

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 264 549**

21 Número de solicitud: 202130400

51 Int. Cl.:

**E02D 17/20** (2006.01)

**A01B 45/02** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**31.07.2020**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.04.2021**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**(100.0%)**

**Avenida de Séneca, 2**

**28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DE ALBA ALONSO, Saturnino;**

**MARTÍ DUQUE, José Francisco y**

**MOLA CABALLERO DE RODAS, Ignacio**

54 Título: **APERO PARA LA DESCOMPACTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE TALUDES**

**ES 1 264 549 U**

## DESCRIPCIÓN

### APERO PARA LA DESCOMPACTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE TALUDES

#### 5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se encuadra en el sector de los dispositivos para tratar la superficie de la tierra. Más concretamente, se refiere a dispositivos para preparar el suelo durante la fase de acabado en la construcción de taludes y para otras  
10 operaciones de mantenimiento de taludes, especialmente, para favorecer su revegetación y reducir la erosión.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 La construcción de una infraestructura lineal —como puede ser una carretera o un ferrocarril—, las operaciones de una explotación minera u otras actividades que impliquen movimientos de tierra, generan severas alteraciones en las condiciones medioambientales del espacio en el que se desarrollan. Estas modificaciones provocan la destrucción del suelo como sistema estructurado y funcional (en sentido  
20 edafológico), capaz de acoger diferentes y diversas comunidades biológicas, entre las que destaca la cubierta vegetal, que también es eliminada. Para la exitosa restauración ecológica de estos nuevos espacios resulta imprescindible que la nueva superficie expuesta sea capaz de albergar comunidades biológicas (cobertura vegetal incluida), de manera que se maneje adecuadamente la escorrentía superficial y su efecto erosivo  
25 (Forman et al. 2002-*Road Ecology. Science and solutions*. Island Press. Washington DC 481 pp. 171-199).

En España, respecto al proceso constructivo de nuevas superficies (desmontes, terraplenes y explanadas), los pliegos de prescripciones técnicas generales tanto de  
30 carreteras (Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), vigentes a 1 de junio de 2019, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, del Ministerio de Fomento) como de ferrocarriles (Pliego general de prescripciones técnicas tipo para los proyectos de plataforma, PGP-2011, edición junio 2011, ADIF) especifican las actividades o  
35 unidades de obra que componen la construcción de una infraestructura lineal, así como la forma de verificar su ejecución (medición y abono).

Ambos pliegos afrontan la descripción de las unidades de construcción separando excavaciones y drenajes. Se asume que la escorrentía producida en el plano del talud se maneja mediante los elementos externos de drenaje (cunetas, bajantes, etc.). En ningún apartado se menciona cómo manejar la escorrentía dentro del talud. Por el contrario, en los apartados en los que se identifican los trabajos de acabado de los taludes (refino de taludes) se indica textualmente: “*consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico*”. Es decir, la preocupación en este punto es puramente morfológica, dirigida por la operatividad de la maquinaria y la estética final, y bajo un marco de geometrías no naturales. Se indica que estos trabajos se realizarán con posterioridad a la construcción de drenes y otras obras. En particular se hace hincapié en “*la eliminación de cualquier material blando, inadecuado o inestable que no se pueda compactar adecuadamente, así como rellenar los huecos*”. También se hace referencia a cómo proceder en caso de que se produzca un desprendimiento (rellenando y volviendo a la situación inicial). Por lo tanto, se asume que los sistemas de drenaje están adecuadamente dimensionados para captar y canalizar tanto la escorrentía generada en el talud como la erosión y la emisión de sedimentos.

Por otro lado, en aquellos espacios puntuales en los que por su singularidad no se puede asumir la ocurrencia de desprendimientos, fenómenos erosivos o deposición de materiales, por el grave riesgo que supondría para la seguridad de las personas (por ejemplo en la embocadura de túneles, así como otros puntos concretos de la infraestructura), se procede a realizar tratamientos especiales de protección de taludes, normalmente mediante técnicas basadas en la contención. Es decir, actuando sobre los efectos negativos del proceso, y no en revertir sus causas. Entre estos tratamientos se puede destacar: gunitado (proyectar hormigón sobre la superficie del talud), bulones y drenajes de tipo profundo (realizados en perpendicular a la superficie del talud y hacia el interior del terreno), mallas metálicas, geotextiles, mallas tridimensionales, geoceldas (diferentes técnicas que cubren por completo la superficie del talud), entre otras. Todas estas técnicas, como se ha indicado, se aplican de forma puntual y extraordinaria, dado el enorme coste que conlleva su aplicación.

En el campo de tratamiento de taludes, y como medida preventiva, se utilizan frecuentemente mallas de alambre de acero que se despliegan desde la parte superior

del talud, de modo que guían los pequeños desprendimientos hacia las cunetas o áreas de captación en los laterales de la vía o zona a proteger. Este tipo de mallas también se utilizan en sistemas flexibles de estabilización y protección de taludes, combinadas con sistemas de anclaje a la zona estable del terreno. Existen, además, gran cantidad de variaciones a la hora de elaborar mallas de protección de taludes, en función del tipo de terreno. Por ejemplo, en la patente EP2264247B1 se describe una red, y el procedimiento para elaborarla, para su uso como georrejilla en aplicaciones geotécnicas. La patente ES2690731T3 protege una red geotextil sin costuras con estructura celular para la estabilización de suelos que se puede utilizar para reforzar pendientes, conos de terraplén, muros de contención en construcciones para el transporte o la ingeniería hidráulica, entre otros. El documento ES1071411U propone un recubrimiento protector para terrenos que comprende una capa de tejido de trama y urdido destinado a extenderse y fijarse sobre el terreno a proteger y unas tramas tubulares de fibras naturales que contienen semillas. El procedimiento está especialmente diseñado para terrenos áridos e incultos (desprovistos de cubierta vegetal), tales como taludes, terraplenes, desmontes, dunas o zonas aledañas a infraestructuras, afectadas por obras; todo ello para protegerlos de la erosión y facilitar el crecimiento de un manto vegetal.

Por último, una vez finalizadas las nuevas superficies se procede a desarrollar técnicas de revegetación con dos objetivos fundamentales: producir la integración paisajística y minimizar la erosión. Estas técnicas se basan principalmente en enmiendas para intentar subsanar la inexistencia de suelo (extendidos de tierra vegetal o sustrato fértil, aportes de materia orgánica, nutrientes, etc.) e introducir propágulos (siembras) o individuos (plantaciones) de distintas especies vegetales, para formar una cubierta vegetal. Si existe erosión hídrica intensa, no se puede instalar la cubierta vegetal, debido a la pérdida de suelo, agua disponible para las plantas, nutrientes y semillas, y debido a la compactación del suelo, bien por pérdida del material superficial desagregado, bien por su 'sellado'. La cobertura vegetal puede atenuar la erosión, pero si existe erosión intensa, no se puede desarrollar, dilema que no es capaz de solucionar adecuadamente las técnicas habituales de revegetación. Incrementar la calidad del micrositio, y por tanto su capacidad de acoger comunidades biológicas, se revela como una exitosa vía para favorecer la revegetación más eficiente (Mola, I., Jiménez, M.D., López-Jiménez, N., Casado, M.A., Balaguer L. 2011. *Roadside reclamation outside the revegetation season: Management options under schedule*

*pressure. Restoration Ecology* 19: 83–92).

Los contenidos de los pliegos referidos, aunque se trata de documentos de ámbito nacional español, no difieren mucho de los que se pueden encontrar en documentos  
 5 similares de otras nacionalidades por lo que se refiere al aspecto concreto de control de la erosión dentro del plano del talud. Por ejemplo, en países como Australia, en los que hay técnicos certificados en control de erosión y en los que es necesaria la aprobación del plan de obras, tampoco tienen medidas específicas para el tratamiento o acabado de la superficie del talud. Pero son muy exigentes con la rápida  
 10 revegetación del talud, hasta coberturas superiores al 50%. En caso de que llegue el periodo de lluvias, y si el talud no tiene una cobertura vegetal significativa, puede existir la obligación de cubrirlo en su totalidad con mantas y/o mallas que eviten la erosión. El control de la erosión, en este caso, presenta un enfoque muy marcado por la bioingeniería (mallas, redes, *hidromulching*, etc.).

15

A nivel internacional, ha sido muy común el uso de modelos de erosión del suelo (tipo USLE, *Universal Soil Loss Equation*, es decir, Ecuación Universal de Pérdida de Suelo) aplicados a taludes de infraestructuras lineales. Con ellos, el objetivo ha sido evaluar sus tasas de erosión que, en caso de ser elevadas, se abordaban desde la  
 20 revegetación. Por ejemplo, Meyer y Römken (Meyer, L.D., Römken, J.M. 1976. *Erosion and sediment control on reshaped land. In: Proceedings, Third Interagency Sediment Conference*, PB-245-100, 2-75, 2-76, Water Resources Council, Washington DC), tras aplicar la USLE, proponen el uso de técnicas de acolchado (*mulching*), revegetación, construcción de balsas de sedimentación y modificación de la topografía general del talud (cóncavo, convexo...) para reducir la erosión hídrica. Seutloali y  
 25 Beckedahl (Seutloali, K.E., Beckedahl, H.R. 2015. *A Review Of Road-Related Soil Erosion: An Assessment Of Causes, Evaluation Techniques And Available Control Measures*. *Earth Sci. Res. J.*, vol. 19, no. 1) realizan una síntesis de los métodos usados para controlar la erosión en taludes de carretera, y concluyen que la vegetación  
 30 ha sido y es la medida más ampliamente utilizada a nivel internacional.

Por otro lado, la emisión de sedimentos, especialmente intensa en los primeros eventos de lluvia tras la construcción de taludes, provoca que los sistemas de drenaje puedan verse colapsados con la deposición de los materiales erosionados (cunetas  
 35 soterradas, drenes colmatados, etc.). En el caso de las infraestructuras lineales de

transporte terrestre, este efecto es especialmente importante, dado que el espacio debe permitir la operación de la infraestructura, y el colapso de los sistemas de drenaje puede producir inundaciones y otras incidencias que atenten contra su funcionalidad (cortes de tráfico o disminución de capacidad) y los correspondientes costes asociados. A estas partidas económicas habría que sumar los costes de mantenimiento (limpieza de cunetas, desatranco de drenes, arquetas y otros elementos de drenaje) que pueden también ser muy elevados. En ambientes mediterráneos, en particular, se han establecido en torno a unos 3.000 € por kilómetro lineal para autopistas de última generación durante los 5-10 primeros años tras su construcción.

En definitiva, los procedimientos convencionales actualmente aplicados para el acabado y mantenimiento de taludes artificiales se han revelado ineficaces para controlar los procesos erosivos superficiales que se desarrollan sobre los mismos y, por tanto, para minimizar el conjunto de efectos negativos ocasionados por la erosión hídrica de la superficie del talud.

## **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

Apero para la descompactación de la superficie de taludes.

Para favorecer la estabilidad del suelo frente a la erosión hídrica y facilitar los procesos de revegetación, se presenta un apero para realizar operaciones mecánicas de descompactación de la superficie de los taludes. El apero está diseñado para poder ser instalado en modelos estándar de maquinaria de obra civil convencional, siendo necesario tan sólo adaptar el aplique de conexión en cada caso.

En la presente memoria descriptiva, entendemos por taludes los planos inclinados generados de forma artificial por actividades que implican movimientos de tierras (Obra Civil, Edificación, Minería, etc.). Estos pueden ser por excavación, denominados desmontes, o por acumulación y compactación de materiales, denominados terraplenes.

Un aspecto de la presente invención se refiere a un apero que incluye un rodillo dispuesto a modo de eje central, del que salen de forma radial una serie de púas o

agujas. Cada par de púas están construidas a partir de una barra diametral que atraviesa el eje central de rotación y sobresale a ambos lados de este, formando dos púas opuestas que tienen igual longitud, por lo que la denominamos barra diametral simétrica. Alternativamente, cada púa puede estar constituida por una barra radial que se introduce en el rodillo en una longitud suficiente como para que quede bien sujeta. En esta memoria descriptiva, se denomina púa a la parte de la barra diametral o de la barra radial que sobresale del rodillo. Las púas sobresalen de la superficie del rodillo perpendicularmente al diámetro del mismo y se distribuyen alrededor del rodillo de tal manera que al rodar sobre el terreno producen un patrón espacial de impactos sobre la superficie del terreno, lo más irregular y aleatorio posible. En la superficie del rodillo, se practican orificios por los que se insertan las barras radiales o las barras diametrales simétricas. En este segundo caso, las barras diametrales simétricas atraviesan el rodillo diametralmente, generando dos púas, una púa a cada lado del rodillo. La disposición de las barras radiales y de las barras diametrales simétricas puede ser totalmente aleatoria o bien puede ceñirse a algún patrón. Por ejemplo, utilizando barras diametrales simétricas y tomando como referencia la circunferencia que delimita la superficie del rodillo, las púas pueden sobresalir cada  $45^\circ$ , es decir, siendo  $0^\circ$  la vertical, se insertaría una barra diametral simétricas a  $0^\circ$ , otra a  $45^\circ$ , otra a  $90^\circ$  y otra a  $135^\circ$ , lo que generaría púas a  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$  y  $315^\circ$ , evitando, preferentemente, repetir el mismo ángulo en púas consecutivas.

La presente invención incluye los medios y elementos necesarios para mantener las barras que forman las púas sujetas en su posición. Por ejemplo, en el caso de las barras diametrales simétricas pueden tener dos taladros, dispuestos a cada lado del diámetro exterior del rodillo, junto a la superficie del mismo, para insertar en ellos pasadores o pernos con los que sujetar la barra al rodillo. En el caso de las barras radiales, se pueden utilizar otros elementos de sujeción al rodillo, como pueden ser las roscas. Una opción intermedia son las barras diametrales asimétricas que, por un lado, sobresalen del rodillo, formando la correspondiente púa, y, por el extremo opuesto, tienen la longitud necesaria para poder sujetarlas al rodillo, mediante elementos adecuados para ello. Por ejemplo, pueden practicarse taladros que queden situados junto a la superficie del rodillo, en los que se insertarán pasadores o pernos. Otra opción es generar un engrosamiento del material de la barra asimétrica en el extremo que no genera una púa, engrosamiento del tipo de las cabezas de los tornillos o tipo chincheta, que hace de tope, y, en el extremo opuesto, sujetar la barra diametral

asimétrica mediante los taladros y pasadores necesarios.

De esta manera, las barras se pueden quitar en caso de necesitar sustituir las púas, ya sea por su deterioro o para cambiarlas por otras de distinta longitud. Las púas  
5 tienen, preferentemente, una longitud de entre 20 y 45 cm y un diámetro de entre 20 y 35 mm. El extremo de cada púa se encuentra tallado en forma de cincel con la punta plana, cónica o piramidal, que puede tener entre 2 y 3 cm de longitud.

A lo largo de la longitud del rodillo, el número de orificios que se practiquen para  
10 insertar en ellos barras radiales, barras diametrales simétricas, o barras diametrales asimétricas puede ser variable. Pueden practicarse, por ejemplo cada 50, 100, 120 mm o a cualquier otra distancia. En el caso de las barras radiales, se pueden insertar varias barras a la misma distancia de uno de los extremos del rodillo, pero a distancias angulares de entre 90° y 270°. Además, a la hora de preparar el apero para su  
15 utilización, pueden incluirse barras radiales, barras diametrales simétricas o barras diametrales asimétricas en todos los orificios presentes en el rodillo, o bien, puede seleccionarse un número y una distribución determinada de barras que den lugar a la pauta de púas deseada.

20 Preferentemente, el rodillo se elabora con metales templados o aleaciones metálicas (incluyendo acero), con un diámetro de entre 100 y 200 mm y una longitud de hasta 2 m. Las barras que forman las púas también son, preferentemente, de metal o aleaciones metálicas, formando estructuras resistentes.

25 El apero también incluye los elementos necesarios para poder acoplarlo a un brazo articulado de maquinaria de obra civil del tipo retroexcavadora o grúa hidráulica articulada Palfinger, o bien a maquinaria agrícola. Preferentemente, estos elementos se refieren a una horquilla en forma de Y en la que el eje del rodillo queda instalado en sendos rodamientos, instalados en los brazos laterales de la horquilla, de tal manera  
30 que el apero puede rotar libremente, sin tracción mecánica alguna. La Y de la horquilla puede adoptar diversas formas: hemioctogonal, hemirectangular, semicircular o cualquier forma que proporcione dos puntos de apoyo para el rodillo y que permita la libre rotación del mismo.

35 El apero permite realizar labores de descompactación del suelo o sustrato, distribuidas



especialmente de forma no continua (en mosaico) sobre la superficie del espacio a tratar como se describe en la solicitud P202030817.

5 El apero puede ser utilizado tanto en la fase de acabado, es decir durante la construcción del terreno del talud, como en operaciones de mantenimiento del mismo, durante la fase de explotación/operación. En estas últimas, el apero va a permitir realizar tratamientos de descompactación en mosaico de la capa superficial de suelo, minimizando los daños sobre la vegetación preexistente. A diferencia de otras labores de descompactación de tipo agrícola, que remueven la capa superficial del suelo, con este apero, la descompactación se aplica de forma puntual y distribuida de forma discontinua sobre el talud. Ello minimiza el impacto que podría producir esa operación sobre la vegetación existente en el talud. Por otro lado, el propio diseño del apero, que hace que el rodillo central siempre esté elevado sobre el suelo, a una altura mínima de 15 cm, reduce los daños sobre la cubierta vegetal preexistente.

15 Los efectos del uso del apero sobre la densidad final de microdepresiones que quede sobre la superficie del talud, va a depender de diversos factores, tales como son la naturaleza del material litológico que lo constituye, textura, presencia de gravas, compactación, rugosidad inicial de la superficie; o de las condiciones de aplicación del tratamiento, como la humedad en el suelo, del número y dirección de los pases que se apliquen, etc.; también de las características físicas y dimensiones concretas del modelo de apero utilizado.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30 **Figura 1.** Vista esquemática con una posible realización del apero.

**Figura 2.** Vista esquemática de una posible realización del rodillo (1) y sección longitudinal.

35

**Figura 3.** Vista lateral esquemática de una posible realización del apero.

**Figura 4.** Esquema de tipos de barra y sujeciones.

- A. Barra radial (6), sujeta al rodillo (1) mediante rosca.
- 5 B. Barra diametral asimétrica (7) con sujeción al rodillo (1) mediante taladro para pasadores en el extremo que genera la púa y engrosamiento del extremo opuesto.
- C. Barra diametral asimétrica (7) con sujeción al rodillo (1) mediante taladros para pasadores.
- 10 D. Barra diametral simétrica (8) con sujeción al rodillo (1) mediante taladros para pasadores.

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

- 15 1 = rodillo
- 2 = púa
- 3 = rodamiento
- 4 = horquilla
- 41 = brazos laterales de la horquilla (4)
- 20 5 = orificio del rodillo (1)
- 6 = barra radial
- 7 = barra diametral asimétrica
- 8 = barra diametral simétrica

## 25 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos, que no pretenden ser limitativos de su alcance.

### 30 **Ejemplo 1.**

Se construyó un rodillo (1) de tubo hueco de acero 4140 (acero de baja aleación de la serie Cr-Mo –cromo molibdeno-), 1000 mm de longitud y diámetros exterior e interior de 130 y 109 mm, respectivamente. En el rodillo (1) se practicaron una serie de orificios (5) de 20 mm de diámetro (figura 2) en los que se insertaron, perpendicularmente a su  
35 eje, 19 barras diametrales simétricas (8) para dar lugar a 38 púas (2) de 30 cm de

longitud y 20 mm de diámetro cada una, elaboradas con acero templado. Como se aprecia en la figura 1, las 38 púas (2) se hicieron a partir de 19 barras diametrales que atraviesan el eje central de rotación y sobresalen a ambos lados del mismo (figura 4D), formando cada barra diametral simétricas (8) dos púas (2) opuestas de igual longitud.

5 La distancia entre púas a lo largo de la longitud del rodillo (1) se estableció en 53 mm. El extremo de cada punta se rebajó en forma de cincel plano de 2,5 cm de longitud. Para fijar las barras diametrales simétricas (8), y poder cambiarlas por otras en caso de necesidad, se practicaron en ellas sendos taladros a 65,5 mm del centro de cada barra, a través de los cuales se insertaron sendos pasadores.

10

En el diseño del apero, los ángulos de incisión, a lo largo del rodillo (1), de las 19 barras diametrales simétricas (8), y los correspondientes pares de púas, se distribuyeron de forma aleatoria considerando 4 orientaciones posibles: 0°, 45°, 90° y 135°. Se evitaron direcciones iguales en púas consecutivas. En la figura 3 se aprecia cómo las púas (2) salen de forma radial del rodillo (1). La distribución de las 19 barras diametrales simétricas (8) a lo largo del eje quedó como se refleja en la siguiente secuencia en la que, de extremo izquierdo a extremo derecho del rodillo (1), se indican los ángulos de incisión de las barras diametrales simétricas (8) sobre el propio rodillo (1). Los primeros 8 valores constituyen un módulo que se repite hacia la derecha. La orientación de 0°

15

20 corresponde a la dirección vertical que atraviesa el rodillo (1) desde los 0° a los 180° de su circunferencia:

0°	135°	45°	0°	90°	45°	135°	90°	0°	135°	45°
0°	90°	45°	135°	90°	0°	135°	45°			

25

Se fabricó también una horquilla (4) en hierro templado, de 10 mm de espesor. En los extremos del rodillo (1) se soldaron dos piezas que servían como tapa y eje para los rodamientos (3) que, una vez montados en el rodillo (1), se fijaron a los brazos laterales (41) de la horquilla (4).

30

**Ejemplo 2.**

Se realizó un apero como el descrito en el ejemplo 1 pero, en este caso, la longitud de las púas (2) fue de 20 cm, su diámetro de 25 mm y la distancia entre ellas de 42 mm; además se insertaron 24 barras diametrales simétricas (8) y sus correspondientes 48

35 púas. Por otro lado, el rodillo (1) se hizo con un diámetro exterior de 150 mm. En este

caso, los elementos empleados fueron de acero. La secuencia de las barras diametrales simétricas (8), de extremo izquierdo a extremo derecho del rodillo, se indican mediante los ángulos de incisión de las barras diametrales simétricas (8) sobre el propio rodillo (1) y, en este ejemplo, fue la siguiente secuencia repetida cuatro veces:

5

0°    30°    60°    90°    120°    150°

**Ejemplo 3.**

Se realizó un apero como el descrito en el ejemplo 1 pero, en este caso, el diámetro externo del rodillo (1) fue de 200 mm y su longitud de 1200 mm; la longitud de las púas (2) fue de 25 cm con un diámetro de 35 mm y la distancia entre ellas de 63 mm. En este ejemplo, se insertaron en el rodillo 38 barras radiales (6) de una longitud total de 28 cm en las que se practicó una rosca en el extremo sin punta para fijarlas al rodillo (1) (figura 4A) y dar lugar así a 38 púas (2) de 25 cm. Para que las barras radiales (6) dieran lugar a las 38 púas (2) en las mismas posiciones que las barras diametrales simétricas (8) del ejemplo 1, se siguió la siguiente secuencia, en la que cada pareja de barras radiales está situada a la misma distancia de los extremos del rodillo:

20

0° 180°	135° 315°	45° 225°	0° 180°	90° 270°	45° 225°
135° 315°	90° 270°	0° 180°	135° 315°	45° 225°	0° 180°
90° 270°	45° 225°	135° 315°	90° 270°	0° 180°	135° 315°
45° 225°					

**Ejemplo 4.**

25 Se realizó un apero como el descrito en el ejemplo 1, con un diámetro externo del rodillo (1) de 200 mm y una longitud de 1200 mm; con un total de 48 púas (2) de 20 cm de longitud y 30 mm de diámetro, colocadas a 50 mm de distancia a lo largo del rodillo (1). Su distribución siguió la misma secuencia que en el ejemplo 2.

30 **Ejemplo 5.**

Se realizó un apero como el descrito en el ejemplo 1. En este caso, se utilizaron barras diametrales asimétricas (7) con el extremo de sujeción engrosado a modo de cabeza de tornillo (figura 4B) y un taladro en el lado opuesto con respecto al diámetro del rodillo (1) para reforzar la sujeción de la barra diametral asimétrica (7). Se insertaron 19 barras diametrales asimétricas (7) con las que obtener 19 púas (2) con la siguiente

35

distribución:

0°    60°    120°    180°    240°    300°

repetiendo este patrón hasta completar las 19 posiciones.

## REIVINDICACIONES

1. Apero para la descompactación de la superficie de taludes que incluye:
- un rodillo (1) que constituye el eje de rodamiento,
  - 5       - barras diametrales simétricas (8) que atraviesan el rodillo (1) dando lugar a parejas de púas (2) que sobresalen del rodillo (1), sobresaliendo cada púa (2) de una pareja en extremos opuestos del diámetro de dicho rodillo (1), o barras diametrales asimétricas (7) o barras radiales (6) insertadas en el rodillo (1) y dando lugar cada una de ellas a una púa (2) que sobresale del rodillo (1) perpendicularmente al diámetro de
  - 10       dicho rodillo (1),
    - una horquilla (4) en la que se inserta el rodillo (1) mediante rodamientos (3) que permiten su rotación libre,
    - elementos para acoplar la horquilla 4 al brazo de una máquina de obra civil y/o agrícola,
  - 15       en el que, tomando como referencia la circunferencia que delimita la superficie del rodillo (1), dos púas (2) contiguas a lo largo de la longitud del rodillo (1) sobresalen sin repetir el mismo ángulo con respecto a dicha circunferencia.
2. Apero según la reivindicación 1 en el que las púas (2) tienen entre 20 y 45 cm de
- 20       longitud.
3. Apero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que todas las púas (2) tienen la misma longitud.
- 25       4. Apero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el extremo de cada púa (2) tiene forma de cincel con punta plana, cónica o piramidal.
5. Apero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que las barras diametrales simétricas (8), las barras diametrales asimétricas (7) o las barras radiales
- 30       (6) son reemplazables.
6. Apero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores cuyos elementos están elaborados con metales templados y/o aleaciones metálicas.
- 35       7. Apero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que las barras

diametrales simétricas (8) tienen dos taladros dispuestos de tal forma que quedan situados uno a cada lado de la superficie del rodillo (1) al que se fijan las barras diametrales simétricas (8) mediante pasadores o pernos.

5 8. Apero según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 en el que las barras diametrales  
asimétricas (7) tienen dos taladros dispuestos de tal forma que quedan situados uno a  
cada lado de la superficie del rodillo (1) al que se fijan las barras diametrales  
asimétricas (7) mediante pasadores o pernos, o bien, el extremo que no genera púa  
10 (2) presenta un engrosamiento en forma de cabeza de tornillo para fijar la barra  
diametral asimétrica (7) al rodillo (2).

9. Apero según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 que incluye una rosca en cada  
barra radial (6) para fijar dicha barra radial (6) al rodillo (1).

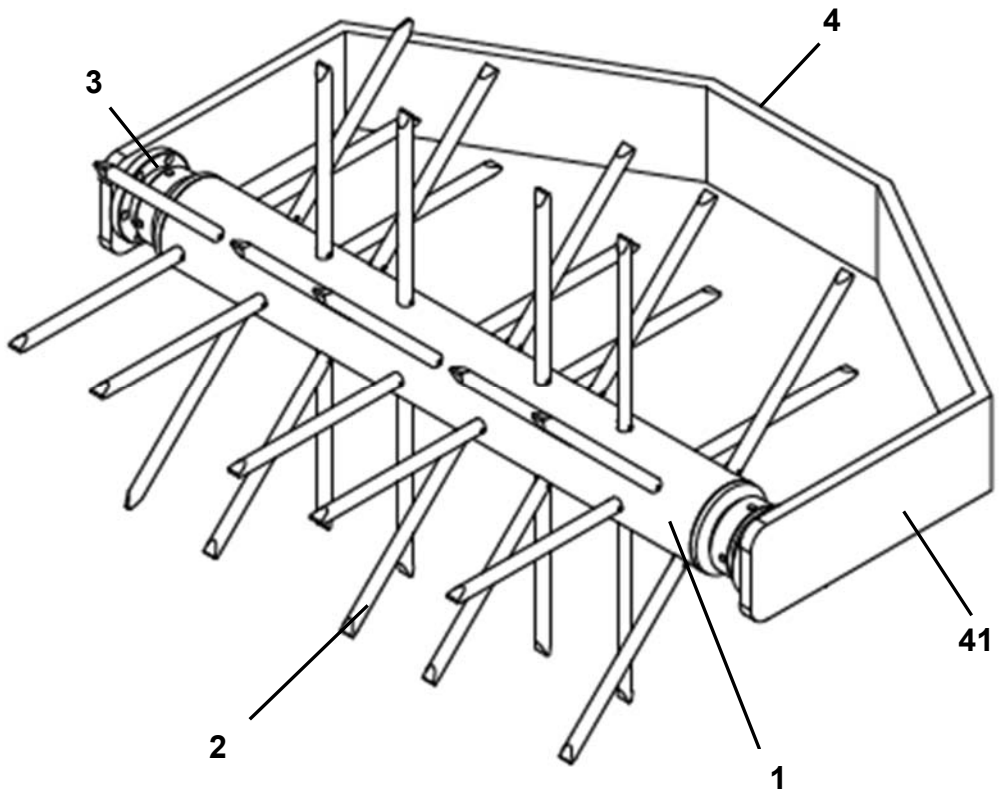


Fig. 1



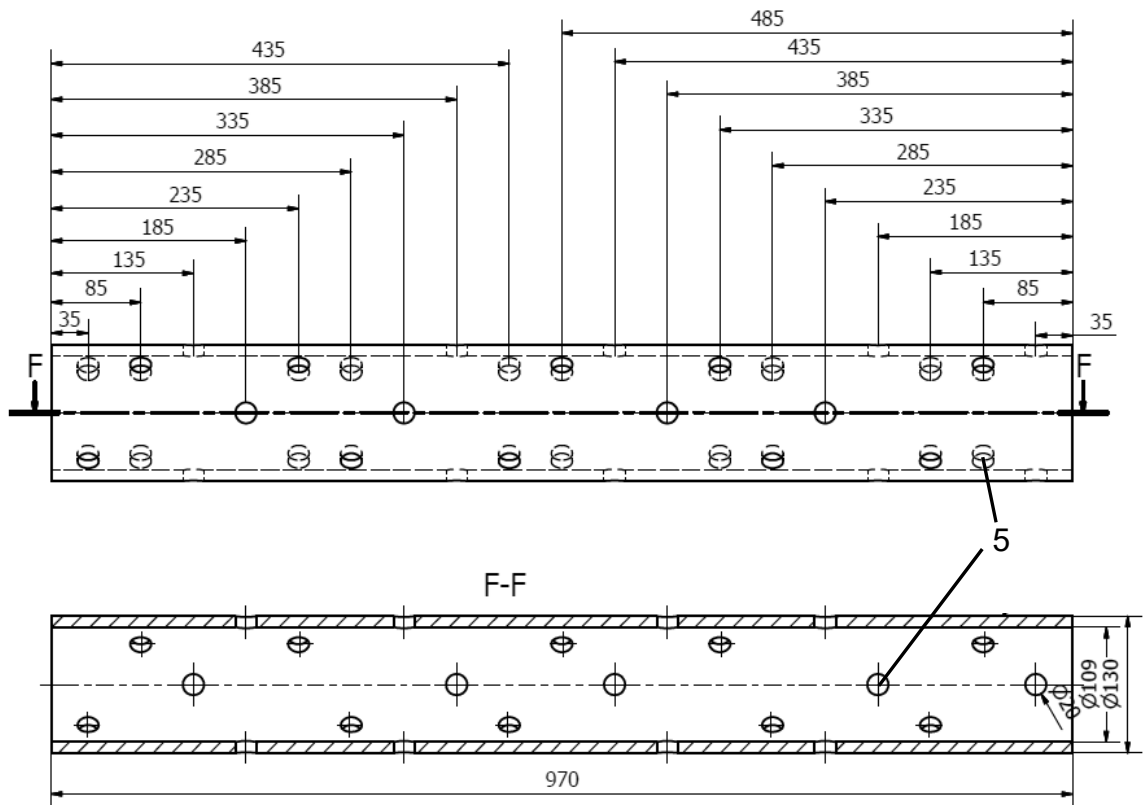


Fig. 2

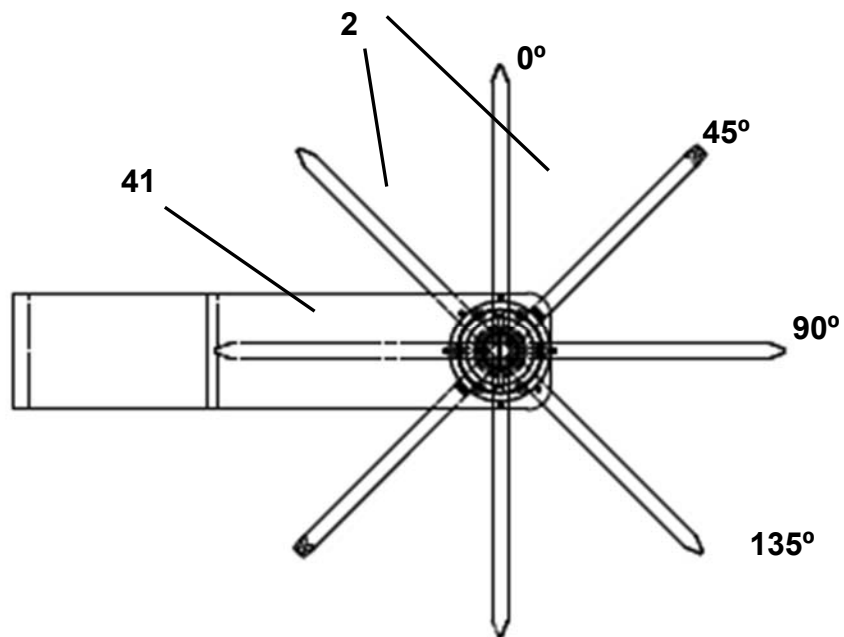


Fig. 3

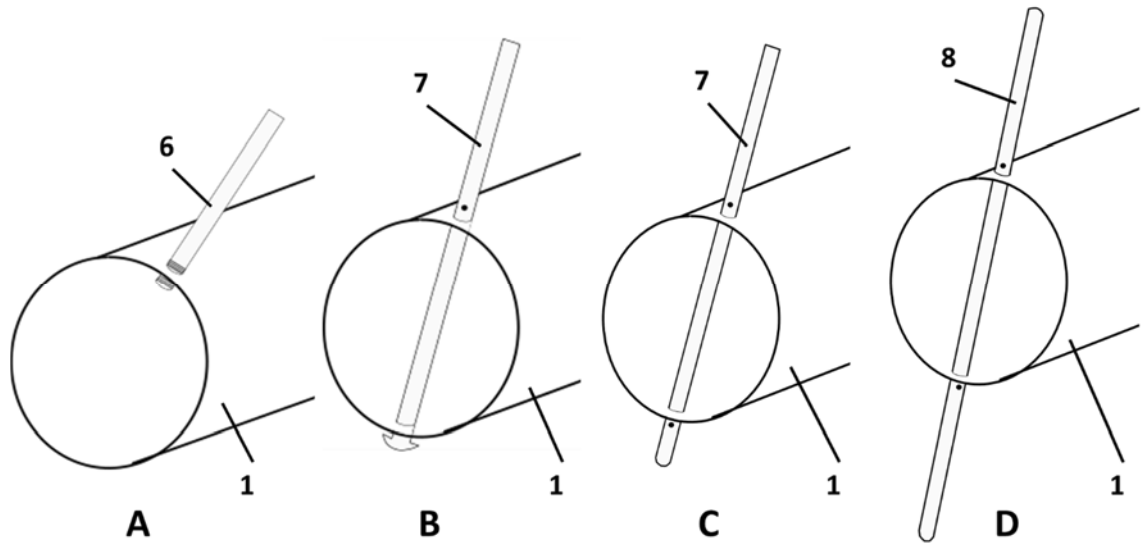


Fig. 4