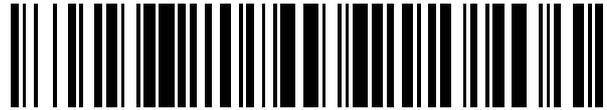


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 986**

51 Int. Cl.:

B09B 5/00 (2006.01)

B09B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2007 E 07838259 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2064007**

54 Título: **Sistema de recubrimiento de sitios de desechos y encierres ambientales**

30 Prioridad:

14.09.2006 US 844576 P
13.09.2007 US 900831

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.09.2016

73 Titular/es:

WATERSHED GEOSYNTHETICS LLC. (100.0%)
Suite 200, 11400 Atlantis Place
Alpharetta GA 30022 , US

72 Inventor/es:

MICHAEL R. AYERS y
URRUTIA, JOSE L.

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 581 986 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

Sistema de recubrimiento de sitios de desechos y encierres ambientales

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un sistema de recubrimiento para sitios de vertido de desechos y cierres ambientales, en donde el sistema de recubrimiento comprende hierba sintética y una geomembrana impermeable. En otro aspecto más específico, esta invención se refiere a un sistema de recubrimiento tal que incluye un sistema de drenaje que comprende un componente de drenaje sintético.

En esta solicitud, se entenderá que los siguientes términos tienen las definiciones indicadas:

15 * sitios de desechos --- se refiere a los sitios en donde se deposita desecho, tales como vertederos, pilas de fosfoyeso, tierra impactada ambientalmente, plataformas de lixiviación, despojos de minería y cierres ambientales o almacenamiento de materiales que requieren un sistema de cierre.

20 * hierba sintética --- se refiere a un material compuesto de al menos dos geotextiles (tejidos o no tejidos) empenachado con hilos o hebras sintéticas que tiene el aspecto de hierba.

* geomembrana --- se refiere a un material polimérico texturizado y convencional, tal como polietileno de alta densidad, polietileno de muy baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, cloruro de polivinilo, etc.

25 Antecedentes de la invención

La técnica anterior describe sistemas para el cierre de varios vertederos y otros sitios. Sin embargo, tales recubrimientos con una membrana expuesta generalmente tienen la estética desfavorable. Además, la técnica anterior generalmente requiere de múltiples anclajes y zanjas muy próximas entre sí para resistir el levantamiento del viento sobre la membrana expuesta. Por tanto, la industria continúa la búsqueda para mejorar los sistemas de recubrimiento que sean eficaces, económicos y cumplan con las diferentes leyes, normas y directrices ambientales locales, estatales y federales, para estos sistemas.

35 La hierba artificial se usa ampliamente en campos de deportes así como también pistas de aterrizaje y jardinería en general. Una consideración principal de los campos de juego de césped artificial es la capacidad del campo para drenar. Los ejemplos de la técnica anterior en el drenaje de hierba sintética son las patentes de Estados Unidos núms. 5,876,745; 6,858,272; 6,877,932 y 6,946,181. Sin embargo, estas solicitudes son generalmente sólo para las superficies de campos de juego donde el terreno es sustancialmente plano y la preocupación es sólo con la capacidad para mejorar las condiciones del campo de juego.

40 El drenaje usado en la técnica anterior comprende sobre todo la lenta infiltración de superficies planas para evitar la inundación del campo, y tal drenaje usado generalmente no puede manejar el muy grande y rápido escurrimiento que se produciría en las pendientes laterales muy grandes y empinadas del vertedero y el almacenamiento de minas.

45 La descripción de patente de Estados Unidos núm. US 2002/0064628 describe un sistema de marcado de aeropuerto que incluye un segmento de césped artificial multipigmentado que tiene un soporte con fibras de base y fibras de marcado, en donde las fibras de marcado son visualmente diferente que las fibras de base. Las diferentes fibras de marcado son adaptables para definir una pluralidad de diferente formas y patrones. Las diferentes fibras de marcado del césped definen: (i) uno o más caracteres, que incluyen números y letras; (ii) un carácter que tiene un borde alrededor de él; (iii) una pluralidad de líneas paralelas; (iv) una línea discontinua; (v) una pluralidad de líneas paralelas y una pluralidad de líneas de intersección perpendiculares a las líneas paralelas; (vi) una pluralidad de comillas angulares; (vii) una pluralidad de líneas paralelas dispuestas en un ángulo con relación a un lado del área; (viii) una pluralidad de formas de cuatro lados cuadrículas; (ix) una o más flechas; y (x) una flecha adyacente a un carácter.

55 El documento EP 0 436 928 muestra un geosistema estratificado genérico que comprende las características conocidas de acuerdo con la reivindicación 1.

60 La descripción patente de Estados Unidos núm. US 2004/0086664 describe una superficie de juego de deportes sintética rellena que comprende una hierba sintética que tiene fibras fijadas a una tela de soporte. La tela de soporte puede tener capas simples, compuestas o múltiples. Las fibras pueden formarse a partir poliolefina, sus copolímeros, o poliamidas, y pueden ser de hilos de monofilamento o de tipo película de hendidura. El apaño superior comprende suelo natural o un suelo sintético o puede ser una mezcla de suelo natural o suelo sintético con material de relleno convencional, tal como partículas resilientes, partículas minerales recubiertas de una capa resiliente u otros tipos de materiales de relleno. Alternativamente, el apaño superior puede incluir un material absorbente tratado con un agente colorante. La tela rellena que se describe puede instalarse sobre un sistema de drenaje y puede tener un sistema de riego, particularmente para un campo bajo techo, con el fin de simular las condiciones de clima húmedo, proporcionar un juego más realista y gestionar otros aspectos del campo.

La descripción de patente de Estados Unidos núm. US 4,946,719 describe un ensamble de césped artificial que tiene una sección permeable formada de una capa superior de césped artificial y una capa inferior de material de absorción de choques posicionado más abajo de la capa superior. Una capa impermeable se coloca más abajo de la sección permeable para la recogida del agua que fluye hacia abajo a través de la sección permeable. La sección permeable es separable de la capa impermeable para formar un espacio para el flujo de agua fuera del ensamble. El espacio puede formarse al hacer que la sección permeable se sitúe sobre la capa impermeable de manera que levanta la capa impermeable y flota en el agua que fluye a través de la sección permeable. Alternativamente, los miembros de separación rígidos pueden proporcionarse para mantener el espacio entre las capas permeables e impermeables en ausencia de agua.

Por lo tanto, todavía existe una necesidad de un sistema de recubrimiento más eficiente para un césped de hierba sintética y un ensamble de membrana que puede instalarse en superficies muy empinadas mientras cumplen con los requisitos de impermeabilidad de cierres ambientales.

Breve descripción de la invención

La presente invención, descrita brevemente, proporciona un sistema nuevo y útil para recubrir (es decir, encerrar) diversos tipos de sitios en los que se deposita el desecho. El sistema de recubrimiento de esta invención comprende un compuesto de al menos dos geotextiles que se anudan con hilos sintéticos y una geomembrana impermeable que se compone de un material polimérico, y opcionalmente un componente de drenaje sintético.

El sistema de recubrimiento de la presente invención elimina o al menos reduce emisiones del desecho y, además, o reduce o elimina la infiltración de agua en el desecho subyacente.

Esta invención se refiere a la combinación de un revestimiento impermeable con césped sintético que proporciona una apariencia parecida a la hierba natural al recubrimiento final. El sistema de recubrimiento de esta invención puede usar un revestimiento de drenaje (tal como el que se muestra en la patente de Estados Unidos núm. 5,258,217) para proporcionar el drenaje del sistema en pendientes muy empinadas. La invención también permite otros sistemas de drenaje (tal como una red de drenaje de polietileno de alta densidad) para usarse en la parte superior de una geomembrana texturizada rugosa.

En aplicaciones en las que la transmisividad hidráulica no es un factor, el césped sintético puede colocarse directamente en la parte superior de una geomembrana texturizada rugosa anclada a través del uso de una envoltura de anclaje de arena y/o a través del uso de zanjas de anclaje.

Breve Descripción de las Figuras

La Fig. 1 es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento final típico como se describió en los Reglamentos Federales EPA actuales y usado en los recubrimientos de los vertederos y minas.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento con una vista ampliada de una porción del sistema de recubrimiento.

La Fig. 2A es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento con una vista ampliada de una porción del recubrimiento mediante el uso de una geored de drenaje alternativa directamente en la parte superior de la geomembrana como un sistema de drenaje.

La Fig. 3 es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento con una vista ampliada de una porción de esquina del sistema de recubrimiento.

La Fig. 4 es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento en una pendiente, que muestra el flujo de drenaje.

La Fig. 5 es una vista en sección transversal de un sistema de recubrimiento de acuerdo con una modalidad no reivindicada de la presente invención en una pendiente, que muestra la longitud crítica del drenaje.

La Fig. 6 muestra los resultados de las pruebas de la transmisividad en un sistema de recubrimiento.

La Fig. 7 muestra los resultados de las pruebas de fricción de interfaz en un sistema de recubrimiento de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 8 es una tabla que muestra los resultados de longitud crítica para una gran intensidad de lluvia de 10 cm/h (4 pulgadas/hr) en ángulos de pendiente variables.

La Fig. 9 es una vista en sección transversal de un sistema de anclaje alternativo de acuerdo con una modalidad no reivindicada de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

5 La presente invención proporciona un sistema de recubrimiento o de cierre para los sitios donde se depositan los diversos tipos de desecho. Como indicó anteriormente, estos sitios pueden incluir vertederos, pilas de fosfoyeso, plataformas de lixiviación, despojos de minas, almacenamiento de suelo, etc.

10 En la presente invención, una hierba sintética se usa en combinación con una geomembrana impermeable para proporcionar un sistema de recubrimiento nuevo y útil. Esta combinación (a veces referida como un material compuesto) puede usarse en las pistas y coronas de los sitios de desechos.

15 El sistema de recubrimiento de la presente invención representa un enfoque innovador y económico para los vertederos de desechos sólidos y peligrosos y demás dispositivos de cierre ambiental. Estas instalaciones necesitan típicamente cerrarse con un recubrimiento final que consiste de capas de suelos y materiales geosintéticos. Los propósitos del sistema de recubrimiento de la presente invención son prevenir la exposición del desecho al medio ambiente, mejorar la recogida de los gases de vertedero y reducir al mínimo la infiltración de agua de tormenta que resulta en el lixiviado en el vertedero.

20 Con el sistema de recubrimiento de la presente invención, los propietarios y operadores pueden lograr ahorros significativos en los costos mediante la construcción de un sistema de recubrimiento con hierba sintética que no requiere el soporte vegetativo y la capa superior de tierra del sistema de recubrimiento final típico. La hierba sintética/capa impermeable de esta invención es particularmente aplicable a los sitios donde la vida útil del sistema de recubrimiento es relativamente corta (es decir, 10 a 20 años), cuando puede necesitarse la futura eliminación del recubrimiento (por ejemplo, para la recuperación del vertedero), cuando las pendientes del vertedero son demasiado empinadas para permitir la colocación del suelo en la parte superior del revestimiento, cuando recubrimiento del suelo no está fácilmente disponible, cuando el vertedero puede expandirse verticalmente en una fecha posterior, o simplemente para permitir la construcción de cierres rápidos para controlar emisiones y olores.

25 El sistema de recubrimiento de esta invención se diseña con (1) una menor capa impermeable colocada sobre el recubrimiento intermedio del suelo que comprende una geomembrana texturizada o en una modalidad especificada que no se reivindica alternativamente un revestimiento de drenaje con clavos incorporados en la lámina de polietileno de alta densidad que actúa como drenaje; (2) una hierba sintética que posiblemente se diseña con fibras de polietileno con una longitud de 2 a 2.5 pulgadas empenachadas en dos telas que consisten de geotextiles punzonados de polipropileno tejidos y de poliéster no tejido; y en una modalidad especial que no se reivindica (3) una capa de arena de aproximadamente 0.5 a aproximadamente 1.0 pulgadas que se coloca como relleno para balastar el material y proteger el sistema contra el levantamiento del viento. La arena proporcionará protección adicional de los geotextiles contra la luz ultravioleta.

30 La tecnología de hierba sintética originalmente se desarrolló en primer lugar para instalaciones deportivas profesionales. La durabilidad de los hilos de polietileno contra la luz ultravioleta se presta bien para el recubrimiento de cierre en proyectos ambientales. En los vertederos y pilas de minas, el deslizamiento del recubrimiento a lo largo de las pendientes empinadas es de interés primordial, particularmente después de grandes tormentas. La presente invención se diseña para resistir fallas de deslizamiento a través de elementos de fricción y drenaje incorporados en el sistema de recubrimiento. El césped permeable se filtra a diferente velocidades, tal como aproximadamente una velocidad de 180 galones/pies cuadrados/hora (0.2 cm/seg) o más rápido. Durante un evento de lluvia, la lluvia penetrará rápidamente a través de la arena de relleno que no se reivindica y drenará directamente en el sistema de drenaje geocompuesto más abajo para minimizar la erosión y mantener la estabilidad de la arena de relleno. El relleno, que no se reivindica también se mantiene en su lugar por la hierba sintética que atrapa la arena para anclar y balastar el césped de hierba sintética a la superficie que recubre.

35 Si las preocupaciones asociadas con la supervivencia a largo plazo del producto impiden la aprobación regulatoria para el cierre final de la salida (es decir, no hay medidas reglamentarias necesarias para alcanzar un cierre final aprobado), la hierba sintética propuesta podría entonces cubrirse simplemente con 2 pies de suelo.

40 Los materiales de esta invención han sido probados en este escenario (200 lbs/pies cuadrados) mediante el uso de la prueba de transmisividad ASTM. El sistema se desempeñará como en las tapas convencionales de los Estados Unidos EPA de subtítulo "D" ya que ya existen los medios de drenaje geocompuestos usados para el drenaje por encima de la geomembrana para mejorar estabilidad. Consulte la Fig. 1.

45 Con esta invención, sin embargo, no será necesario un sistema de anclaje típicamente asociado con recubrimientos de geomembrana expuestos. El césped se balasta posiblemente con aproximadamente 0.5 a aproximadamente 1.0 pulgadas de arena de relleno, que produce un peso de aproximadamente 5 a aproximadamente 10 libras por pie cuadrado. El posible relleno se mantiene en su lugar por la fibra de polietileno de hoja artificial empenachada a los geotextiles inferiores. Esta geometría atrapa la arena para anclar y balastar el producto de césped a la superficie recubierta por la hierba sintética.

65

La selección de la composición química de la hierba sintética/membrana impermeable es un elemento crítico de la presente invención. El polímero debe resistir la exposición a la luz solar, que genera calor y contiene radiación ultravioleta. Los hilos de polímero no deben volverse frágiles cuando se someten a bajas temperaturas. La selección del color y la textura de la hierba sintética deben ser estéticamente agradables.

El componente parecido a la hierba real preferentemente constará de fibras de polietileno de aproximadamente 2 a aproximadamente 2.5 pulgadas de longitud empenachadas en un geotextil tejido negro y no tejido gris. Para la resistencia añadida en pendientes severamente empinadas, puede insertarse un soporte de malla adicional para mejorar la estabilidad dimensional. Los filamentos de hierba de polietileno preferentemente tienen una vida operativa prolongada de al menos 15 años.

Esta invención combina el uso de una hierba sintética en los recubrimientos finales de vertederos para proporcionar una apariencia visual agradable y proporciona un sistema de drenaje que puede manejar el rápido escurrimiento. Por tanto, el sistema de recubrimiento de la presente invención puede instalarse en pendientes muy empinadas, que típicamente se producen en los vertederos y almacenamientos. Esta invención también proporciona el anclaje para resistir las fuerzas de levantamiento significativas provocadas por cargas de viento.

Existen muchas ventajas para el sistema de recubrimiento de esta invención, tales como:

* Existe una ausencia de recubrimiento de suelo, que reducirá los costos de construcción en dependencia de la disponibilidad de suelo en el sitio.

* Reduce los requerimientos de operación y mantenimiento anuales al tiempo que proporciona una estética superior y fiable/consistente.

* Reduce los costes de mantenimiento posterior al cierre del recubrimiento.

* Reduce la necesidad de canales de escollera y bancos de drenaje caros, sustancialmente sin problemas de erosión o sedimentación, incluso durante el mal tiempo.

* Mejor para los vertederos en las áreas sensibles en las que la erosión del suelo y la sedimentación son las principales preocupaciones porque la pérdida de suelo es sustancialmente reducida durante las operaciones y posterior al cierre. Elimina la necesidad de fuentes de préstamo adicional, estanques de sedimentación e impactos medioambientales de la construcción asociados.

* Permite pendientes más empinadas de la pila de desecho, ya que habrá un menor riesgo de problemas de estabilidad del suelo, tal como resulta de los terremotos o de la acumulación de presión de gas.

* Reduce la infiltración a través de la tapa. El agua de la superficie se drena rápidamente y no se restringe por la conductividad hidráulica del sistema de recubrimiento. Como resultado, se minimiza la carga hidráulica en la capa impermeable y la infiltración subsecuente en el desecho. Los modelos de infiltración HELP (Evaluación hidráulica del rendimiento del vertedero) muestran que este tipo de recubrimiento tendrá menos infiltración que los recubrimientos corrientes permitidos por las regulaciones federales.

* Inspección visual mejorada. Debido a que se exponen los materiales sintéticos, los daños del sistema de recubrimiento de esta invención se inspeccionan fácilmente, y de ser identificados, pueden repararse fácil y económicamente. También la mayoría de los daños a las tapas sintéticas se producen por el equipo de movimiento de tierras durante la colocación del suelo. Al eliminar la capa de suelo con este sistema de recubrimiento, esto ya no es un problema.

* Permite el tapado e instalación más rápida durante la vida operativa del vertedero y durante el invierno. El tapado más rápido reduce los olores, mejora la eficiencia de la recogida de gases y mejora el cumplimiento con las regulaciones federales para la calidad del aire.

* Más fácil acceso a los materiales del vertedero para la recuperación en caso de una futura recuperación del vertedero por las futuras áreas de superposición o los futuros ascensos de desecho debido al asentamiento de desecho o la expansión vertical. El material compuesto de la presente invención permite a los propietarios el acceso al desecho sin tener que eliminar los suelos de recubrimiento existentes de un sistema de recubrimiento final típico y tradicional.

* Reduce los impactos de la fauna en el recubrimiento porque no hay alimento o materia orgánica. Esto es importante en los vertederos situados en áreas costeras o las instalaciones situadas cerca de los aeropuertos.

Un cierre alternativo (es decir, un sistema de recubrimiento de acuerdo con la presente invención y destinado a usarse hasta un período de aproximadamente 15 años) puede usarse en las siguientes condiciones:

* En las áreas que se sobrellenarán o se extraerán en el futuro.

* Para limitar la generación de lixiviados de vertedero antes de que ocurra el cierre final.

* Para permitir a la sub-base de desecho ganar resistencia y permitir la colocación adicional de desecho en el futuro.

5 * Como medio para controlar los gases o los olores del vertedero mediante la mejora de las capacidades de acopio.

* Como un recubrimiento final parcial y retardo del capital futuro asociado con el recubrimiento de suelo.

10 * Reducir los costes operativos para el corte de la hierba y el control de la erosión durante la vida operativa de la instalación.

15 * Como parte de una orden de acuerdo/consentimiento para controlar emisiones y minimizar los olores a las comunidades circundantes y para reducir las multas y notificaciones de violación debido a problemas de erosión del suelo.

* Para controlar las emisiones al aire de polvo debido a los fuertes vientos en los vertederos o almacenamientos, particularmente en las áreas donde la vegetación no va a crecer.

20 El uso de este sistema durante más de 15 años puede implicar una sustitución periódica o tratamiento UV del componente de hierba sintética del sistema.

Con referencia ahora a las figuras, en las que números similares representan elementos similares, la Fig. 1 muestra un sistema de recubrimiento de acuerdo con la técnica anterior con un recubrimiento de suelo intermedio 101.

25 Como se muestra por una modalidad no reivindicada de la Fig. 2, un sistema de recubrimiento 100 para el césped sintético de drenaje prediseñado 103/104 encima de una geomembrana 102 que tiene clavos que cuando se recubren por el geotextil inferior 104 del césped crea un drenaje altamente transmisivo. El césped sintético se usará como el componente superior de un cierre de vertedero. Por ejemplo, el césped puede construirse mediante el uso de una máquina de tejido de punto que pueden usar más de 1000 agujas para producir un ancho de césped de
30 aproximadamente 15 pies. La geomembrana se hace preferentemente de un polietileno de muy baja densidad, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), o cloruro de polivinilo y contiene una serie de clavos (tal como el LLDPE 50-mil vendido bajo la marca de Super GripNet por AGRU America, Inc.). La geomembrana 102 es de 22.5 pies de ancho y se despliega sobre la superficie del área del vertedero a cerrar. El césped sintético también viene en rollos de 15 pies de ancho y se despliega directamente en la parte superior de la geomembrana 102. El sistema se balasta con aproximadamente 0.5 a aproximadamente 1.0 pulgadas de arena limpia.
35 Los geotextiles 104 de la hierba sintética impiden que la arena entre en los intersticios/clavos de la geomembrana 102 o la red de drenaje de polietileno de alta densidad 106 (como se muestra en la Fig. 2A).

40 El recubrimiento compuesto resultante tiene un alto valor de transmisividad superior a 3.5×10^3 metros cuadrados/seg. Ver Fig. 6 para los resultados de pruebas reales. El drenaje es muy importante porque la lluvia sobre la superficie de cierre penetra rápidamente a través de la arena y los geotextiles en la geomembrana impermeable más baja y se dirige a una serie de zanjas de drenaje o bancos de superficie a los sitios de cunetas y estanques perimetrales (no se muestra).

45 Esta invención puede usarse como recubrimiento en pendientes muy empinadas (es decir, 3 horizontal: 1 vertical) en los vertederos y otras aplicaciones ambientales con grandes almacenamientos hechos por el hombre. Para evitar el movimiento del posible relleno de arena 105, es necesario garantizar que el escurrimiento de la superficie de agua penetre a través de la arena y las capas de hierba sintética en los espacios entre los clavos del revestimiento de drenaje. La geomembrana 102 en esta invención puede transmitir el agua hasta una cierta distancia (es decir, longitud crítica) antes de que el sistema de drenaje se inunde y el escurrimiento iniciaría la erosión o el lavado de la arena por la
50 pendiente. La Fig. 5 muestra la longitud de flujo crítica en una aplicación de pendiente.

Para el sistema de recubrimiento de esta invención, la longitud crítica para diferentes intensidades de lluvia puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

55 **$q.t \geq R.t.L. \cos \alpha$**

donde:

60 q = régimen de flujo del revestimiento de drenaje en $l = \sin \alpha$;

t = duración;

α = ángulo de la pendiente del recubrimiento del vertedero como se define en las Figs. 4 y 5

R = intensidad de la lluvia (pies/hora); y

L = longitud arbitraria medida desde la cresta de la pendiente (Fig. 5)

65 La longitud de drenaje crítica de la pendiente se define como:

$$L_{CR} = \frac{q}{R \cdot \cos \alpha}$$

5 Con base en los resultados de la prueba de transmisividad (consulte la Fig. 6), la L_{CR} se calcula mediante el uso de una intensidad de lluvia $R = 4$ pulgadas/hora (0.333 pies/hora) y se muestra en la Fig. 8. Con la ecuación anterior la longitud de drenaje del sistema puede calcularse en dependencia del evento de lluvia diseñado. El sistema a continuación, tendrá que drenarse a los bancos o zanjas de agua superficial típicos al sitio de estanques de agua superficial. Si la longitud de drenaje crítica de la pendiente no es de suficiente distancia, entonces la arena podría colocarse en tiras en los lugares designados que proporcionan solamente los requisitos de anclaje y que evitan el movimiento de arena provocado por la saturación del sistema de drenaje y la infiltración de agua en la arena. El anclaje también puede usarse a través de la aplicación de una envoltura de hierba sintética 107 creada al encerrar arena suelta o sacos de arena 108 en un panel de hierba sintética y al desplegarlo paralelo a la pendiente o con la pendiente. Con base de los requisitos de cierre de la salida, un sistema de drenaje puede o puede no necesitarse excepto debajo del ancla de hierba sintética para permitir al agua atravesar y la disipación de la fuerza del agua. Consulte la Fig. 9.

20 La filtración paralela a la pendiente dentro de la capa de arena se calcula como sigue: Como se muestra en la Fig. 5, la filtración paralela a la pendiente dentro de la capa de arena puede producirse cuando la longitud de la pendiente real es más larga que la L_{CR} . En este caso (las condiciones de flujo sobre la longitud de la pendiente L_{S2}), las líneas de flujo son paralelas a la superficie de la pendiente y la fuerza de la filtración J que actúa sobre el volumen de suelo de la $L_{CR} \times h \times 1$ es igual a:

$$J = V \cdot \gamma_w \sin \alpha$$

25 Mediante la suposición de que la interfaz de hierba artificial tiene un ángulo de fricción efectivo = δ' y ninguna adherencia, entonces, se establece la siguiente ecuación de equilibrio de fuerza,

$$30 \quad V \gamma_b \cos \alpha \tan \delta' = V \cdot \gamma_w \sin \alpha + V \cdot \gamma_b \sin \alpha$$

Esta ecuación puede reordenarse como:

$$35 \quad \tan \alpha = \frac{\gamma_b}{\gamma_b + \gamma_w} \tan \delta'$$

donde:
 40 α = ángulo de la pendiente;
 γ_b = peso unitario de suelo flotante;
 γ_w = peso unitario de agua; y
 δ' = ángulo de fricción efectivo de la interfaz entre la arena-capa de hierba artificial

45 Se observa que γ_b es aproximadamente igual a γ_w y el ángulo de la pendiente estable máximo posible es aproximadamente la mitad de δ' . En otras palabras, la filtración reduce el ángulo de la pendiente estable máximo a aproximadamente la mitad de este sin agua que fluye paralela a la superficie de la pendiente. De lo anterior puede evaluarse la ecuación de la estabilidad del sistema. La Fig. 7 muestra de prueba de fricción de la presente invención. La prueba muestra un valor de fricción interna de 43 grados, por tanto, si el valor se reduce a la mitad entonces, la pendiente máxima a la que el material podría colocarse en condiciones de lluvia sería a una pendiente de 21.5 grados, que es más empinada que una pendiente 3 horizontal: 1 vertical.

Descripción de los materiales

55 * Los materiales preferidos para la geomembrana impermeable de esta invención son polietileno lineal de baja densidad, cloruro de polivinilo, polietileno de alta densidad y polietileno de muy baja densidad.

* La red de drenaje de polietileno de alta densidad sobre láminas de polietileno de alta densidad de textura (ver Fig. 2A) o revestimientos de drenaje como Super GripNet (consulte la Fig. 2). El propósito de este componente es aumentar el coeficiente de fricción del sistema de capas. Por tanto, si se desean dos pies de recubrimiento de suelo, como se requiere en la parte superior por las regulaciones ambientales, para el cierre final de la salida, las características de fricción del sistema son capaces de sostener el recubrimiento de suelo en pendientes empinadas.

* Hilos verdes resistentes al clima y al agua (100% de polietileno UV estabilizado) para usarse como componente de hierba sintética.

* Geotextiles/telas de poliéster y polietileno.

* El césped se balasta con aproximadamente 0.5 a aproximadamente 1.0 de relleno de arena. La colocación de la arena se llevará a cabo mediante el uso de bombas de aire, barras de separación, etc., para suministrar el material a las pendientes.

Resumen general

1. Un césped de hierba sintética que se combina con una geomembrana impermeable sobre una base de soporte de suelo para formar un recubrimiento final o temporal para vertederos y otros almacenamientos hechos por el hombre.

2. Una geomembrana impermeable con un dispositivo de separación tridimensional estructuralmente de auto soporte (clavos) que, cuando se recubre por los geotextiles de la hierba sintética, proporciona un sistema de drenaje sin bloquear el espacio entre los clavos de la geomembrana.

3. Un sistema de drenaje que permitirá que el agua penetre a través de la arena y las capas de hierba artificial en un área transmisiva creada por los clavos, lo que evita así la saturación y la filtración en la arena y lavar la superficie del sistema de recubrimiento.

4. Un sistema de drenaje en donde el agua superficial en el drenaje se dirigirá por la pendiente a los bancos de drenaje y rampas abajo por cierta separación lateral tal como se define por los cálculos de longitud crítica descritos anteriormente. El agua superficial se dirigirá al sitio de cunetas y estanques de agua superficial perimetrales.

5. Un sistema de drenaje en el que el drenaje de separación puede comprender, en lugar de los clavos estructurados en el revestimiento en sí, una red de drenaje de polietileno de alta densidad que se aplica directamente en la parte superior de un revestimiento inferior de la geomembrana texturizada rugosa para formar una capa de drenaje.

6. Un sistema de drenaje que permite la instalación de la hierba sintética no sólo en superficies relativamente planas, sino también en pendientes muy empinadas como las que se producen en los vertederos y los almacenamientos de minas sin erosionar la arena del sistema de recubrimiento.

7. Un método para proporcionar un sistema de drenaje para un césped de hierba sintética en una geomembrana impermeable para el cierre de los vertederos mediante el uso de un sistema de capas que no requiere el uso de equipos pesados de movimiento de tierras. El método comprende las etapas de:

- a. Preparar el suelo de soporte del recubrimiento intermedio en áreas planas y de pendiente;
- b. Colocar una membrana impermeable en la parte superior del recubrimiento del suelo intermedio usado en los vertederos y almacenamientos;
- c. Colocar el sistema de drenaje en la parte superior de la geomembrana. Esta etapa puede evitarse si se usa un revestimiento con revestimiento de drenaje con clavos.
- d. Colocar el ensamble de césped en la parte superior del drenaje del dispositivo de separación sin realizar ninguna preparación adicional a la separación de drenaje; y
- e. Colocar una capa de arena de aproximadamente unos 1.3-2.5 cm (0.5 a aproximadamente 1.0 pulgadas) al soplar y propagar la arena dentro de la hierba.

8. Una capa de relleno de material de partículas, tal como arena dispuesta entre los hilos verticales de hierba de polietileno de una profundidad de menos de la longitud de las cintas y directamente en la parte superior de los geotextiles en el que se empenachan las cintas.

9. Un método que proporciona balasto al sistema de recubrimiento contra el levantamiento del viento creado por los fuertes vientos en la forma de montículo de los vertederos y almacenamientos. Esto elimina la necesidad de un anclaje extensivo de los geosintéticos expuestos.

10. Un método que va a proporcionar resistencia a la luz UV adicional para los dos geotextiles en el que se empenachan los hilos de polietileno.

11. Un sistema de recubrimiento para vertederos y almacenamientos hechos por el hombre que pueden convertirse a los recubrimientos subtítulo "D" y los recubrimientos regulados EPA mediante la adición de dos pies de recubrimiento de suelo vegetal en la parte superior. El sistema de drenaje y la capa de arena proporcionarán suficiente transmisividad para cumplir con las regulaciones gubernamentales para el drenaje de infiltración del suelo con vegetación superior en los cierres ambientales.

12. Un sistema de recubrimiento que proporciona valores de fricción interna altos entre las capas que permitan la colocación de dos pies de suelo en las pendientes laterales superiores a 3 horizontal:1 vertical en una fecha posterior sin deslizamiento sobre el sistema de recubrimiento.

13. Un sistema de recubrimiento de vertederos en regiones áridas donde la hierba u otra vegetación no va a crecer y obtener "créditos de calidad de aire" para el control de las emisiones de polvo fugitivo de la erosión del viento.

5 14. Para aplicaciones que no requieren una capa transmisiva, la presente invención puede usarse sin el componente de drenaje y de relleno, y la hierba sintética aplicada directamente en la parte superior de la geomembrana.

Esta invención se ha descrito con referencia particular a ciertas modalidades, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de recubrimiento de sitios de desechos y cierres ambientales (100), en donde el sistema de recubrimiento (100); comprende:
A. una hierba sintética que comprende un compuesto de al menos dos geotextiles empenachados con hilos sintéticos; y
B. una geomembrana texturizada impermeable (102) que se compone de un material polimérico.
- 10 2. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 1 en donde la geomembrana texturizada impermeable. (102) se compone de polietileno de alta densidad, polietileno de muy baja densidad, polietileno lineal de baja densidad de cloruro de polivinilo.
- 15 3. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 2 en donde la geomembrana texturizada impermeable. (102) se compone de polietileno lineal de baja densidad.
4. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 2 en donde la geomembrana texturizada impermeable. (102) se compone de polietileno de alta densidad.
- 20 5. Un sistema de recubrimiento de sitios de desechos y cierres ambientales (100) como se define por la reivindicación 1 que comprende:
A. una hierba sintética (103/104), que comprende un compuesto de al menos dos geotextiles empenachados con hilos sintéticos;
B. una geomembrana texturizada impermeable. (102) que se compone de un material polimérico; y
C. un sistema de drenaje que comprende un componente de drenaje sintético.
- 25 6. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 5 en donde la geomembrana texturizada impermeable (102) se compone de polietileno de alta densidad, polietileno de muy baja densidad, polietileno lineal de baja densidad o cloruro de polivinilo.
- 30 7. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 5 en donde la geomembrana texturizada impermeable (102) se compone de polietileno lineal de baja densidad.
- 35 8. Un sistema de recubrimiento (100) como se define por la reivindicación 5 en donde la geomembrana texturizada impermeable (102) se compone de polietileno de alta densidad.

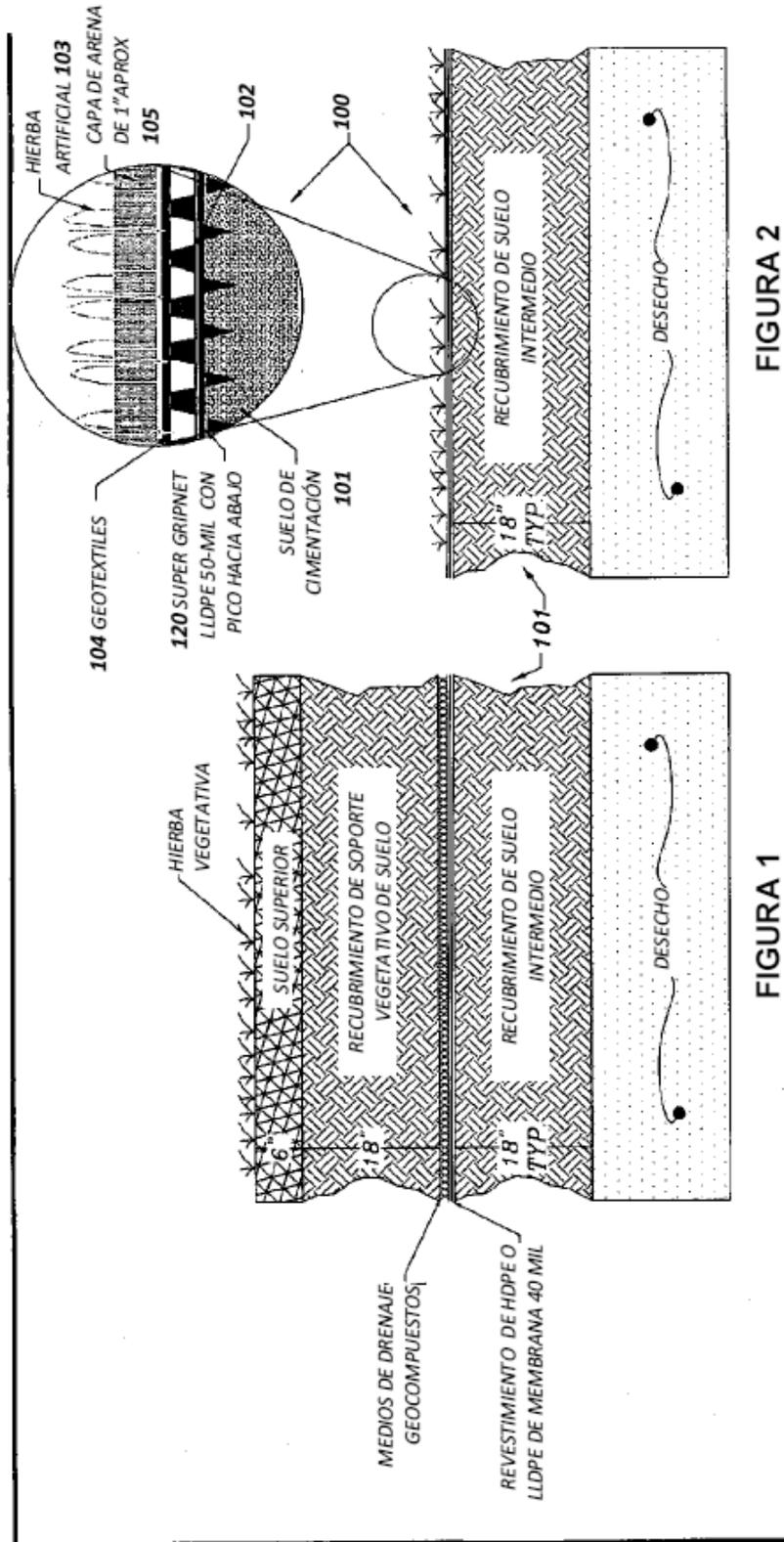
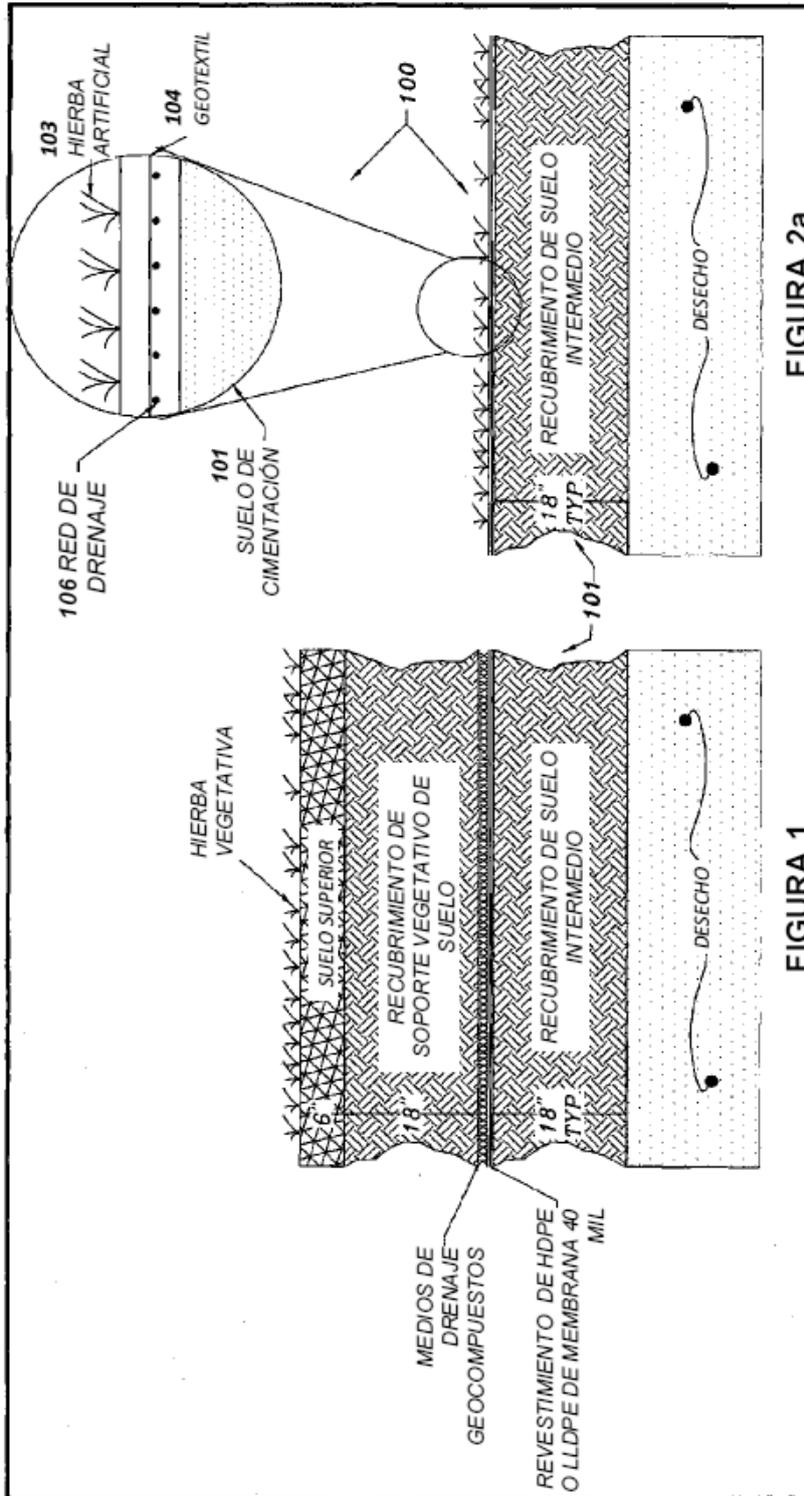


FIGURA 2

FIGURA 1



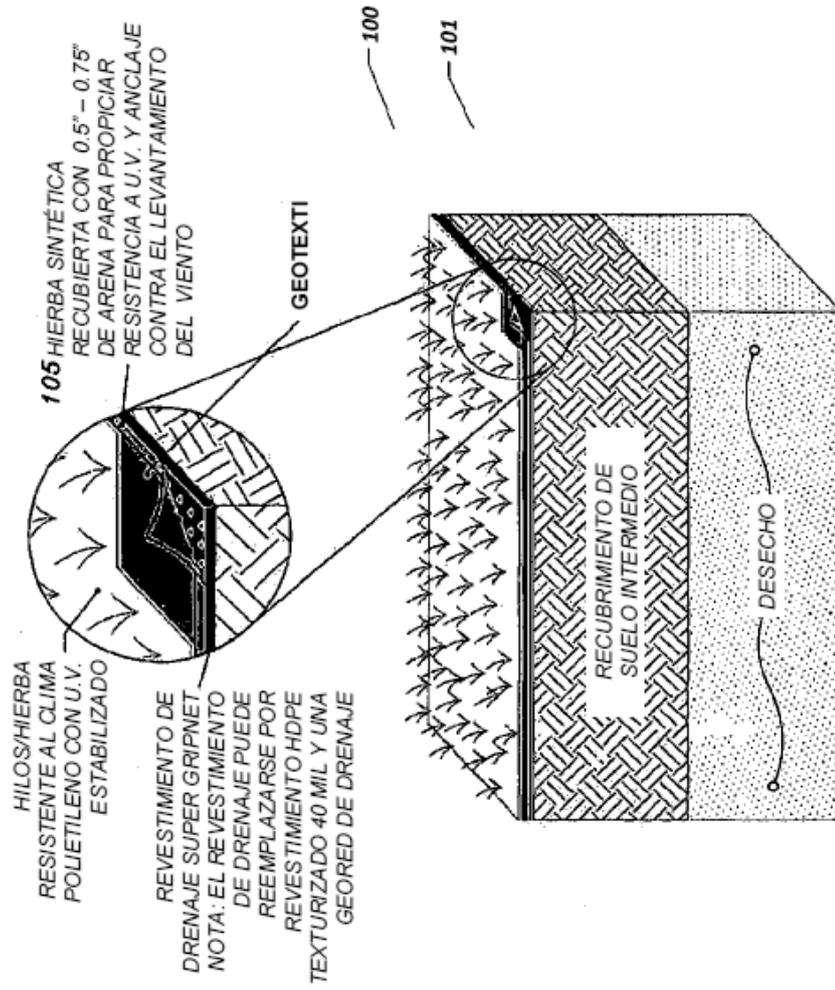
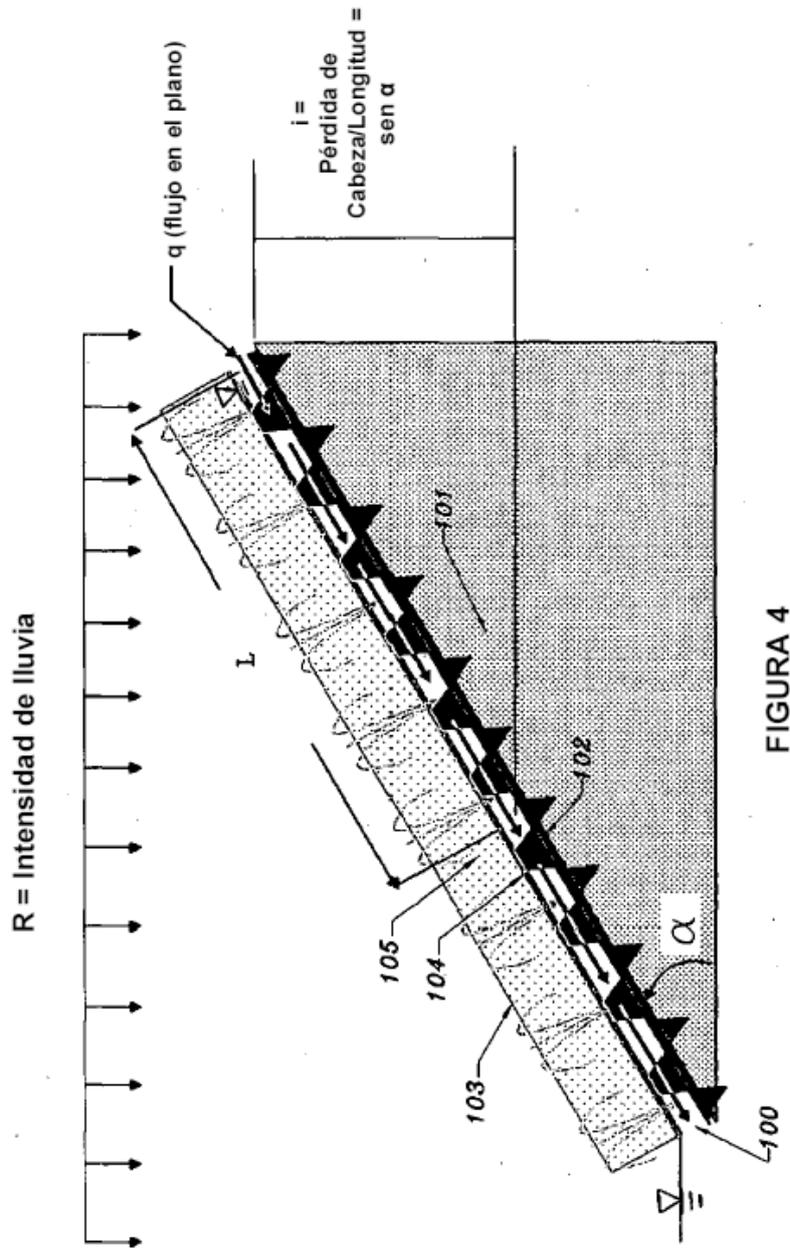


FIGURA 3



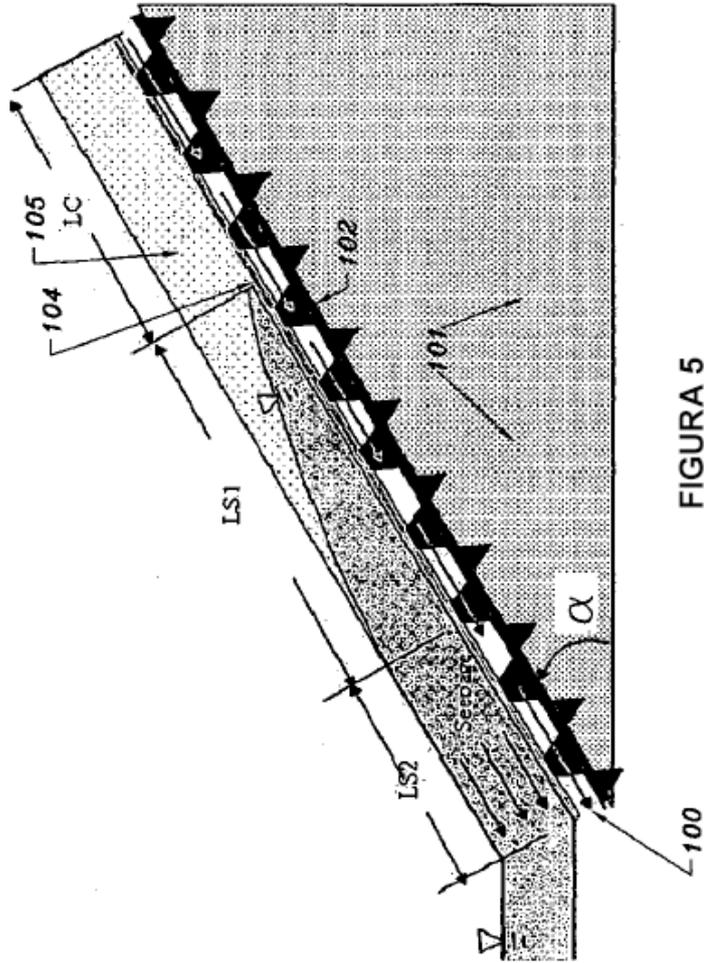
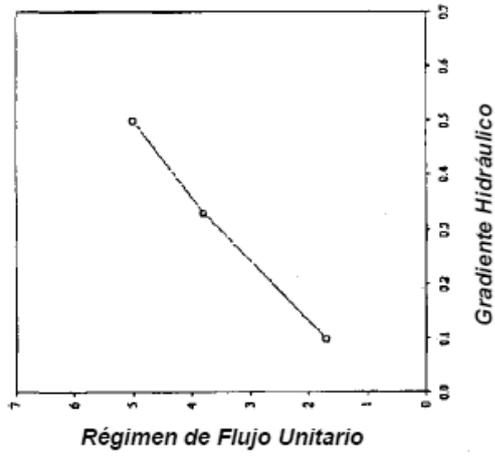


FIGURA 5



PRUEB A Núm.	DIRECCIÓN DE FLUJO	TAMAÑO DEL ESPÉCIMEN ANCHO X LARGO	TENSIÓN NORMAL	TIEMPO DE ASIENTO (hora)	GRADIENTE HIDRAULICO (i)	TRANSMISIVIDAD (m^2/sec)	RÉGIMEN DE FLUJO ($gpm/ft^3/hr/ft$)
1	MD	12x12	50	0.25	0.10	3.52E-03	1.7
2	MD	12x12	50	0.25	0.33	2.38E-03	3.8
3	MD	12x12	50	0.25	0.50	2.07E-03	5.0

FIGURA 6

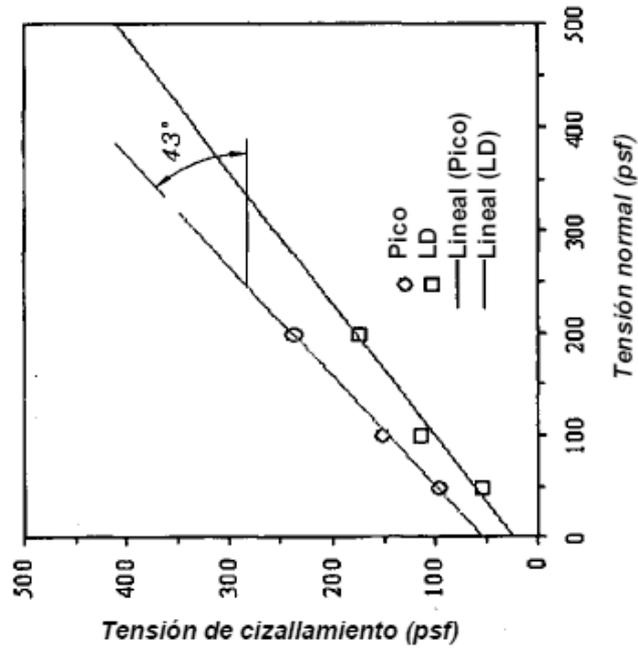


FIGURA 7

DIRECCIÓN DE FLUJO	GRADIENTE HIDRAULICO I (-)	TRANSMISIVIDAD (m^2/sec)	RÉGIMEN DE FLUJO ($\frac{gpm}{ft} \sqrt{\frac{ft^3}{hr/ft}}$)	INTENSIDAD DE LLUVIA R (ft/hr)	ÁNGULO PENDIENTE α (grados)	LONGITUD CRÍTICA PENDIENTE $L_{cr} = q/R \cos \alpha$ (ft)
MD	0.10	3.52E-03	1.7	0.333	5.7	41
MD	0.33	2.38E-03	3.8	0.333	19.3	97
MD	0.50	2.07E-03	5.0	0.333	30.0	139

FIGURA 8

