

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 638**

51 Int. Cl.:

E02D 29/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010** **E 10306033 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015** **EP 2434059**

54 Título: **Una estructura de suelo reforzada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.03.2016

73 Titular/es:

TERRE ARMEE INTERNATIONALE (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

FREITAG, NICOLAS y
LUCAS, ERIC

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 564 638 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Una estructura de suelo reforzada

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a la construcción de estructuras de suelo reforzadas. Esta técnica de construcción se usa comúnmente para producir estructuras tales como muros de contención, pilares de puentes, etc.

10 Estado de la técnica

Una estructura de suelo reforzada combina un relleno compactado, un paramento y refuerzos normalmente conectados al paramento.

15 Pueden usarse diversos tipos de refuerzo: de metal (por ejemplo, acero galvanizado), sintéticos (por ejemplo a base de fibras de poliéster), etc. Se colocan en la tierra con una densidad que está en función de las tensiones que podrían ejercerse sobre la estructura, el empuje del suelo que está reaccionando por la fricción entre la tierra y los refuerzos.

20 Los ejemplos y las realizaciones se conocen a partir del documento FR 2 939 157 A.

El paramento se fabrica, en general, de elementos de hormigón prefabricados, en forma de paneles o bloques, yuxtapuestos para cubrir la cara delantera de la estructura.

25 Puede haber escalones horizontales en esta cara delantera entre los distintos niveles del paramento, cuando la estructura incorpora una o más terrazas. En ciertas estructuras, el paramento puede realizarse in situ, vertiendo hormigón o un cemento especial.

30 Los refuerzos colocados en el relleno se fijan al paramento mediante unos miembros de conexión mecánicos que pueden adoptar diversas formas. Una vez que se ha completado la estructura, los refuerzos distribuidos a través del relleno transmiten cargas elevadas, que pueden ir hasta varias toneladas. Por lo tanto, su conexión con el paramento necesita ser robusta con el fin de mantener la cohesión del conjunto.

35 Estas conexiones entre los refuerzos conllevan un riesgo de que la carga máxima que pueden soportar podrá superarse si se somete al suelo a un asentamiento diferencial fuerte o en el caso de un terremoto. Además, los miembros de conexión presentan riesgos de degradación. Son más susceptibles a degradarse químicamente, por ejemplo, por la corrosión para el acero o por hidrólisis para las conexiones a base de poliéster, debido a la humedad o a los agentes químicos presentes que se han infiltrado en el relleno y se concentran en los alrededores del paramento.

40 Las estructuras de suelo reforzadas están diseñadas para un tiempo de uso determinado. Por ejemplo, las estructuras de carretera y ferrocarril se esperan por los propietarios para que estén en servicio durante períodos superiores a 75 años o superiores a 100 años. Si las estructuras están diseñadas y construidas de manera adecuada, mantendrán su nivel de seguridad necesario durante esos períodos de tiempo. Pero después, el nivel de seguridad disminuirá lentamente hasta alcanzar un nivel en el que la tensión aplicada sobre un refuerzo o una serie de refuerzos sea mayor que la resistencia residual. Si esto no se ha previsto, sucederá un fallo de la estructura. La experiencia muestra que este fallo es probable que suceda en o en las proximidades de los puntos de conexión sobre los elementos de paramento. A continuación, posiblemente una parte de los elementos de paramento se caen y la consecuencia inmediata es la pérdida del relleno que ya no está contenido. Esto puede conducir a una rápida pérdida de servicio de la estructura, en particular, una imposibilidad de mantener el uso de los activos localizados en la parte superior de las estructuras de relleno reforzado, como carreteras, ferrocarriles, instalaciones de almacenamiento,...

50 Si el diseño o la construcción son defectuosos, o si el estado de la estructura evoluciona de manera desfavorable durante el período de servicio de la estructura (por ejemplo, la contaminación externa del relleno con agentes agresivos), puede producirse el mismo fenómeno en una fase más temprana, antes del final del período de servicio esperado.

Objeto de la invención

60 Un objeto de la presente invención es proponer un nuevo método de estabilizar el relleno que hace que sea posible reducir el impacto de los problemas mencionados anteriormente.

65 Por lo tanto, la invención propone una estructura de suelo reforzada que comprende un relleno, un paramento colocado a lo largo de una cara delantera de la estructura, al menos un miembro de refuerzo principal conectado al paramento y que se extiende a través de una primera zona reforzada del relleno colocada detrás de dicha cara

delantera, y al menos un miembro de refuerzo secundario desconectado del paramento y que se extiende desde el paramento en una segunda zona reforzada del relleno que tiene, con dicha primera zona reforzada, una parte común, en la que el miembro de refuerzo secundario se extiende desde el paramento en el relleno hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal, con respecto a la cara delantera.

5 Esta estructura de suelo reforzada tiene ventajas significativas.

10 En particular, la configuración del miembro de refuerzo principal y del miembro de refuerzo secundario es tal que las cargas se transmiten entre el miembro de refuerzo principal y el miembro de refuerzo secundario por el material del relleno. Por lo tanto, la estructura puede tener una buena integridad en presencia de un movimiento pequeño del suelo. Los inventores han observado que introduciendo un miembro de refuerzo secundario contra el paramento, la estructura de acuerdo con la invención permanece estable incluso si el miembro de refuerzo principal se desconecta de manera accidental del paramento, por ejemplo, después de haberse desgastado.

15 De acuerdo con las realizaciones adicionales de la invención, la estructura de suelo reforzada de acuerdo con la invención puede comprender las siguientes características por sí solas o en combinación:

- la rigidez del miembro de refuerzo secundario es menor que o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal.
- 20 - el miembro de refuerzo principal se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una banda sintética, una banda de metal, una barra de metal, una malla de metal en forma de banda, una malla de metal en forma de lámina, una rejilla de metal en forma de escalera, una banda sintética, una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una capa geotextil, una geocelda;
- 25 - el miembro de refuerzo secundario se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una banda sintética, una banda de metal, una barra de metal, una malla de metal en forma de lámina, una malla metálica en forma de escalera, una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una geomalla, una geocelda, una capa geotextil tejida o no tejida;
- el paramento comprende unos elementos prefabricados en los que el miembro de refuerzo principal está integrado de manera parcial;
- 30 - los elementos prefabricados se fabrican de hormigón y el miembro de refuerzo principal está conectado a los mismos por uno de los métodos conocidos por los expertos en la materia; y
- el miembro de refuerzo secundario no está conectado de manera permanente al paramento (3).

35 La invención puede aplicarse a la reparación de una estructura existente, pero su aplicación preferente es la de la producción de una nueva estructura.

La invención se refiere además a un método para construir una estructura de suelo reforzada, que comprende las etapas de:

- 40 - colocar un paramento a lo largo de una cara delantera de la estructura que delimita un volumen a llenarse;
- colocar al menos un miembro de refuerzo principal en una primera zona reforzada de dicho volumen, en la que el miembro de refuerzo principal se conecta al paramento y se extiende a través de la primera zona reforzada;
- colocar al menos un miembro de refuerzo secundario contra el paramento no conectado permanentemente al paramento en una segunda zona reforzada de dicho volumen que se extiende desde el paramento, teniendo 45 dichas zonas primera y segunda una parte en común, en la que el miembro de refuerzo secundario se instala desde el paramento hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal con respecto a la cara delantera, y en la que la rigidez del miembro de refuerzo secundario es menor o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal;
- introducir el material de relleno en dicho volumen y compactar el material de relleno.

50 De acuerdo con las realizaciones adicionales de la invención, el método de acuerdo con la invención puede comprender las siguientes características por sí solas o en combinación:

- 55 - comprender la etapa de determinar de manera independientemente una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros de refuerzo principales en dicha primera zona reforzada y una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros secundarios en dicha segunda zona reforzada, y
- comprender la etapa de conectar al menos algunas de las bandas de refuerzo secundarias al paramento por medio de unas uniones temporales diseñadas para romperse en la etapa de introducir y compactar el material de relleno.

Descripción de las figuras

65 A continuación, se describirán unas realizaciones no limitantes de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es una vista esquemática en sección lateral de una estructura de suelo reforzada de acuerdo con una primera realización de la invención, mientras que se está construyendo.
- 5 • La figura 2A es una vista esquemática en sección lateral de una estructura de suelo reforzada de acuerdo con una segunda realización de la invención, mientras que se está construyendo.
- 10 • La figura 2B es una vista esquemática en sección lateral de una estructura de suelo reforzada como se representa en la figura 2A, después de que los miembros de refuerzo principales se han desconectado de manera accidental del paramento.
- 15 • La figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un elemento de paramento utilizable en una realización de la invención.
- Las figuras 4 y 5 son unas vistas en alzado y desde arriba esquemáticas de un elemento de paramento utilizable en otra realización de la invención.
- La figura 6 es una vista en alzado esquemática de otra realización de una estructura de acuerdo con la invención.
- 20 • Las figuras 7 y 8 son unas vistas en alzado y desde arriba esquemáticas de otra realización más de una estructura de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

- 25 De acuerdo con una realización de la invención, la estructura de suelo reforzada puede comprender una pluralidad de miembros de refuerzo principales y secundarios. En el sentido de la invención cuando la estructura de suelo reforzada comprende una pluralidad de miembros de refuerzo principales y secundarios la "rigidez de los miembros de refuerzo principales y secundarios" ha de entenderse como la rigidez de los miembros de refuerzo principales y secundarios por unidad de área del paramento. Por lo tanto, de acuerdo con tal realización la característica "la
- 30 rigidez del miembro de refuerzo secundario es menor que o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal" ha de entenderse como que $k_2 \times n_2$ es menor o igual que $k_1 \times n_1$, con k_1 y k_2 la rigidez individual de los miembros de refuerzo principales y secundarios respectivamente y n_1 y n_2 la densidad de los miembros de refuerzo principales y secundarios por unidad de superficie del paramento respectivamente.
- 35 Las figuras ilustran la aplicación de la invención a la construcción de un muro de contención de suelo reforzado. Un relleno compactado 1, en el que se distribuyen unos miembros de refuerzo principales 2, está delimitado en el lado delantero de la estructura por un paramento 3 formado por la yuxtaposición de unos elementos prefabricados 4, en forma de paneles en la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, y en el lado trasero por el suelo 5 contra el que se instala el muro de contención.
- 40 La figura 1 muestra de manera esquemática la zona Z1 del relleno reforzado con los miembros de refuerzo principales 2.
- 45 Para garantizar la cohesión del muro de contención, los miembros de refuerzo principales 2 están conectados a los elementos de paramento 4, y se extienden a lo largo de una cierta distancia dentro del relleno 1.
- Los miembros de refuerzo secundarios 6 no están conectados de manera positiva al paramento 3, que prescinde de la necesidad de unirse a los conectores específicos. Estos refuerzos secundarios 6 se extienden en el relleno 1 desde el paramento hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal 2, con respecto a la cara delantera.
- 50 De acuerdo con la invención, la rigidez de los miembros de refuerzo secundarios 6 es menor que o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal 2.
- 55 Por otra parte, estos refuerzos secundarios 6 contribuyen a reforzar la tierra en una zona Z2.
- De acuerdo con una realización de la invención, todos los miembros de refuerzo secundarios tienen sustancialmente la misma longitud y se colocan contra el paramento 3.
- 60 La cohesión de la estructura resulta a partir del hecho de que las zonas reforzadas Z1 y Z2 se solapan en una parte común Z'. En esta parte común Z', el material del relleno 1 tiene una buena resistencia, ya que se refuerza por los miembros de refuerzo 2 y 6.
- 65 Por lo tanto, es capaz de soportar las tensiones de cizallamiento ejercidas como un resultado de las cargas de tracción experimentadas por los refuerzos. Esta parte Z', naturalmente debe ser lo suficientemente espesa como

para sostener el paramento 3 de manera adecuada. En la práctica, por lo general, un espesor de uno a unos pocos metros es suficiente. Por el contrario, los miembros de refuerzo principales 2 pueden extenderse mucho más profundamente en el relleno 1, como se muestra en la figura 1.

- 5 Por lo tanto, la simple adición de miembros de refuerzo secundarios 6 en el relleno permite reforzar la estructura de suelo en la parte común (Z') de la segunda zona reforzada (Z2) y en la primera zona reforzada (Z1).

- 10 Es preferible evitar los contactos entre los miembros de refuerzo principales 2 y los miembros de refuerzo secundarios 6 en la parte común Z'. Esto es debido a que no se confía en las fuerzas de rozamiento entre los refuerzos para la reacción de las cargas de tracción dado que es difícil lograr un control total sobre estas fuerzas de fricción. Por el contrario, en la técnica de tierra reforzada, se tiene un mejor control sobre las interfaces entre los refuerzos y el relleno, lo que significa que puede confiarse en las propiedades de resistencia del relleno reforzado estresado en el cizallamiento.

- 15 En el ejemplo representado, los miembros de refuerzo principales 2 pueden ser bandas a base de fibras sintéticas. Pueden estar conectados al paramento, 3 de varias maneras. Pueden unirse al paramento usando unos conectores convencionales, por ejemplo, del tipo descrito en el documento EP-A-1 114 896.

- 20 En una realización preferida, estos miembros de refuerzo principales 2 se incorporan en el momento de la fabricación de los elementos de paramento 4. En el escenario frecuente en el que los elementos 4 se prefabrican en hormigón, una parte de los miembros de refuerzo principales 2 puede estar integrada en el hormigón moldeado de un elemento 4. Esta pieza moldeada puede formar en particular uno o más bucles alrededor de las barras de acero del hormigón armado de los elementos 4, fijándolas por lo tanto firmemente al paramento.

- 25 En la configuración de estructura a modo de ejemplo ilustrada en la figura 1, los miembros de refuerzo principales 2 y los miembros de refuerzo secundarios 6 están dispuestos en planos horizontales que se superponen en alternancia sobre la altura de la estructura. Solo se muestran dos planos adyacentes en la figura 1 con el fin de hacer que sea más fácil de leer.

- 30 Los miembros de refuerzo secundarios 6 pueden ser bandas de material de refuerzo sintético a base de fibras que siguen unas trayectorias en zigzag en planos horizontales detrás del paramento 3. Estas pueden ser, en particular, las bandas de refuerzo comercializadas bajo el nombre comercial de "GeoStrap". Esta banda tiene de manera ventajosa una anchura de como máximo 20 cm.

- 35 De acuerdo con una realización ilustrada en la figura 2A, la estructura de suelo reforzada puede comprender una pluralidad de miembros de refuerzo principales y secundarios.

- 40 Como se ilustra en la figura 2A, los miembros de refuerzo principales pueden ser barras de metal 2 conectadas al paramento, 4 y los miembros de refuerzo secundarios pueden seleccionarse de entre la lista siguiente que consiste en: una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una geomalla, una geocelda, una capa geotextil tejida o no tejida.

- 45 Los miembros de refuerzo secundarios pueden estar dispuestos en una forma de U, con la base 7 del refuerzo secundario en forma de U que se extiende al menos de manera parcial a lo largo del paramento, 4. Las dos ramas 8a y 8b del refuerzo secundario en forma de U se extienden desde el paramento en el relleno a lo largo del miembro de refuerzo principal (2, 9, 26) y definen la segunda zona reforzada (Z2).

- 50 De acuerdo con la realización de la invención ilustrada en la figura 2A, las dos ramas 8a y 8b del miembro de refuerzo secundario en forma de U se extienden en el relleno hasta sustancialmente la misma distancia.

De acuerdo con una realización de la invención, los miembros de refuerzo secundarios pueden estar dispuestos de tal manera que las dos ramas 8a y 8b se extienden en el relleno a diferentes distancias.

- 55 Como se ilustra en la figura 2B, si los miembros de refuerzo principales se desconectan de manera accidental del paramento, la estructura reforzada se estabiliza mediante los miembros de refuerzo secundarios.

Con el fin de construir la estructura representada en la figura 1, el procedimiento puede ser de la siguiente manera:

- 60 a) colocar algunos de los elementos de paramento 4 con el fin de que posteriormente pueda introducirse un material de relleno a lo largo de una cierta profundidad. De manera conocida, la instalación y la colocación de los elementos de paramento pueden hacerse más fácilmente mediante los miembros de montaje colocados entre los mismos;
- b) instalar, contra el paramento, un miembro de refuerzo secundario 6 en el relleno ya presente;
- 65 c) introducir el material de relleno a lo largo del miembro de refuerzo secundario 6 que acaba de instalarse, hasta el siguiente nivel de los miembros de refuerzo principales 2 en el lado trasero de los elementos de paramento 4. Este material de relleno se compacta a medida que se introduce;

- d) colocar en el relleno los miembros de refuerzo principales 2 localizados en dicho nivel, ejerciendo una ligera tensión sobre los mismos;
- e) introducir el material de relleno a lo largo de este nivel y compactarlo de manera progresiva hasta que se alcanza el siguiente nivel especificado para la colocación de los miembros de refuerzo secundarios 6;
- f) repetir las etapas a) a e) hasta que se alcanza el nivel superior del relleno.

Debería observarse que pueden aplicarse numerosas alternativas a la estructura descrita anteriormente en el presente documento y a su método de producción.

Por ejemplo, con el fin de construir la estructura representada en la figura 2A, el procedimiento puede ser de la siguiente manera:

- a) colocar algunos de los elementos de paramento 4 con el fin de que posteriormente pueda introducirse un material de relleno a lo largo de una cierta profundidad. De manera conocida, la instalación y la colocación de los elementos de paramento pueden hacerse más fácilmente mediante los miembros de montaje colocados entre los mismos;
- b) poner una primera parte del miembro de refuerzo secundario 6 en el relleno ya presente y poner el resto del miembro de refuerzo secundario de manera temporal contra el paramento;
- c) introducir el material de relleno a lo largo de la primera parte del miembro de refuerzo secundario 6 que acaba de instalarse, hasta un nivel correspondiente a la base del miembro de refuerzo en forma de U;
- d) poner la parte libre del miembro de refuerzo secundario en el relleno que acaba de añadirse;
- e) introducir el material de relleno a lo largo de la segunda parte del miembro de refuerzo secundario 6 que acaba de instalarse, hasta el siguiente nivel de la segunda rama del miembro de refuerzo secundario;
- f) colocar en el relleno los miembros de refuerzo principales 2 localizados en dicho nivel, ejerciendo una ligera tensión sobre los mismos;
- g) introducir el material de relleno a lo largo de este nivel y compactarlo de manera progresiva hasta que se alcanza el siguiente nivel especificado para la colocación de los miembros de refuerzo secundarios 6;
- h) repetir las etapas a) a g) hasta que se alcanza el nivel superior del relleno.

En primer lugar, los miembros de refuerzo principales 2 pueden adoptar formas muy diversas, como se hace en la técnica de suelo reforzado (banda sintética, barra de metal, rejilla de metal o sintética en forma de una banda, una capa, una escalera, etc.), una capa geotextil tejida o no tejida, etc., con la condición de que la rigidez del miembro de refuerzo secundario sea inferior o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal.

De la misma manera, pueden usarse todos los tipos de paramentos: elementos prefabricados en forma de paneles, bloques, etc., rejillas de metal, jardineras, etc. Por otra parte, es perfectamente concebible construir el paramento 3 moldeándolo in situ usando hormigón o cementos especiales, teniendo cuidado de conectar los elementos secundarios 6 en el mismo.

Las configuraciones tridimensionales adoptadas por las bandas de refuerzo principales 2 y los elementos secundarios 6 dentro del relleno 1 pueden ser también muy diversas. Es posible encontrar unos refuerzos principales 2 y unos elementos secundarios 6 en el mismo plano horizontal (evitando preferentemente el contacto entre sí). También es posible tener, en la parte común Z', una relación que varíe entre la densidad de los refuerzos principales 2 y la de los miembros secundarios 6.

En la realización ilustrada en la figura 3, el elemento de paramento 14 está equipado con una banda de refuerzo principal que sigue una trayectoria en forma de C 15 cuando se ve en una sección vertical. La banda (que no se muestra para mostrar la forma de la trayectoria) se integra en el hormigón a medida que se vierte en el molde de fabricación. Se pasa preferentemente alrededor de una o más varillas metálicas 16 usadas para reforzar el elemento de hormigón. Los extremos de la trayectoria en forma de C 15, en el nivel en el lado trasero del elemento de paramento, guían las secciones que sobresalen de la banda en direcciones horizontales. Tales secciones de banda proporcionan un par de miembros de refuerzo principales que emergen del elemento de paramento 14 en el relleno 1 en unas posiciones desplazadas verticalmente. Esta disposición se aprovecha de la fricción del suelo/plástico en ambos lados de cada sección de banda, optimizando por lo tanto el uso del material de refuerzo en la zona Z1.

En la realización alternativa ilustrada en las figuras 4 y 5, el miembro de refuerzo principal 26 forma un bucle alrededor de una varilla de refuerzo metálica 27 del elemento de paramento de hormigón 24. Sus dos secciones salientes 26A, 26B emergen de la parte trasera del elemento de paramento 24 en sustancialmente el mismo plano horizontal. Pero en ese plano (figura 5), sus ángulos con respecto a la superficie trasera del elemento son diferentes. Las dos secciones de banda 26a, 26b se ponen al mismo tiempo en un nivel del relleno manteniendo el ángulo entre las mismas. Este trazado oblicuo también aprovecha al máximo la fricción del suelo/plástico en ambos lados de cada sección de banda.

Una de las ventajas importantes de la estructura propuesta es que hace posible la adopción de muy variadas configuraciones y densidades de colocación de los miembros de refuerzo principales 2, 9, 26 y de los miembros secundarios 6 debido a que la transmisión de cargas por el material de relleno localizado entre los mismos elimina la

mayoría de las limitaciones de construcción asociadas con el método de conexión entre los refuerzos principales y el paramento. Por lo tanto, será posible encontrar, dentro de una y la misma estructura, las regiones en las que las densidades relativas de los miembros de refuerzo principales 26 y/o de los miembros de refuerzo secundarios 6 varían de manera significativa, mientras que se optimizan de manera individual.

Una ventaja importante del uso de geotextiles colocados contra el paramento pero desconectados del paramento como los miembros de refuerzo secundarios 6 es que proporcionan una muy buena retención para el relleno en la aparición de una ruptura accidental de una o varias conexiones entre los refuerzos principales y los elementos de paramento.

En la realización mostrada en la figura 6, el paramento está fabricado de bloques 44 de dimensiones relativamente pequeñas. Estos bloques están conectados de manera individual a la estructura de suelo estabilizado por medio de unos miembros de refuerzo principales 2. Tal disposición garantiza la estabilidad individual de los bloques, y evita desplazamientos entre los bloques adyacentes sin necesidad de fuertes conexiones positivas entre los bloques. Como se muestra en la figura, la densidad del miembro de refuerzo secundario 6 en la zona Z1 puede ser menor que la de los miembros de refuerzo principales 2 en la zona Z2.

Ya que, en esta aplicación, la densidad de refuerzo en la zona Z2 se establece por las dimensiones de los bloques 44, se ve que la invención permite optimizar la cantidad de miembros de refuerzo secundarios a usarse, lo que es una ventaja económica importante.

La invención también es interesante en las estructuras de suelo reforzadas, cuyo paramento está fabricado de paneles deformables, como se ilustra en las figuras 8 y 9. Tales paneles 54 pueden consistir en una retícula de cables soldados a la que se conectan los refuerzos de suelo 56, directamente o a través de dispositivos intermedios. Por lo general, la deformación de tal paramento de retícula de cables se limita aumentando el número de puntos de conexión y los refuerzos. Una vez más, la necesidad para consolidar el paramento conduce a un mayor gasto de los refuerzos a usarse. Este problema se evita mediante la presente invención ya que permite diseñar el refuerzo de la zona Z2 por medio de los miembros de refuerzo secundarios 6 independientemente del de la zona de conexión de paramento Z1 por medio de los refuerzos de suelo 56 usados como miembros de refuerzo principales.

Cuando se está colocando un miembro de refuerzo secundario 6 en un nivel del relleno (la etapa b anterior), es posible conectar esta banda de refuerzo 2 al paramento por medio de unas uniones temporales destinadas a romperse cuando la estructura se carga de manera gradual con los niveles de llenado superpuestos. Tales uniones temporales, que son opcionales, realizan una colocación correcta de los refuerzos principales de manera más fácil, pero no se confía en las mismas para transmitir la carga en la interfaz de paramento/de llenado una vez que se completa la estructura.

La invención se ha descrito anteriormente con la ayuda de una realización sin limitación del concepto inventivo general.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de suelo reforzada, que comprende:

- 5 - un relleno (1);
- un paramento (3) colocado a lo largo de una cara delantera de la estructura;
- al menos un miembro de refuerzo principal (2, 9, 26) conectado al paramento y que se extiende a través de una primera zona reforzada (Z1) del relleno localizado detrás de dicha cara delantera; **y caracterizado por que**
- 10 - al menos un miembro de refuerzo secundario (6) desconectado del paramento y que se extiende desde el paramento (3) en una segunda zona reforzada (Z2) del relleno, que tiene una parte común (Z') con dicha primera zona reforzada (Z1),

en la que el miembro de refuerzo secundario (6) se extiende desde el paramento en el relleno (1) hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal (2, 9, 26), con respecto a la cara delantera.

2. La estructura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la rigidez del miembro de refuerzo secundario (6) es menor que o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal (2, 9, 26).

20 3. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el miembro de refuerzo principal se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una banda de metal, una barra de metal, una malla de metal en forma de banda, una malla de metal en forma de lámina, una rejilla de metal en forma de escalera, una banda sintética, una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una capa geotextil, una geocelda.

25 4. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el miembro de refuerzo secundario se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una banda sintética, una banda de metal, una barra de metal, una malla de metal en forma de lámina, una malla de metal en forma de escalera, una banda sintética, una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una geomalla, una geocelda, una capa geotextil tejida o no tejida.

5. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el paramento (3) comprende unos elementos prefabricados (4, 14, 24) a los que se conecta el miembro de refuerzo principal (2, 9, 26).

35 6. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el miembro de refuerzo secundario (6) está dispuesto en una forma de U con la base del refuerzo secundario en forma de U que se extiende al menos de manera parcial a lo largo del paramento y las dos ramas del refuerzo secundario en forma de U que se extienden desde el paramento en la segunda zona reforzada (Z2).

40 7. La estructura de acuerdo con la reivindicación 6, en la que al menos una de las ramas del refuerzo secundario en forma de U se extiende desde el paramento en la segunda zona reforzada (Z2) a lo largo del miembro de refuerzo principal (2, 9, 26).

45 8. La estructura de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en la que las dos ramas del miembro de refuerzo secundario en forma de U se extienden en el relleno (1) hasta sustancialmente la misma distancia.

9. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en la que el miembro de refuerzo principal se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una barra de metal, una malla metálica en forma de banda, una malla metálica en forma de lámina, una rejilla de metal en forma de escalera.

50 10. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en la que el miembro de refuerzo secundario se selecciona entre la lista siguiente que consiste en: una malla sintética en forma de lámina, una malla sintética en forma de escalera, una geomalla, una geocelda, una capa geotextil tejida o no tejida.

55 11. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el miembro de refuerzo secundario (6) no está conectado permanentemente al paramento (3).

12. Un método para construir una estructura de suelo reforzada, que comprende las etapas de:

- 60 - colocar un paramento (3) a lo largo de una cara delantera de la estructura que delimita un volumen a llenarse;
- colocar al menos un miembro de refuerzo principal (2, 9, 26) en una primera zona reforzada (Z1) de dicho volumen, en la que el miembro de refuerzo principal se conecta al paramento y se extiende a través de la primera zona reforzada (Z1);
- 65 - colocar al menos un miembro de refuerzo secundario (6) contra el paramento no conectado permanentemente al paramento en una segunda zona reforzada (Z2) de dicho volumen que se extiende desde el paramento (3), teniendo dichas zonas primera y segunda una parte en común (Z'), en la que el miembro de refuerzo secundario

(6) se instala desde el paramento hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal (2, 9, 26) con respecto a la cara delantera, y en la que la rigidez del miembro de refuerzo secundario (6) es menor o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal (2, 9, 26);
- introducir el material de relleno (1) en dicho volumen y compactar el material de relleno.

5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además la etapa de determinar de manera independientemente una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros de refuerzo principales (2, 9, 26) en dicha primera zona reforzada (Z1) y una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros secundarios (6) en dicha segunda zona reforzada (Z2).

10 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además la etapa de conectar al menos alguna de las bandas de refuerzo secundarias (6) al paramento (3) por medio de uniones temporales diseñadas para romperse en la etapa de introducir y compactar el material de relleno.

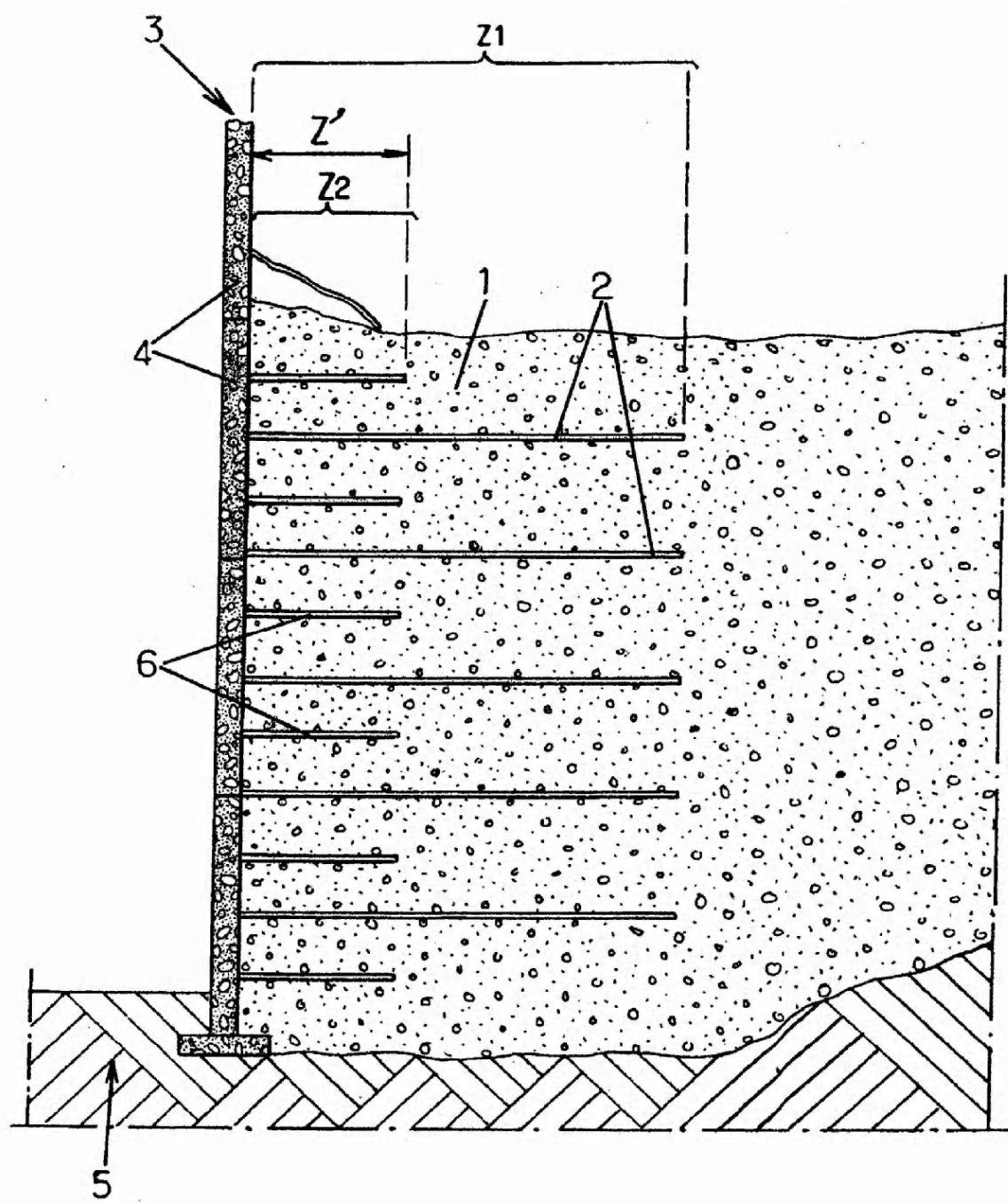


FIG. 1

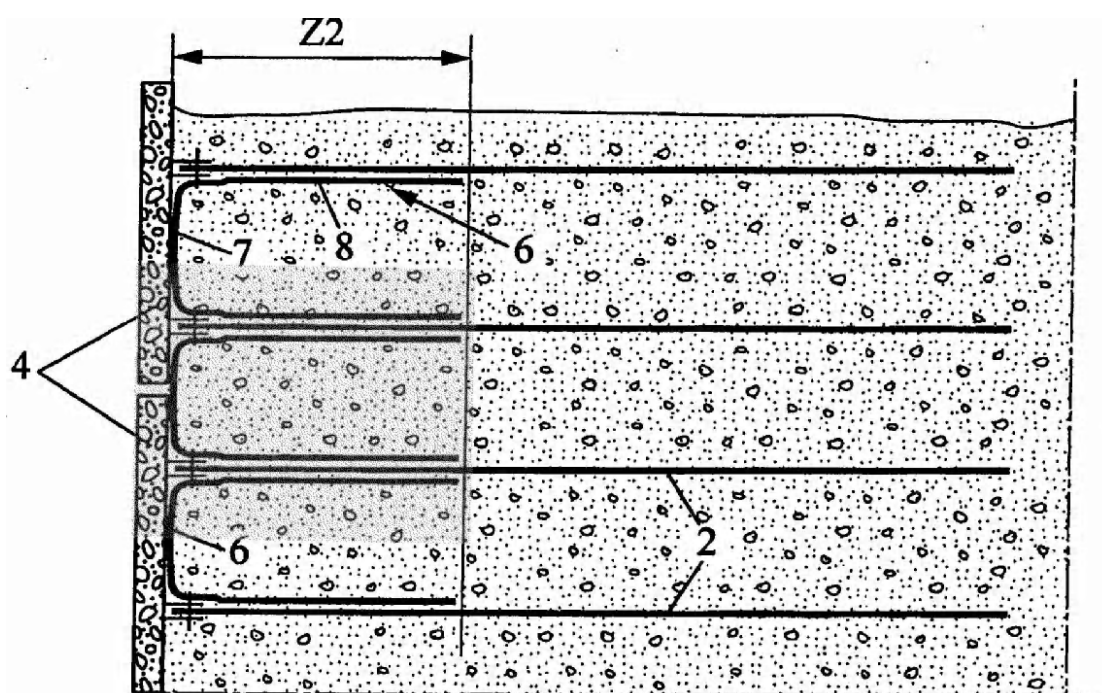


FIG. 2A

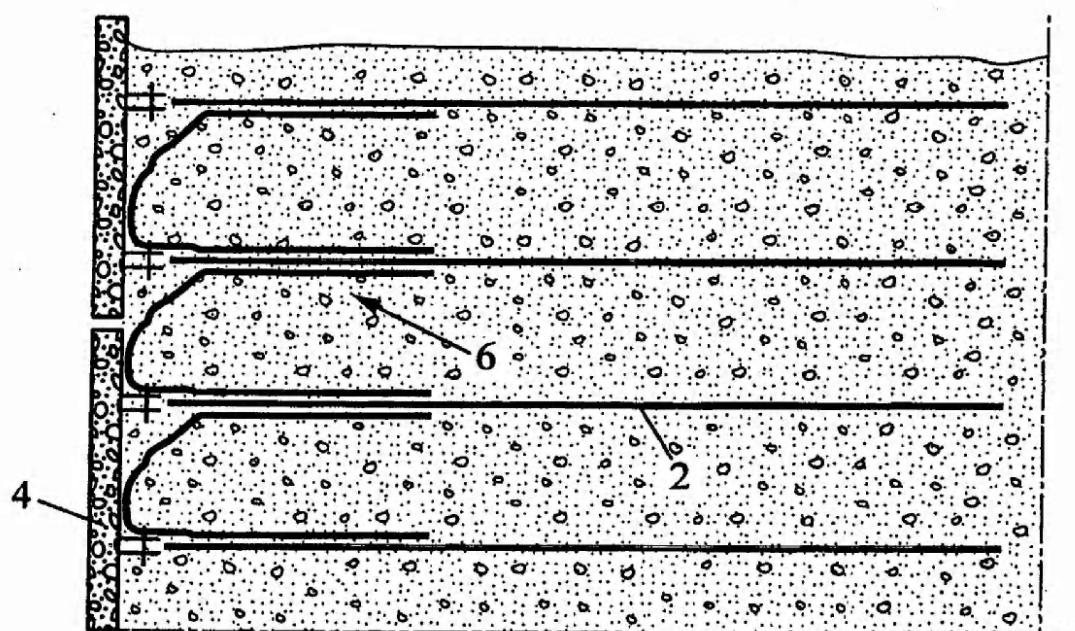


FIG. 2B

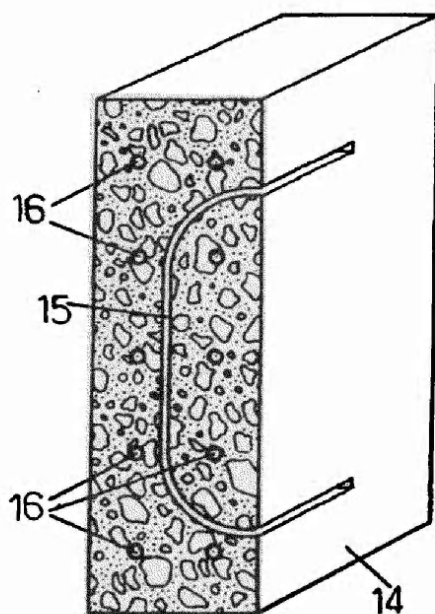


FIG. 3

FIG. 4

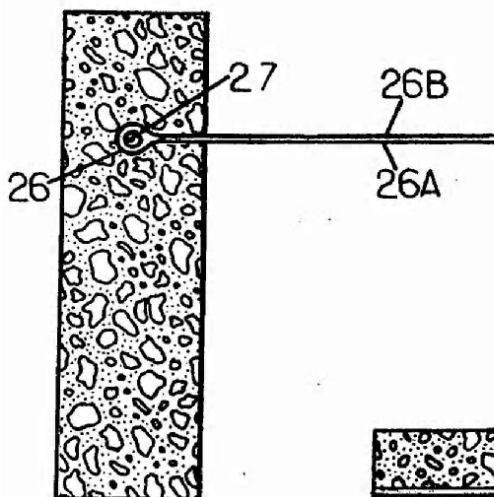
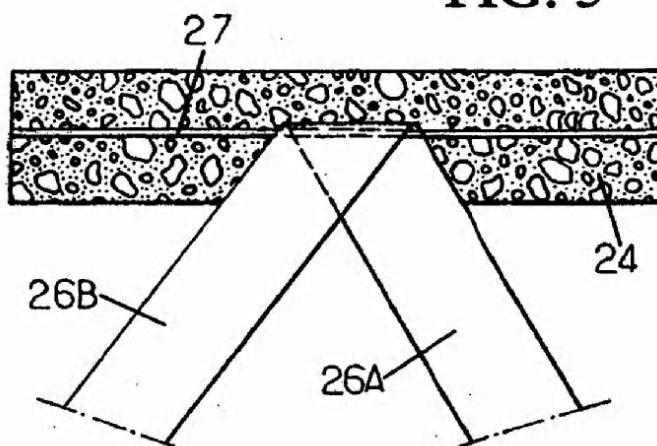


FIG. 5



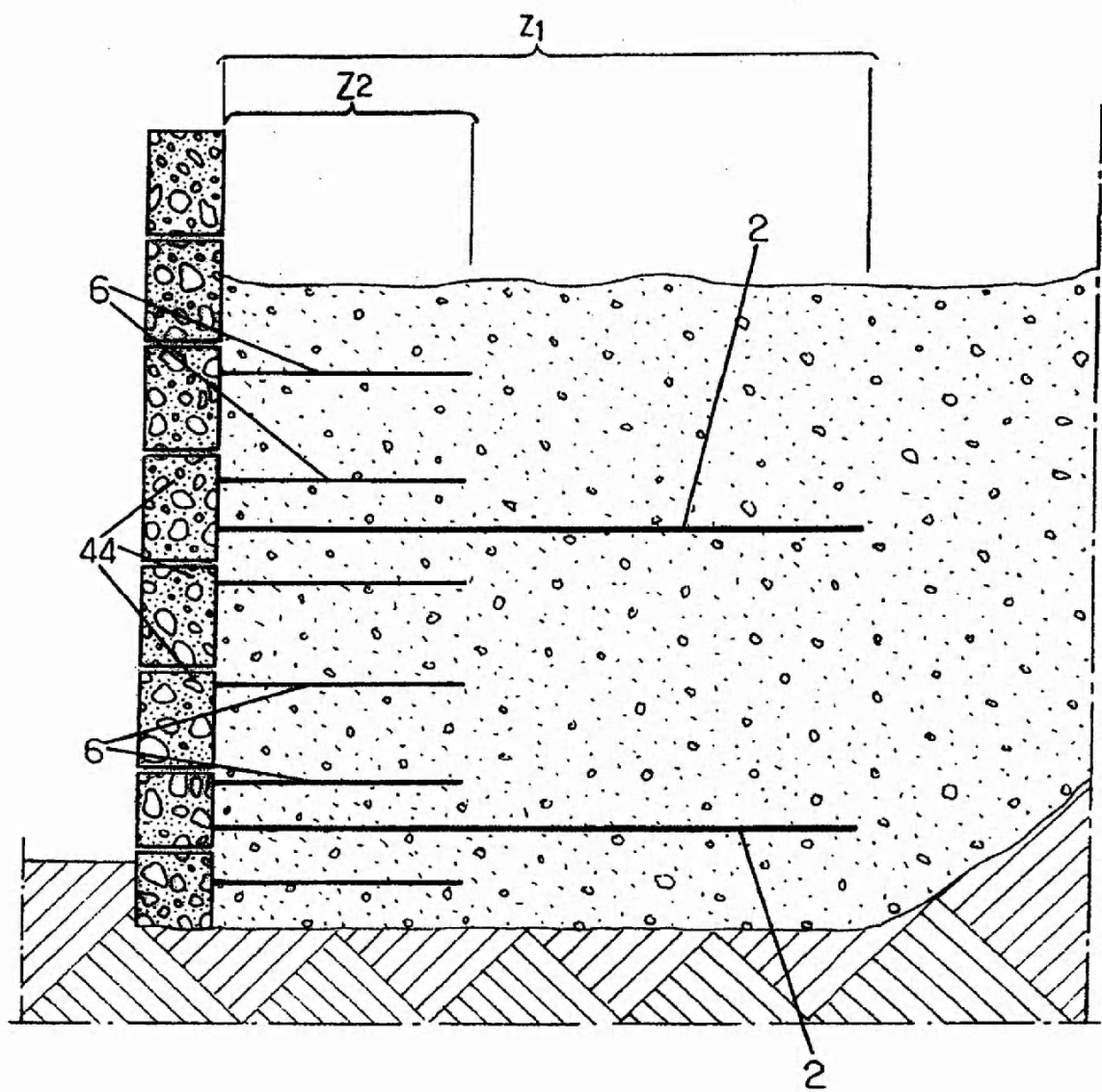


FIG. 6

