

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 868**

51 Int. Cl.:

C05F 11/02 (2006.01)

B09C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2011 PCT/GB2011/051132**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO2011158036**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2011 E 11729148 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2582646**

54 Título: **Método de restauración de suelo contaminado**

30 Prioridad:

17.06.2010 GB 201010189

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

22.06.2017

73 Titular/es:

**LICHEN PROPERTIES LIMITED (100.0%)
23 Cadwell Drive
Maidenhead, Berkshire SL6 3YS, GB**

72 Inventor/es:

RICHARDS, QUINTON CLIVE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 618 868 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

Método de restauración de suelo contaminado

La presente invención se refiere a un método de restauración de suelo contaminado, especialmente en zonas de vertederos.

5 Antecedentes de la invención

Actualmente, la disponibilidad de suelo contaminado para su reutilización, tal como para nuevos edificios, carreteras, huertas domésticas y comerciales, viñas, jardines y campos deportivos, es muy limitada debido a que la contaminación puede ser potencialmente tóxica durante muchos años, lo cual supone un serio riesgo de salud y seguridad. Además, la contaminación puede impedir o limitar el crecimiento de las plantas.

10 En las antiguas zonas de vertederos, dependiendo de la antigüedad de la zona y del tipo de desechos enterrados, los desechos típicamente producen uno o más gases como subproductos de la degradación natural. Tales gases, en particular los denominados "gases de efecto invernadero" tales como el metano y el dióxido de carbono, son perjudiciales para el medio ambiente.

15 Además, cuando el agua de lluvia se infiltra a través del vertedero, el agua se contamina descomponiendo los desechos y forma un lixiviado. Este lixiviado típicamente entra en la capa freática local, polucionando el medio ambiente local y poniendo en riesgo la salud y la seguridad de la población local. Un lixiviado adicional se produce generalmente durante la descomposición del material carbonoso.

20 Para mitigar estos problemas se sabe cómo producir zonas de vertederos tratadas ingenierilmente que estén realizadas sobre materiales impermeables geográficamente o que utilicen un recubrimiento impermeable hecho de geotextiles o de arcilla tratada ingenierilmente. El uso de tales recubrimientos es ahora obligatorio en ciertos países dependiendo de la naturaleza de la contaminación. No obstante, muchas zonas de vertedero ya existentes no se benefician de tales revestimientos. Además, los intentos de tapar las zonas de vertedero con arcilla para comprobar e impedir la entrada de agua son a menudo sin éxito debido a que a lo largo del tiempo la arcilla se seca y se agrieta, lo que permite la entrada del agua de lluvia. El documento DE 29807878 U1 describe un método para sellar una zona de vertedero usando capas de materiales y/o aditivos diferentes para impedir la entrada de agua en el vertedero. El documento WO 2009/021528 describe un método para la producción de unos sustratos estables de suelo rico en humus y nutrientes y que almacenan agua con unas propiedades de tipos de suelo antropogénico (Terra Preta), en el que el carbono pirogénico, la biomasa orgánica y/o materiales minerales naturales se usan como materiales iniciales en un proceso de fermentación.

30 Es por tanto el objeto de la invención proporcionar un método mejorado para restaurar un terreno contaminado tal como un vertedero para un uso beneficioso, reduciendo el método el lixiviado en la capa freática y la emisión de gas a la atmósfera.

Exposición de la invención

35 De acuerdo con la presente invención se ha dispuesto un método de restauración de una zona de vertedero que comprende cubrir la superficie de la zona de vertedero con una capa sustancialmente ininterrumpida de una composición que incluye cenizas pulverizadas mezcladas con cal viva, creando la capa una solera puzolánica, perforando la solera puzolánica para extraer gas metano de la zona de vertedero y extendiendo al menos un horizonte de suelo sobre la solera puzolánica, caracterizado porque, antes de cubrir la superficie de la zona de vertedero, se nivela la superficie de la zona de vertedero en una o más pendientes para que la solera puzolánica resultante se disponga en pendiente, y pirolizando la biomasa usando dicho gas metano extraído de dicha zona de vertedero para producir biocarbón, y formando parte de al menos un horizonte de suelo a partir de dicha biocarbón.

El método es ventajoso debido a que proporciona unas mejoras medioambientales al terreno contaminado de modo que pueda ser recuperado para un uso posterior económicamente valioso, tal como el cultivo de cosechas de alto valor, por ejemplo una viña comercial y/o instalaciones integradas recreativas y educativas.

45 La solera puzolánica cubre efectivamente el terreno impidiendo el desplazamiento hacia arriba de gases, los cuales pueden ser extraídos usando los agujeros de perforación. La cubrición proporciona también una barrera contra la entrada de la lluvia y por tanto reduce significativamente la entrada de lixiviados en el nivel freático procedentes del suelo contaminado, por ejemplo el vertedero.

50 La solera puzolánica facilita la recogida o extracción de los gases de los desechos para un uso posterior, por ejemplo, en la pirólisis de la biomasa. Antes de que el compuesto sea extendido, la zona es tratada paisajísticamente para disponer unas pendientes. En uso, estas pendientes dirigen las aguas de lluvia hacia fuera de la zona a lagunas desde las cuales el agua puede ser canalizada para su uso.

El método es medioambientalmente favorable ya que minimiza el uso de los materiales recuperados que de otro modo tendrían que ser eliminados. Las cenizas pulverizadas son un producto de desecho de centrales térmicas alimentadas con carbón.

5 Uno o más horizontes de suelo se extienden sobre la capa de preparación. Estos horizontes de suelo tratados ingenierilmente pueden ser adaptados para unos usuarios finales específicos del suelo contaminado recuperado. Por ejemplo, la composición de las capas puede ser manipulada para equilibrar el drenaje apropiado con una buena capacidad de mantenimiento del agua, que hace que el terreno contaminado sea particularmente propicio para uso en agricultura.

10 Las capas pueden también ser adaptadas para proporcionar una aireación adecuada del sistema de raíces de la vid, lo cual es esencial para impedir la asfixia de las raíces, un problema que ocurre normalmente en suelos mal compactados.

Como cada una de las capas no es una solera dura no hay barreras para la penetración de las raíces.

El uso de la biocarbón es medioambientalmente favorable debido a que almacena carbono, y por lo tanto se reducen las emisiones de dióxido de carbono.

15 Las características de la invención preferibles y/o opcionales se exponen en las reivindicaciones 2 a 15.

Descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, y para mostrar más claramente cómo puede ser llevada a efecto, se hará referencia ahora, solamente a modo de ejemplo, al dibujo que se acompaña, en el que:

20 la Figura 1 muestra una sección transversal esquemática de una capa superior del vertedero que tiene una capa puzolánica y una serie de horizontes de suelo tratados ingenierilmente.

Descripción de la o las realizaciones preferidas

25 Con referencia a la Figura 1, en 10 se indica de forma general una sección a través de una zona de vertedero recubierta. La zona de vertedero 10 incluye un depósito de material de desecho o vertedero 12 que típicamente ha sido recogido de la municipalidad local y transportado a la zona de vertedero para un almacenamiento a largo plazo. Este material de desecho 12 esencialmente contamina el terreno como previamente se ha descrito al menos que, por ejemplo, sea tratado de una manera como la que se describe a continuación.

30 Una capa puzolánica o solera dura 14 se extiende encima del material de desecho 12. Esta capa puzolánica está compuesta por cenizas volantes pulverizadas (PFA) mezcladas con cal viva. Las PFA son un producto de desecho de las centrales térmicas alimentadas con carbón. Las PFA distribuidas en la presencia de formas libres de cal viva crea a lo largo del tiempo una solera puzolánica impermeable dura. La solera dura cubre efectivamente el material de desecho 12 impidiendo que gases, tales como el metano y el dióxido de carbono, producidos como subproductos de la biodegradación suban a la superficie. También proporciona una barrera para la entrada del agua de lluvia y/o de aguas subterráneas. La capa puzolánica tiene aproximadamente un espesor de 1 m a 1,5 m.

35 Aunque no está mostrado en la Figura 1, la superficie del vertedero es nivelada en una o más pendientes de modo que la capa puzolánica resultante 14 esté en pendiente. De este modo los gases y líquidos de subproducto están dirigidos a unos puntos de recogida apropiados. El gas es extraído y usado como una fuente de energía para la pirolisis de la biomasa. El agua puede ser recogida en una laguna. En el contexto del cultivo de vides la nivelación de la zona se realiza de tal manera para crear una pendiente que mejore la insolación para producir el mayor volumen de cosecha de uva y la recogida de agua para el riego.

40 Una serie de horizontes de suelo tratados ingenierilmente, teniendo cada uno una determinada composición, son después dispuestos en la parte superior de la capa puzolánica 14. La creación de un conjunto de horizontes de suelo encima de la capa superior dura permite que el terreno tenga unos usos más beneficiosos tales como la producción agrícola y fines recreativos compatibles con las exigencias de salud y de seguridad medioambientales actuales.

45 Un primer horizonte de suelo 16, un horizonte "C", se extiende directamente sobre la capa puzolánica 14, y es un compuesto de PFA y biocarbón. El papel de la biocarbón es ayudar a equilibrar el drenaje dentro de la capa de suelo con la capacidad de las PFA para retener el agua en tanto que las PFA ayudan a impedir la lixiviación de los nutrientes. El horizonte de suelo C 16 actúa como una capa de cimentación y también puede típicamente contener piedras grandes y/o ladrillos machacados, preferiblemente reciclados. La capa 14 tiene un espesor de
50 aproximadamente 1,5 m y está situada a una profundidad de entre 2 y 3,5 m desde la superficie de la zona terminada.

La biocarbón es pirolizada usando el metano extraído a través de la capa puzolánica 14. Ventajosamente, la biocarbón puede ser pirolizada lentamente a temperaturas bajas e incubada durante dos meses, siendo bajado el pH efectivo hasta una media de pH 2-3 que neutraliza los valores del pH altos encontrados en las PFA no tratadas.

Cuando el pH sigue siendo más alto y el boro libre permanece elevado, el suelo es sin embargo apropiado para el cultivo de *Vitis vitifera* (la uva más común) que es tolerante al boro y al pH. La pirolisis de la biocarbón secuestra el carbono en una forma estable, cuyo tiempo de residencia es superior a 1.000 años. Esto contribuye por tanto a los fines medioambientales de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

5 Un segundo horizonte de suelo 18, el horizonte "B", está extendido sobre el primer horizonte de suelo 16, y es también principalmente una mezcla de PFA y de biocarbón. A modo de ejemplo, la composición del segundo horizonte de suelo 18 puede ser un 60% de PFA hasta el 40% de biocarbón en volumen. No obstante, el segundo horizonte de suelo 18 puede también incluir piedra, arena, sedimentos y materia orgánica, tal como lodos de aguas residuales tratados secundariamente, conocidos como torta. Los lodos de aguas residuales son un fertilizante NPK (Nitrógeno Fósforo Potasio) activo y suministra materia orgánica al suelo. La cantidad de materia orgánica dentro del
10 segundo horizonte de suelo 18 es menor del 1% en volumen. El segundo horizonte de suelo 18 tiene aproximadamente un espesor de 1,5 m y está situado a una profundidad de aproximadamente 0,5 m y a 2,0 m de la superficie del suelo terminado.

15 Un tercer horizonte de suelo 20, horizonte "A", está extendido en la parte superior del segundo horizonte de suelo 18 y es también una mezcla de PFA y biocarbón en las proporciones del 57% de PFA y el 40% de biocarbón en volumen. Menos del 3% en volumen de la mezcla es materia orgánica proporcionada por lodos de aguas residuales tratados secundariamente. La mayoría de los nutrientes minerales será retenida en este horizonte. El tercer horizonte de suelo tiene aproximadamente un espesor de 0,4 m y está situado a aproximadamente 0,1 m a 0,5 m de la superficie del suelo terminado.

20 Un cuarto horizonte de suelo 22, horizonte "O", está situado en la superficie de suelo terminado, y típicamente tiene una profundidad de 0,1 m. También contiene una mezcla de PFA y biocarbón, siendo aproximadamente el 45% de biocarbón y el 25% de PFA en volumen. El cuarto horizonte de suelo 22 contiene una proporción mayor de materia orgánica que los otros horizontes de suelo, de aproximadamente el 30% en volumen, por ejemplo lodos de aguas residuales tratados secundariamente, y tiene un contenido de minerales relativamente bajo.

25 La presencia de biocarbón en todos los horizontes de suelo engendra unas características de drenaje libre y sus características inherentes de retención adsorbente permiten que los elementos nutrientes procedentes de los lodos de aguas residuales orgánicas los hagan disponibles para un medio de cultivo optimizado.

El uso de horizontes de suelos tratados ingenierilmente facilita un buen drenaje del suelo, que es deseable para el cultivo de cosechas debido a que favorece el calentamiento rápido del suelo. Está bien probado en jardinería que un
30 suelo anegado se calienta más lentamente que un suelo más seco. Los suelos más calientes son generalmente beneficiosos ya que estimulan la actividad de las raíces y consecuentemente disparan el crecimiento en la primavera.

En breve, el suelo artificial duplica las características naturales del suelo de una marga de arcilla con sedimentos sustituyendo los materiales inertes de partículas finas tales como los sedimentos y la arcilla con PFA y partículas
35 grandes tales como arena y grava con biocarbón. El suelo artificial es un medio de cultivo mejorado para cosechas y una superficie adicional sobre la cual puede tener lugar una reconstitución de forma segura con respecto a la actual legislación de salud y seguridad.

Se comprenderá que la profundidad o el espesor de los diferentes horizontes de suelo pueden ser variados para satisfacer vertederos o terrenos contaminados particulares. Además, la composición de los diversos horizontes de
40 suelo puede también ser variada para adaptarse a un lugar determinado. Los horizontes de suelo descritos pueden ser usados aislados o en cualquier combinación con la capa puzolánica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de restauración de una zona de vertedero (12) que comprende cubrir la superficie de la zona de vertedero (12) con una capa sustancialmente ininterrumpida de una composición que incluye cenizas volantes pulverizadas mezcladas con cal viva, creando la capa una solera puzolánica (14), perforar la solera puzolánica (14) para extraer gas metano de dicha zona de vertedero (12), y disponer al menos un horizonte de suelo (16) sobre la solera puzolánica (14), caracterizado por que antes de cubrir la superficie de la zona de vertedero (12), se nivela la superficie de la zona de vertedero (12) en una o más pendientes para inclinar la solera puzolánica (14) resultante, y
- 10 pirolizar la biomasa usando dicho gas metano extraído de dicha zona de vertedero (12) para producir biocarbón, y formar parte de al menos un horizonte de suelo (16) a partir de dicha biocarbón.
2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado por que el espesor de la capa que crea la solera puzolánica (14) es aproximadamente 1,5 m y el espesor del primer horizonte de suelo (16) extendido sobre la solera puzolánica (14) es aproximadamente 1,5 m.
- 15 3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que una pluralidad de horizontes de suelo (16, 18, 20, 22) está extendida sobre la solera puzolánica (14), teniendo cada uno una composición independiente.
4. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que cada horizonte de suelo (16, 18, 20, 22) tiene una composición que incluye cenizas volantes pulverizadas mezcladas con biocarbón.
- 20 5. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que cada horizonte de suelo (16, 18, 20, 22) incluye piedra y/o arena o sedimentos.
6. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la composición del primer horizonte de suelo (16) incluye piedra y/o ladrillos machacados.
- 25 7. Un método como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que la composición de un segundo horizonte de suelo (18) extendido sobre el primer horizonte de suelo (16) incluye menos del 1% de materia orgánica en volumen.
8. Un método como el reivindicado en la reivindicación 7, caracterizado por que la composición de un segundo horizonte de suelo (18) incluye aproximadamente un 60% de cenizas de combustible pulverizadas y aproximadamente un 40% de biocarbón en volumen.
- 30 9. Un método como el reivindicado en la reivindicación 7 o la reivindicación 8, caracterizado por que el espesor de un segundo horizonte de suelo (18) extendido sobre el primer horizonte de suelo (16) es aproximadamente 1,5 m.
10. Un método como el reivindicado en las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la composición de un tercer horizonte de suelo (20) incluye menos del 3% de materia orgánica en volumen.
- 35 11. Un método como el reivindicado en la reivindicación 10, caracterizado por que la composición del tercer horizonte de suelo (20) incluye aproximadamente un 57% de cenizas de combustible pulverizadas y aproximadamente un 40% de biocarbón en volumen.
12. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que la composición de un cuarto horizonte de suelo (22) incluye aproximadamente un 30% de materia orgánica en volumen.
- 40 13. Un método como el reivindicado en la reivindicación 12, caracterizado por que la composición del cuarto horizonte de suelo (22) incluye aproximadamente un 25% de cenizas de combustible pulverizadas y aproximadamente un 45% de biocarbón en volumen.
- 45 14. Un método como el reivindicado en la reivindicación 12 o 13, caracterizado por que el espesor del tercer horizonte de suelo (20) extendido sobre el segundo horizonte de suelo (18) es aproximadamente 0,4 m, y el espesor de un cuarto horizonte de suelo (22) extendido sobre el tercer horizonte de suelo (20) es hasta aproximadamente 0,1 m.
15. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado por que la composición de al menos un segundo horizonte de suelo (18) extendido sobre la solera puzolánica (14) incluye una porción de lodos de aguas residuales.

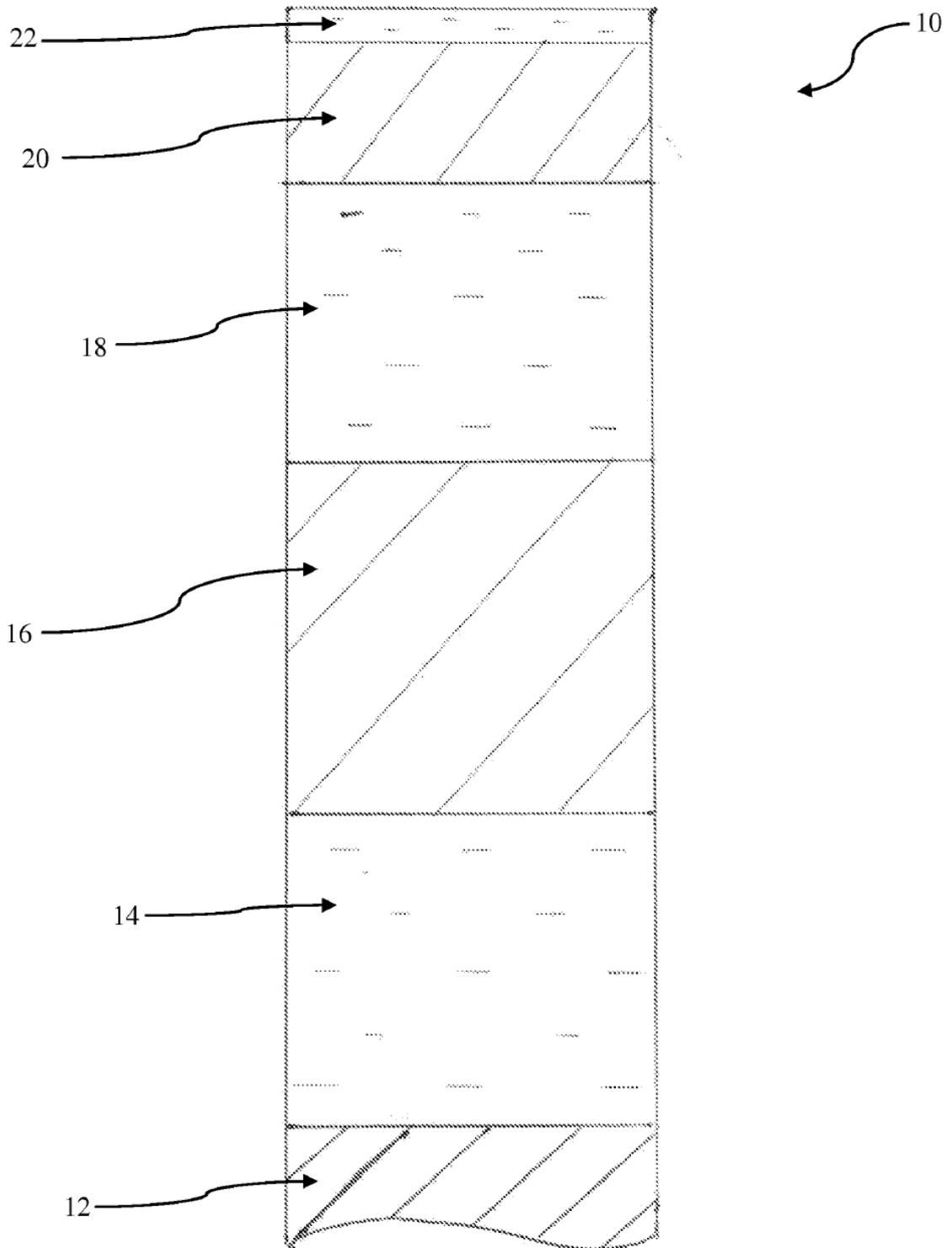


Figura 1