



No. 16-055812- -00000-0000

Fecha: 2016-03-03 16:34:20
Tra: 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASOR
Eve. 378 FASENACIONALI
Folios: 71



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

JV

Delegatura de Propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

PCT- FASE NACIONAL

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TITULO

**MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN
DE TIERRA Y MATERIALES GRANULARES**

51. CLASIFICACION

INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE : **GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.**

DOMICILIO:

**DAVIDSON, NORTH CAROLINA, ESTADOS UNIDOS
DE AMERICA**

74. APODERADO:

JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS

22. BOGOTÁ, D.C.,



No. 16-055812- -00000-0000

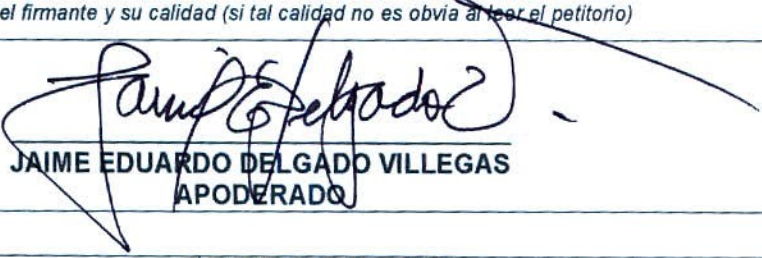
Fecha: 2016-03-03 16:34:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

ón

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/US2014/054374	Fecha 05/09/2014
Publicación Internacional No.		WO2015/035222 A1	Fecha 12/03/2015
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN DE TIERRA Y MATERIALES GRANULARES			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		Suite 280 130 Harbour Place Drive	No. TELÉFONO
CIUDAD		DAVIDSON	CORREO ELECTRÓNICO
DEPARTAMENTO/ESTADO		NORTH CAROLINA 28036	NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN
PAÍS DE RESIDENCIA		ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	US
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD PAIS DE RESIDENCIA
1. WHITE,		David J.	US ESTADOS UNIDOS
2. WISSMANN,		Kord J.	US ESTADOS UNIDOS
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
DEPARTAMENTO/ESTADO		CIUDAD	DIRECCIÓN
IOWA 50036 NORTH CAROLINA 28117		BOONE MOORESVILLE	607 V Avenue 111 Lawrence Tee
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
DELGADO VILLEGAS		JAIME EDUARDO	C.C. 19.270.955 T.P. 43.308 C.S.J.
DIRECCIÓN		Avda. Carrera 24 No. 37 - 31 Of. 202	No. TELÉFONO 2444096
CIUDAD		BOGOTA D.C.,	CORREO ELECTRÓNICO mde@mde.com
PAÍS		COLOMBIA	No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL
10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO (32) FECHA (AAAA/MM/DD)
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA		US	61/873,993 05/09/2013

2

11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>			
☐ SI ☒ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.			
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>			
☐ SI ☒ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.			
13	REDUCCIÓN DE TASAS		
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>			
☐ SI ☒ NO			
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐			
Universidades públicas o privadas ☐			
Entidades sin ánimo de lucro ☐			
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☒ NO		
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.			
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N°	Fecha
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL <i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>		
 JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS APODERADO			
17	ANEXOS		
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 52 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 54 3. ☐ Dibujos y/o figuras N° folios: 11 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☒ Arte final 12 x 12. 8. ☐ Anexo formato digital. Documentación Jurídica 9. ☐ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.			

MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN DE TIERRA Y
MATERIALES GRANULARES

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 La materia objeto actualmente desvelada se relaciona con y reivindica la prioridad respecto a la Solicitud de Patente Provisional n.º 61/873.993 titulada "Methods and Apparatuses for Compacting Soil and Granular Materials" presentada el 5 de septiembre de 2013; cuya completa divulgación se incorpora en el presente documento por referencia.

10 CAMPO TÉCNICO

- La materia objeto actualmente desvelada se refiere en general a la compactación y densificación de materiales granulares bajo la superficie y más particularmente a métodos y aparatos para la compactación de tierra y materiales granulares que o bien se han depositado naturalmente o consisten
- 15 en materiales rellenos colocados por el hombre para el soporte posterior de estructuras, tales como edificios, cimentaciones, losas de suelo, paredes, terraplenes, pavimentos y otras mejoras.

ANTECEDENTES

- Las instalaciones pesadas o sensibles al asentamiento que se sitúan en
- 20 áreas que contienen tierras blandas, sueltas o ligeras se soportan frecuentemente sobre cimentaciones profundas. Las cimentaciones profundas se realizan normalmente de pilares hincados o pilotes de hormigón instalados después de la perforación. Las cimentaciones profundas se diseñan para transferir las cargas estructurales a través de las tierras blandas a estratos de
- 25 tierra más compactos. Las cimentaciones profundas son frecuentemente

relativamente caras cuando se comparan con otros métodos de construcción.

Otra forma de soportar dichas estructuras es excavar las tierras blandas, sueltas o débiles y a continuación rellenar la excavación con un material más compacto. El área completa bajo la cimentación del edificio se excava
5 normalmente y se sustituye a la profundidad de la tierra blanda, suelta, o débil. Este método es ventajoso debido a que se realiza con métodos de movimientos de tierra convencionales, pero tiene las desventajas de ser costoso cuando se realiza en áreas urbanas y puede requerir que se realicen desagües o apuntalamientos para estabilizar la excavación.

10 Otra forma más de soportar dichas estructuras es tratar la tierra con "compactación dinámica profunda" que consiste en la caída de un peso pesado sobre la superficie del terreno. El peso se deja caer desde una altura suficiente para provocar que se desarrolle una gran onda de compresión en la tierra. La onda de compresión compacta la tierra, siempre que la tierra sea de una
15 gradación suficiente para ser tratable. Hay disponibles varias formas de pesos para conseguir la compactación mediante este método, tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos n.º 6.505.998. Aunque la compactación dinámica profunda puede ser económica para ciertos lugares, tiene la desventaja de que induce grandes ondas como resultado del peso que
20 golpea en el terreno. Estas ondas pueden ser dañinas para las estructuras. La técnica es deficiente debido a que es solo aplicable en una pequeña banda de gradaciones (tamaño de partículas) y no es adecuada para materiales con partículas de tamaños considerablemente finos.

En los últimos años, se han usado crecientemente columnas de agregado
25 para soportar estructuras situadas en áreas que contienen tierras blandas. Las

columnas se diseñan para reforzar y fortalecer la capa blanda y minimizar los asentamientos resultantes. Las columnas se construyen usando varios métodos que incluyen el método de perforación y apisonado descrito en las Patentes de Estados Unidos n.º 5.249.892 y 6.354.766; el método de mandril de hincado de cabeza de apisonado descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 7.226.246; el método de mandril de hincado de cabeza de apisonado con elementos restrictivos descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 7.604.437; y el método de mandril ahusado hincado descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 7.326.004; cuyas divulgaciones completas se incorporan por referencia en su totalidad.

El método de columna corta de agregado (Patentes de Estados Unidos n.º 5.249.892 y 6.354.766), que incluye la perforación o excavación de una cavidad, es una solución de cimentación efectiva cuando se instala en terrenos cohesivos en donde la estabilidad de la pared lateral del orificio se mantiene fácilmente. El método consiste generalmente en: a) perforación de una cavidad u orificio generalmente cilíndrico en la tierra de cimentación (normalmente aproximadamente 30 pulgadas (76,2 cm)); b) compactación de la tierra en el fondo de la cavidad; c) instalación de una delgada elevación de agregado dentro de la cavidad (normalmente aproximadamente 12-18 pulgadas (30,5-45,7 cm)); d) apisonado de la elevación de agregado con una cabeza apisonadora biselada especialmente diseñada; y e) repetición del proceso para formar una columna de agregado que se extiende generalmente hasta la superficie del terreno. Fundamental para el proceso es la aplicación de energía suficiente a la cabeza apisonadora biselada de modo que el proceso desarrolle tensiones laterales dentro de la tierra matriz a lo largo de los laterales de la

cavidad durante el apisonado secuencial. Este desarrollo de tensiones laterales es importante debido a que disminuye la compresibilidad de los terrenos matriz y permiten que las cargas aplicadas se transfieran de modo eficiente a los terrenos matriz durante la carga de la columna.

- 5 El método del mandril hincado con cabeza apisonadora (Patente de Estados Unidos n.º 7.226.246) es una forma de desplazamiento del método de columna corta de agregado. Este método consiste generalmente en la inserción de una tubería hueca (mandril) dentro del terreno sin necesidad de perforación. La tubería está equipada con una cabeza apisonadora en el fondo que tiene un
- 10 diámetro mayor que la tubería y que tiene un fondo plano y laterales biselados. El mandril se hince hasta el fondo de diseño de la elevación de la columna, se llena con un agregado y a continuación se eleva, permitiendo que el agregado fluya fuera de la tubería y dentro de la cavidad creada mediante la extracción del mandril. La cabeza apisonadora se hince a continuación de vuelta hacia
- 15 abajo dentro del agregado para compactar el agregado. La forma del fondo plano de la cabeza apisonadora compacta el agregado; los laterales biselados fuerzan al agregado adentro de las paredes laterales del orificio incrementando de ese modo las tensiones laterales en el terreno que lo rodea. El método del mandril hincado con cabeza apisonadora con elementos restrictivos (Patente de Estados Unidos n.º 7.604.437) usa una pluralidad de elementos restrictivos
- 20 instalados dentro de la cabeza apisonadora 112 para restringir el retroceso del agregado dentro de la cabeza apisonadora durante la compactación.

- El método del mandril ahusado hincado (Patente de Estados Unidos n.º 7.326.004) es otro medio de creación de una columna de agregado con un
- 25 mandril de desplazamiento. En este caso, la forma del mandril es un cono

truncado, más grande en la parte superior que en el fondo, con un ángulo de cono de aproximadamente 1 a 5 grados respecto a la vertical. El mandril se hinc dentro del terreno, haciendo que la tierra matriz se desplace hacia abajo y lateralmente durante la inserción. Después de alcanzar el fondo de diseño de la elevación de columna, el mandril se extrae, dejando una cavidad con forma de cono en el terreno. La forma cónica del mandril permite la estabilización temporal de las paredes laterales del orificio de modo que pueda introducirse agregado dentro de la cavidad desde la superficie del terreno. Después de la colocación de una elevación de agregado, se vuelve a hincar el mandril hacia abajo dentro del agregado para compactar el agregado y forzar a sus paredes laterales adentro de las paredes laterales del orificio. A veces, se usa un mandril mayor para compactar el agregado cerca de la parte superior de la columna.

SUMARIO

La presente divulgación se refiere en general a un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares. En algunas realizaciones, el aparato puede incluir un tubo de hinc de extremo cerrado y uno o más elementos de expansión diametral. Estos elementos de expansión diametral, en su estado expandido, pueden formar superficies de compactación que tienen un diámetro mayor que el diámetro del tubo de hinc. Los elementos de expansión diametral pueden fijarse a una superficie inferior del tubo de hinc, o fijarse a la placa base fijada al extremo de la parte inferior del tubo de hinc. La placa base puede ser cambiabile.

Los elementos de expansión diametral pueden incluir una cualquiera o más de cadenas, cables, cabos y/o una retícula de cadenas, cables o cabos

vertical y/u horizontalmente conectados. Los elementos de expansión diametral pueden configurarse y dimensionarse de acuerdo con el grosor de sustentación que se desea conseguir, el área de la superficie de compactación, y/o el flujo de tierra basándose en el tipo de material y/o requisitos del proyecto.

5 Adicionalmente, los elementos de expansión diametral pueden alojarse dentro de una punta de sacrificio que puede conectarse de modo extraíble a una parte inferior del tubo de hincia. El aparato puede incluir también una o más estructuras de aletas fijadas al tubo de hincia que están configuradas para aflojar la tierra natural alrededor del tubo de hincia.

10 En ciertas otras realizaciones, el aparato puede incluir un tubo de hincia, una cámara de compactación en un extremo inferior del tubo de hincia, y uno o más elementos de expansión diametral, en el que el aparato incluye además una abertura en una superficie superior de la cámara de compactación que forma un paso de circulación de flujo exterior del tubo de hincia y está
15 configurada para la aceptación de materiales granulares desde el exterior del tubo de hincia. El tubo de hincia puede ser del mismo tamaño y/o diámetro, un tamaño y/o diámetro mayor, o un tamaño y/o diámetro más pequeño que la cámara de compactación. Adicionalmente, la cámara de compactación puede conectarse al tubo de hincia a través de una placa de transferencia de carga, y
20 puede incorporar además una o más placas de rigidez conectadas al tubo de hincia y a la placa de transferencia de carga.

Ciertas realizaciones del aparato pueden incluir uno o más elementos de expansión y restricción diametral fijados a uno o ambos de un interior o exterior de la cámara de compactación. Los uno o más elementos de expansión y
25 restricción diametral pueden fijarse también a la placa de transferencia de

carga. El aparato puede incluir tanto elementos de restricción diametral interior como elementos de expansión diametral exterior. Más aún, los elementos de restricción diametral interior y los elementos de expansión diametral exterior pueden o no estar conectados entre sí. El tubo de hincia puede incluir un tubo hueco, una configuración sustancialmente de viga en I que puede incluir adicionalmente una abertura en la configuración de viga en I, o una configuración de columna cilíndrica sólida. El aparato puede configurarse adicionalmente para hincarse en una cavidad previamente perforada.

En ciertos otros aspectos de la presente divulgación, se presenta un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares de acuerdo con otras realizaciones. El aparato puede incluir un tubo de hincia, una cámara de compactación, y uno o más elementos de restricción diametral, en el que la cámara de compactación comprende una tubería y el tubo de hincia se ajusta dentro de un extremo de la tubería. El aparato puede configurarse para hincarse en una cavidad previamente perforada. En algunas realizaciones, el tubo de hincia incluye una configuración de viga en I, y puede incluir adicionalmente una abertura en la configuración de viga en I en la que al menos una parte de la abertura en el tubo de hincia puede extenderse dentro de la tubería. Ciertas realizaciones pueden incluir también un anillo de refuerzo dispuesto alrededor de un extremo del fondo de la cámara de compactación, y puede incluir además un cojín de desgaste con forma sustancialmente de anillo que hace tope con el anillo de refuerzo.

Realizaciones del aparato pueden incluir también un anillo que puede asegurarse a la cámara de compactación y posicionarse próximo al extremo del tubo de hincia que incluye una disposición de elementos de restricción

diametral. Una segunda disposición de elementos de restricción diametral puede asegurarse al tubo de hincia. El anillo puede ser opcionalmente extraíble.

En ciertas otras realizaciones, el aparato puede incluir una tubería de hincia fijada a un extremo inferior del tubo de hincia, en el que un extremo inferior de la tubería de hincia puede extenderse dentro de la cámara de compactación, y adicionalmente en el que la tubería de hincia puede asegurarse a la cámara de compactación mediante uno o más soportes o placas que se extienden desde los laterales de la cámara de compactación radialmente al interior de la tubería de hincia. Los uno o más soportes o placas pueden extenderse a lo largo de la tubería de hincia por encima de la cámara de compactación hasta un punto de terminación, con ahusados desde los lados de la cámara de compactación al punto de terminación. Adicionalmente, un extremo del fondo de la tubería de hincia puede cerrarse usando una placa o cubierta y la placa o cubierta se extiende por debajo de un extremo inferior de los uno o más soportes o placas.

Otras realizaciones del aparato pueden incluir también un anillo perimetral en el interior de la cámara de compactación, incluyendo el anillo una disposición de elementos de restricción diametral y está dispuesto a lo largo del perímetro interior de la cámara de compactación sustancialmente en el extremo inferior de los uno o más soportes o placas. El anillo puede ser extraíble. El aparato puede incluir también elementos de restricción diametral que se acoplan al extremo inferior de los uno o más soportes o placas y al perímetro de la placa o cubierta.

Ciertos otros aspectos de la presente divulgación incluyen un método de densificación y compactación de materiales granulares, incluyendo el método

las etapas de (a) proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hincado de extremo cerrado que tiene un primer diámetro y uno o más elementos de expansión diametral, en el que los uno o más elementos de expansión diametral se expanden cuando el aparato se hincado hacia abajo formando superficies de compactación que tienen un segundo diámetro mayor que el primer diámetro del tubo de hincado, (b) inserción del aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada, (c) elevación del aparato de compactación en una distancia especificada, y (d) repetición de la inserción y elevación del aparato de compactación. El método puede incluir también la repetición de las etapas de inserción y elevación incrementalmente hasta que el aparato de compactación se haya elevado a o cerca del nivel del terreno original. En dichas realizaciones, cada una de las repetidas inserciones del aparato de compactación puede ser a una distancia generalmente menor que una distancia a la que se elevó previamente el aparato de compactación.

La inserción del aparato de compactación puede efectuarse usando una de entre un martillo de impacto o de vibración. En ciertas realizaciones, la elevación del aparato de compactación permite que los materiales que lo rodean fluyan alrededor del aparato de compactación para llenar un hueco creado por la elevación del aparato de compactación. En algunas realizaciones, los uno o más elementos de expansión diametral pueden colocarse dentro de una punta de sacrificio y tras la elevación inicial del aparato de compactación los uno o más elementos de expansión diametral se retiran de la punta de sacrificio y se mueven hacia abajo con relación al aparato de compactación de modo que cuelguen desde una parte inferior del aparato de compactación. El

método puede, en algunas realizaciones, crear una columna bien compactada de tierra densificada por debajo y alrededor de los uno o más elementos de expansión diametral.

- Ciertas otras realizaciones de métodos de densificación y compactación
- 5 de materiales granulares incluye las etapas de (a) proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hinca, una cámara de compactación en un extremo inferior del tubo de hinca, y uno o más elementos de expansión diametral, en el que el aparato comprende adicionalmente una abertura en una superficie superior de la cámara de compactación que comprende un paso
- 10 exterior de circulación de flujo del tubo de hinca y configurado para la aceptación de materiales granulares desde el exterior del tubo de hinca, (b) inserción del aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada, (c) elevación del aparato de compactación una distancia especificada de modo que los uno o más elementos de restricción
- 15 diametral se muevan hacia abajo con relación al aparato de compactación para colgar desde las conexiones al aparato de compactación permitiendo de ese modo que el material granular situado por encima de una parte superior de la cámara de compactación fluya a través del paso de circulación de flujo, (d) reinserción del aparato hacia abajo dentro de las tierras naturales provocando
- 20 que los uno o más elementos de restricción diametral se amontonen formando superficies de compactación, y (e) repetición de la inserción y elevación del aparato de compactación. Más aún, otros métodos de densificación y compactación de materiales granulares pueden incluir las etapas de (a) proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hinca,
- 25 una cámara de compactación, y uno o más elementos de restricción diametral,

en el que la cámara de compactación comprende una tubería y el tubo de hincia está encajado en el interior de un extremo de la tubería, (b) inserción del aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada, (c) elevación del aparato de compactación una distancia
5 especificada de modo que los uno o más elementos de restricción diametral se muevan hacia abajo con relación al aparato de compactación para colgar desde las conexiones al aparato de compactación permitiendo de ese modo que el material granular situado por encima de una parte superior de la cámara de compactación fluya alrededor del exterior del tubo de hincia y dentro de la
10 cámara de compactación, (c) reinserción del aparato hacia abajo dentro de las tierras naturales provocando que los uno o más elementos de restricción diametral se amontonen formando superficies de compactación, y (d) repetición de la inserción y elevación del aparato de compactación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Habiendo descrito así en términos generales la materia objeto actualmente desvelada, se hará ahora referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que:

la FIG. 1A y la FIG. 1B ilustran vistas laterales de un ejemplo del aparato de compactación de tierra actualmente desvelado en las posiciones alzada y
20 descendida, respectivamente, y que comprende una disposición de elementos de expansión diametral;

la FIG. 2 ilustra una vista lateral del aparato de compactación de tierra de la FIG. 1A y la FIG. 1B y que comprende además una punta de sacrificio;

la FIG. 3A y la FIG. 3B ilustran una vista lateral y una vista en planta,
25 respectivamente, de otro ejemplo más del aparato de compactación de tierra

actualmente desvelado que comprende otra disposición más de elementos de expansión/restricción diametral;

la FIG. 4A y la FIG. 4B ilustran una vista lateral y una vista en planta, respectivamente, de otro ejemplo más del aparato de compactación de tierra
5 actualmente desvelado que comprende otra disposición de elementos de restricción diametral;

la FIG. 5 ilustra una vista lateral del aparato de compactación de tierra de la FIG. 4A y la FIG. 4B en la que el aparato se usa para compactar materiales granulares dentro de una cavidad reformada;

10 la FIG. 6 ilustra una vista lateral de otro ejemplo de un aparato de compactación de tierra que comprende un anillo extraíble de elementos de restricción diametral;

la FIG. 7A y la FIG. 7B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente del aparato de compactación de tierra de la FIG. 6;

15 la FIG. 8A ilustra una vista lateral de un aparato de compactación de tierra que comprende los elementos de restricción diametral, de acuerdo con otra realización más;

la FIG. 8B y la FIG. 8C ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, del aparato de compactación de tierra de la FIG. 8A;

20 la FIG. 9A ilustra una vista lateral de un aparato de compactación de tierra que comprende los elementos de restricción diametral, de acuerdo con otra realización más;

la FIG. 9B y la FIG. 9C ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, del aparato de compactación de tierra de la FIG. 9A;

25 la FIG. 10 muestra un trazado del ensayo de módulo de carga para un

mandril de 16 pulgadas (40,6 cm) sustancialmente similar al mandril de la FIG. 6, FIG. 7A y FIG. 7B en un EJEMPLO I; y

la FIG. 11 muestra un trazado de los resultados del ensayo de módulo de carga para un mandril de 28 pulgadas (71,1 cm) sustancialmente similar al
5 mandril de las FIG. 8A-8C en un EJEMPLO II.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La materia objeto actualmente desvelada se describirá ahora más completamente en el presente documento a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas las
10 realizaciones de la materia objeto actualmente desvelada. Números iguales se refieren a elementos iguales a todo lo largo. La materia objeto actualmente desvelada puede realizarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que
15 su divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. Realmente, muchas modificaciones y otras realizaciones de la materia objeto actualmente desvelada expuesta en el presente documento se les ocurrirán a los expertos en la materia a la que pertenece la materia objeto actualmente desvelada teniendo el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones
20 precedentes y los dibujos asociados. Por lo tanto, se ha de entender que la materia objeto actualmente desvelada no ha de estar limitada a las realizaciones específicas desveladas y que se pretende que modificaciones y otras realizaciones se incluyan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

25 En algunas realizaciones, la materia objeto actualmente desvelada

proporciona métodos y aparatos para la compactación de tierra y materiales granulares que o bien se depositan naturalmente o consisten en materiales de relleno colocados por el hombre para el soporte posterior de estructuras, tales como edificios, cimentaciones, losas de suelo, paredes, terraplenes, pavimentos, y otras mejoras. Concretamente, la materia objeto actualmente desvelada proporciona varias realizaciones de aparatos de compactación de tierra en los que cada aparato de compactación de tierra incluye una disposición de elementos de expansión/restricción diametral. Los elementos de expansión/restricción diametral pueden fabricarse de, por ejemplo, cadenas, cables, o cabos individuales, o una retícula de cadenas, cables o cabos vertical y horizontalmente conectados. En un ejemplo específico, los elementos de expansión/restricción diametral pueden formarse de cadenas de aleación grado 100, de media pulgada.

Las realizaciones del aparato de compactación de tierra incluyen, pero sin limitarse a, tubos de hincia de extremo cerrado, tubos de hincia de extremo abierto, pasos de circulación de flujo, pasos de no circulación de flujo, anillos extraíbles para el mantenimiento de los elementos de expansión/restricción diametral, y cualquier combinación de los mismos.

En un método de ejemplo del uso del aparato de compactación de tierra actualmente desvelado, después de la inserción inicial, el aparato de compactación de tierra se eleva y los elementos de expansión diametral cuelgan libremente por gravedad desde la parte inferior del tubo de hincia. Cuando el tubo de hincia se eleva las tierras naturales fluyen dentro de la cavidad dejada por el tubo de hincia. Después de la elevación del tubo de hincia a la distancia prescrita, el tubo de hincia se vuelve a hincar hacia abajo hasta

una profundidad preferiblemente menor que la profundidad de inserción inicial dentro de los materiales subyacentes. Esto da a los elementos de expansión diametral la oportunidad de expandirse radialmente, formando una superficie de compactación que tiene un diámetro mayor que el del tubo de hincal. Este
5 proceso crea una columna bien compactada de tierra densificada por debajo y alrededor de los elementos de expansión diametral. Este proceso de elevación del tubo de hincal hacia arriba y la inserción hacia abajo de nuevo se repite incrementalmente hasta que el tubo de hincal se ha elevado a o cerca de la elevación del terreno original.

10 En referencia ahora a la FIG. 1A y a la FIG. 1B, se ilustra un aparato de compactación de tierra 100 de acuerdo con una realización, en el que el aparato de compactación de tierra 100 se usa para compactar materiales granulares. Concretamente, la FIG. 1A y la FIG. 1B son vistas laterales del
15 aparato de compactación de tierra 100 actualmente desvelado en las posiciones elevada y descendida, respectivamente, y que comprende una disposición de elementos de expansión diametral 114. El aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 1A y la FIG. 1B puede hincarse o impulsarse dentro de tierras naturales (es decir tierra que existe en su estado natural o situada por debajo de la explanación). El aparato de compactación de
20 tierra 100 comprende un tubo de hincal 110. En este ejemplo, el tubo de hincal 110 es un tubo de hincal de parte superior cerrada y parte inferior cerrada. Concretamente, se proporciona una placa base 112 en el extremo del tubo de hincal 110 que se hincal dentro de la tierra, formando de ese modo el tubo de hincal de extremo cerrado o fondo cerrado.

25 Adicionalmente, se fija una disposición de elementos de expansión

diametral 114 a la parte inferior del cilindro hınca 110 a través de, por ejemplo, una placa de montaje 116. Por ejemplo, los elementos de expansión diametral 114 pueden fijarse a la placa de montaje 116. Entonces, la placa de montaje 116 puede atornillarse a la placa base 112. En este ejemplo, los elementos de expansión diametral 114 se localizan en el fondo cerrado del tubo de hınca 110 que se usa para compactar materiales granulares.

Los elementos de expansión diametral 114 pueden fabricarse de cadenas, cables, cabos, o similares, o una retícula de cadenas, cables, cabos o similares vertical y horizontalmente conectados. En un ejemplo específico, los elementos de expansión diametral 114 son cadenas de aleación de grado 100, media pulgada. En la realización mostrada en la FIG. 1A y la FIG. 1B, cuando el aparato de compactación de tierra 100 se hınca inicialmente hacia abajo dentro de la tierra natural, los elementos de expansión diametral 114 pueden colocarse dentro una punta de sacrificio 118, como se muestra en la FIG. 2. La punta de sacrificio 118 puede tener una profundidad suficiente, tal como 6 pulgadas (15,2 cm), para alojar los elementos de expansión diametral 114.

Después de la inserción inicial (véase la FIG. 1B), el aparato de compactación de tierra 100 se eleva y los elementos de expansión diametral 114 cuelgan libremente por gravedad desde el fondo del tubo de hınca 110 (véase la FIG. 1A). Cuando se eleva el tubo de hınca 110 la tierra natural (o adicionalmente agregado añadido) fluyen dentro de la cavidad dejada por el tubo de hınca 110. Opcionalmente, están fijadas una o más aletas 120 a los lados exteriores del tubo de hınca 110. Las aletas 120 pueden actuar para soltar las tierras naturales alrededor del tubo de hınca 110.

Tras la elevación del tubo de hınca 110 la distancia prescrita, el tubo de

hinca 110 se vuelve a hincar hacia abajo hasta una profundidad preferiblemente menor que la profundidad de inserción inicial dentro de los materiales subyacentes. Esto da a los elementos de expansión diametral 114 la oportunidad de expandirse radialmente (véase la FIG. 1B) formando una
5 superficie de compactación CS que tiene un diámetro mayor que la placa base 112. En un ejemplo, el diámetro Di1 del tubo de hinca 110 y la placa base 112 es de aproximadamente 12 pulgadas (30,5 cm), mientras que el diámetro Di2 de la superficie de compactación expandida es de aproximadamente 18 pulgadas (45,7 cm). El proceso crea una columna bien compactada de tierra
10 densificada por debajo y alrededor de los elementos de expansión diametral 114. Este proceso de elevación del tubo de hinca 110 hacia arriba y la inserción de vuelta hacia abajo se repite incrementalmente hasta que el tubo de hinca 110 se ha elevado a o cerca de un nivel del terreno original.

Los elementos de expansión diametral 114 están configurados y
15 dimensionados en consecuencia para conseguir el grosor de sustentación, área de la superficie de compactación y un flujo de tierra deseados basándose en el tipo de material y requisitos del proyecto. La placa base 112 y los elementos de expansión diametral 114 (con la placa de montaje 116) son normalmente cambiables. La configuración de la placa base 112 cambiable con los
20 elementos de expansión diametral 114 añadidos puede adaptarse a los requisitos del proyecto, lo que elimina tener que hacer mandriles de tubos de hinca separados y es por lo tanto un método de bajo coste y efectivo. El aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 1A y la FIG. 1B tiene la ventaja de ser simple de fabricar, construir y mantener.

25 En referencia ahora a la FIG. 3A y la FIG. 3B, se ilustra una vista lateral y

una vista en planta, respectivamente, de otro ejemplo más del aparato de compactación de tierra 100 actualmente desvelado que comprende otra disposición más de elementos de expansión/restricción diametral 114. En este ejemplo, un paso de flujo de circulación 122 alrededor del tubo de hincia 110 y dentro de una cámara de compactación 124 facilita el flujo de agregado dentro de la cámara de compactación 124 desde un exterior del tubo de hincia 110. En un ejemplo, el tubo de hincia 110 es una viga en I o una viga en H que proporciona la disposición de "circulación de flujo", en la que la tierra puede fluir a través del tubo de hincia 110 y dentro de los pasos de circulación de flujo 122 de la viga en I o de la viga en H (y cámara de compactación 124). En el caso de que se use una viga en H como el cilindro hincia 110, los dos bordes exteriores de la viga en H pueden ayudar también a encofrar las paredes de la cavidad de tierra mientras el mandril está siendo descendido y elevado en la cavidad. Se contempla también que el tubo de hincia 110 puede ser una columna cilíndrica sólida (con soportes o conexiones similares a la cámara de compactación) o similar.

El aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 3A y la FIG. 3B comprende adicionalmente una cámara de compactación 124. Concretamente, la cámara de compactación 124 está conectada mecánicamente al extremo del fondo del tubo de hincia 110. La cámara de compactación 124 tiene, por ejemplo, forma cilíndrica. La cámara de compactación 124 puede ser del mismo tamaño o diámetro que el tubo de hincia 110 o la cámara de compactación 124 puede ser mayor o más pequeña que el tubo de hincia 110. En la FIG. 3A y la FIG. 3B, la cámara de compactación 124 es mayor en área de sección transversal que el tubo de

hınca 110. En un ejemplo, la longitud de la cámara de compactación 124 es de aproximadamente 24 pulgadas (61,0 cm).

La cámara de compactación 124 puede conectarse al tubo de hınca 110 con una placa de transferencia de carga 126 con el uso opcional de una o más
5 placas de rigidez 128. La cámara de compactación 124 puede estar abierta en su superficie inferior permitiendo la inclusión de materiales granulares dentro de la cámara de compactación 124 cuando el aparato de compactación de tierra 100 se hınca hacia abajo. En la realización mostrada en la FIG. 3A y la FIG. 3B, la cámara de compactación 124 puede estar también generalmente
10 abierta en su superficie superior facilitando los pasos de circulación de flujo 122. Concretamente, la placa de transferencia de carga 126 puede ser una placa con forma de anillo con una abertura en la parte central de la misma.

Adicionalmente, en la realización mostrada en la FIG. 3A y la FIG. 3B, tanto los elementos de restricción diametral 114I como los elementos de
15 expansión diametral 114E están fijados a la placa de transferencia de carga 126. En este ejemplo, los elementos de "restricción" diametral interior 114I significa interior a la cámara de compactación 124 y los elementos de "expansión" diametral exterior 114E significa exterior a la cámara de compactación 124. Los elementos de restricción diametral interior 114I y los
20 elementos de expansión diametral exterior 114E pueden o no estar conectados entre sí. Los elementos de expansión/restricción diametral 114 (incluyendo generalmente elementos de restricción diametral interior 114I y elementos de expansión diametral exterior 114E) pueden consistir normalmente en eslabones de cadena, cables, o cabos individuales o una retícula de elementos
25 conectados que cuelgan hacia abajo desde la placa de transferencia de carga

126. En un ejemplo específico, los elementos de expansión/restricción diametral 114 son cadenas de aleación de grado 100, de media pulgada.

En la realización mostrada en la FIG. 3A y la FIG. 3B, el aparato de compactación de tierra 100 puede usarse para compactar y densificar tierras granulares en la tierra natural o dentro de una cavidad previamente perforada. Cuando el aparato de compactación de tierra 100 se extrae hacia arriba a través de la tierra natural o dentro de una cavidad preformada, los elementos de expansión/restricción diametral 114 cuelgan verticalmente hacia abajo y ofrecen poca resistencia al movimiento hacia arriba del aparato de compactación de tierra 100. Cuando el aparato de compactación de tierra 100 se hince hacia abajo, los elementos de expansión/restricción diametral 114 se enganchan en los materiales dentro de los que el aparato de compactación de tierra 100 está siendo hincado debido a que estos materiales (es decir, por ejemplo la tierra natural o el agregado colocado en un orificio previamente perforado) se mueven hacia arriba con relación al aparato de compactación de tierra 100 hincado hacia abajo.

Los materiales acoplados provocan que los elementos de expansión/restricción diametral 114 se "expandan" o "amontonen" juntos, impidiendo de ese modo sustancialmente cualquier movimiento hacia arriba adicional de la tierra o materiales de agregado. Los elementos de restricción diametral interior 114I se "amontonan" así en el interior de la cámara de compactación 124 provocando que la cámara de compactación 124 se "tapone" con el material de la tierra que se mueve hacia arriba durante los movimientos de descenso del mandril. Esto crea una superficie de compactación CS efectiva que se usa entonces para compactar los materiales directamente por debajo

del fondo del aparato de compactación de tierra 100. Los elementos de expansión diametral exterior 114E de la misma manera se "expanden" al exterior de la cámara de compactación 124 impidiendo así el movimiento hacia arriba de la tierra o materiales agregados exteriores a la cámara de compactación. Este mecanismo incrementa así efectivamente el área de sección transversal de la superficie de compactación CS durante los recorridos de compactación hacia abajo. El incremento del área de sección transversal permite el uso de un aparato de compactación de tierra 100 con un área de sección transversal efectiva que es mayor durante la compactación que durante la extracción, ofreciendo una gran eficiencia y ahorros en coste de maquinaria y herramientas durante la construcción.

En referencia ahora a la FIG. 4A y la FIG. 4B, se ilustran una vista lateral y una vista en planta, respectivamente, de otro ejemplo más del aparato de compactación de tierra 100 actualmente desvelado que comprende otra disposición más de elementos de restricción diametral 114. El aparato de compactación de tierra 100 que se muestra en la FIG. 4A y la FIG. 4B, es sustancialmente el mismo que el aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 3A y la FIG. 3B, excepto en que no incluye los elementos de expansión diametral exterior 114E. En este ejemplo, la placa de transferencia de carga 126 no se extiende más allá del diámetro de la cámara de compactación 124 y solamente están fijados a la misma los elementos de restricción diametral interior 114I. Ambos aparatos de compactación de tierra 100 mostrados en la FIG. 3A, FIG. 3B, FIG. 4A y FIG. 4B proporcionan un paso de circulación de flujo 122 en una disposición exterior del tubo de hincia 110 que permite un flujo de material granular mejorado dentro de la cámara de

compactación 124.

En el aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 4A y la FIG. 4B, cuando se eleva el aparato de compactación de tierra 100, los materiales granulares que se sitúan por encima de la parte superior de la cámara de compactación 124 pueden fluir alrededor del exterior de la cámara de compactación 124 y/o a través o el exterior del tubo de hincia 110 y dentro del paso de circulación de flujo 122 para entrar en la cámara de compactación 124 desde la parte superior. La capacidad de los materiales granulares para fluir a través del paso de circulación de flujo 122 permite al aparato de compactación de tierra 100 elevarse hacia arriba con menos fuerza de extracción y por ello con mayor eficiencia (en oposición a una parte superior más generalmente "cerrada" de la cámara de compactación tal como se ve en la técnica anterior). Después de que se eleve el aparato de compactación de tierra 100, se vuelve a hincar de nuevo hacia abajo. La acción descendente permite a los elementos de restricción diametral interior 114I "amontonarse" juntos formando de ese modo un émbolo efectivo que se usa entonces para compactar los materiales por debajo de la parte inferior del aparato de compactación de tierra 100.

El aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 4A y la FIG. 4B es especialmente efectivo en la densificación y compactación de agregados dentro de cavidades preformadas. A modo de ejemplo, la FIG. 5 muestra el aparato de compactación de tierra 100 mostrado en la FIG. 4A y la FIG. 4B en una cavidad 130, en la que el aparato de compactación de tierra 100 se usa para compactar materiales granulares dentro de una cavidad preformada. En este ejemplo, la cámara de compactación 124 del aparato de compactación de

tierra tiene una altura H de aproximadamente 24 pulgadas (61,0 cm).

En el método de ejemplo, la cavidad 130 se forma mediante perforación u otros medios y el aparato de compactación de tierra 100 se desciende dentro de la cavidad 130. El agregado puede verse entonces desde la superficie del terreno para formar un montículo en la parte superior de la cámara de compactación 124 dentro de la cavidad 130. Cuando se eleva al aparato de compactación de tierra 100, el agregado puede fluir entonces a través y alrededor del paso de circulación de flujo 122 y dentro del interior de la cámara de compactación 124. La elevación adicional del aparato de compactación de tierra 100 permite al agregado fluir por debajo de la parte inferior de la cámara de compactación 124. Cuando el aparato de compactación de tierra 100 se hincan hacia abajo dentro del agregado colocado, los elementos de restricción diametral interior 114 se mueven hacia el exterior para "amontonarse" juntos para formar una superficie de compactación. Este mecanismo facilita la compactación de los materiales de agregado por debajo de la cámara de compactación 124. El aparato de compactación de tierra 100 y el método descrito anteriormente para esta realización permiten que el aparato de compactación de tierra 100 permanezca en la cavidad 130 durante los movimientos ascendente y descendente requeridos para el ciclo de compactación y elimina la necesidad de "disparar" el mandril fuera de la cavidad 130 como se requiere para la técnica anterior. El aparato de compactación de tierra 100 y el método eliminan adicionalmente la necesidad de un tubo de alimentación hueco y tolva que se requieren normalmente para los métodos de desplazamiento usados en el campo y descritos anteriormente. Otra ventaja del paso de circulación de flujo 122 abierto en la parte superior de

la cámara de compactación 124 es la capacidad de desarrollar una altura de piedra por encima de la cámara de compactación para encofrar temporalmente la tierra de la cavidad excavada durante la construcción del pilote, mientras se tiene la capacidad de dejar el mandril en la cavidad mientras se añade
5 agregado.

Los aparatos de compactación de tierra 100 mostrados de la FIG. 1A a la FIG. 3B pueden usarse también en conjunto con el método de compactación y densificación de agregado en orificios previamente perforados tal como se ha descrito anteriormente en la FIG. 4A, FIG. 4B y FIG. 5. Cuando se usan los
10 aparatos de compactación de tierra 100 mostrados de la FIG. 1A a la FIG. 3B, los elementos de expansión diametral exterior 114 cuelgan hacia abajo durante la extracción hacia arriba y se expanden/amontonan juntos durante el recorrido de compactación descendente. Esto impide que el agregado por debajo se mueva hacia arriba con relación al exterior del tubo de hincia 110 y/o la cámara
15 de compactación 124. El impedimento de los movimientos ascendentes permite que se agrande efectivamente un cabezal de apisonamiento durante la compactación del agregado. Un cabezal de apisonamiento de tamaño mayor proporciona un mayor confinamiento a la elevación de agregado colocado y densifica efectivamente una profundidad mayor de agregado dentro de la
20 elevación que se coloca. Este mecanismo permite el uso de sustentaciones más gruesas de agregado durante la compactación, haciendo al proceso menos costoso y más eficiente.

En referencia ahora a la FIG. 6, se ilustra una vista lateral de otro aparato de compactación de tierra 200 que comprende un anillo extraíble de elementos
25 de restricción diametral (definidos con detalle adicional en el presente

documento a continuación), de acuerdo con otra realización. La FIG. 7A y la FIG. 7B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, del aparato de compactación de tierra 200 de la FIG. 6.

El aparato de compactación de tierra 200 incluye un tubo de hincia 210. El tubo de hincia 210 es normalmente una viga en I o una viga en H que proporciona una disposición de "circulación de flujo", en la que la tierra/agregado puede fluir a través o el exterior del tubo de hincia 210 y dentro de los pasos de circulación de flujo 122 de la viga en I o viga en H (véase la FIG. 7A y la FIG. 7B). En un ejemplo, la viga en I o viga en H tiene una altura de aproximadamente 11,5 pulgadas (29,2 cm), un ancho de aproximadamente 10,375 pulgadas (26,4 cm), y una longitud de aproximadamente 112 pulgadas (2,84 m). Puede proporcionarse una abertura 212 en el alma de la viga en I o viga en H que forma tubo de hincia 210 para permitir que el agregado u otros materiales en la cavidad por encima del extremo inferior del tubo de hincia pasen desde una mitad de la cavidad a la otra. La abertura 212 puede estar cerca del extremo inferior del tubo de hincia 210. En un ejemplo, la abertura 212 tiene extremos redondeados y es de aproximadamente 24 pulgadas (61,0 cm) de largo y aproximadamente 6 pulgadas (15,2 cm) de ancho. Para superar cualquier pérdida de resistencia del tubo de hincia 210 debido a la presencia de la abertura 212, pueden soldarse, por ejemplo, un par de placas de refuerzo 214 al tubo de hincia 210, es decir, una placa de refuerzo 214 en un lado y otra placa de refuerzo 214 en otro lado próximas a la abertura 212. En un ejemplo, cada placa de refuerzo 214 tiene aproximadamente 5 pulgadas (12,7 cm) de ancho y aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm) de grueso.

En el aparato de compactación de tierra 200, el extremo inferior del tubo

- de hincia 210 se ajusta dentro de un extremo de la tubería 216 de modo que una parte de la abertura 212 esté dentro de la tubería 216. Concretamente, el tubo de hincia 210 se ajusta dentro de la tubería 216 a una profundidad d1. En un ejemplo, la profundidad d1 es de aproximadamente 11 pulgadas (27,9 cm).
- 5 Una vez ajustado dentro de la tubería 216, el tubo de hincia 210 puede asegurarse a ella mediante, por ejemplo, soldadura. En un ejemplo, la tubería 216 tiene una longitud L1 de aproximadamente 36 pulgadas (91,4 cm), un diámetro exterior (OD) de aproximadamente 16 pulgadas (40,6 cm), un diámetro interior (ID) de aproximadamente 14 pulgadas (35,6 cm), y por ello un
- 10 grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm).

Encajado alrededor del extremo inferior de la tubería 216 puede haber un anillo de refuerzo 218. En un ejemplo, el anillo de refuerzo 218 tiene una altura h1 de aproximadamente 3 pulgadas (7,6 cm), un OD de aproximadamente 18 pulgadas (45,7 cm), un ID de aproximadamente 16 pulgadas (40,6 cm), y por

15 ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). En un ejemplo, el anillo de refuerzo 218 puede asegurarse a la tubería 216 mediante soldadura. Adicionalmente, un cojín de desgaste con forma de anillo 220 puede ponerse a tope en el extremo de la tubería 216 y el anillo de refuerzo 218. En un ejemplo, el cojín de desgaste 220 tiene un grosor t1 de aproximadamente

20 1 pulgada (2,5 cm). El cojín de desgaste 220 puede sustituirse según sea necesario.

El aparato de compactación de tierra 200 comprende también normalmente un anillo extraíble 222 al que se fija una disposición de elementos de restricción diametral 114. En un ejemplo, el anillo extraíble 222 tiene una

25 altura de desde aproximadamente 3 pulgadas (7,6 cm) a aproximadamente 4

pulgadas (10,2 cm), un OD de aproximadamente 14 pulgadas (35,6 cm), un ID de aproximadamente 13 pulgadas (33,0 cm), y por ello un grosor de pared de aproximadamente 0,5 pulgadas (1,3 cm). Mediante la fijación de los elementos de restricción diametral 114 al anillo extraíble 222, se forma un anillo extraíble de elementos de restricción diametral 114. El anillo extraíble 222 con los elementos de restricción diametral 114 puede encajarse dentro de la tubería 216 y colocarse próximo al extremo del tubo de hincia 210 de modo que los elementos de restricción diametral 114 cuelguen hacia abajo hacia el extremo inferior de la tubería 216. El anillo extraíble 222 puede asegurarse en el interior de la tubería 216 mediante, por ejemplo, pernos 224.

Puede asegurarse otro conjunto de elementos de restricción diametral 114 al alma de la viga en I o viga en H que forma el tubo de hincia 210. En el presente documento a continuación, los elementos de restricción diametral 114 fijados al anillo extraíble 222 se denominan elementos de restricción diametral 114A. En el presente documento a continuación, los elementos de restricción diametral 114 fijados al alma del tubo de hincia 210 que se denominan los elementos de restricción diametral 114B.

En un ejemplo, el anillo extraíble 222 puede ser un anillo continuo de una única pieza. En este ejemplo, los elementos de restricción diametral 114A se forman, por ejemplo, mediante soldadura de veintiséis (26), cadenas de aleación de grado 100 de 14 pulgadas (35,6 cm) de largo, media pulgada (1,3 cm) al anillo extraíble 222. En otro ejemplo, el anillo extraíble 222 puede consistir en dos semianillos que se sitúan juntos en el interior de la tubería 216. En este ejemplo, los elementos de restricción diametral 114A se forman mediante soldadura de, por ejemplo, trece (13), cadenas de aleación de grado

100 de 14 pulgadas (35,6 cm) de largo, media pulgada (1,3 cm) en cada mitad del anillo extraíble 222.

En un ejemplo, los elementos de restricción diametral 114B fijados al alma del tubo de hincia 210 se forman mediante soldadura de cinco (5), cadenas de aleación de grado 100 de 14 pulgadas (35,6 cm) de largo, media pulgada (1,3 cm) al alma de la viga en I o viga en H que forma el tubo de hincia 210. Cuando se hincia al mandril dentro del agregado, las cadenas se amontonan, restringiendo de ese modo sustancialmente el flujo de agregado hacia arriba y permitiendo que el mandril compacte el agregado. Cuando se extrae el mandril, las cadenas caen, permitiendo que el agregado fluya hacia abajo con relación al mandril.

Con referencia ahora a la FIG. 8A, se ilustra una vista lateral de un aparato de compactación de tierra 300 que comprende los elementos de restricción diametral 114, de acuerdo con otra realización. La FIG. 8B y la FIG. 8C ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, del aparato de compactación de tierra 300 de la FIG. 8A. En este ejemplo, el aparato de compactación de tierra 300 puede comprender una tubería 310. El extremo inferior de la tubería 310 puede cerrarse usando una placa o cubierta 312, haciendo de ese modo a la tubería 310 una tubería de extremo cerrado. El extremo superior de la tubería 310 tiene normalmente un reborde 314 para la conexión a la punta del tubo de hincia 110. En un ejemplo, la tubería 310 tiene aproximadamente 40 pulgadas (101,6 cm) de largo y tiene un OD de aproximadamente 10 pulgadas (25,4 cm), un ID de aproximadamente 8 pulgadas (20,3 cm), y por ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). La tubería 310, la placa o cubierta 312, y el reborde 314

pueden fijarse juntos mediante, por ejemplo, soldadura.

El extremo inferior de la tubería de extremo cerrado 310 se encaja en un extremo de una cámara de compactación 318. En un ejemplo, la cámara de compactación 318 es una tubería que tiene una longitud L1 de
5 aproximadamente 40 pulgadas (101,6 cm), un OD de aproximadamente 33,5 pulgadas (85,1 cm), un ID de aproximadamente 31,5 pulgadas (80,0 cm), y por ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). En un ejemplo, la tubería 310 se ajusta dentro de la cámara de compactación 318 a una distancia de aproximadamente 21 pulgadas (53,3 cm).

10 La tubería 310 puede soportarse dentro de la cámara de compactación 318 mediante, por ejemplo, cuatro soportes o placas 320 dispuestos radialmente alrededor de la tubería 310 (por ejemplo, uno a las 12 en punto, uno a las 3 en punto, uno a las 6 en punto, y uno a las 9 en punto). En un ejemplo, los soportes o placas 320 son de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm) de
15 grueso. Los soportes o placas 320 se extienden normalmente dentro de la cámara de compactación 318 en una distancia d1, o por ejemplo, aproximadamente 19 pulgadas (48,3 cm). El extremo superior de los soportes o placas 320 puede estar ahusado hacia la tubería 310 tal como se muestra, mientras que los extremos inferiores de los soportes o placas 320 están
20 normalmente cuadrados. Alternativamente, los soportes o placas 320 pueden estar cuadrados en la parte superior similarmente al extremo inferior. La placa o cubierta 312 en el extremo de la tubería 310 puede extenderse ligeramente por debajo del extremo inferior de los soportes o placas 320. La tubería 310, la cámara de compactación 318, y los soportes o placas 320 pueden fijarse juntos
25 mediante, por ejemplo, soldadura.

Adicionalmente, puede proporcionarse un anillo 322 dentro de la cámara de compactación 318 y cerca del extremo inferior de los soportes o placas 320. En un ejemplo, el anillo 322 tiene una altura de aproximadamente 2 pulgadas (5,1 cm), un OD de aproximadamente 31,5 pulgadas (80,0 cm), un ID de aproximadamente 29,5 pulgadas (74,9 cm), y por ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). El anillo 322 puede fijarse en el interior de la cámara de compactación 318 mediante, por ejemplo, soldadura o atornillado.

Como se muestra en la FIG. 8C, los elementos de restricción diametral 114 pueden fijarse a y colgarse hacia abajo desde la superficie inferior del anillo 322, los bordes inferiores de los cuatro soportes o placas 320, y alrededor del perímetro de la placa o cubierta 312. Los elementos de restricción diametral 114 pueden fabricarse a partir de cadenas, cables o cabos individuales o de una retícula de cadenas, cables, o cabos vertical y horizontalmente conectados. En un ejemplo específico, los elementos de restricción diametral 114 son cadenas de aleación de grado 100 de 19 pulgadas (48,3 cm) de largo, y media pulgada (1,3 cm), que se sueldan al anillo 322, los soportes o placas 320, y la placa o cubierta 312.

Con referencia ahora a la FIG. 9A se ilustra una vista lateral de un aparato de compactación de tierra 400 que comprende los elementos de restricción diametral 114, de acuerdo con otra realización. La FIG. 9B y la FIG. 9C ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, del aparato de compactación de tierra 400 de la FIG. 9A.

En este ejemplo, el aparato de compactación de tierra 400 comprende normalmente una tubería de hincia 410. El extremo inferior de la tubería de

hınca 410 puede cerrarse usando una placa o cubierta 412, haciendo de ese modo a la tubería de hınca 410 una tubería de extremo cerrado. El extremo superior de la tubería de hınca 410 tiene normalmente un reborde 414 para la conexión a la punta del tubo de hınca 110. En un ejemplo, la tubería de hınca 5 410 tiene aproximadamente 40 pulgadas (101,6 cm) de largo y tiene un OD de aproximadamente 7 pulgadas (17,8 cm), un ID de aproximadamente 5 pulgadas (12,7 cm), y por ello un grosor de pared es de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). La tubería de hınca 410, la placa o cubierta 412, y el reborde 414 pueden fijarse juntos mediante, por ejemplo, soldadura.

10 El extremo inferior de la tubería de hınca de extremo cerrado 410 se ajusta dentro de un extremo de una cámara de compactación 418. Un extremo, la cámara de compactación 418 es una tubería que tiene una longitud L1 de aproximadamente 40 pulgadas (101,6 cm), un OD de aproximadamente 27 pulgadas (68,6 cm), un ID de aproximadamente 25 pulgadas (63,5 cm), y 15 por ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). En un ejemplo, la tubería de hınca 410 se extiende dentro de la cámara de compactación 418 una distancia de aproximadamente 26 pulgadas (66,0 cm).

La tubería 410 puede soportarse dentro de la cámara de compactación 418 mediante, por ejemplo, tres soportes o placas 420 dispuestos radialmente 20 alrededor de la tubería de hınca 410 (por ejemplo, uno a las 12 en punto, uno a las 4 en punto, y uno a las 8 en punto). En un ejemplo, los soportes o placas 420 son de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm) de grueso. Los soportes o placas 420 se extienden normalmente dentro de la cámara de compactación 418 en una distancia d1, o por ejemplo, aproximadamente 24 pulgadas (61,0 25 cm). El extremo superior de los soportes o placas 420 puede estar cuadrado en

aproximadamente el borde superior de la tubería de hincia 410 tal como se muestra. El extremo inferior de los soportes o placas 420 puede también estar cuadrado. La placa o cubierta 412 en el extremo de la tubería de hincia 410 puede extenderse ligeramente por debajo del extremo inferior de los soportes o
5 placas 420. La tubería de hincia 410, la cámara de compactación 418, y los soportes o placas 420 pueden fijarse juntos mediante, por ejemplo, soldadura.

Adicionalmente, puede proporcionarse un anillo 422 dentro de la cámara de compactación 418 y cerca del extremo inferior de los soportes o placas 420. En un ejemplo, el anillo 422 tiene una altura de aproximadamente 2 pulgadas
10 (5,1 cm), un OD de aproximadamente 25 pulgadas (63,5 cm), un ID de aproximadamente 23 pulgadas (58,4 cm), y por ello un grosor de pared de aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). El anillo 422 puede fijarse en el interior de la cámara de compactación 418 mediante, por ejemplo, soldadura o atornillado.

15 Los elementos de restricción diametral 114 están fijados normalmente a, y cuelgan hacia abajo desde, la superficie inferior del anillo 422, alrededor del perímetro de la placa o cubierta 412, y desde el fondo de los soportes 420. Los elementos de restricción diametral 114 pueden fabricarse a partir de cadenas, cables o cabos individuales, o una retícula de cadenas, cables, o cabos vertical
20 y horizontalmente conectados. En un ejemplo, hay treinta y dos (32), cadenas de aleación de grado 100 de 14 pulgadas (35,6 cm) de largo, media pulgada (1,3 cm) soldadas al anillo 422 y catorce (14), cadenas de aleación de grado 100 de 20 pulgadas (50,8 cm) de largo, de media pulgada (1,3 cm), soldadas a la placa o cubierta 412.

25 Habiendo descrito en general la invención, se describen más

específicamente varias realizaciones mediante la ilustración en los siguientes EJEMPLOS específicos, que describen adicionalmente diferentes realizaciones del aparato de compactación de tierra.

EJEMPLO I

5 En un ejemplo, se probó un método de compactación de agregado usando una realización de la materia objeto desvelada en el presente documento en una cavidad previamente perforada en un ensayo en campo a escala completa. El mandril de compactación estaba compuesto de un tubo de hincal de "viga en I" con una cámara de compactación de 16 pulgadas (40,6
10 cm) de diámetro con circulación de flujo en la parte inferior, similar al aparato de compactación de tierra 200 mostrado en las FIGS. 6, 7A y 7B.

Se instalaron pilotes de ensayo con un diámetro de 20 pulgadas (50,8 cm) a una profundidad de 30 pies (9,1 m). Los pilotes se construyeron mediante la perforación de la cavidad cilíndrica a la profundidad especificada. Después de
15 la perforación, se vertió un agregado de piedras dentro de la cavidad hasta que hubo una elevación de 3 pies de grosor aproximado de piedra sin compactar en el fondo de la cavidad. Se descendió entonces el mandril dentro de la cavidad hasta que alcanzó la parte superior de las piedras. Se arrancó el martillo y el mandril se descendió dentro de la piedra hasta que se acoplaron con los
20 elementos de restricción diametral en el fondo. El mandril se hincó entonces dentro de la piedra, compactando tanto la piedra como hincando la piedra hacia abajo y lateralmente dentro del terreno que lo rodeaba.

Mientras el mandril estaba en la cavidad y compactando la sustentación de piedra del fondo, se vertió agregado adicional dentro de la cavidad hasta
25 que el agregado estuvo aproximadamente 10 pies (3,0 m) por encima de la

cabeza de compactación. Se elevó entonces el mandril 6 pies (1,8 m), haciendo que los elementos de restricción diametral se desplegaran y permitiendo que el agregado pasara a través del cabezal de compactación (a través de los pasos de circulación de flujo). Se hincó entonces el mandril hacia

5 abajo dentro del agregado 3 pies (0,9 m), haciendo que los elementos de restricción diametral se envolvieran y tanto compactaran el agregado entre la elevación inicial y el cabezal de compactación como hincaran el agregado lateralmente dentro de la piedra circundante. El mandril se elevó entonces

10 posteriormente 6 pies (1,8 m) y se descendió 3 pies (0,9 m) compactando cada elevación de agregado en incrementos de 3 pies (0,9 m), hasta que se alcanzó la superficie del terreno. Se mantuvo el nivel de piedra por encima de la parte superior del cabezal de compactación a todo lo largo de la construcción del pilote.

Se realizaron ensayos de módulo sobre dos de los pilotes construidos,

15 uno para un pilote construido a una profundidad de 30 pies (9,1 m) usando piedra limpia, machacada y uno a una profundidad de 30 pies (9,1 m) con 10 pies (3,0 m) del fondo de agregado compactado consistente en piedra limpia, machacada y la parte superior de 20 pies (6,1 m) de agregado compactado consistente en arena para hormigón. Los resultados mostrados en

20 el trazado 1000 de la FIG. 10 indican que los pilotes construidos confirmaron el diseño y fueron suficientes para soportar la estructura.

Se instalaron más de 5.000 pilotes en este emplazamiento con la técnica descrita anteriormente. Los métodos de sustitución tradicional como los descritos en las Patentes de Estados Unidos n.º 5.249.892 y 6.354.766 no

25 fueron factibles en este emplazamiento debido que las cavidades perforadas

fueron inestables por debajo de una profundidad de 10 pies (3,0 m). El método de instalación descrito en el presente documento permitió que la cabeza de piedra por encima de la cámara de compactación encofrara temporalmente la tierra de la cavidad durante la construcción del pilote. La ventaja de ser capaz de dejar el mandril en la cavidad cuando se añade agregado permitió una tasa de instalación media de aproximadamente 145 pies (44,2 m) de pilote por hora, una tasa estimada que es aproximadamente 30 por ciento más rápida que la que se observa normalmente para métodos de sustitución tradicionales. Adicionalmente, la presente invención fue ventajosa sobre el método de desplazamiento descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 7.226.246 porque permitió el desarrollo de capacidades más altas en las tierras cohesivas superiores con relación a los métodos de desplazamiento.

EJEMPLO II

En otro ejemplo de una realización de la materia objeto desvelada en el presente documento, se demostró en un ensayo en campo a escala completa en una cavidad previamente perforada con un mandril que tenía una cámara de compactación de circulación de flujo de 28 pulgadas (71,1 cm) de diámetro similar a las FIGS. 8A-8C. Se construyó un pilote de ensayo de módulo para verificar el rendimiento del método de construcción.

La cavidad para el pilote de ensayo se perforó a una profundidad de 12 pies (3,7 m). Después de la perforación, se descendió el mandril dentro de la cavidad hasta que la cámara de compactación alcanzó el fondo. Se vertió agregado de piedra limpio dentro de la cavidad hasta que hubo suficiente piedra no compactada para crear una elevación compactada de 2 pies (0,6 m) de grosor. El mandril se elevó 3 pies (0,9 m) y se descendió 3 pies (0,9 m) para

hincar la piedra dentro de la tierra subyacente. El mandril se retiró entonces y se colocó un conjunto testigo dentro de la cavidad, sobre la parte superior de la elevación compactada inicial.

Se descendió de nuevo el mandril dentro de la cavidad y se vertió
5 agregado de piedra machacada dentro de la cavidad hasta que alcanzó la superficie del terreno. El mandril se elevó 3 pies (0,9 m), permitiendo que el agregado pasara través de la cabeza de compactación (a través del paso de circulación de flujo), y a continuación se hincó hacia abajo dentro del agregado 1,5 pies (0,5 m), haciendo que los elementos receptores diametrales se
10 envolvieran y tanto compactaran el agregado como hincaran el agregado lateralmente dentro de la tierra circundante. El mandril se elevó entonces posteriormente 3 pies (0,9 m) y se descendió 1,5 pies (0,5 m) hasta que alcanzó la superficie del terreno. El nivel de piedra se mantuvo por encima de la cámara de compactación a todo lo largo de la construcción del pilote.

15 Los resultados del ensayo de módulo se muestran en el trazado 1100 de la FIG. 11. El ensayo se realizó usando una disposición y secuencia de ensayo usada para un "ensayo rápido de carga de pilote" descrito en ASTM D1493. Los resultados del ensayo muestran un trazado de la presión aplicada sobre el pilote superior en el eje x y la deflexión del pilote superior en el eje y. Los
20 resultados indican que los pilotes contruidos confirmaron el diseño y fueron suficientes para soportar la estructura.

Se instalaron varios centenares de pilotes en este emplazamiento con la técnica descrita anteriormente a profundidades de hasta 40 pies (12,2 m). La ventaja de ser capaz de dejar el mandril en la cavidad cuando se añade
25 agregado permitió un tiempo de instalación que fue más rápido que el que se

observa normalmente en métodos de sustitución tradicional. Adicionalmente, la presente invención fue ventajosa sobre el método de desplazamiento descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 7.226.246 debido a que permitió el desarrollo de capacidades más altas en las tierras cohesivas superiores con
5 relación a los métodos de desplazamiento.

Siguiendo la largamente usada convención de la ley de patentes, los términos "un", "una" y "el", "la" se refieren a "uno o más" cuando se usan en la presente solicitud, incluyendo las reivindicaciones. Por ello, por ejemplo, la referencia a "un sujeto" incluye una pluralidad de sujetos, a menos que el
10 contexto claramente indique lo contrario (por ejemplo, una pluralidad de sujetos), y así sucesivamente.

A todo lo largo de la presente especificación y reivindicaciones, los términos "comprende", "comprendido" y "comprendiendo" se usan en un sentido no exclusivo, excepto donde el contexto requiere lo contrario. De la
15 misma manera, el término "incluye" y sus variantes gramaticales se pretende que no sean limitativos, de modo que la enumeración de artículos en una lista no significa la exclusión de otros artículos similares que puedan sustituirse o añadirse a los artículos listados.

Para las finalidades de la presente especificación y reivindicaciones
20 adjuntas, a menos que se indique lo contrario, todos los números que expresen cantidades, tamaños, dimensiones, proporciones, formas, formulaciones, parámetros, porcentajes, parámetros, cantidades, características y otros valores numéricos usados en la especificación y reivindicaciones, se han de entender como modificados en todos los casos por el término
25 "aproximadamente" incluso aunque pueda no aparecer expresamente el

término "aproximadamente" con el valor, cantidad o intervalo. En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la especificación siguiente y reivindicaciones adjuntas no son y no necesitan ser exactos, sino que pueden ser aproximados y/o mayores o más pequeños según se desee, reflejando tolerancias, factores de conversión, redondeo, errores de medición y similares, y otros factores conocidos para los expertos en la materia dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener por la materia objeto actualmente desvelada. Por ejemplo, el término "aproximadamente", cuando se refiere a un valor puede significar que engloba variaciones de, en algunas realizaciones, $\pm 100\%$ en algunas realizaciones $\pm 50\%$, en algunas realizaciones $\pm 20\%$, en algunas realizaciones $\pm 10\%$, en algunas realizaciones $\pm 5\%$, en algunas realizaciones $\pm 1\%$, en algunas realizaciones $\pm 0,5\%$, y en algunas realizaciones $\pm 0,1\%$ a partir de la cantidad especificada, según dichas variaciones sean apropiadas para realizar los métodos desvelados o emplear las composiciones desveladas.

Adicionalmente, el término "aproximadamente" cuando se usa en conexión con uno o más números o intervalos numéricos, debería entenderse que se refiere a todos los dichos números, incluyendo todos los números en un intervalo y modifica ese intervalo mediante la extensión de los límites por encima y por debajo de los valores numéricos expuestos. La enumeración de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números, por ejemplo, enteros completos, incluyendo fracciones de los mismos, subsumidos dentro de ese intervalo (por ejemplo, la enumeración de 1 a 5 incluye 1, 2, 3, 4 y 5, así como fracciones de los mismos, por ejemplo 1,5, 2,25, 3,75, 4,1, y similares) y cualquier intervalo dentro de ese intervalo.

Aunque la materia objeto precedente se ha descrito en algún detalle a modo de ilustración y ejemplo con las finalidades de claridad de comprensión, se entenderá por los expertos en la materia que pueden ponerse en práctica ciertos cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones

5 adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares, que comprende un tubo de hincia de extremo cerrado que tiene un primer diámetro y uno o más elementos de expansión diametral en donde los uno o más elementos de expansión diametral, en su estado expandido, forman superficies de compactación que tienen un segundo diámetro mayor que el primer diámetro del tubo de hincia.
2. El aparato de la reivindicación 1 en el que los uno o más elementos de expansión diametral están fijados a una superficie inferior del tubo de hincia de extremo cerrado.
3. El aparato de la reivindicación 1 en el que el mandril comprende adicionalmente una placa base situada en un extremo del fondo del tubo de hincia de extremo cerrado.
4. El aparato de la reivindicación 3 en el que los uno o más elementos de expansión diametral están fijados a la placa base.
5. El aparato de la reivindicación 3 en el que la placa base comprende una placa base cambiabile.
6. El aparato de la reivindicación 1 en el que los uno o más elementos de expansión diametral comprenden uno o más de entre cadenas, cables, cabos

y/o una retícula de cadenas, cables o cabos vertical y/u horizontalmente conectados.

7. El aparato de la reivindicación 1 en el que el mandril comprende
5 adicionalmente una punta de sacrificio conectada de modo extraíble a una parte inferior del tubo de hinca.

8. El aparato de la reivindicación 7 en el que los uno o más elementos de expansión diametral se alojan dentro de la punta de sacrificio.
10

9. El aparato de la reivindicación 1 que comprende adicionalmente una o más estructuras de aletas fijadas al tubo de hinca que están configuradas para soltar las tierras naturales alrededor del tubo de hinca.

15 10. El aparato de la reivindicación 1 en el que los uno o más elementos de expansión diametral están configurados y dimensionados en consecuencia para conseguir el grosor de sustentación, el área superficial de compactación y/o el flujo de tierra deseados basándose en el tipo de material y/o los requisitos del proyecto.

20

11. Un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares que comprende un tubo de hinca, una cámara de compactación en un extremo inferior del tubo de hinca y uno o más elementos de expansión diametral, en donde el aparato comprende adicionalmente una abertura en una
25 superficie superior de la cámara de compactación que comprende un paso de

circulación de flujo exterior del tubo de hincia y configurado para la aceptación de materiales granulares desde el exterior del tubo de hincia.

12. El aparato de la reivindicación 11 en el que los uno o más elementos de expansión y de restricción diametral están fijados a uno o ambos de un interior o exterior de la cámara de compactación.

13. El aparato de la reivindicación 11 en el que los uno o más elementos de expansión y restricción diametral comprenden elementos de restricción diametral interior y elementos de expansión diametral exterior.

14. El aparato de la reivindicación 13 en el que los elementos de restricción diametral interior y los elementos de expansión diametral exterior son uno de entre conectados o no conectados entre sí.

15

15. El aparato de la reivindicación 11 en el que el tubo de hincia es uno de entre un tamaño y/o un diámetro igual, un tamaño y/o un diámetro mayor o un tamaño y/o un diámetro más pequeño que la cámara de compactación.

16. El aparato de la reivindicación 11 en el que la cámara de compactación está conectada al tubo de hincia a través de una placa de transferencia de carga.

17. El aparato de la reivindicación 16 que comprende adicionalmente una o más placas de rigidez conectadas al tubo de hincia y a la placa de transferencia

45

de carga.

18. El aparato de la reivindicación 16 en el que los uno o más elementos de expansión y restricción diametral están fijados a la placa de transferencia de
5 carga.

19. El aparato de la reivindicación 11 en el que el tubo de hincia comprende un tubo hueco.

10 20. El aparato de la reivindicación 11 en el que el tubo de hincia comprende sustancialmente una configuración de viga en I.

21. El aparato de la reivindicación 11 en donde el aparato está configurado para hincarse en una cavidad previamente perforada.

15

22. El aparato de la reivindicación 11 en el que el tubo de hincia comprende sustancialmente una configuración de columna cilíndrica sólida.

20 23. Un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares que comprende un tubo de hincia, una cámara de compactación y uno o más elementos de restricción diametral, en el que la cámara de compactación comprende una tubería y el tubo de hincia está dispuesto dentro de un extremo de la tubería.

25 24. El aparato de la reivindicación 23 en el que el aparato está configurado

para hincarse en una cavidad previamente perforada.

25. El aparato de la reivindicación 23 en el que el tubo de hınca comprende una configuración de viga en I.
- 5 26. El aparato de la reivindicación 25, en el que el tubo de hınca comprende una abertura en la configuración de viga en I y en el que adicionalmente al menos una parte de la abertura en el tubo de hınca se extiende dentro de la tubería.
- 10 27. El aparato de la reivindicación 23 que comprende adicionalmente un anillo de refuerzo dispuesto alrededor de un extremo inferior de la cámara de compactación.
28. El aparato de la reivindicación 27 que comprende adicionalmente un
15 cojín de desgaste con forma sustancialmente de anillo haciendo tope con el anillo de refuerzo.
29. El aparato de la reivindicación 23 que comprende adicionalmente un anillo que comprende una disposición de elementos de restricción diametral, en
20 el que el anillo se asegura la cámara de compactación y se posiciona próximo al extremo del tubo de hınca.
30. El aparato de la reivindicación 29 en el que el anillo es extraíble.
- 25 31. El aparato de la reivindicación 29 en el que se asegura una segunda

disposición de los elementos de restricción diametral al tubo de hinca.

32. El aparato de la reivindicación 23 que comprende adicionalmente una tubería de hinca fijada a un extremo inferior del tubo de hinca.

5

33. El aparato de la reivindicación 32 en el que un extremo inferior de la tubería de hinca se extiende dentro de la cámara de compactación y en el que adicionalmente la tubería de hinca está asegurada a la cámara de compactación mediante uno o más soportes o placas que se extienden desde
10 los laterales de la cámara de compactación radialmente al interior de la tubería de hinca.

34. El aparato de la reivindicación 33 en el que los uno o más soportes o placas se extienden a lo largo de la tubería de hinca por encima de la cámara
15 de compactación hasta un punto de terminación, ahusándose en ambos lados de la cámara de compactación hasta el punto de terminación.

35. El aparato de la reivindicación 33, en el que un extremo inferior de la tubería de hinca se cierra usando una placa o una cubierta y la placa o la
20 cubierta se extienden por debajo de un extremo inferior de los uno o más soportes o placas.

36. El aparato de la reivindicación 33 que comprende adicionalmente un anillo perimetral en el interior de la cámara de compactación, comprendiendo el
25 anillo una disposición de elementos de restricción diametral y que están

dispuestos a lo largo del perímetro interior de la cámara de compactación en sustancialmente el extremo inferior de los uno o más soportes o placas.

37. El aparato de la reivindicación 36 en el que el anillo es extraíble.

5

38. El aparato de la reivindicación 36 en el que los elementos de restricción diametral se acoplan al extremo inferior de los uno o más soportes o placas y al perímetro de la placa o la cubierta.

10 39. Un método de densificación y compactación de materiales granulares, comprendiendo el método:

- a. proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hincado de extremo cerrado que tiene un primer diámetro y uno o más elementos de expansión diametral, en donde los uno o más elementos
- 15 de expansión diametral se expanden cuando el aparato es hincado hacia abajo formando superficies de compactación que tienen un segundo diámetro mayor que el primer diámetro del tubo de hincado;
- b. hincar el aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada;
- 20 c. elevar el aparato de compactación en una distancia especificada; y
- d. repetir la inserción y la elevación del aparato de compactación.

40. El método de la reivindicación 39 en el que el aparato de compactación se hincado y eleva repetidamente de modo incremental hasta que el aparato de

25 compactación se ha elevado a o cerca de un nivel del terreno original.

49

41. El método de la reivindicación 39 en el que cada una de las repetidas inserciones del aparato de compactación es a una distancia generalmente menor que una distancia a la que se elevó previamente el aparato de compactación.
42. El método de la reivindicación 39 en el que el aparato de compactación se hinca usando uno de entre un martillo de impacto o de vibración.
43. El método de la reivindicación 39 en el que la elevación del aparato de compactación permite que los materiales que lo rodean fluyan alrededor del aparato de compactación para llenar un hueco creado por la elevación del aparato de compactación.
44. El método de la reivindicación 39 en el que los uno o más elementos de expansión diametral pueden colocarse dentro de una punta de sacrificio y tras la elevación inicial del aparato de compactación los uno o más elementos de expansión diametral se retiran de la punta de sacrificio y se mueven hacia abajo con relación al aparato de compactación de modo que cuelguen desde una parte inferior del aparato de compactación.
45. El método de la reivindicación 39 en el que el aparato de compactación comprende adicionalmente una o más estructuras de aleta fijadas al tubo de hinca que sueltan las tierras naturales alrededor del tubo de hinca durante la inserción y elevación.

46. El método de la reivindicación 39 en el que el proceso crea una columna bien compactada de tierra densificada por debajo y alrededor de los uno o más elementos de expansión diametral.

5

47. El método de la reivindicación 39 en el que el aparato de compactación se inserta o se hince dentro de uno o más de tierras naturales o dentro de una cavidad previamente perforada.

10

48. Un método de densificación y compactación de materiales granulares, comprendiendo el método:

a. proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hince, una cámara de compactación en un extremo inferior del tubo de hince y uno o más elementos de expansión diametral, en donde el
15 aparato comprende adicionalmente una abertura en una superficie superior de la cámara de compactación que comprende un paso exterior de circulación de flujo del tubo de hince y configurado para la aceptación de materiales granulares desde el exterior del tubo de hince;

20

b. hincar el aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada;

c. elevar el aparato de compactación una distancia especificada de modo que los uno o más elementos de restricción diametral se muevan hacia abajo con relación al aparato de compactación para colgar desde las
25 conexiones al aparato de compactación permitiendo de ese modo que

- el material granular situado por encima de una parte superior de la cámara de compactación fluya a través del paso de circulación de flujo;
- d. volver a hincar el aparato hacia abajo dentro de las tierras naturales provocando que los uno o más elementos de restricción diametral se amontonen formando superficies de compactación; y
 - e. repetir la hinca y elevación del aparato de compactación.

49. El método de la reivindicación 48 en el que el aparato de compactación se hinca y eleva repetidamente de modo incremental hasta que el aparato de compactación se ha elevado a o cerca de un nivel del terreno original.

50. Un método de densificación y compactación de materiales granulares, comprendiendo el método:

- a. proporcionar un aparato de compactación que comprende un tubo de hincá, una cámara de compactación y uno o más elementos de restricción diametral, en donde la cámara de compactación comprende una tubería y el tubo de hincá está encajado en el interior de un extremo de la tubería;
- b. hincar el aparato de compactación en tierras naturales hasta una profundidad especificada;
- c. elevar el aparato de compactación una distancia especificada de modo que los uno o más elementos de restricción diametral se muevan hacia abajo con relación al aparato de compactación para colgar desde las conexiones al aparato de compactación permitiendo de ese modo que los materiales granulares situados por encima de una parte superior de

la cámara de compactación fluyan alrededor del exterior del tubo de hinca y hacia el interior de la cámara de compactación;

- d. volver a hincar el aparato hacia abajo dentro de las tierras naturales provocando que los uno o más elementos de restricción diametral se amontonen formando superficies de compactación; y
- e. repetir la hinca y elevación del aparato de compactación.

51. El método de la reivindicación 50 en el que el aparato de compactación se inserta o se hinca en uno o más de las tierras naturales o dentro de una cavidad previamente perforada.

52. El método de la reivindicación 50 en el que el aparato de compactación se desciende al interior de una cavidad existente, y en donde se vierte entonces agregado dentro de la cavidad existente para formar un montículo sobre la parte superior de la cámara de compactación del mandril dentro de la cavidad, y en donde adicionalmente cuando se eleva al aparato de compactación se permite que el agregado fluya través y alrededor del paso de circulación de flujo y dentro de un espacio interior de la cámara de compactación y cuando el aparato de compactación se eleva adicionalmente se permite que el agregado fluya por debajo de la parte inferior de la cámara de compactación.

53. El método de la reivindicación 52 que comprende además la hinca del aparato de compactación hacia abajo dentro del agregado, en donde se provoca que los uno o más elementos de restricción diametral se muevan hacia

el interior para "amontonarse" juntos para formar una superficie de compactación.

54. El método de la reivindicación 53 en el que el aparato de compactación
5 permanece en la cavidad durante los movimientos de elevación e hincado del
proceso de densificación y compactación sin necesidad de retirar el aparato de
compactación fuera de la cavidad.

RESUMEN

MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN DE TIERRA Y MATERIALES GRANULARES

5

Se desvelan métodos y aparatos para la compactación de tierra y materiales granulares. En algunas realizaciones, los aparatos de compactación de tierra incluyen una disposición de elementos de expansión diametral que, en su estado expandido, forman una superficie de compactación más grande. En otra realización, puede proporcionarse una cámara de compactación con elementos de restricción diametral y un paso de circulación de flujo en la parte superior de la cámara exterior de un tubo de hinca. Los elementos de expansión o de restricción diametral pueden fabricarse de, por ejemplo, cadenas, cables o cabos individuales o de una retícula de cadenas, cables o cabos vertical y horizontalmente conectados. Las realizaciones del aparato de compactación de tierra incluyen, pero sin limitarse a ellos, tubos de hinca de extremo cerrado, tubos de hinca de extremo abierto, pasos de circulación de flujo, pasos de no circulación de flujo, anillos extraíbles para la sujeción de los elementos de expansión/restricción diametral y cualquier combinación de los mismos.

100

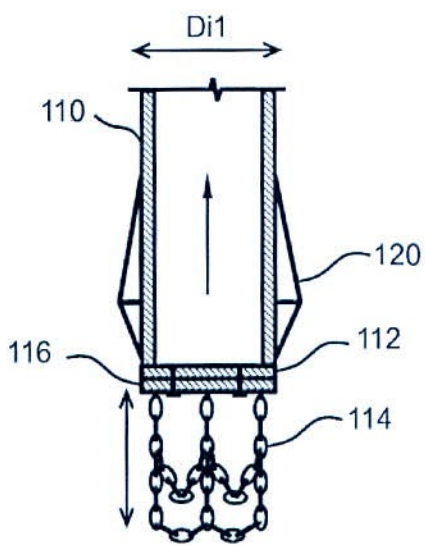


FIG. 1A

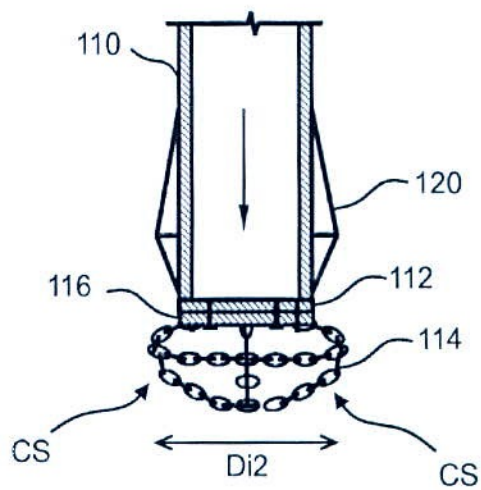


FIG. 1B

100

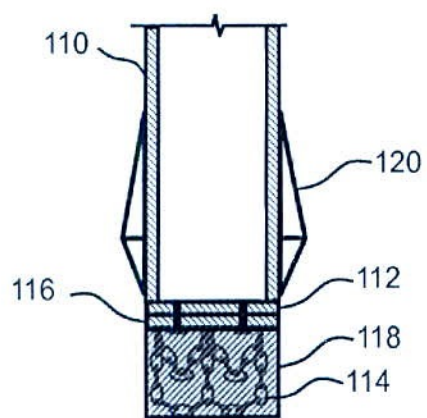


FIG. 2

57

55

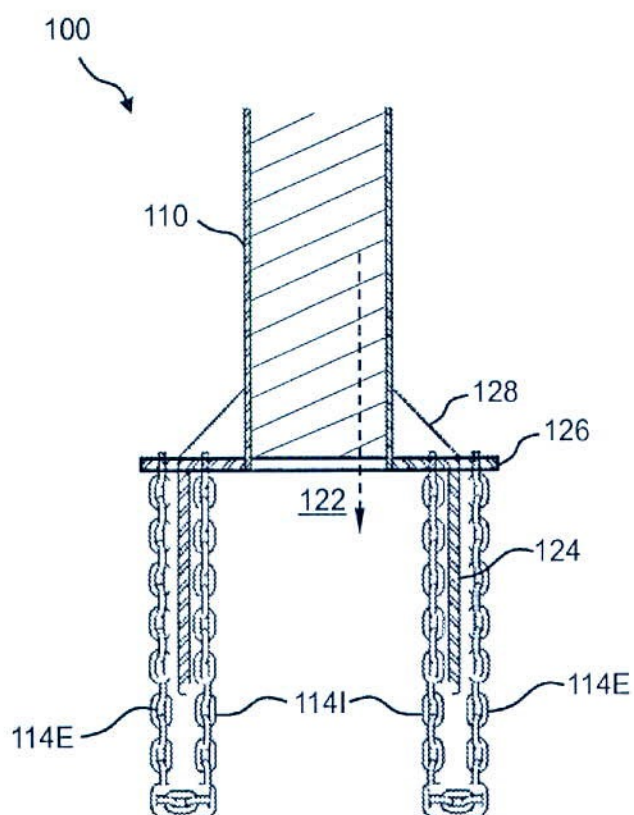


FIG. 3A

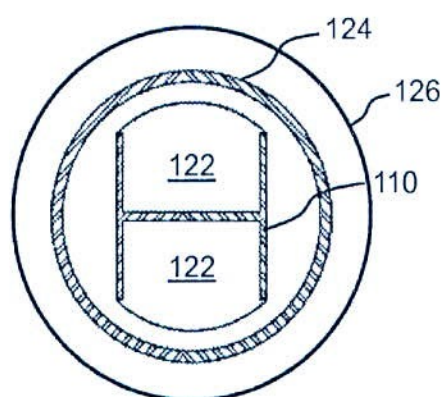


FIG. 3B

56

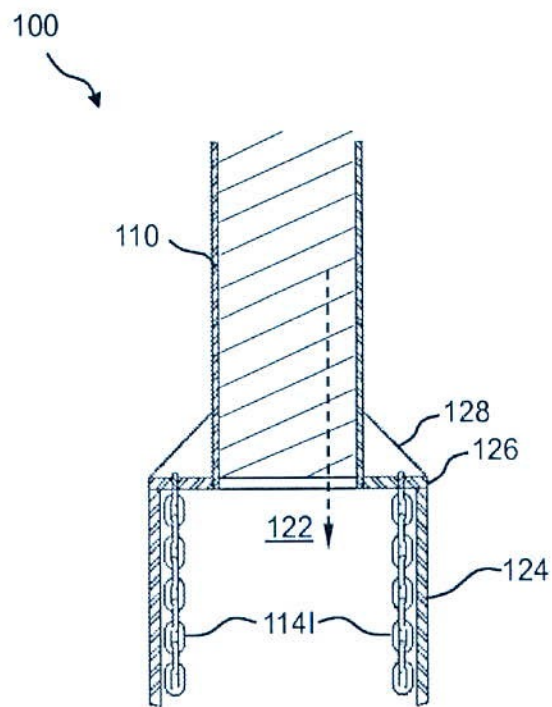


FIG. 4A

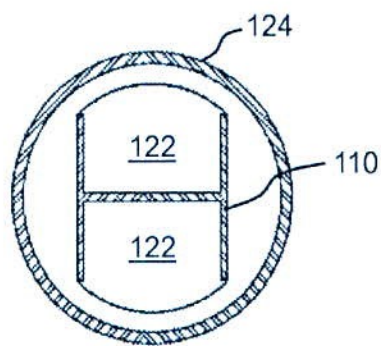


FIG. 4B

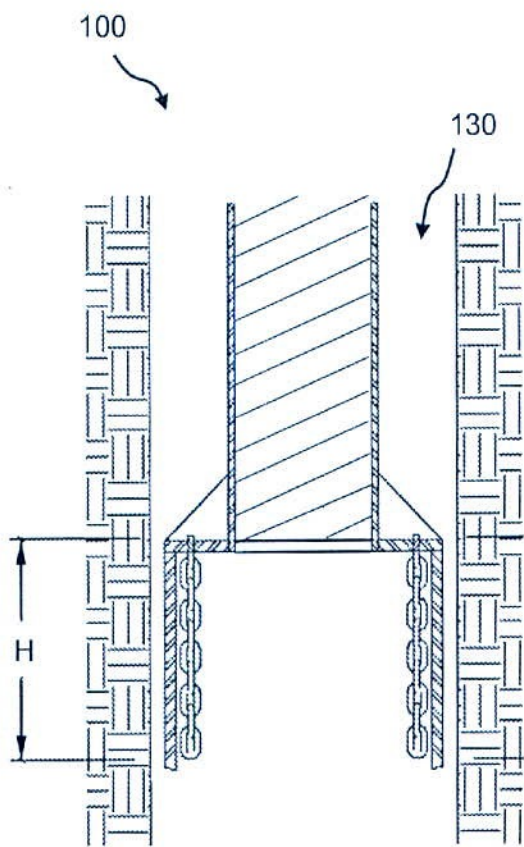


FIG. 5

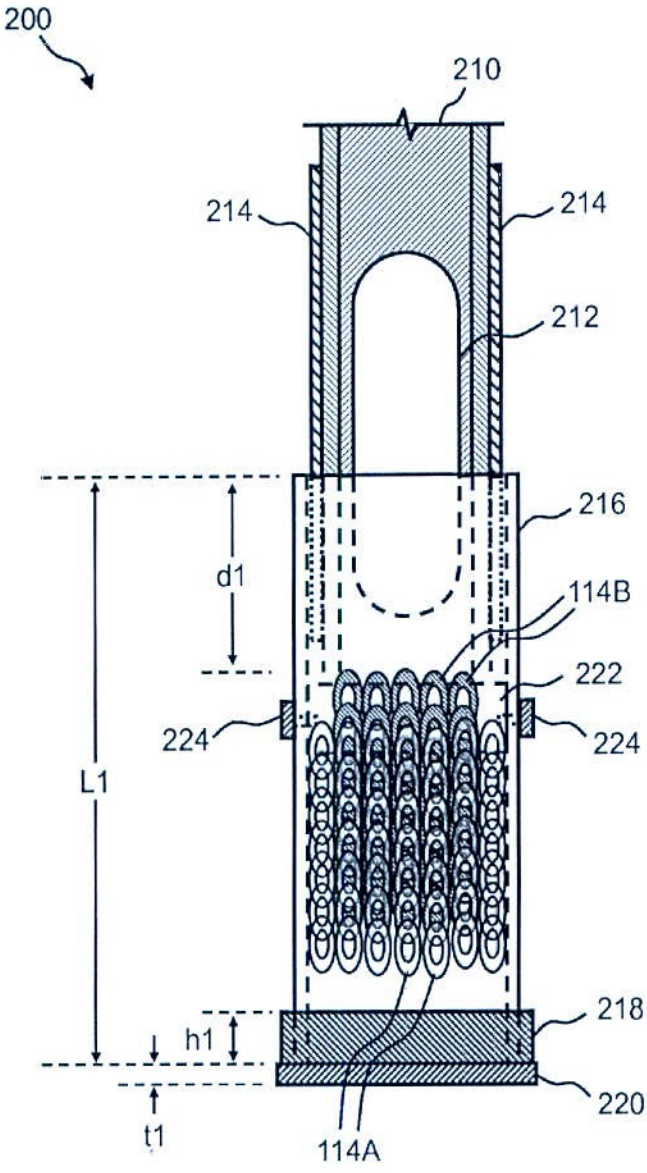


FIG. 6

200

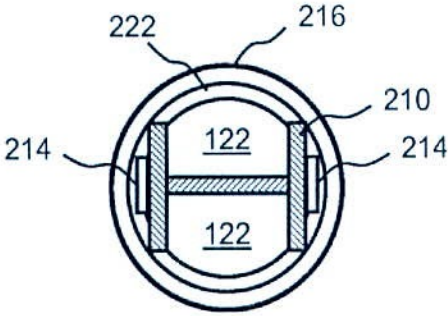


FIG. 7A

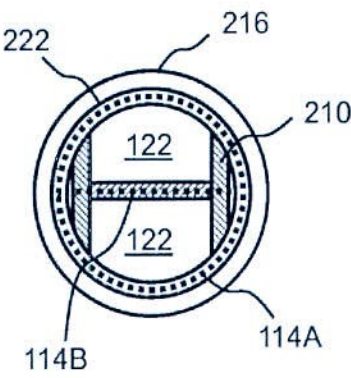


FIG. 7B

60

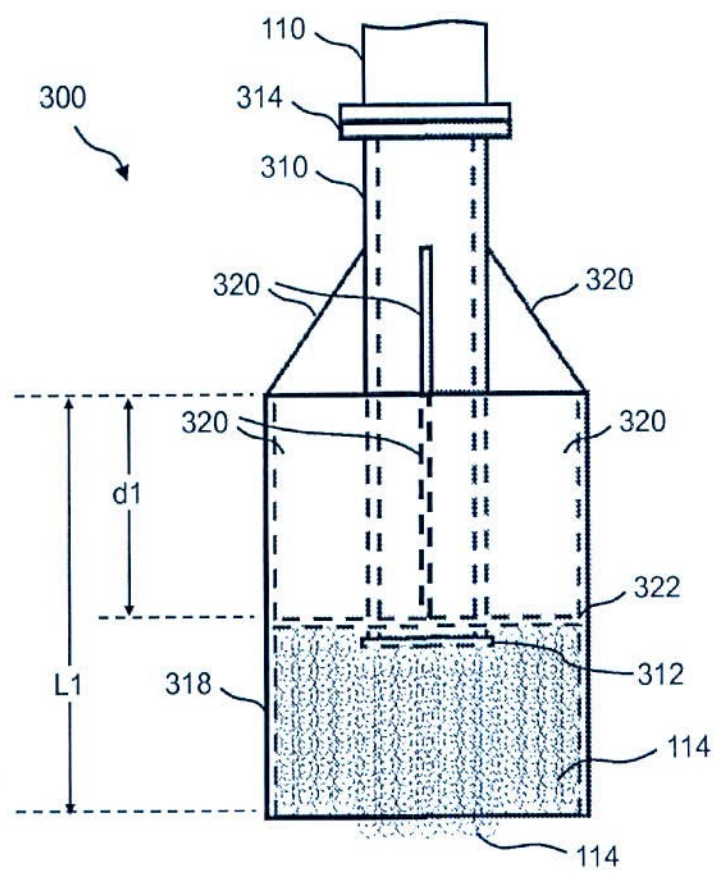


FIG. 8A

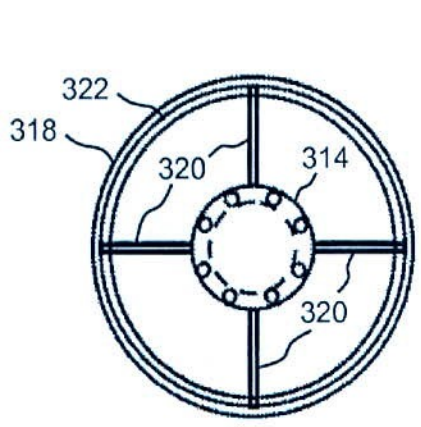


FIG. 8B

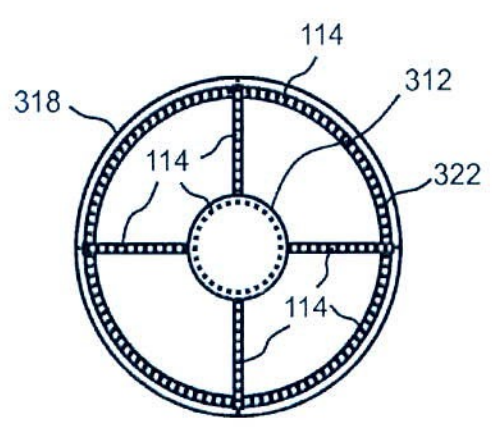


FIG. 8C

61

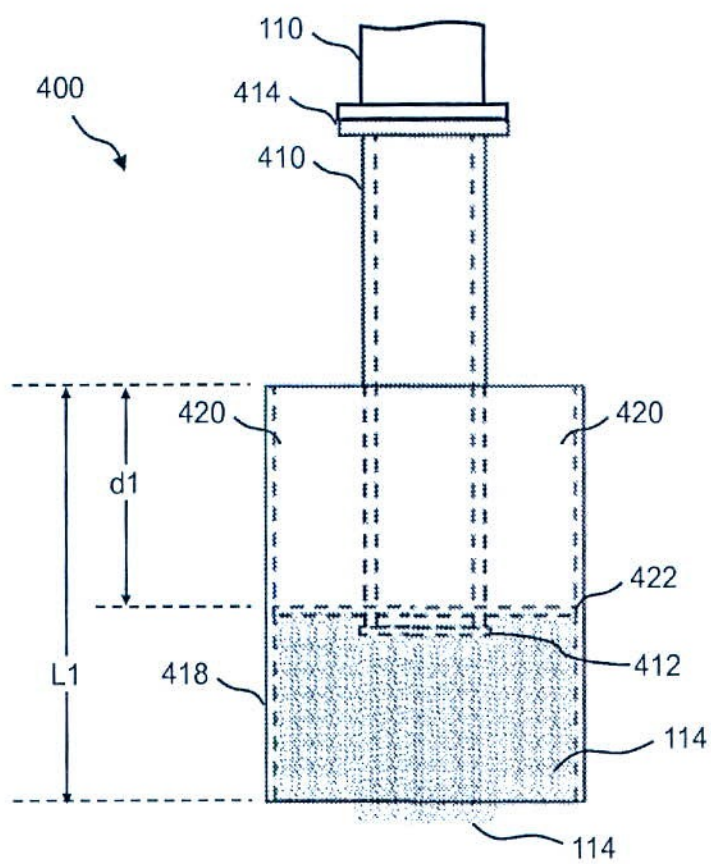


FIG. 9A

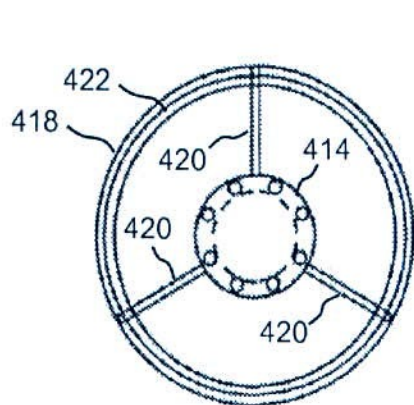


FIG. 9B

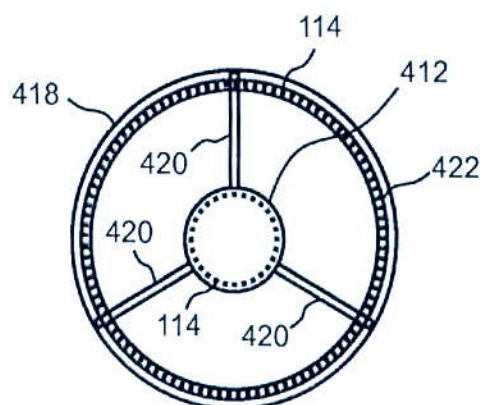


FIG. 9C

64

1000

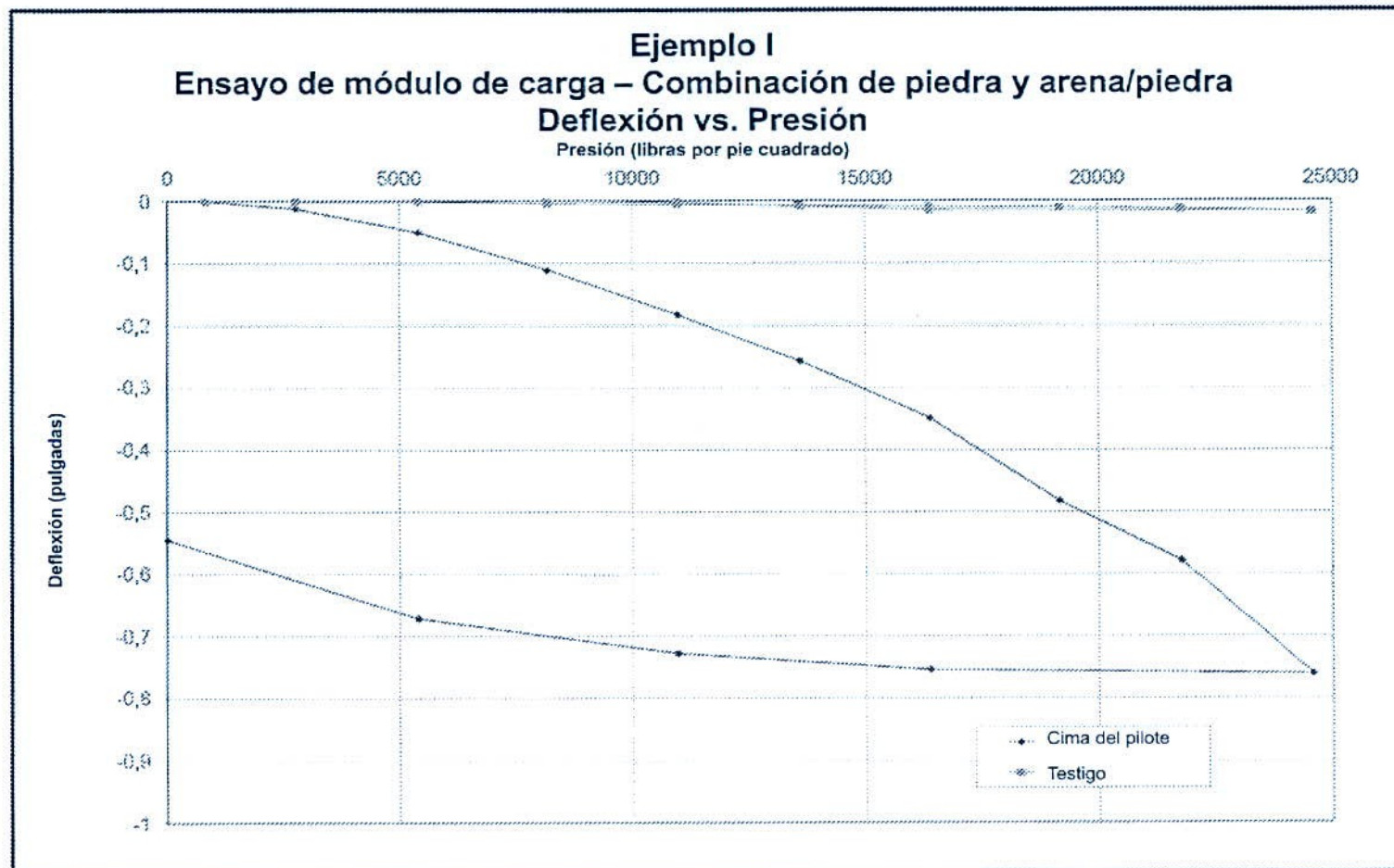
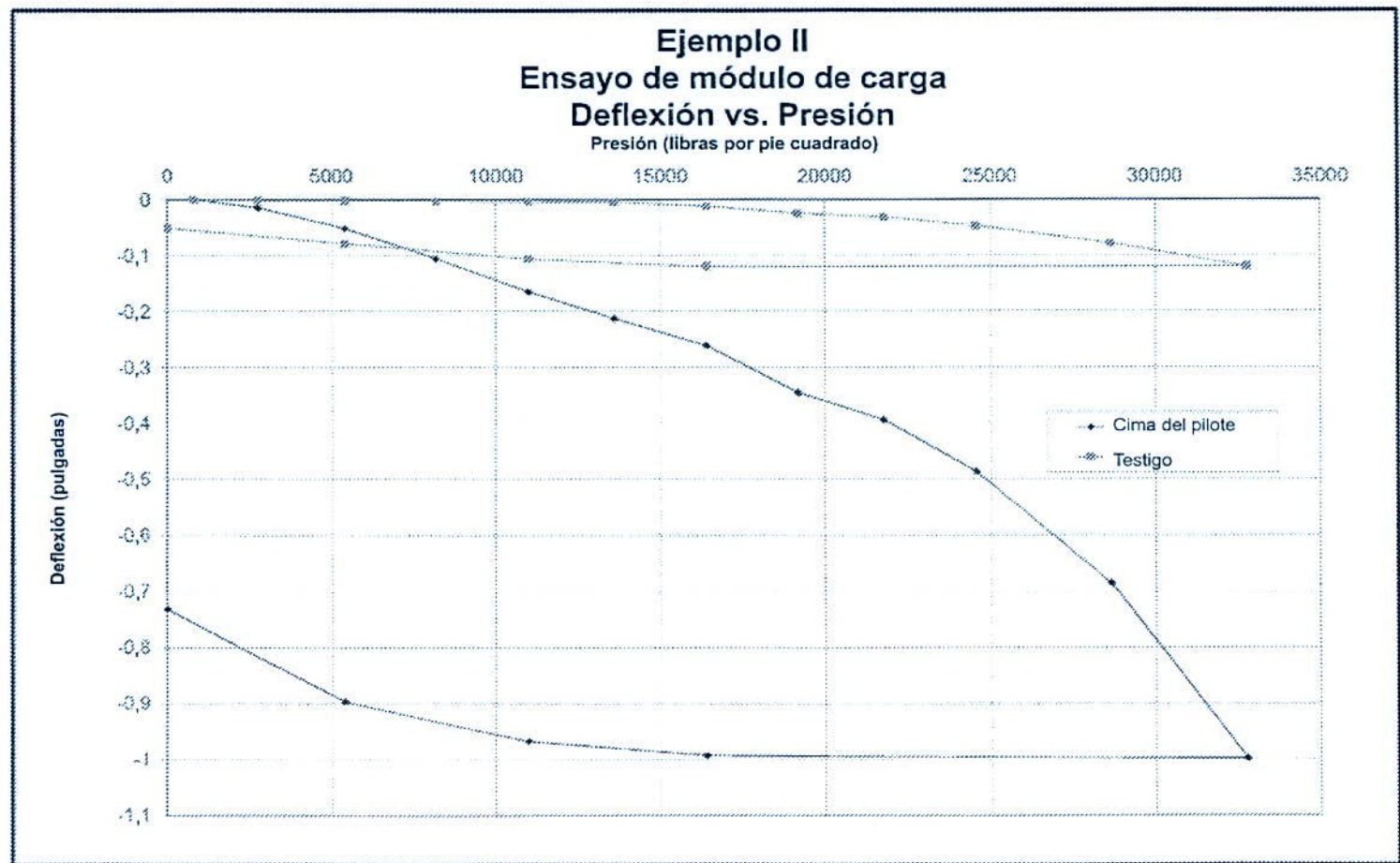


FIG. 10

64

65

1100
↙



63

FIG. 11

65

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO TEMATICO

PATENTE DE INVENCION ☒ PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional:

(71) Solicitante(s) **GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.**(72) Inventor(es) **WHITE, David J.; WISSMANN, Kord J.**(74) Apoderado: **JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS**

Prioridad	(31)	No. Prioridad	(32)	Fecha	(33)	País
		61/873,993		05/09/2013		US

(85) Fecha límite inicio fase nacional: **05/04/2016**

(87) Publicación internacional:

(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT

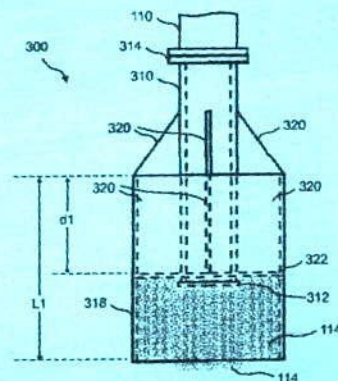
Fecha: **12/03/2015**Fecha de presentación de la solicitud: **05/09/2014**No. Publicación: **WO2015/035222A1**No. de solicitud **PCT/US2014/054374**

FIG. 8A

(54) Título: **MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN DE TIERRA Y MATERIALES GRANULARES**

(57) Resumen: Un aparato para la densificación y compactación de materiales granulares, que comprende un tubo de hincia de extremo cerrado que tiene un primer diámetro y uno o más elementos de expansión diametral en donde los uno o más elementos de expansión diametral, en su estado expandido, forman superficies de compactación que tienen un segundo diámetro mayor que el primer diámetro del tubo de hincia.

CONTINUA AL RESPALDO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS

07

PATENTE DE INVENCION X PCT X MODELO DE UTILIDAD DISEÑO INDUSTRIAL

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional :

(71) Solicitante (s)

GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.

(72) Inventor(es)

WHITE, David J.; WISSMANN, Kord J.

(74) Apoderado:

JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS

(30) Prioridad

(31)

No. Prioridad

(32)

Fecha

(33)

País

61/873,993

05/09/2013

US

(85) Fecha inicio fase nacional: **05/04/2016**

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha de presentación de la solicitud: **05/09/2014**

No. de solicitud **PCT/US2014/054374**

(87)

Publicación internacional

Fecha: **12/03/2015** Fecha (dd/mm/aa)

N° publicación: **WO2015/035222 A1**

(54) Título:

MÉTODOS Y APARATOS PARA LA COMPACTACIÓN DE TIERRA Y MATERIALES GRANULARES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

66/69



RECIBO DE CAJA

No. 16 - 005102

Bogotá D.C., Enero 21 de 2016 - 15:12:17

RECIBIDO DE : MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS LTDA

NI 800.020.909

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	758953742	21/01/2016	3.091.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	80.000.00	80.000.00
			\$80.000.00

SON: **OCHENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

-*****-

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. Pc1/032014/054874

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 16-055812- -00000-0000

Fecha: 2016-03-03 16:34:20
Tra. 11 PATENTE IYII
Act. 411 PRESENTACIONDep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve. 378 FASENACIONALI
Folios: 71

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Enero 21 de 2016 - 15:12:21

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

70



RECIBO DE CAJA

No. 16 - 0020597

Bogotá D.C., Marzo 03 de 2016 - 12:52:52

RECIBIDO DE : MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS LTDA

NI 800.020.909

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	453666662	03/03/2016	4.550.100.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
44 50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	40.000.00	1.760.000.00
			\$1.760.000.00

SON: **UN MILLON SETECIENTOS SESENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. Pc1/052014/054374

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 16-055812- -00000-0000

Fecha: 2016-03-03 16:34:20 Dep: 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act: 411 PRESENTACION Folios: 71



No. 16-055812- -00000-0000

Fecha: 2016-03-03 16:34:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
 Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
 Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

Indu
SÚP

LISTA DE CHEQUEO
 TRÁMITE - NUEVAS CREACIONES

PATENTE DE INVENCION ☐MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐