refiere a una carcasa extensible para construir un pilar de soporte en el suelo, definiendo la carcasa extensible un interior para contener material de construcción granular y definiendo dicha carcasa extensible un primer extremo que tiene una primera abertura para recibir material de construcción granular en el interior y un segundo extremo que tiene una segunda abertura, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande lateralmente hacia fuera cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa.

En otro aspecto, el primer extremo define la primera abertura con la carcasa conformada para estrecharse desde el primer extremo al segundo extremo opuesto de la carcasa, comprendiendo el segundo extremo una segunda abertura.

En otro aspecto más, se divulga un método para construir un pilar de soporte en el suelo, comprendiendo el método: colocar una carcasa extensible en el suelo, definiendo la carcasa un interior para contener material de construcción granular y definiendo una primera abertura en un primer extremo para recibir material de construcción granular en el interior y una segunda abertura en un segundo extremo, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande lateralmente hacia fuera cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa; llenar al menos

una porción del interior de la carcasa con material de construcción granular; y compactar el material de construcción granular en el interior de la carcasa para formar un pilar de soporte.

En otro aspecto, la divulgación se refiere a un método para construir un
5 pilar de soporte en el suelo, comprendiendo el método: formar una cavidad en el suelo; rellenar parcialmente la cavidad con un material de construcción conglomerado; colocar una carcasa extensible en la cavidad, teniendo la carcasa un primer extremo con una primera abertura y un segundo extremo con una segunda abertura, definiendo la carcasa un interior para contener
10 material de construcción granular y definiendo una abertura para recibir el material de construcción granular en el interior, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa; llenar al menos una porción del interior de la carcasa con el material de construcción granular; y compactar
15 el material de construcción granular en el interior de la carcasa para formar un pilar de soporte.

Esta breve descripción se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la descripción detallada de la invención. Esta breve descripción
20 de la invención no pretende identificar las características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni está destinado a ser utilizado para limitar el alcance de la materia reivindicada. Además, la materia objeto reivindicada no está limitada a implementaciones que resuelven cualquiera o todas las desventajas observadas en cualquier parte de esta divulgación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1A, la figura 1B, la figura 1C, la figura 1D y la figura 1E ilustran diferentes vistas de una carcasa extensible de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

5 La figura 2A, la figura 2B y la figura 2C ilustran etapas en un método ejemplar de construcción de un pilar en el suelo usando una carcasa extensible de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 3A, la figura 3B, la figura 3C y la figura 3D ilustran etapas en otro método ejemplar de construcción de un pilar de soporte en el suelo usando una
10 carcasa extensible de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La figura 4, la figura 5, la figura 6 y la figura 7 son gráficos que muestran resultados de ensayos de carga de pilares de soporte contruidos usando una carcasa extensible de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La figura 8 ilustra una vista en perspectiva de otra realización de la
15 presente invención perteneciente a una carcasa ranurada;

La figura 9 es un gráfico que muestra los resultados de los ensayos de carga de un pilar de soporte construido usando una realización como se muestra en la figura 8;

La figura 10A y la figura 10B ilustran una vista en perspectiva y una vista
20 en sección transversal de un ejemplo de una carcasa extensible de extremo abierto de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La figura 11A, la figura 11B y la figura 11C ilustran vistas en perspectiva y una vista en sección transversal de otro ejemplo de una carcasa extensible de extremo abierto de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

25 La figura 12A y la figura 12B muestran un ejemplo de un proceso de

instalación de la carcasa extensible de extremo abierto en el suelo;

La figura 13 muestra otro ejemplo de instalación de la carcasa extensible de extremo abierto en el suelo;

La figura 14 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un método
5 para usar la carcasa extensible de extremo abierto para formar un pilar de soporte;

La figura 15A y la figura 15B muestran ciertas etapas del proceso de uso de la carcasa extensible de extremo abierto para formar un pilar; y

La figura 16 es un gráfico que muestra los resultados de los ensayos de
10 carga de un pilar de soporte construido usando una realización como se muestra en la figura 10A, la figura 10B y/o la figura 11A, la figura 11B, la figura 11C.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a una carcasa extensible y métodos
15 relacionados para construir un "pilar de carcasa" de soporte en el suelo. Particularmente, una carcasa extensible de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede tener un interior en el que se puede cargar y compactar material de construcción granular. La carcasa se puede colocar en una cavidad formada en el suelo (la cavidad estando formada a través de una
20 variedad de métodos como se describe en más detalle a continuación, que incluyen conducir la carcasa desde el nivel para formar la cavidad). Después de posicionarse en el suelo, el material de construcción granular se puede cargar en el interior a través de una abertura de la carcasa. El material de construcción granular puede compactarse posteriormente. La carcasa puede
25 ser extensible (o flexible), de manera que las paredes de la carcasa se

expanden cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa. Por lo tanto, dado que la carcasa mantiene el material de construcción granular compactado de una manera contenida (es decir, el material no puede expandirse lateralmente más allá de las paredes de la carcasa en la tierra in situ), reforzando y mejorando el suelo que rodea la carcasa para soportar cimientos poco profundos y otras estructuras. La presente invención puede ser ventajosa, por ejemplo, porque permite una capacidad de carga mucho mayor debido a su capacidad para limitar que el material de construcción granular se abombe lateralmente hacia fuera durante la carga. La carcasa está hecha típicamente de material relativamente permanente, sustancialmente no corrosivo y/o no degradable, de modo que el abombamiento lateral del material está limitado durante la vida útil del pilar.

Las figuras 1A a 1E ilustran diferentes vistas de una carcasa extensible de acuerdo con realizaciones de la presente invención. La figura 1A representa una vista en perspectiva de la carcasa extensible 100, que incluye un extremo cerrado 102. La superficie del extremo cerrado 102 puede definir una superficie inferior roma sustancialmente plana 104, que puede ser de forma hexagonal. En la alternativa, el extremo cerrado 102 puede tener cualquier otra forma o tamaño adecuado. Además, la parte inferior de la carcasa puede estar abierta, o puede ser roma como en el caso de una carcasa cilíndrica, puede ser en punta como la parte inferior de una carcasa cónica, o puede estar truncada para formar una forma roma en la parte inferior de la sección cónica o articulada tal como, por ejemplo, un tronco o una configuración troncocónica. Por lo tanto, se entiende, para los fines de esta divulgación, que el término cónico incluye configuraciones troncocónicas. La

longitud de la carcasa puede variar desde aproximadamente 0,5 m hasta aproximadamente 20 m de longitud; tal como desde aproximadamente 1 m hasta aproximadamente 10 m de longitud. Las superficies de la carcasa (interior y/o exterior) pueden ser lisas o contener un grado variable de rugosidad para interactuar con las superficies circundantes.

Opuesto al extremo cerrado 102 hay otro extremo, el extremo abierto 106, que define una abertura 108 para recibir material de construcción granular en un interior (no mostrado en la figura 1A) definido por la carcasa 100. Como se describirá con más detalle a continuación en el presente documento, el extremo abierto 106 está posicionado sustancialmente vertical y por encima del extremo cerrado 102 durante la construcción del pilar.

Las figuras 1B, 1C, 1D y 1E representan una vista superior, una vista inferior, una vista lateral y una vista lateral en sección transversal de la carcasa extensible 100, respectivamente. Como se muestra en la figura 1B, la carcasa extensible 100 define un interior 110 sustancialmente hueco que se extiende entre el extremo abierto 106 (con la abertura 108) y el extremo cerrado 102.

La figura 1C muestra que una sección transversal del extremo abierto 106 puede tener un tamaño mayor que la superficie inferior 104 del extremo cerrado 102. La figura 1D muestra las flechas de la línea de sección A-A que indican la dirección de la vista lateral en sección transversal de la carcasa extensible 100 representada en la figura 1E.

La forma del exterior de la carcasa 100 puede estar articulada para formar una pluralidad de paneles que forman una forma hexagonal en sección transversal, según se ve desde la parte superior o inferior de la carcasa. Alternativamente, la forma puede ser octogonal, cilíndrica, cónica o cualquier

otra forma adecuada.

La carcasa extensible 100 a menudo tiene forma para afilarse hacia abajo desde el extremo abierto 106 al extremo cerrado 102. En una realización, la carcasa 100 se estrecha en un ángulo de 2 grados, aunque la carcasa puede estrecharse en cualquier otro ángulo adecuado.

La carcasa extensible 100 puede estar hecha de plástico, aluminio o cualquier material metálico o no metálico de extensibilidad adecuada, y preferiblemente material sustancialmente no corrosivo y/o no degradable. La carcasa 100 puede ser de paredes relativamente delgadas. El espesor de la pared de la carcasa 100 puede variar, por ejemplo, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 100 mm. La carcasa 100 de ejemplo de la figura 1B tiene un espesor de aproximadamente 0,25 pulgadas (aproximadamente 6,35 mm), aunque la carcasa puede tener cualquier otro espesor adecuado. Esta distancia de espesor es la distancia que separa uniformemente el interior 110 y el exterior de la carcasa. El material de la carcasa y su espesor pueden configurarse de manera que la carcasa tenga la integridad adecuada para mantener el material de construcción en su interior 110 y para expandirse lateralmente al menos a cierta distancia cuando el material de construcción se compacta en el interior 110.

Las figuras 2A a 2C ilustran las etapas en un método ejemplar de construcción de un pilar en el suelo usando una carcasa extensible 100 de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, las vistas laterales parciales en sección transversal ilustran el uso de la carcasa extensible 100 para construir un pilar 200 en el suelo (véase la figura 2C) de acuerdo con una realización de la presente invención. Se describen otros

métodos con referencia a las figuras 3A a 3D y a los ejemplos a continuación. El método de las figuras 2A a 2C incluye formar una cavidad 202 vertical alargada preformada u orificio en una superficie de suelo 204, como se muestra en la figura 2A. El suelo puede estar compuesto principalmente de tierra blanda cohesiva, tal como arcilla blanda y limo, o también arena suelta, materiales de relleno o similares. La cavidad 202 puede formarse con un dispositivo de perforación adecuado que tiene, por ejemplo, un cabezal de perforación o barrena para formar una cavidad u orificio, o puede formarse mediante otros métodos para formar una cavidad, tal como insertando y retirando un mandril de conducción a la profundidad de cavidad preformada deseada. En algunas realizaciones, la cavidad puede no estar formada en absoluto antes de la inserción de la carcasa, tal como se describe a continuación con referencia a las figuras 3A a 3D.

Después de que se haya formado la cavidad parcial 202, la carcasa extensible 100 puede colocarse dentro de la cavidad 202, como se muestra en la figura 2B, para una conducción definitiva a la profundidad deseada. Particularmente, se puede usar un mandril extraíble 206 para conducir la carcasa extensible 100 dentro de la cavidad 202 y el suelo 204. Un cabezal de manipulación 208 del mandril 206 puede colocarse contra una superficie inferior 210 del interior 110 y utilizarse para conducir la carcasa 100 a la profundidad de penetración deseada, tal como se muestra en la figura 2C. La cavidad 202 está formada en ese punto por un tamaño y una dimensión tales que la superficie exterior de la carcasa extensible 100 se ajusta firmemente contra las paredes de la cavidad 202.

Después de que la carcasa extensible 100 se ha introducido (mientras se

está formando) en la cavidad 202 completamente ampliada, el mandril 206 se retira, dejando detrás la carcasa 100 en la cavidad 202 y con el interior 110 vacío. La carcasa 100 puede llenarse luego con un material de construcción granular 212, tal como arena, conglomerado, arena o conglomerado estabilizado por mezcla, materiales reciclados, vidrio triturado u otros materiales adecuados como se muestra en la figura 2C. El material de construcción granular 212 puede compactarse dentro de la carcasa usando el mandril 206. La compactación aumenta la resistencia y la rigidez del material de construcción granular interno 212 y empuja el material de construcción granular 212 hacia fuera contra las paredes de la carcasa 100, que presiona previamente la carcasa 100 y aumenta el acoplamiento de la carcasa 100 con la tierra in situ. Se pueden lograr incrementos significativos en la capacidad de carga del pilar 200 como resultado de la restricción ofrecida por la carcasa 100.

Las figuras 3A a 3D ilustran las etapas en otro método ejemplar de construcción de un pilar en el suelo usando una carcasa extensible de acuerdo con una realización de la presente invención. Con referencia a la figura 3A, se coloca un material de construcción conglomerado 300 (por ejemplo, arena) en el interior 110 de la carcasa 100 hasta un nivel predeterminado por encima de la superficie inferior 210 de la carcasa 100. A continuación, el cabezal de manipulación 208 del mandril extraíble 206 se ajusta al interior 110 de la carcasa 100 extensible, y contra la parte superior del material de construcción conglomerado 300. El mandril 206 puede entonces moverse hacia el suelo 204 en una dirección indicada por la flecha 302 para conducir la carcasa 100 hacia el suelo 204. La conducción se puede facilitar utilizando una pequeña cavidad preformada (por ejemplo, la cavidad 202 mostrada en la figura 2A), o no,

dependiendo de las condiciones del sitio.

Con referencia a la figura 3B, se muestra el mandril 206 que conduce la carcasa 100 en el suelo 204 en la dirección 302, de manera que la carcasa 100 se encuentra a una profundidad determinada por debajo del nivel. A
5 continuación, el mandril 206 puede ser retirado. En la figura 3C, la carcasa 100 se llena sustancialmente con material adicional de construcción 304 (por ejemplo, arena) a través de la abertura 108, y el mandril 206 se coloca como se muestra. A continuación, se aplica fuerza de compactación vertical y/o energía vibratoria al mandril 206 para compactar los materiales 300 y 304. La carcasa
10 100 puede ser conducida por esta fuerza a una profundidad adicional por debajo del nivel. La adición del material de construcción 304 y la compactación posterior se puede repetir varias veces hasta que se construya el pilar final. Alternativamente, la cubierta puede completarse con material de construcción adicional después de solo un ciclo de compactación.

15 En una realización de la presente invención, se puede usar un segundo mandril 212 para compactar la parte superior del material 304 en la dirección 302, como se muestra en la figura 3D. El segundo mandril 212 puede tener un área de sección transversal más grande que el mandril primario 206 para proporcionar un confinamiento incrementado durante la compactación.

20 En una realización de la presente invención, la carcasa 100 puede definir aberturas 218 que se extienden entre el interior 110 y un exterior de la carcasa 100 a la tierra in situ (véanse las figuras 1A y 2C). Las aberturas 218 pueden proporcionar el drenaje del exceso de presión de agua intersticial que puede existir en la tierra in situ para drenar al interior 110 de la carcasa 100. Los
25 aumentos en la presión del agua intersticial típicamente disminuyen la

resistencia del suelo y es una de las razones por las que los pilares de la técnica anterior tienen una capacidad de carga limitada en suelos saturados y cohesivos tales como arcilla, limo o similares. Las aberturas 218 previstas en este documento permiten que la presión de agua intersticial en exceso en la tierra se disipe en el pilar 200 después de la inserción. Esto permite que la tierra in-situ gane fuerza rápidamente con el tiempo, un fenómeno que no disfruta por el hormigón, pilas de acero o elementos de lechada (es decir, elementos "endurecidos"). El drenaje de las presiones en exceso de agua intersticial permite un asentamiento adicional de la tierra que puede producirse como resultado de la disipación de la presión de agua intersticial antes de la aplicación de cargas de cimentación.

Otras realizaciones pueden no definir aberturas, o pueden proporcionar una o más aberturas 218 en solo un lado de la carcasa 100. Alternativamente, las aberturas 218 pueden definirse en la carcasa 100 de manera que estén posicionadas a lo largo de una porción de la longitud de la carcasa 100, estén posicionadas a lo largo de toda la longitud de la carcasa 100, o puedan estar colocadas asimétricamente en diversas configuraciones. Los tamaños y las ubicaciones de las aberturas 218 pueden variar de acuerdo con el tamaño de la carcasa 100, las condiciones del suelo (por ejemplo, donde se sabe que existe una mayor presión de agua) y otros factores relevantes. Las aberturas 218 pueden variar en tamaño desde aproximadamente 0,5 mm hasta aproximadamente 50 mm; tal como desde aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 25 mm. En otra realización, la parte superior de la carcasa 100 puede estar encerrada y conectada a presión de vacío para aumentar aún más y acelerar el drenaje del exceso de presión de agua en la tierra

circundante a través de las aberturas 218.

El mandril 206 puede estar construido con suficiente resistencia, rigidez y geometría para soportar adecuadamente la carcasa 100 durante la conducción y para poder ser retraído de la carcasa 100 después de la conducción. En una
5 realización, la forma del exterior del mandril 206 es sustancialmente similar a la forma del interior 110 definido por la carcasa 100. En otra realización, el mandril 206 está compuesto principalmente de acero. También se prevén otros materiales que incluyen, entre otros, aluminio, materiales compuestos duros y similares.

10 El mandril 206 puede ser accionado mediante una máquina de apilado u otro equipo y técnica adecuados que pueden aplicar presión de empuje estática, martilleo o vibración suficiente para conducir el mandril 206 y la carcasa extensible 100 hacia la superficie del suelo 204. En una realización, la máquina puede estar compuesta por un martillo de articulación, diésel, que
15 conduce la pila, que acciona el mandril 206 usando fuerzas de impacto de alta energía. El martillo puede montarse en cables suspendidos de una grúa. En otra realización, el martillo puede ser un vibrador de pila laminar montado en una plataforma capaz de suministrar una fuerza estática descendente. En otra realización, la carcasa 100 puede colocarse en una cavidad 200 preformada y
20 construirse sin el uso de un mandril extraíble. Métodos estándar para conducir mandriles en el suelo se conocen en la técnica y, por lo tanto, se pueden usar para la conducción.

Los siguientes ejemplos ilustran aspectos adicionales de la invención.

Ejemplo I

25 Como ejemplo, los pilares se construyeron usando carcasas extensibles

de acuerdo con realizaciones de la presente invención en un sitio de prueba en Iowa. Se realizaron pruebas de carga en los pilares utilizando un proceso convencional. Las carcasas extensibles usadas en las pruebas y los métodos de su uso consistían esencialmente en el descrito anteriormente y que se muestran en las figuras adjuntas. En esta prueba, se instalaron carcasas extensibles formadas de plástico de policarbonato LEXAN® en un sitio de prueba caracterizado por tierra de arcilla blanda. Esta prueba se diseñó para comparar las características de carga frente a la deflexión de una carcasa extensible de acuerdo con la presente invención con pilares de conglomerado construidos usando un tubo cónico conducido. Se construyeron dos pilares de conglomerado de comparación (de conglomerado fino y grueso) a una profundidad de 12 pies (3,65 metros) debajo de la superficie del suelo.

En esta prueba, la carcasa extensible se formó doblando láminas del plástico para formar una forma cónica que tiene una sección transversal hexagonal y que se estrecha hacia abajo desde un diámetro exterior de 24 pulgadas (610 mm) en la parte superior de la carcasa, a un diámetro de 18 pulgadas (460 mm) en la parte inferior de la carcasa. Un panel de las carcasas superpuestas, y esta porción estaba encolada y atornillada. La longitud de la carcasa extensible fue de 9,5 pies (2,9 m). En esta realización, se formaron aberturas en la carcasa extensible perforando los lados de la carcasa con orificios de "drenaje" de 3 mm a 7 mm de diámetro separados entre sí. La porción inferior de la carcasa se tapó con una zapata de acero para facilitar la conducción. El plástico de policarbonato LEXAN® tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 16 MPa (2300 psi) con una elongación del 11 por ciento y un módulo de Young de 540 MPa (78,000 psi). El mandril extraíble

utilizado en esta prueba se fijó a un martillo de alta frecuencia, que a menudo está asociado con la conducción de pilas laminares. El martillo es capaz de proporcionar tanto fuerza descendente como energía vibratoria para conducir la carcasa hacia el suelo y para compactar el material de construcción
5 conglomerado en la carcasa.

En este ejemplo, la carcasa extensible se introdujo en el suelo sin perforar previamente la cavidad o el orificio. Particularmente, en esta prueba, las dos carcasas se instalaron orientando cada carcasa en una dirección vertical, colocando aproximadamente 4 pies (1,2 m) de arena en la base de la carcasa y
10 luego colocando la carcasa en la superficie del suelo con un mandril extraíble con dimensiones exteriores similares a las del interior de la carcasa. La carcasa fue conducida a una profundidad de aproximadamente 8,5 pies (2,6 m) por debajo del nivel. El mandril se retiró y las carcasas se llenaron de arena. El mandril extraíble se volvió a bajar dentro de las carcasas y se aplicó una fuerza
15 de compactación vertical en combinación con energía vibratoria para compactar la arena y conducir la carcasa a una profundidad de 9 pies (2,7 m) por debajo del nivel. Luego se extrajo el mandril y la porción superior de la carcasa se llenó con piedra triturada a una profundidad de 0,5 pies (0,2 m) por debajo del nivel. Luego se vertió una capa de hormigón sobre el relleno de
20 piedra triturada para facilitar la prueba de carga.

Se observó que grietas radiales se extendían hacia fuera desde el borde del pilar de la carcasa. Estas grietas forman galerías de drenaje que son el resultado de altas tensiones radiales y bajas tensiones tangenciales creadas en el suelo durante la instalación del pilar. El drenaje fue proporcionado por las
25 perforaciones en la carcasa y permitió que el agua de la tierra se drenara en la

arena y los pilares llenos de conglomerado.

Los pilares de la carcasa se probaron con carga utilizando un gato hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba. La figura 4 es un gráfico que muestra los resultados de la prueba de carga en comparación con los pilares de conglomerado contruidos usando un mandril de forma similar. Como se muestra en la figura 4, en una parte superior de la desviación del pilar de una pulgada (2,54 cm), los pilares contruidos sin carcasas soportaron una carga de 15.000 libras a 20.000 libras (67 kN a 89 kN). Los pilares de carcasa contruidos en esta realización de la invención soportaron una carga de 310 kN a 360 kN (70.000 a 80.000 libras) en una parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm). La capacidad de soporte de carga de los pilares de carcasa contruidos de acuerdo con la presente invención proporcionó una mejora de 3,5 a 5,3 veces en comparación con los pilares de conglomerado contruidos sin carcasas extensibles.

15 Ejemplo II

En otras pruebas, se formaron carcasas extensibles a partir de polímero de polietileno de alta densidad ("HDPE") y se instalaron en el sitio de prueba como se describe en el Ejemplo I. Este programa de prueba se diseñó para comparar las características de carga frente a la deflexión de esta realización de la presente invención a pilares de conglomerado contruidos usando un tubo cónico conducido como se describe en el Ejemplo I. Un total de seis pilares de carcasa se instalaron como parte de este ejemplo.

En esta prueba, la carcasa extensible se formó mediante un proceso de rotomoldeo. Las carcasas definían una forma cónica con una sección transversal hexagonal y que se estrechaba hacia abajo desde un diámetro

exterior de 585 mm (23 pulgadas) en la parte superior de la carcasa hasta un diámetro de 460 mm (18 pulgadas) en la parte inferior de la carcasa. La parte inferior de la carcasa extensible se construyó integralmente como parte de las paredes de la carcasa como resultado del proceso de rotomoldeo. El mandril
5 en esta realización se unió al mismo martillo como se describe en el Ejemplo I.

El proceso de instalación en este Ejemplo fue algo diferente al del Ejemplo I, e incluyó la perforación previa de una cavidad de 30 pulgadas (0,76 m) de diámetro a una profundidad de 2 pies (0,61 m) a 3 pies (0,9 m) por debajo de la superficie del suelo (en lugar de conducir la carcasa inicialmente
10 desde el nivel superior). La carcasa se colocó verticalmente en la cavidad perforada previamente. El mandril extraíble se insertó entonces en la carcasa y la carcasa se condujo a una profundidad de 11 pies (3,4 m) a 12 pies (3,7 m) por debajo del nivel. La carcasa extensible se llenó entonces con material de construcción conglomerado y se compactó en cuatro elevaciones; con cada
15 elevación de unos 7,4 pies cúbicos (0,2 metros cúbicos) de volumen. El conglomerado consistió en arena en cinco de los pilares y consistió en piedra triturada en uno de los pilares. Cada elevación se compactó con la presión hacia abajo y energía vibratoria del mandril extraíble.

Después de la colocación y la compactación de la arena dentro de las
20 carcasas extensibles, la parte superior de las carcasas se situó a aproximadamente 2 pies (0,61 m) a 3 pies (0,9 m) por debajo de la superficie del suelo. La piedra triturada fue colocada y compactada sobre la carcasa extensible a una profundidad de 1 pie (0,3 m) debajo de la superficie del suelo. Luego se vertió una capa de hormigón sobre el relleno de piedra triturada para
25 facilitar la prueba de carga.

Los pilares de la carcasa se probaron con carga utilizando un gato hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba. La figura 5 es un gráfico que muestra los resultados de la prueba de carga comparada con los pilares de conglomerado descritos en el Ejemplo I. Como se muestra en la figura 5, en una parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm), los pilares 5 contruidos sin carcasas soportaron una carga de 15.000 libras a 20.000 libras (67 kN a 89 kN). Los pilares de carcasa contruidos en esta realización de la invención soportaron cargas que variaban de 62.000 libras (275 kN) a 71.000 libras (315 kN) en la parte superior de las deflexiones del pilar de una pulgada 10 (2,54 cm). La capacidad de soporte de carga de los pilares de carcasa contruidos de acuerdo con esta realización de la presente invención proporcionó una mejora de 3,1 a 4,7 veces en comparación con los pilares de conglomerado contruidos sin carcasas extensibles.

Ejemplo III

15 En otra prueba, se instaló una carcasa extensible de la misma realización descrita en el Ejemplo II en el sitio de prueba como se describe en el Ejemplo I. Este programa de prueba se diseñó para comparar las características de carga respecto a la deflexión de esta realización de la invención para agregar pilares contruidos usando un tubo cónico conducido como se describe en el Ejemplo 20 I. El mandril, el martillo y la cubierta extensible usados para la prueba fueron los mismos que los utilizados en el Ejemplo II.

En esta realización de la presente invención, el proceso de instalación incluyó la perforación previa de una cavidad de 30 pulgadas (0,76 m) de diámetro a una profundidad de 3 pies (0,9 m) por debajo de la superficie del 25 suelo. El mandril extraíble se insertó luego en la cavidad perforada

previamente, para crear una cavidad con una profundidad total de 5 pies (1,5 m) por debajo de la superficie del suelo. Esta cavidad fue luego rellena a la superficie del suelo con arena. La carcasa extensible fue conducida verticalmente a través de la cavidad llena de arena con el mandril extraíble a una profundidad de 9 pies (2,7 m) debajo de la superficie del suelo, de modo que la parte superior de la carcasa estaba situada a 6 pulgadas (15,24 cm) sobre la superficie del suelo. La carcasa extensible se llenó entonces con arena y se compactó en cuatro elevaciones, con cada elevación de unos 7,4 pies cúbicos (0,2 metros cúbicos) de volumen. Cada elevación se compactó con la presión hacia abajo y energía vibratoria del mandril. A continuación, se colocó una capa de hormigón que abarcaba la parte superior de la carcasa para facilitar la prueba de carga.

El pilar de carcasa se probó con carga utilizando un gato hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba. La figura 6 es un gráfico que muestra los resultados de la prueba de carga comparada con los pilares de conglomerado descritos en el Ejemplo I. Como se muestra en la figura 6, en una parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm), los pilares contruidos sin carcasas soportaron una carga de 15.000 libras a 20.000 libras (67 kN a 89 kN). El pilar contruido en esta realización de la presente invención soportaba una carga de 57.500 libras (255 kN) con una deflexión de la parte superior del pilar de una pulgada (2,54 cm). La capacidad de soporte de carga del pilar de carcasa contruido de acuerdo con esta realización de la presente invención proporcionó una mejora de 2,9 a 3,8 veces en comparación con los pilares de conglomerado contruidos sin carcasas extensibles.

Ejemplo IV

En otra prueba más, se instaló una realización de la presente invención en un sitio de proyecto caracterizado por 3 pies (0,9 m) de tierra de arena suelta sobre 7 pies (2,1 m) de tierra de arcilla blanda sobre tierra de arena densa. La realización de la presente invención en el sitio de proyecto se usó para soportar cargas estructurales, tales como aquellas asociadas con cimientos de edificios y losas de suelo con mucha carga. El mandril, el martillo y la carcasa extensible utilizados para la prueba fueron los mismos que los utilizados en los Ejemplos II y III.

En esta realización de la presente invención, el proceso de instalación incluyó la perforación previa de una perforación previa de 30 pulgadas (0,76 m) de diámetro a una profundidad de 3 pies (0,9 m) por debajo de la superficie del suelo. Aproximadamente 7,4 pies cúbicos (0,2 metros cúbicos) de arena fueron colocados en la cavidad perforada previamente. Esto resultó en que la cavidad perforada previamente estaba aproximadamente llena hasta la mitad.

La carcasa extensible se colocó entonces verticalmente en la cavidad previamente perforada parcialmente rellena. El mandril extraíble se insertó entonces en la carcasa y la carcasa se condujo a una profundidad 12,5 pies (3,8 m) por debajo del nivel. La carcasa extensible se llenó entonces con arena y se compactó en cuatro elevaciones, con cada elevación de unos 7,4 pies cúbicos (0,2 metros cúbicos) de volumen. Cada elevación se compactó con la presión hacia abajo y energía vibratoria del mandril.

Después de la colocación y de la compactación de la arena dentro de la carcasa extensible, se colocó una elevación de piedra triturada de aproximadamente 4,9 pies cúbicos (0,14 metros cúbicos) de volumen y se

compactó dentro de la carcasa extensible. Luego se colocó piedra triturada y se compactó encima de la carcasa extensible hasta que el relleno de piedra triturada quedó nivelado con la superficie del suelo.

En una ubicación de la carcasa, se colocó una capa de hormigón de 30
5 pulgadas (0,76 m) de diámetro sobre la carcasa para facilitar la prueba de carga. En una segunda ubicación de la carcasa, se colocó una capa de hormigón de 6 pies (1,8 m) de ancho por 6 pies (1,8 m) de ancho sobre la cubierta para facilitar la carga y medir las características de deflexión de carga del compuesto de tierra de matriz nativa y carcasa extensible (para simular una
10 losa de piso).

Los pilares de carcasa se probaron con carga utilizando un gato hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba, mostrándose los resultados de la prueba de carga en la figura 7. El pilar de carcasa probado con la capa de hormigón de 30 pulgadas (76,2 cm) de diámetro soportó una carga de 35.500
15 libras (158 kN) con una desviación de 0,4 pulgadas (10 mm). El pilar de carcasa probado con una capa de hormigón de 6 pies (1,82 m) de ancho por 6 pies (1,82 m) de ancho soportó una carga de 104.700 libras (467 kN) con una desviación de 0,4 pulgadas (10 mm).

Realización de carcasa ranurada

20 Con referencia a la figura 8, se muestra una realización alternativa de la presente invención y que incluye una carcasa extensible 800 con una o más hendiduras o ranuras 812 que se extienden entre un interior de la carcasa y un exterior de la carcasa. Las ranuras 812 pueden colocarse sobre toda la longitud de la carcasa 800 o ubicarse solo parcialmente a lo largo de la longitud y tener
25 separaciones variables, tales como, por ejemplo, ranuras separadas cada 6

pulgadas (152 mm) comenzando generalmente a 1,5 pies (0,46 m) desde la parte superior e inferior. Las ranuras 812 pueden ser de diferentes anchuras, tales como, por ejemplo, de 1/4 de pulgada (6,35 mm) a 3/8 de pulgada (9,53 mm) de ancho. Las ranuras 812 típicamente se extienden generalmente transversalmente a una línea central a lo largo de la longitud de la carcasa y pueden formar una parte menor o mayor de la circunferencia de la carcasa 800. En una realización, tal como se muestra en la figura 8, las ranuras 812 son discontinuas alrededor de la circunferencia, dejando tres columnas 814 para mantener porciones de conectividad de material continuo a lo largo de la longitud de la carcasa 800. La carcasa 800 de esta realización puede ser de cualquier tamaño o forma adecuada, como se describió anteriormente con referencia a la carcasa 100.

Como ejemplo, se instaló una carcasa extensible ranurada de esta realización en un sitio de prueba en Iowa para comparar las características de carga frente a la deflexión de esta realización de la carcasa extensible con pilotes de conglomerado contruidos usando un tubo cónico conducido. El sitio de prueba se caracterizó por una tierra de arcilla blanda y los dos pilares de conglomerado de comparación (de conglomerado fino y grueso) se construyeron a una profundidad de 12 pies (3,65 metros) debajo de la superficie del suelo.

Para esta prueba de la carcasa extensible, la carcasa se formó a partir de polímero de polietileno de alta densidad y se formó mediante el proceso de rotomoldeo. La carcasa formaba una forma cónica que era hexagonal en sección transversal y se estrechaba hacia abajo desde un diámetro exterior de 23 pulgadas (585 mm) en la parte superior de la carcasa a un diámetro de 18

pulgadas (460 mm) en la parte inferior de la carcasa. La parte inferior de esta realización de la carcasa extensible se construyó integralmente como parte de las paredes de la carcasa como resultado del proceso de rotomoldeo. En esta realización de la invención (similar a la mostrada en la figura 8), se cortaron

5 ranuras de 1/4 de pulgada (6,35 mm) de ancho en una orientación circunferencial alrededor de la carcasa extensible. La carcasa extensible se dejó como una sola pieza continua, al no eliminar el material de tres de las seis esquinas o columnas. El mandril extraíble utilizado en esta prueba se fijó a un martillo de alta frecuencia, que a menudo está asociado con la conducción de

10 pilas laminares. El martillo es capaz de proporcionar tanto fuerza descendente como energía vibratoria para conducir la carcasa hacia el suelo y para compactar el material de construcción conglomerado en la carcasa.

En este ejemplo, el proceso de instalación incluyó una perforación previa de 30 pulgadas (0,76 m) de diámetro a una profundidad de 1,5 pies (0,46 m)

15 por debajo de la superficie del suelo. La carcasa se colocó verticalmente en el orificio perforado previamente y luego se condujo la carcasa con un mandril extraíble con dimensiones exteriores similares a las del interior de la carcasa. La carcasa fue conducida a una profundidad de 11 pies (3,4 m) por debajo del nivel. El mandril se retiró y la carcasa extensible se rellenoó con conglomerado

20 en cuatro elevaciones; con cada elevación unos 7,4 pies cúbicos (0,2 metros cúbicos) de volumen. Cada elevación se compactó con la presión hacia abajo y energía vibratoria del mandril extraíble.

Después de la colocación y de la compactación del conglomerado dentro de la carcasa extensible, la parte superior de la carcasa se situó a

25 aproximadamente a 1,5 pies (0,46 m) por debajo de la superficie del suelo. El

relleno de conglomerado se niveló con la parte superior de la carcasa y luego se vertió una capa de hormigón sobre la carcasa para facilitar la prueba de carga.

El pilar de carcasa ranurado se probó con carga utilizando un gato
5 hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba. La figura 9 es un gráfico que muestra los resultados de la prueba de carga en comparación con los pilares de conglomerado descritos anteriormente. Como se muestra en la figura 9, en la parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm), los pilares construidos sin carcassas ranuradas soportaban una carga de 15.000
10 libras a 20.000 libras (67 kN a 89 kN). El pilar construido en esta realización de la invención soportaba una carga de 77.500 libras (345 kN) en una parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm). La capacidad de soporte de carga del pilar construido de acuerdo con esta realización de la invención proporcionó una mejora de 3,9 a 5,2 veces en comparación con los
15 pilares de conglomerado construidos sin carcassas extensibles.

Realización de extremo abierto

Con referencia a las figuras 10A a 15B, se muestra una realización alternativa de la presente invención y que incluye una carcasa extensible de extremo abierto que se puede usar para formar pilares. A saber, la figura 10A
20 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de una carcasa extensible de extremo abierto 1000. La figura 10B muestra una vista en sección transversal de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 tomada a lo largo de la línea A-A para la figura 10A. En este ejemplo, la carcasa extensible de extremo abierto 1000 es un elemento tubular hueco que tiene un primer extremo abierto
25 1010 y un segundo extremo abierto 1012. La carcasa extensible de extremo

abierto 1000 se puede usar en cualquier orientación con respecto a la conducción en el suelo. Sin embargo, con fines de ilustración, a continuación, el primer extremo abierto 1010 se denomina extremo abierto de avance 1010, en el que el extremo abierto de avance 1010 significa el extremo inferior de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 que avanza primero hacia el suelo. Además, el segundo extremo abierto 1012 se denomina en lo sucesivo extremo abierto posterior 1012, en el que el extremo abierto posterior 1012 significa el extremo superior de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 que está acoplado al equipo de conducción, tal como un mandril.

La carcasa extensible de extremo abierto 1000 puede tener cualquier longitud y cualquier ancho o diámetro. Sin limitación, la longitud de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 puede ser de aproximadamente 3,05 m (5 pies) a aproximadamente 6,1 m (20 pies) en un ejemplo, o puede ser de aproximadamente 3,05 m (10 pies) en otro ejemplo. Sin limitación, el ancho o diámetro de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 puede ser de aproximadamente 61 cm (24 pulgadas) a aproximadamente 46 cm (18 pulgadas) en un ejemplo, o puede ser de aproximadamente 51,8 cm (20,4 pulgadas) en otro ejemplo. En un ejemplo, la carcasa extensible de extremo abierto 1000 puede formarse de plástico, tal como plástico de polietileno de alta densidad (HDPE). En otro ejemplo, la carcasa extensible de extremo abierto 1000 puede formarse de metal, tal como acero o aluminio.

La carcasa extensible de extremo abierto 1000 no está limitada a una forma tubular recta. Por ejemplo, las figuras 11A, 11B y 11C ilustran varias vistas de un ejemplo de una carcasa extensible de extremo abierto 100 que tiene una sección transversal en forma de hexágono y una punta cónica;

concretamente, el extremo abierto de avance 1010 se estrecha. Concretamente, las figuras 11A y 11B muestran vistas en perspectiva de la porción de extremo abierto de avance 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 100, que es hexagonal e incluye una conicidad 1020. La figura 5 11C muestra una vista en sección transversal de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 tomada a lo largo de la línea B-B para la figura 11B. En un ejemplo, el ancho o diámetro de la carcasa extensible de extremo abierto 100 se estrecha desde aproximadamente 51,8 cm (20,4 pulgadas) a aproximadamente 46 cm (18,1 pulgadas).

10 Las figuras 12A y 12B muestran un ejemplo de un proceso de instalación de una carcasa extensible de extremo abierto 1000 en el suelo (por ejemplo, el suelo 1205). En este ejemplo, un mandril de tubo cerrado 1210 que tiene un collar de resalte 1215 se usa para conducir la carcasa extensible de extremo abierto 1000 en el suelo 1205. El mandril de tubo cerrado 1210 se inserta en la 15 carcasa extensible de extremo abierto 1000 hasta que el collar de resalte 1215 contacta con el extremo abierto posterior 1012 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000. De esta forma, la fuerza de conducción se transfiere desde el mandril de tubo cerrado 1210 a la carcasa extensible de extremo abierto 1000. En las figuras 12A y 12B, el extremo de avance del mandril de 20 tubo cerrado 1210 se extiende más allá del extremo abierto 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000. En un ejemplo, el extremo del mandril de tubo cerrado 1210 se extiende aproximadamente 1,5 m (5 pies) más allá del extremo abierto de avance 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000.

25 Sin embargo, la posición del collar de resalte 1215 puede ser ajustable a

lo largo de la longitud del mandril de tubo cerrado 1210. A saber, el collar de resalte 1215 puede ser ajustable de manera que se pueda lograr un intervalo de profundidades y posiciones relativas de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 y el mandril de tubo cerrado 1210 sin la necesidad de cambiar mandriles. Por ejemplo, la figura 13 muestra la posición del collar de resalte 1215 ajustado de manera que el extremo de avance del mandril de tubo cerrado 1210 se alinea sustancialmente con el extremo abierto de avance 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000.

La figura 14 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un método 1400 de uso de una carcasa extensible de extremo abierto 1000 para formar un pilar de soporte. El método 1400 puede incluir, pero no se limita a, las siguientes etapas.

En una etapa 1410, la carcasa extensible de extremo abierto 1000 es arrastrada en el suelo usando un mandril. Por ejemplo, y haciendo referencia de nuevo a las figuras 12A y 12B, la carcasa extensible de extremo abierto 1000 es conducida en el suelo 1205 usando el mandril de tubo cerrado 1210.

En una etapa 1415, el mandril (por ejemplo, el mandril de tubo cerrado 1210) se retira de la carcasa extensible de extremo abierto 1000, dejando la carcasa extensible de extremo abierto 1000 en el suelo. Por ejemplo, la figura 15A muestra una carcasa extensible de extremo abierto 1000 en el suelo 1205 después de que se retira el mandril de tubo cerrado 1210, creando una cavidad de carcasa 1220. Es decir, la cavidad de carcasa 1220 es una porción de suelo 1205 que está vacía de material.

En una etapa 1420, la cavidad de carcasa 1220 se rellena con arena, conglomerado, lechada de cemento y/o cualquier otro material. Por ejemplo, la

figura 15B muestra la cavidad de carcasa 1220 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 rellena con un volumen de material 1225.

En una etapa 1425, el mandril (por ejemplo, el mandril de tubo cerrado 1210) se reinserta en la carcasa extensible de extremo abierto 1000. Entonces, 5 el material 1225 se empaqueta por debajo del extremo abierto de avance 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000. Por ejemplo, la figura 15B muestra un "bulbo" de material 1225 formado en el suelo 1205 por debajo del extremo abierto 1010 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000.

En la etapa 1430, el mandril (por ejemplo, el mandril de tubo cerrado 1210) se retira de la carcasa extensible de extremo abierto 1000, de nuevo 10 como se muestra en la figura 15A.

En la etapa 1435, la porción restante de la cavidad de carcasa 1220 se rellena con material 1225 (por ejemplo, arena, conglomerado, lechada de cemento y/o cualquier otro material).

15 En una etapa 1440, el mandril (por ejemplo, el mandril de tubo cerrado 1210) se reinserta en la carcasa extensible de extremo abierto 1000. Entonces, el material 1225 se empaqueta en la cavidad de carcasa 1220 de la carcasa extensible de extremo abierto 1000.

En la etapa 1445, el mandril (por ejemplo, el mandril de tubo cerrado 20 1210) se retira de la carcasa extensible de extremo abierto 1000, de nuevo como se muestra en la figura 15A.

En una etapa de decisión 1450, se determina si la construcción del pilar de soporte está completa. Si la construcción del pilar de soporte está completa, entonces el método 1400 finaliza. Sin embargo, si la construcción del pilar de 25 soporte no está completa, entonces el método 1400 vuelve a 1435.

Una ventaja del uso de la carcasa extensible de extremo abierto 1000 y el método 1400 es que proporciona una rigidez aumentada para la capa de soporte de la carcasa y una mayor longitud total del sistema de carcasa extensible en la zona superior (capa extensible de extremo abierto 1000 más la

5 profundidad del "bulbo").

Ejemplo V

Como ejemplo, los pilares de soporte se construyeron usando carcasas extensibles de acuerdo con realizaciones de la presente invención en un sitio de prueba en Iowa. Se realizaron pruebas de carga en los pilares utilizando un

10 proceso convencional. Las carcasas extensibles usadas en las pruebas y los métodos de su uso consistían esencialmente en el descrito anteriormente y que se muestran en las figuras 10A a 15B. En esta prueba, se instalaron carcasas extensibles formadas de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) en un sitio de prueba caracterizado por tierra de arcilla blanda. Esta prueba se diseñó

15 para comparar las características de carga frente a la deflexión de una carcasa extensible de acuerdo con la presente invención con pilares de conglomerado contruidos con un tubo cónico conducido. Se construyeron dos pilares de conglomerado de comparación a una profundidad de 12 pies (3,65 metros) debajo de la superficie del suelo.

20 En esta prueba, la carcasa extensible se formó mediante un proceso de rotomoldeo. Las carcasas definieron una forma cónica con una sección transversal hexagonal (por ejemplo, como se muestra en las figuras 11A, 11B, 11C) y que se estrecha hacia abajo desde un diámetro exterior de 518 mm (20,4 pulgadas) en la parte superior de la carcasa hasta diámetro de 460 mm

25 (18,1 pulgadas) en la parte inferior de la carcasa. En esta realización de la

invención, la carcasa extensible tiene una longitud total de 3,05 m (10 pies), y los extremos superior e inferior de la carcasa están abiertos de manera que el mandril cónico extraíble comúnmente utilizado para construir los pilares de conglomerado podría atravesar completamente la carcasa extensible.

5 El mandril extraíble utilizado en esta prueba se fijó a un martillo de alta frecuencia, que a menudo está asociado con la conducción de pilas laminares. El martillo es capaz de proporcionar tanto fuerza descendente como energía vibratoria para conducir la carcasa hacia el suelo y para compactar el material de construcción conglomerado en la carcasa. El pilar de carcasa extensible de
10 "fondo abierto" y el pilar de conglomerado se construyeron con un mandril similar y un martillo de alta frecuencia.

En este ejemplo, se formó un orificio de perforación previa de 61 cm (24 pulgadas) de diámetro y 61 cm (24 pulgadas) de profundidad en la superficie del suelo antes de conducir la carcasa extensible. El propósito de la perforación
15 previa es facilitar la colocación de una capa de hormigón para la prueba de carga. La carcasa extensible y el mandril cónico se condujeron en el suelo, de forma que la punta del mandril cónico quedara a una profundidad de aproximadamente 5,2 m (17 pies) por debajo de la superficie del suelo, la parte inferior de la carcasa extensible estaba a una profundidad de aproximadamente
20 3,65 m (12 pies) por debajo de la superficie del suelo, y la parte superior de la carcasa estaba a una profundidad de unos 61 cm (24 pulgadas) debajo de la superficie del suelo.

El mandril cónico utilizado en este ejemplo es hueco, de tal manera que el mandril puede llenarse con conglomerado y dejarse fluir por el fondo del
25 mandril. Se construye un pilar de conglomerado con este mandril elevando y

bajando las distancias predeterminadas del mandril para construir el pilar de conglomerado. En este ejemplo, se construyó un pilar de conglomerado debajo y dentro de la carcasa extensible usando un proceso similar.

Los pilares de carcasa extensible de fondo abierto se probaron con carga
5 utilizando un gato hidráulico que empuja contra un bastidor de prueba. La figura 16 es un gráfico que muestra los resultados de la prueba de carga en comparación con pilares de conglomerado construidos usando una realización como se muestra en las figuras 10A, 10B y/o las figuras 11A, 11B, 11C. Como se muestra en la figura 16, en una parte superior de la desviación del pilar de
10 una pulgada (2,54 cm), los pilares construidos sin carcasas soportaron una carga de 67 kN a 89 kN (15.000 libras a 20.000 libras). Los pilares construidos en esta realización de la invención soportaron una carga de 188 kN (42.300 libras) en una parte superior de la deflexión del pilar de una pulgada (2,54 cm). La capacidad de soporte de carga de los pilares construidos de acuerdo con la
15 presente invención proporcionó una mejora de 2,1 a 2,8 veces en comparación con los pilares de conglomerado construidos sin carcasas extensibles.

La descripción detallada anterior de las realizaciones se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran realizaciones específicas de la invención. Otras realizaciones que tienen diferentes estructuras y operaciones no se apartan del
20 alcance de la invención. El término "la invención" o similar se usa con referencia a ciertos ejemplos específicos de los muchos aspectos alternativos o realizaciones de la invención del solicitante expuestos en esta memoria descriptiva, y ni su uso ni su ausencia están destinados a limitar el alcance de la invención del solicitante o el alcance de las reivindicaciones.
25 Además, aunque el término "etapa" puede usarse en este documento para

connotar diferentes aspectos de los métodos empleados, el término no debe interpretarse como que implica ningún orden particular entre varias etapas divulgadas en el presente documento, a menos y excepto cuando el orden de las etapas individuales se describa explícitamente. Esta memoria descriptiva se divide en secciones para la conveniencia del lector solamente. Los encabezados no deben interpretarse como limitativos del alcance de la invención. Se entenderá que numerosos detalles de la invención se pueden cambiar sin apartarse del alcance de la invención.

Además, la descripción anterior es solo con fines ilustrativos, y no con fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Una carcasa extensible para construir un pilar de soporte en el suelo, definiendo la carcasa extensible un interior para contener material de construcción granular y definiendo un primer extremo que tiene una primera
5 abertura para recibir el material de construcción granular en el interior y un segundo extremo que tiene una segunda abertura, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande lateralmente hacia fuera cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa.
10
2. La carcasa extensible de la reivindicación 1, en la que la carcasa está configurada para estrecharse hacia abajo desde el primer extremo hasta un segundo extremo opuesto de la carcasa.
- 15 3. La carcasa extensible de la reivindicación 2, en la que una sección transversal de la carcasa forma una de una forma sustancialmente hexagonal y una forma sustancialmente octogonal a lo largo de una longitud de la carcasa que se extiende entre el primer y segundo extremos.
- 20 4. La carcasa extensible de la reivindicación 2, en la que una sección transversal del primer extremo tiene un tamaño mayor que una sección transversal del segundo extremo.
5. La carcasa extensible de la reivindicación 1, en la que la carcasa está
25 compuesta de plástico.

6. La carcasa extensible de la reivindicación 1, en la que la carcasa define una pluralidad de aberturas que se extienden entre un interior de la carcasa y un exterior de la carcasa.
- 5 7. La carcasa extensible de la reivindicación 1, en la que la carcasa es de forma sustancialmente cilíndrica.
8. La carcasa extensible de la reivindicación 1, en la que la carcasa tiene una forma sustancialmente cónica.
- 10 9. Un método para construir un pilar de soporte en el suelo, comprendiendo el método:
- 15 (a) posicionar una carcasa extensible en el suelo, definiendo la carcasa un interior para contener material de construcción granular y definiendo una primera abertura en un primer extremo para recibir el material de construcción granular en el interior y definiendo una segunda abertura en un segundo extremo, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa;
- 20 (b) llenar al menos una porción del interior de la carcasa con el material de construcción granular; y
- (c) compactar el material de construcción granular en el interior de la carcasa para formar un pilar de soporte.
- 25 10. El método de la reivindicación 9, en el que la carcasa está configurada

para estrecharse hacia abajo desde el primer extremo hasta un segundo extremo opuesto de la carcasa.

11. El método de la reivindicación 10, en el que una sección transversal de la carcasa forma una de una forma sustancialmente hexagonal y una forma sustancialmente octogonal a lo largo de una longitud de la carcasa que se extiende entre el primer y segundo extremos.

12. El método de la reivindicación 10, en el que una sección transversal del primer extremo tiene un tamaño mayor que una sección transversal del segundo extremo.

13. El método de la reivindicación 9, en el que la carcasa está compuesta de plástico.

14. El método de la reivindicación 9, en el que la carcasa define una pluralidad de aberturas que se extienden entre un interior de la carcasa y un exterior de la carcasa.

15. El método de la reivindicación 14, que comprende además aplicar presión de vacío a través de la carcasa.

16. El método la reivindicación 9, en el que la carcasa es de forma sustancialmente cilíndrica.

17. El método de la reivindicación 9, en el que la carcasa tiene una forma sustancialmente cónica.

18. El método de la reivindicación 9, en el que el posicionamiento en la etapa (a) comprende adicionalmente llenar parcialmente la carcasa con el material de construcción granular y conducir la carcasa en el suelo después de llenar parcialmente la carcasa.

19. El método de la reivindicación 18, en el que conducir la carcasa extensible comprende aplicar una fuerza a un mandril para conducir la carcasa hacia el suelo.

20. El método de la reivindicación 9, en el que el posicionamiento en la etapa (a) comprende además formar primero una cavidad en el suelo y posteriormente conducir la carcasa extensible hacia la cavidad.

21. El método de la reivindicación 20, en el que la cavidad se llena al menos parcialmente con material de construcción granular después de la formación y antes de la conducción de la carcasa extensible en la cavidad.

20

22. El método de la reivindicación 9, en el que la compactación en la etapa (c) se realiza con un mandril primario.

23. El método de la reivindicación 22, que comprende además una etapa de compactación adicional realizada con un segundo mandril que tiene un área de

25

sección transversal más grande que el mandril primario.

24. Un método para construir un pilar de soporte en el suelo, comprendiendo el método:

- 5 (a) formar una cavidad en el suelo;
- (b) rellenar parcialmente la cavidad con un material de construcción conglomerado;
- (c) posicionar una carcasa extensible en la cavidad, teniendo la carcasa un primer extremo con una primera abertura y un segundo extremo con una segunda abertura, definiendo la carcasa un interior para contener material de construcción granular y definiendo una abertura para recibir el material de construcción granular en el interior, en el que la carcasa es flexible de manera que la carcasa se expande cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa;
- 10 (d) llenar al menos una porción del interior de la carcasa con el material de construcción granular; y
- 15 (e) compactar el material de construcción granular en el interior de la carcasa para formar un pilar de soporte.

20

25. La carcasa extensible de la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de ranuras que se extienden entre un interior de la carcasa a un exterior de la carcasa, siendo las ranuras generalmente transversales a una línea central a lo largo de la longitud de la carcasa.

25

26. La carcasa extensible de la reivindicación 25, en la que las ranuras son discontinuas alrededor de una circunferencia de la carcasa, manteniendo de ese modo porciones de conectividad de material continuo a lo largo de la longitud de la carcasa.

5

27. La carcasa extensible de la reivindicación 25, en la que las ranuras tienen un ancho en el intervalo de 1/4 de pulgada (6,35 mm) a 3/8 pulgada (9,53 mm).

10 28. La carcasa extensible de la reivindicación 25, en la que las ranuras están separadas a una distancia de 6 pulgadas (152 mm) entre sí.

29. El método de la reivindicación 9, en el que la carcasa comprende además una pluralidad de ranuras que se extienden entre un interior de la carcasa a un exterior de la carcasa, siendo las ranuras generalmente transversales a una línea central a lo largo de la longitud de la carcasa.

15

30. El método de la reivindicación 29, en el que las ranuras son discontinuas alrededor de una circunferencia de la carcasa, manteniendo de ese modo porciones de conectividad de material continuo a lo largo de la longitud de la carcasa.

20

31. El método de la reivindicación 29, en el que las ranuras tienen un ancho en el intervalo de 1/4 de pulgada (6,35 mm) a 3/8 pulgada (9,53 mm).

25

32. El método de la reivindicación 29, en el que las ranuras están separadas a una distancia de 6 pulgadas (152 mm) entre sí.

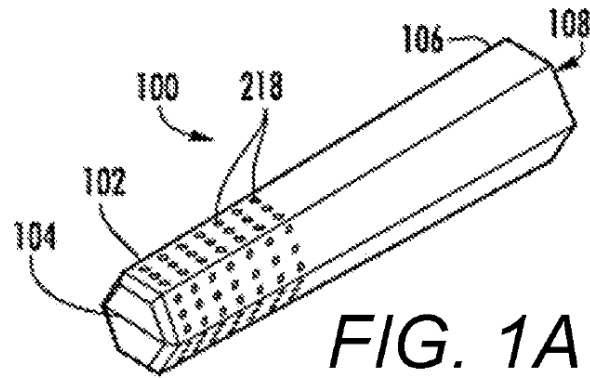
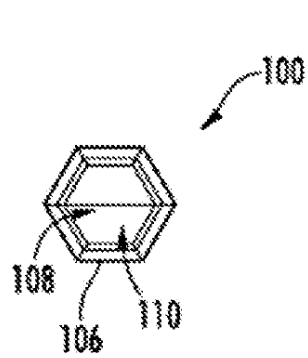
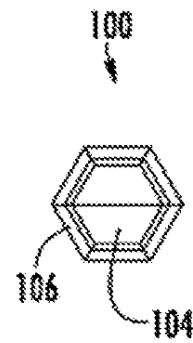
RESUMEN**CARCASAS EXTENSIBLES DE EXTREMO INFERIOR ABIERTO Y
MÉTODOS RELACIONADOS PARA CONSTRUIR UN PILAR DE SOPORTE**

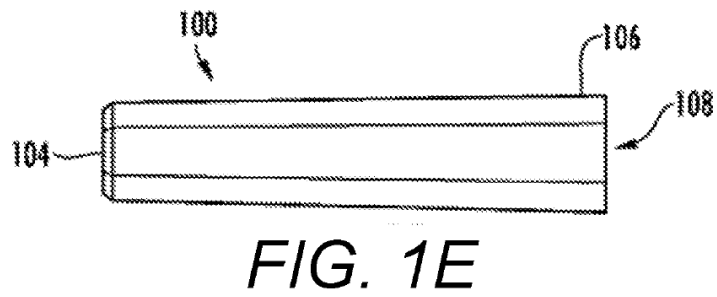
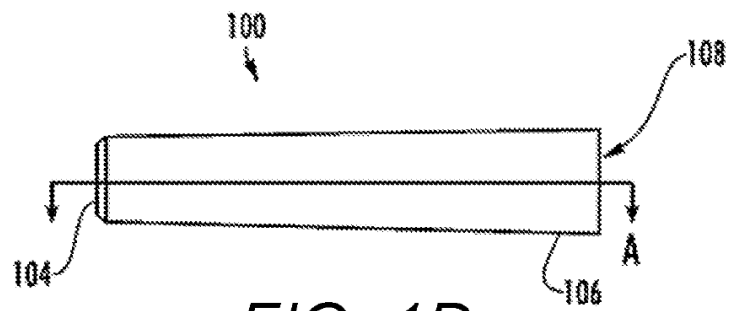
5

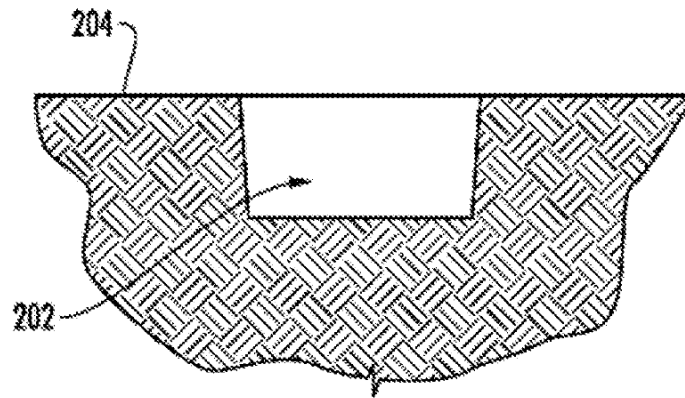
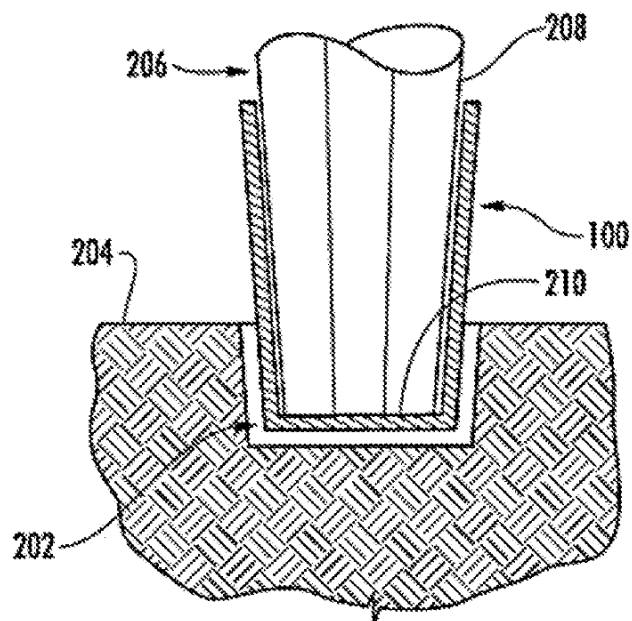
Se divulgan carcassas extensibles y métodos relacionados para construir un pilar de soporte. Una carcasa extensible puede definir un interior para contener material de construcción granular y definir una primera abertura en un primer extremo para recibir el material de construcción granular en el interior y una segunda abertura en un segundo extremo. La carcasa extensible puede ser flexible de manera que la carcasa se expande cuando el material de construcción granular se compacta en el interior de la carcasa. Un método puede incluir colocar la carcasa extensible en el suelo y llenar al menos una porción del interior de la carcasa con el material de construcción granular. El material de construcción granular puede compactarse en el interior de la carcasa extensible para formar un pilar de soporte.

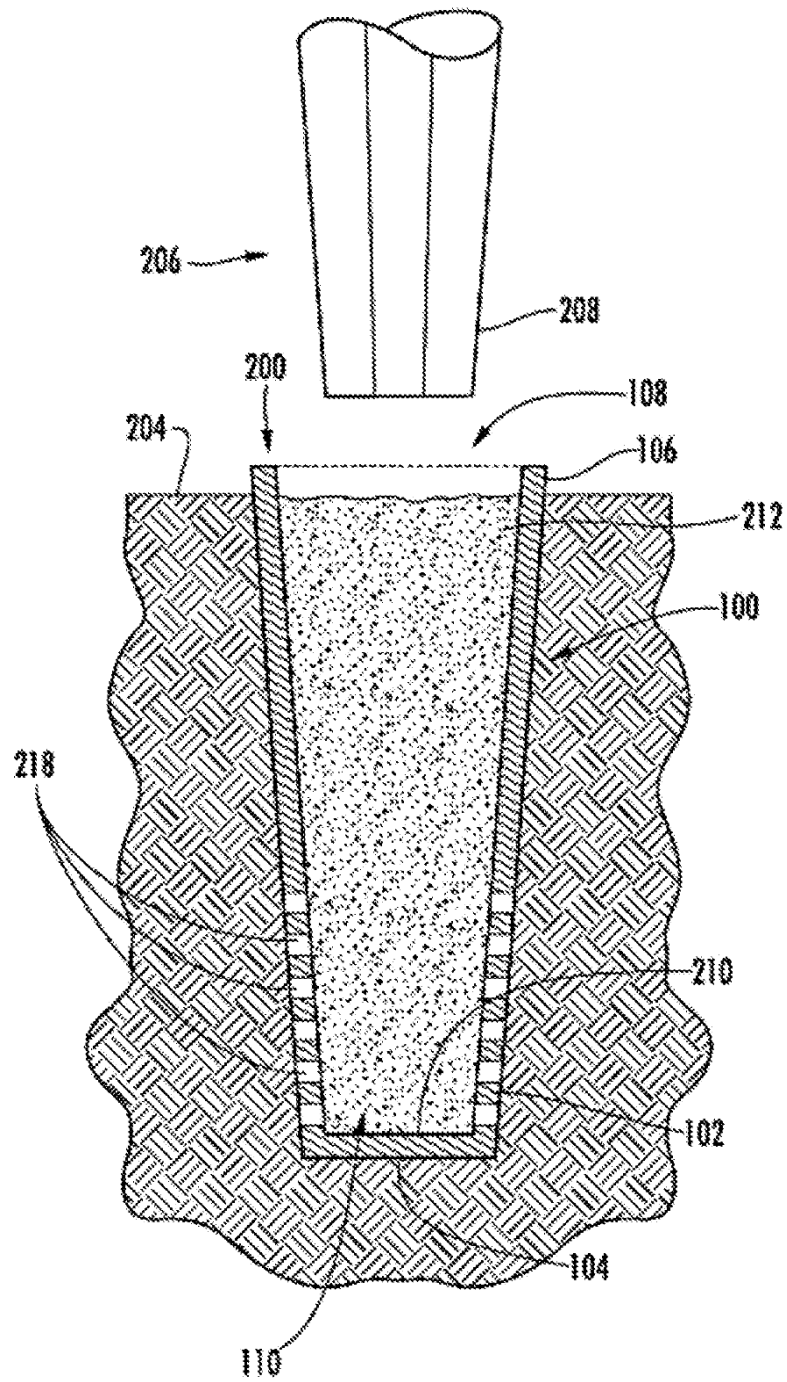
10

15

*FIG. 1A**FIG. 1B**FIG. 1C*



*FIG. 2A**FIG. 2B*

*FIG. 2C*

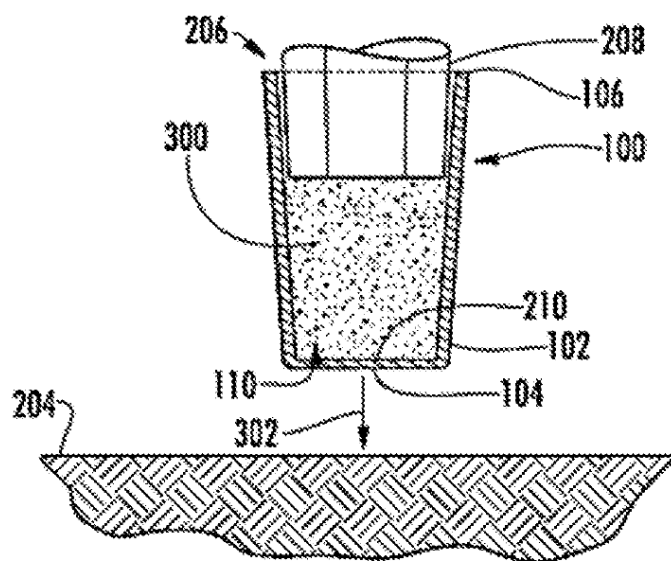
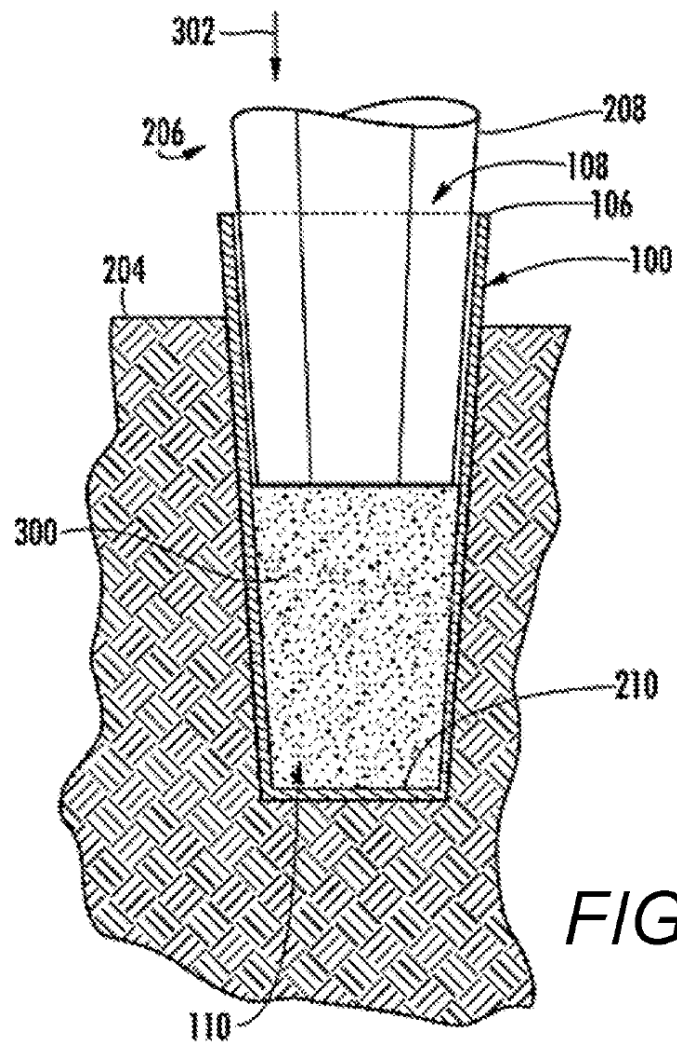


FIG. 3A

*FIG. 3B*

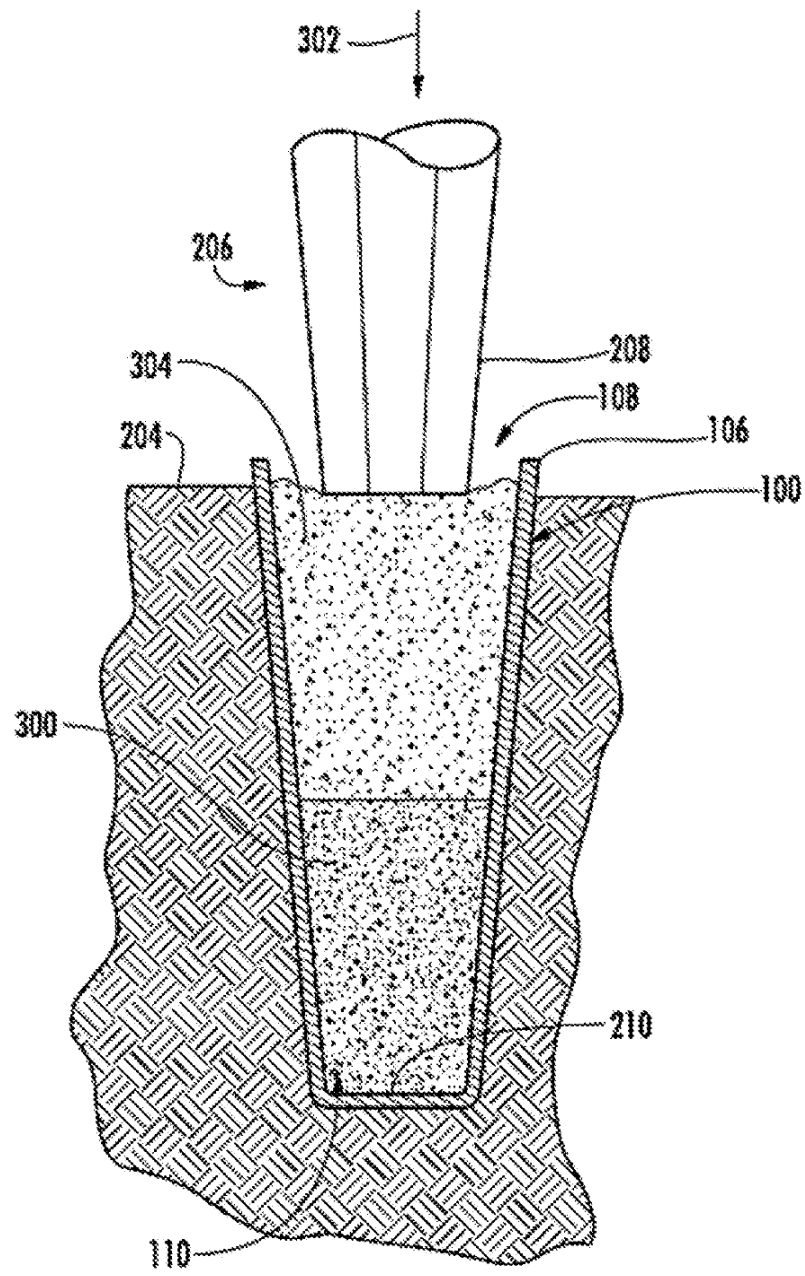


FIG. 3C

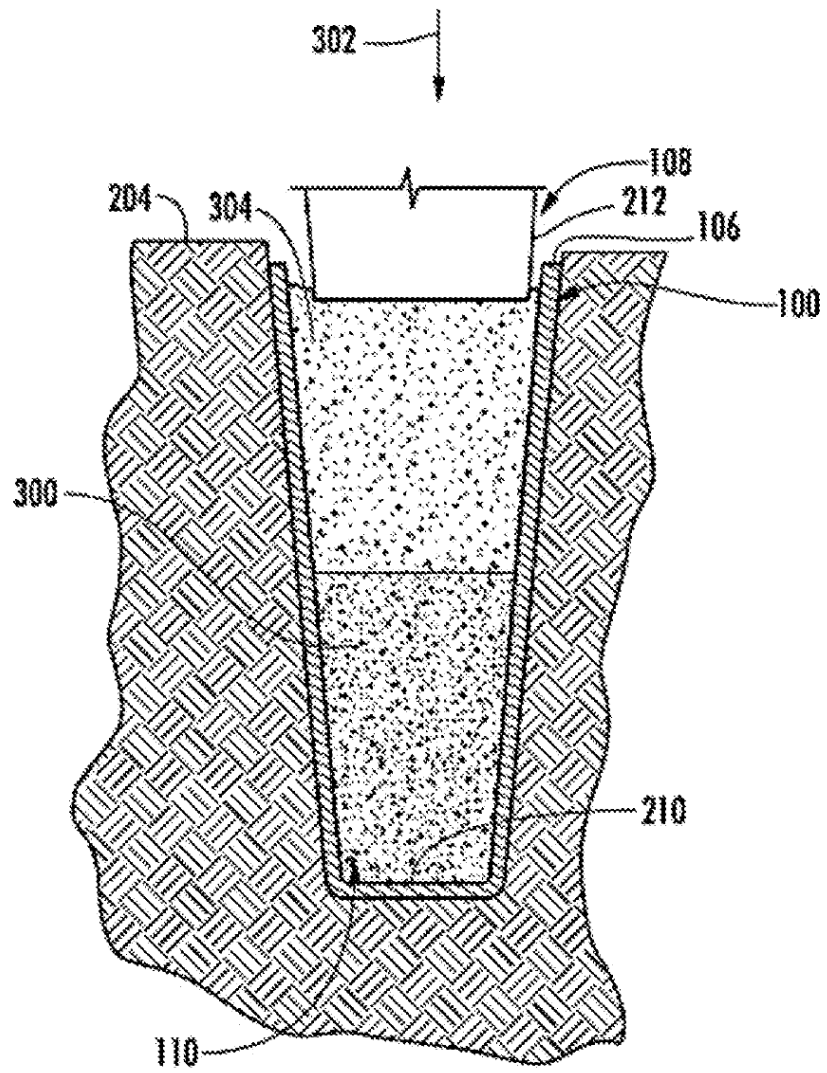


FIG. 3D

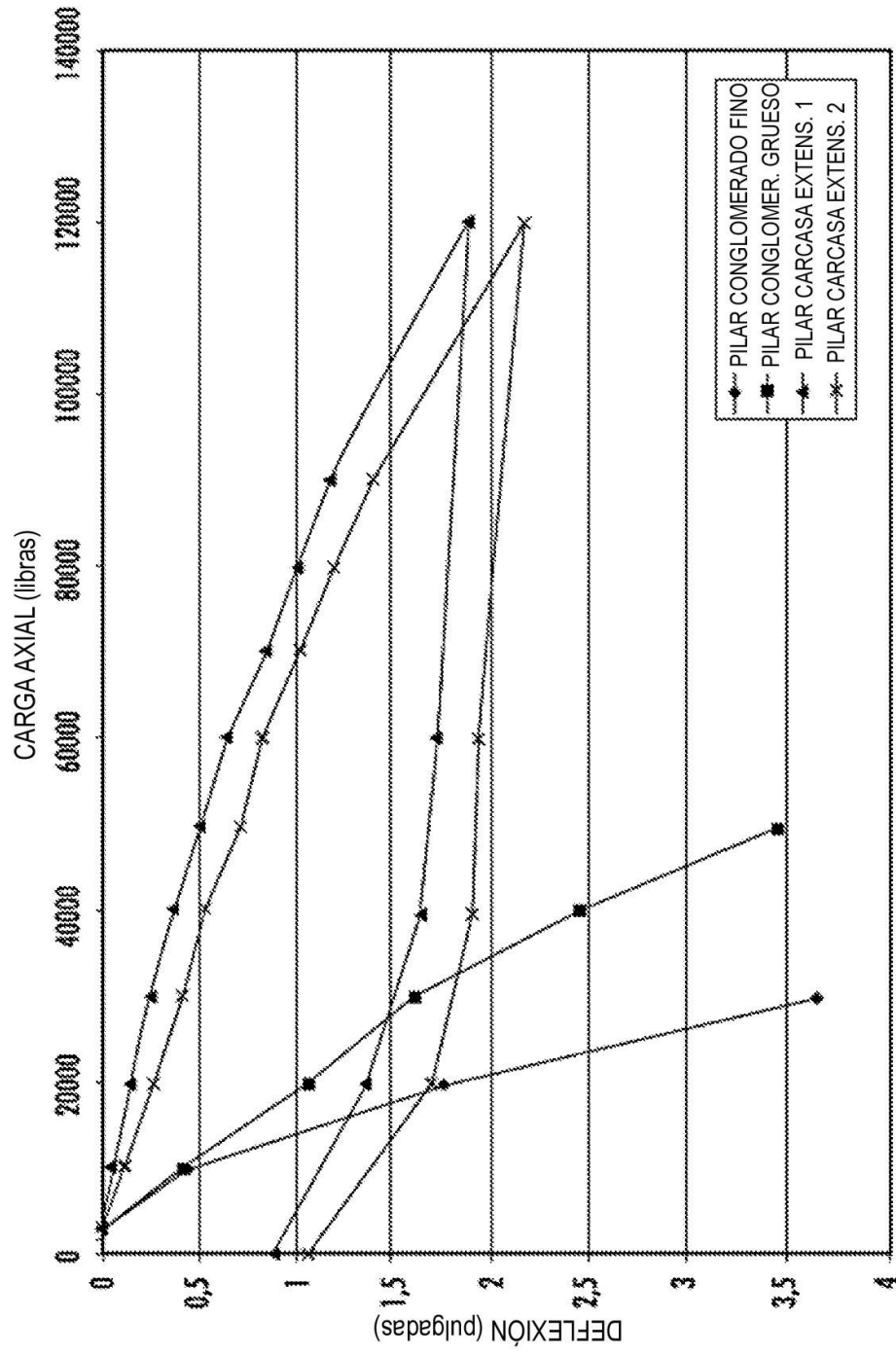


FIG. 4

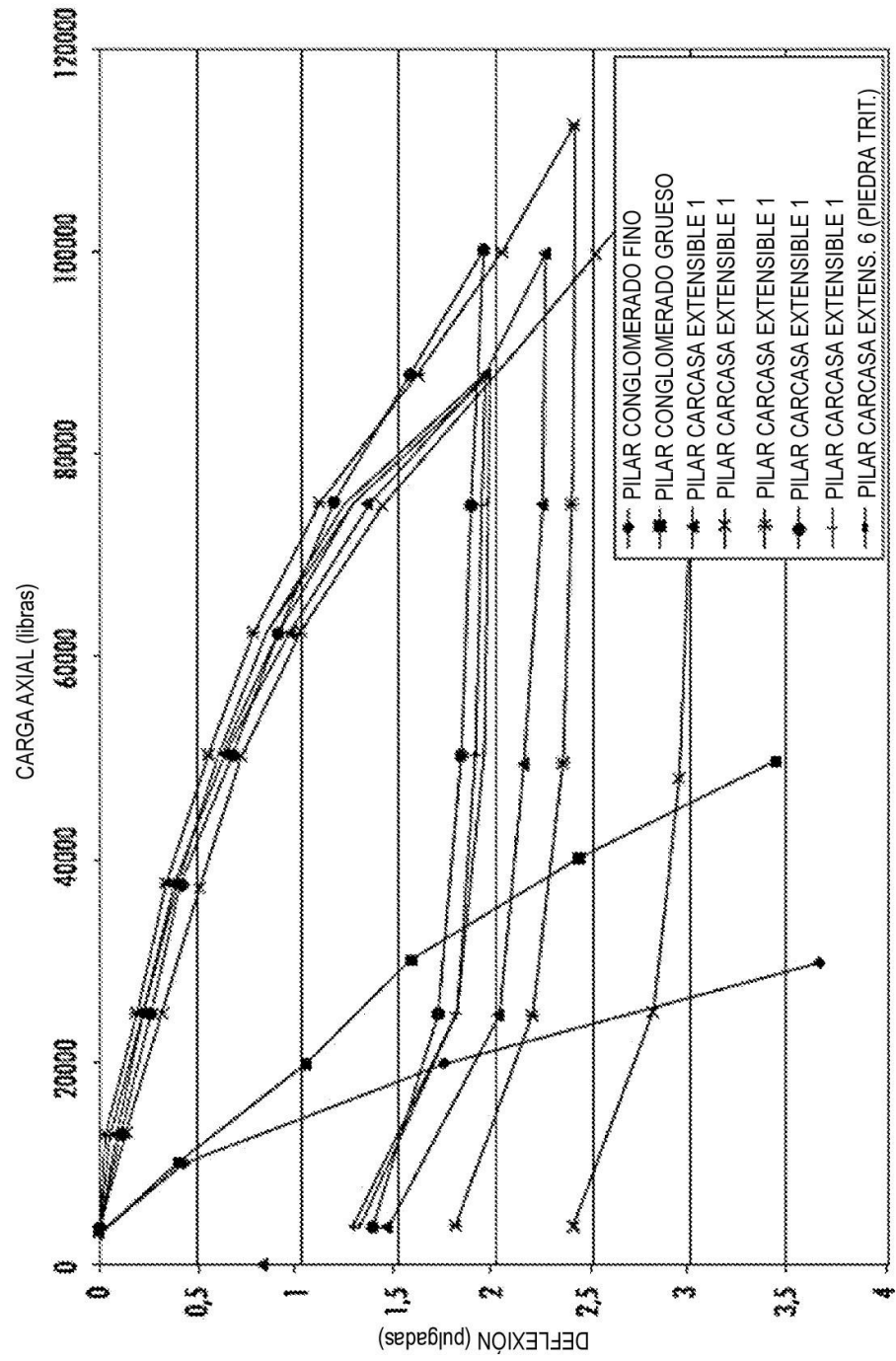


FIG. 5

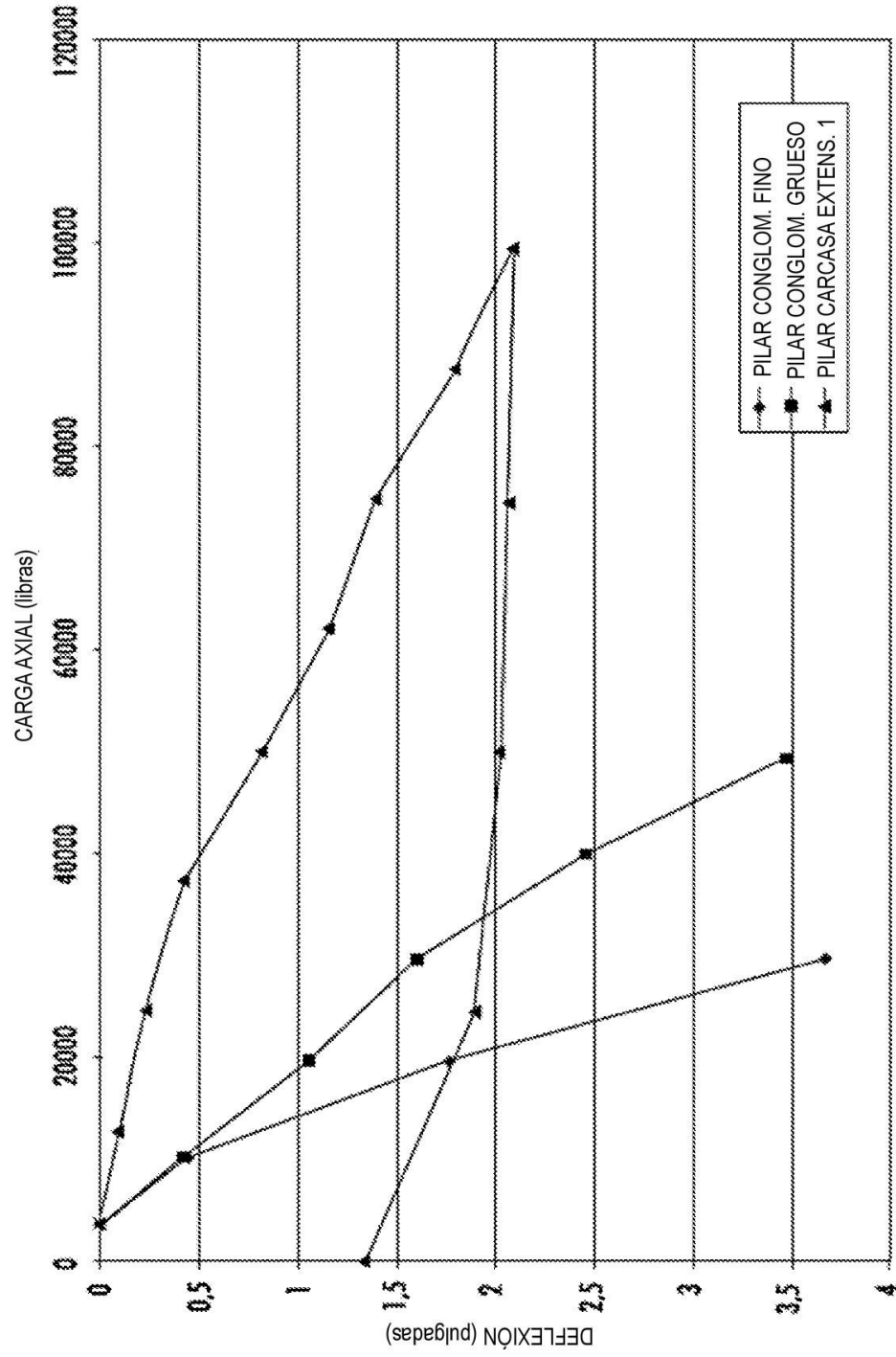


FIG. 6

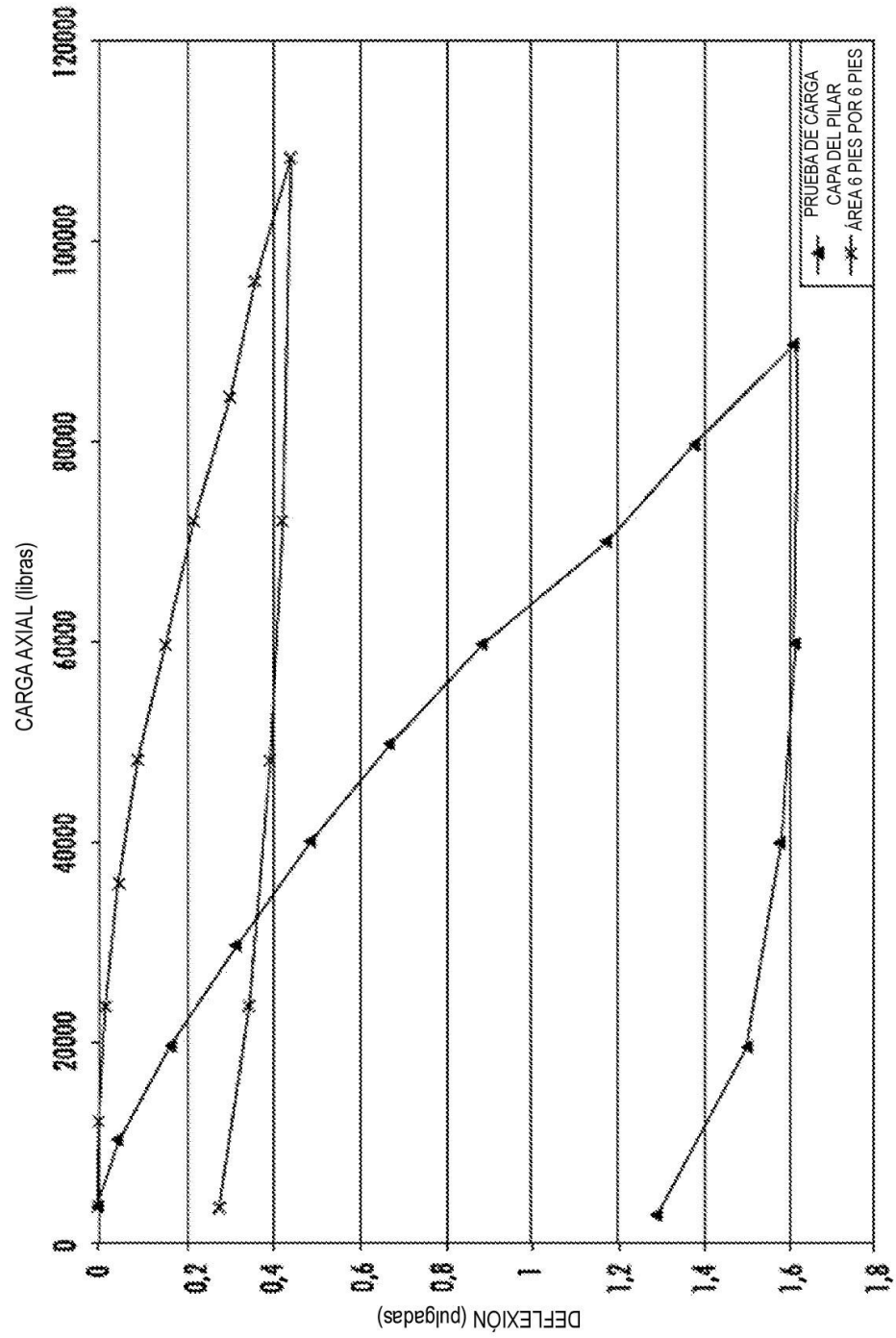
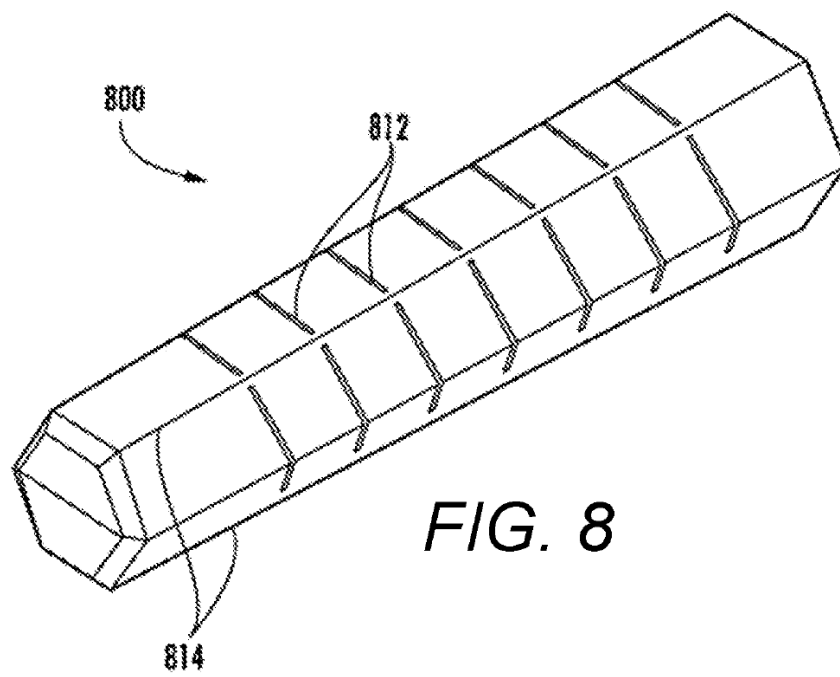


FIG. 7



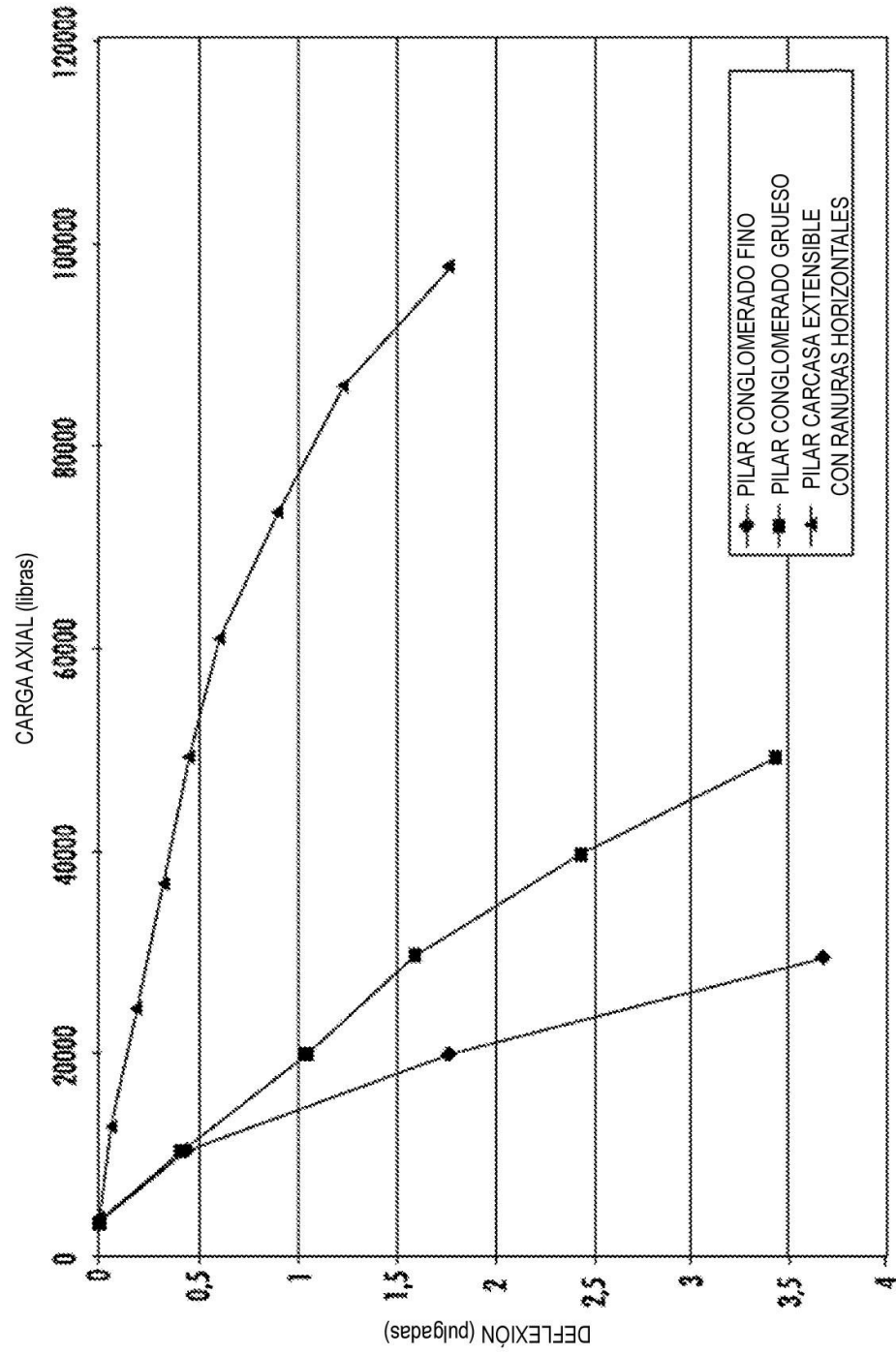
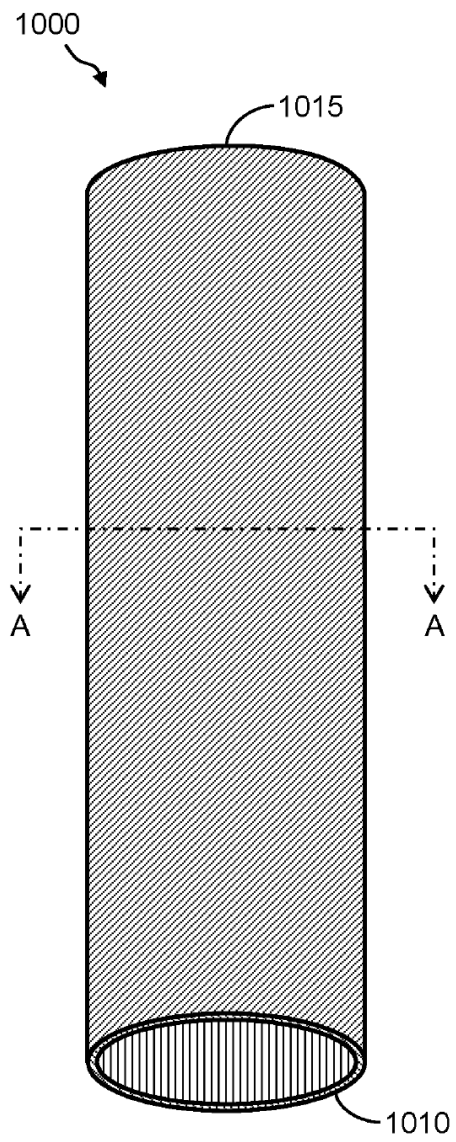
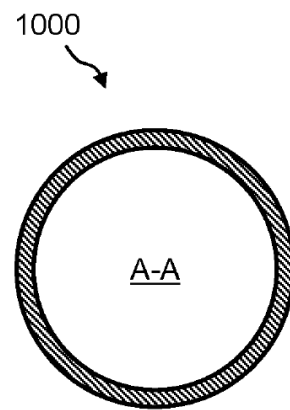
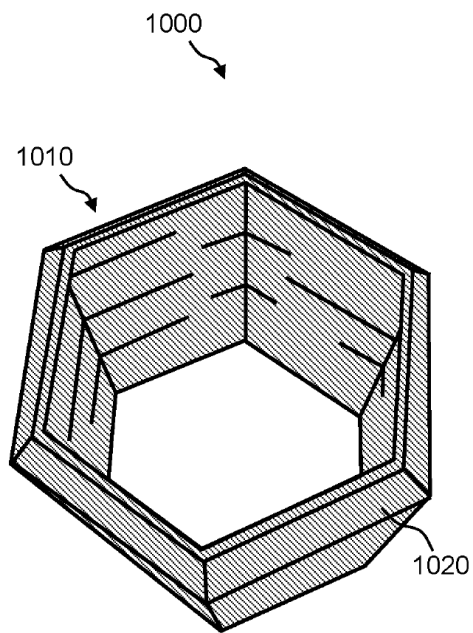
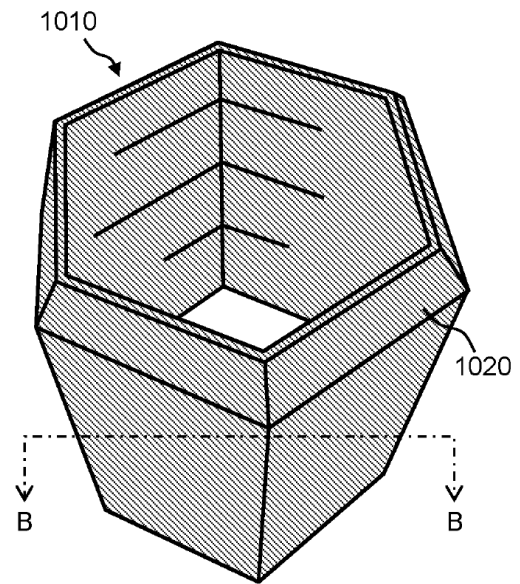
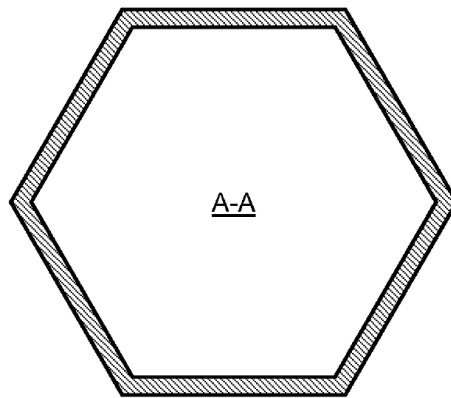
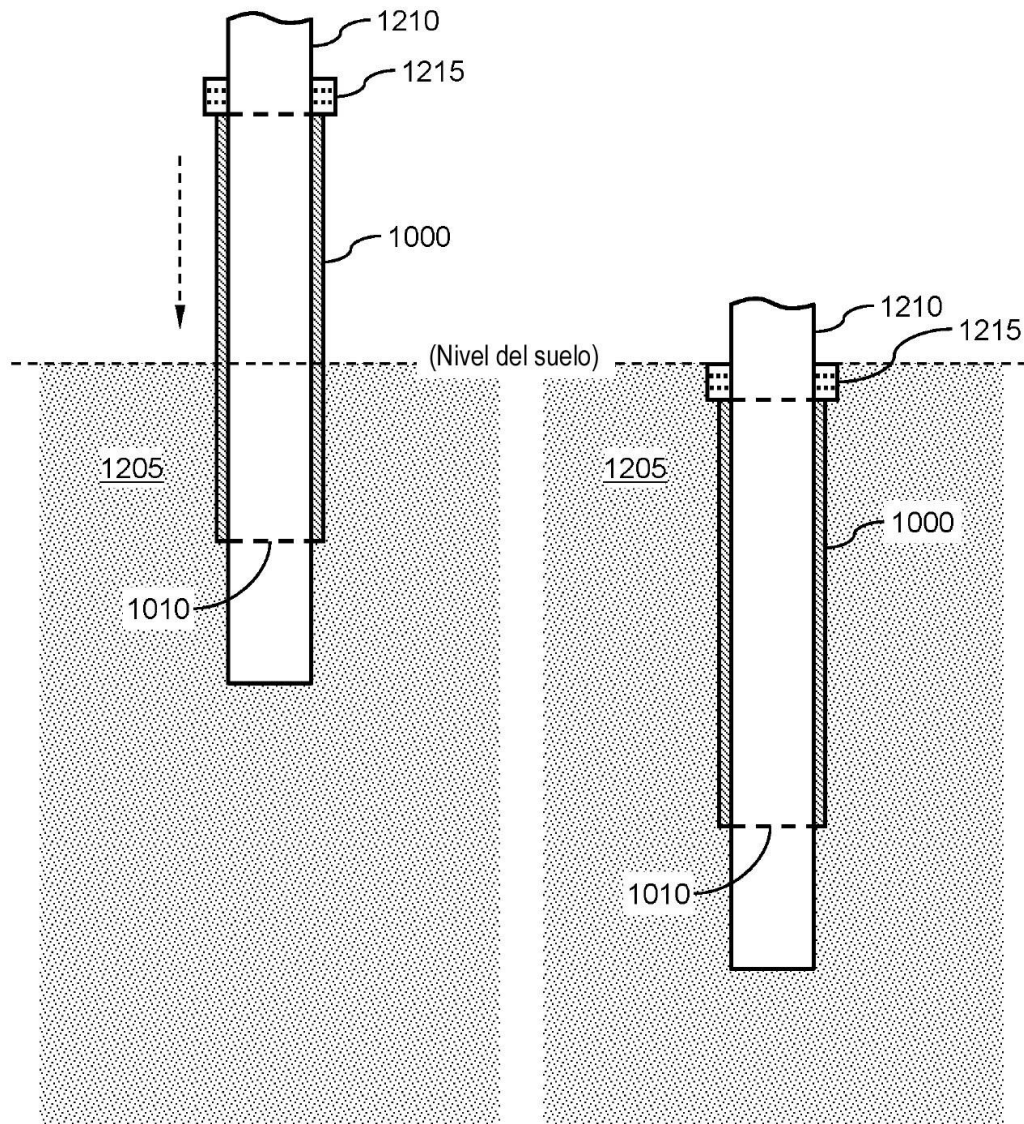
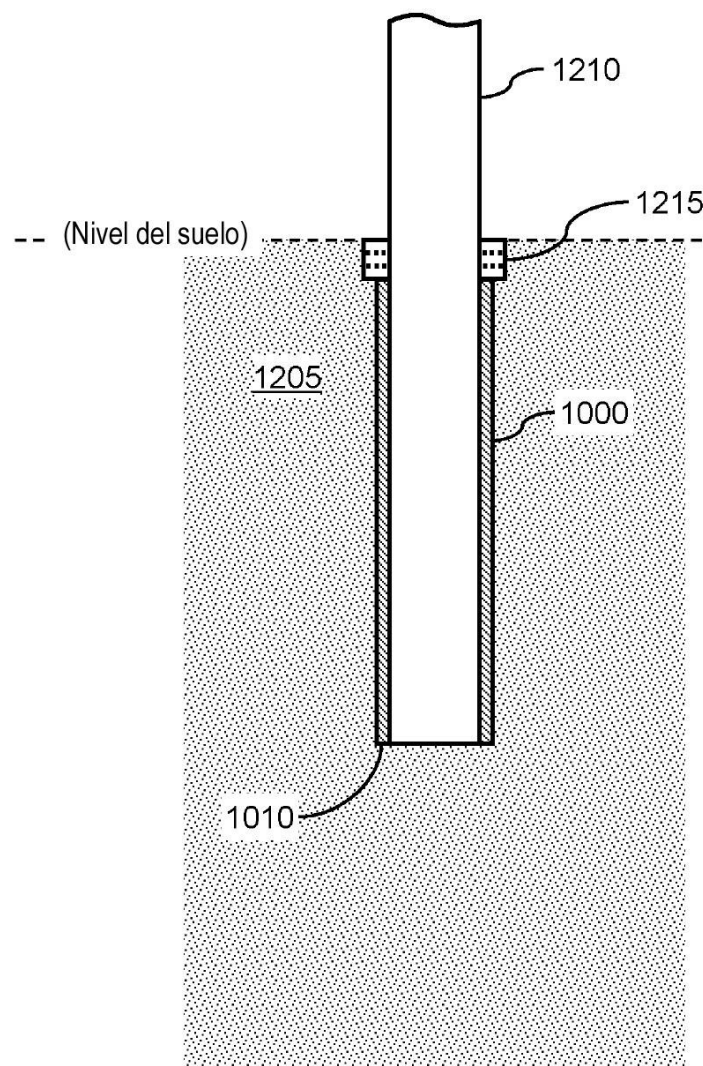


FIG. 9

*FIG. 10A**FIG. 10B*

*FIG. 11A**FIG. 11B**FIG. 11C*

*FIG. 12A**FIG. 12B*

*FIG. 13*

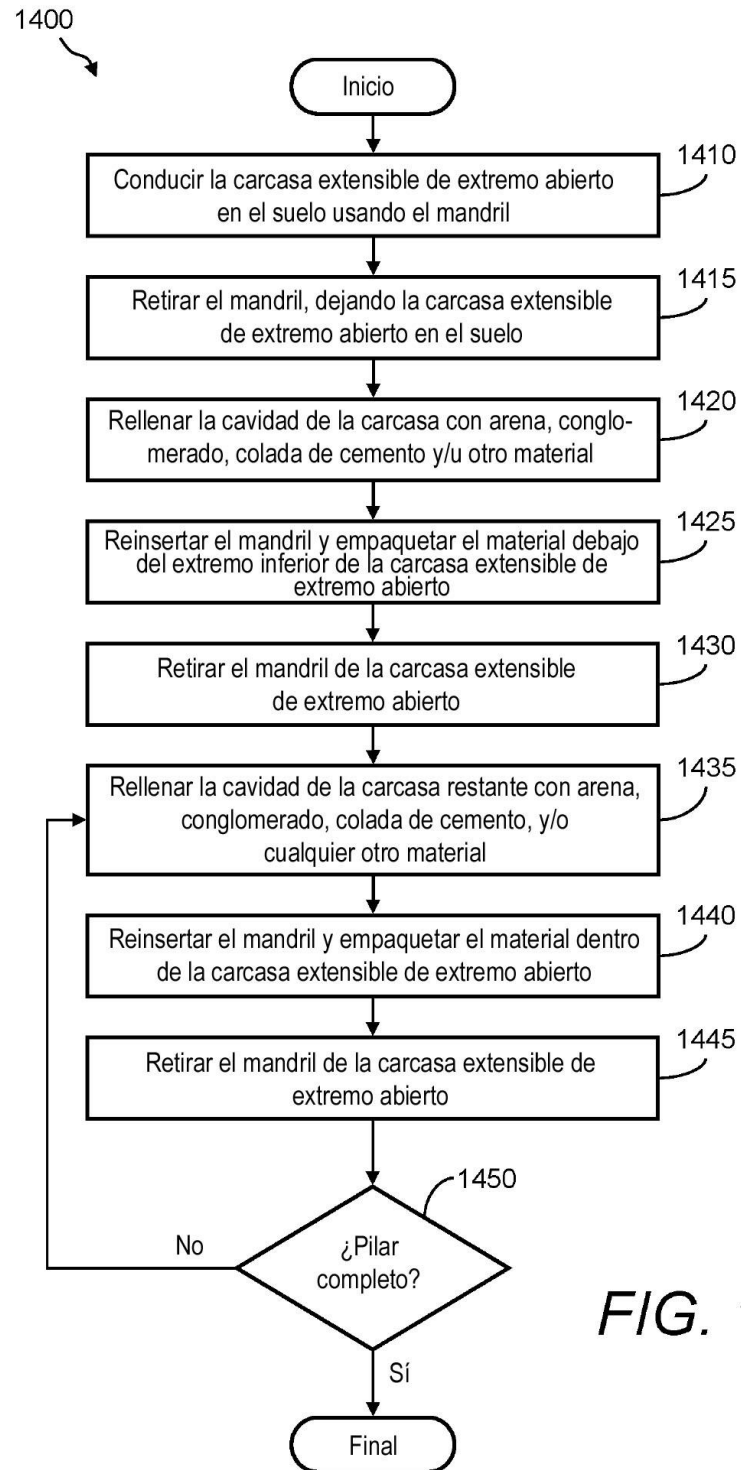
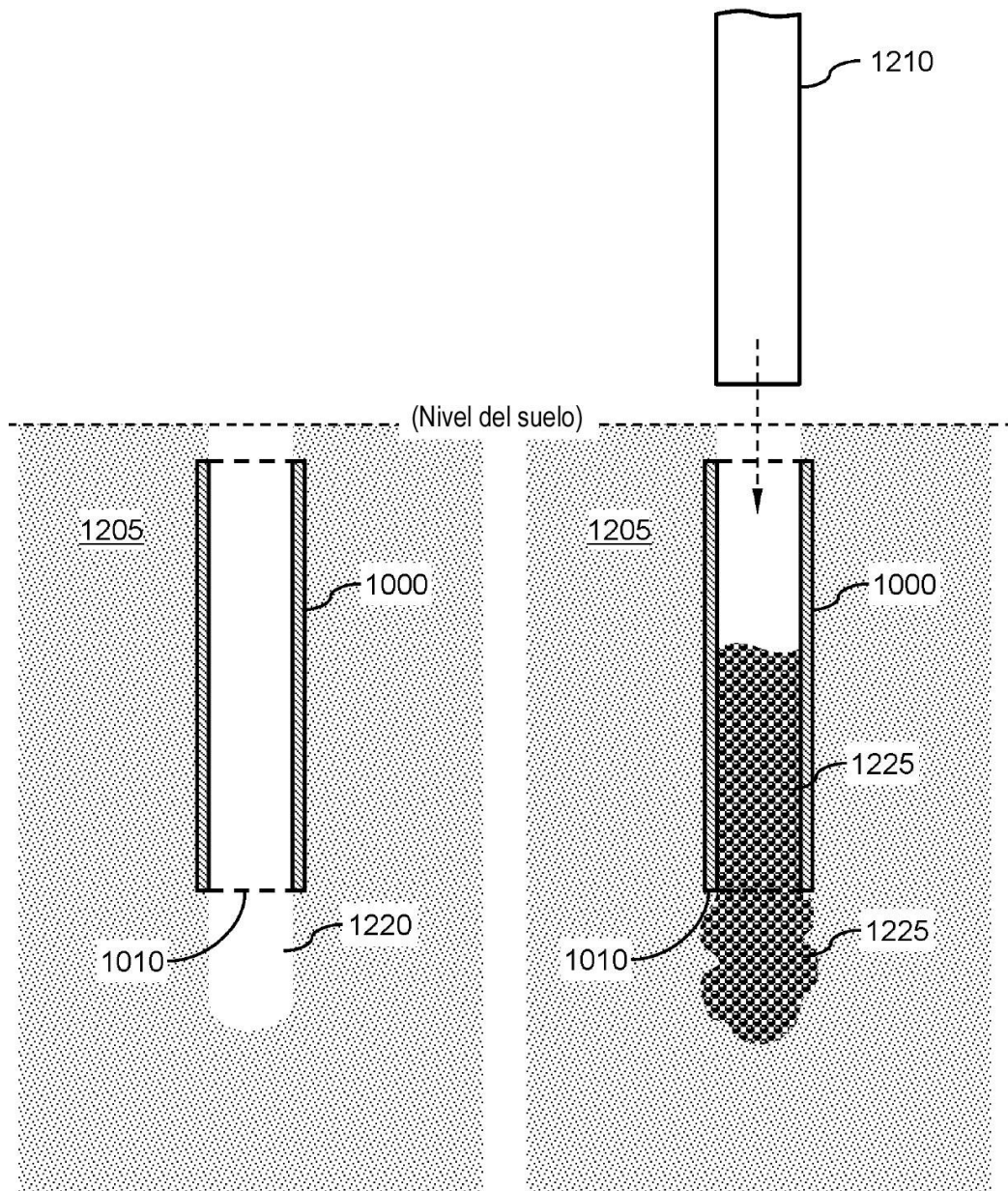


FIG. 14

*FIG. 15A**FIG. 15B*

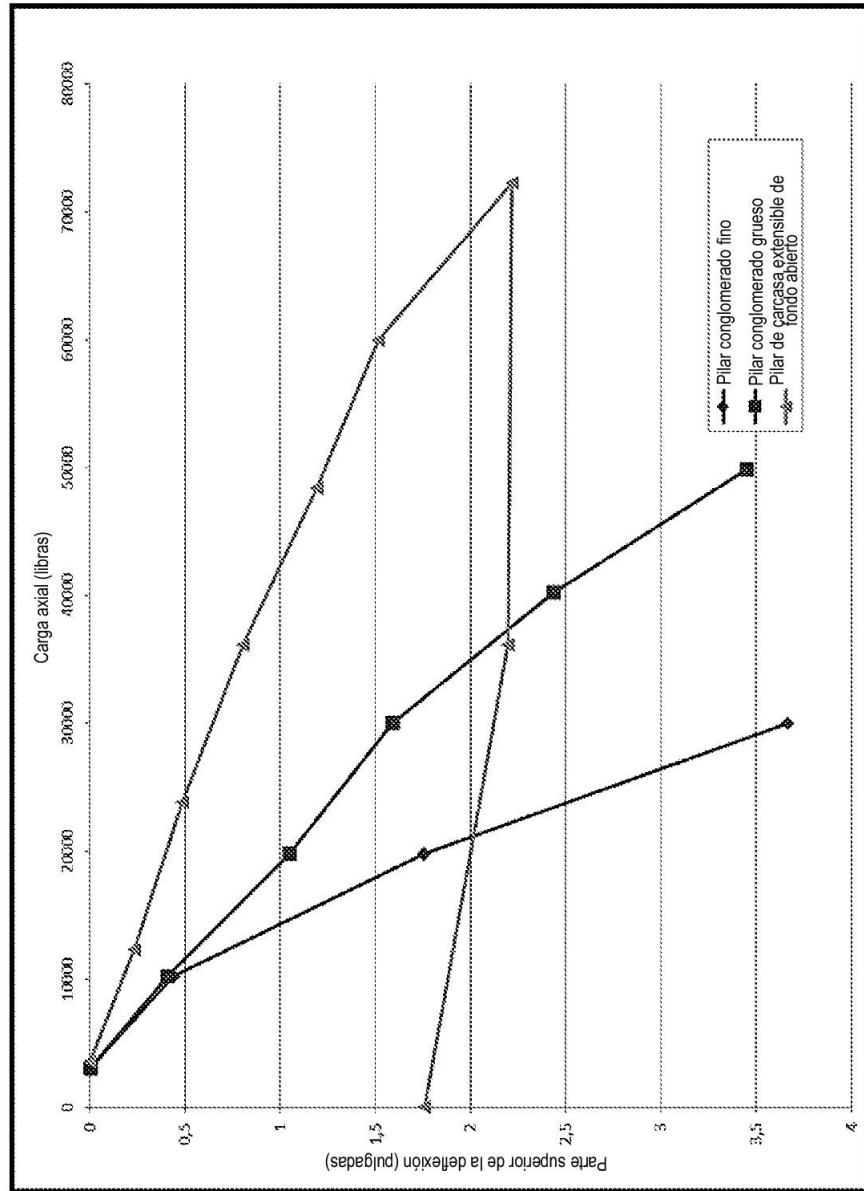


FIG. 16