

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 698**

21 Número de solicitud: 202130533

51 Int. Cl.:

**G01N 15/08**

(2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**10.06.2021**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**20.12.2022**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**15.05.2023**

Fecha de concesión:

**01.09.2023**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**08.09.2023**

73 Titular/es:

**LURPELAN TUNNELLING, S.A. (100.0%)**  
**Polígono Industrial San Martín, Módulo 5, Pab. 6 y 7**  
**48550 Muskiz (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**GONZÁLEZ NICIEZA, Celestino;**  
**ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, Martina Inmaculada y**  
**FIDALGO FERNÁNDEZ, Pedro**

74 Agente/Representante:

**EZCURRA ZUFIA, Maria Antonia**

54 Título: **EQUIPO PARA CARACTERIZAR SUELOS O JUNTAS DE ROCAS Y PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN**

57 Resumen:

Equipo para caracterizar suelos o juntas de rocas y procedimiento de caracterización.

Dispositivo para caracterizar suelos o juntas de rocas cuando se inyecta un fluido a través de estos materiales que comprende una carcasa exterior de acero formada por una parte superior y una parte inferior, ambas unidas mediante una brida de estanqueidad, quedando definido un espacio interior en el que es alojable una camisa interior que contiene la muestra a analizar, contando la parte superior una tapa superior que comprende un émbolo conectable a un sensor de presión y caudal y una manguera de inyección, además cuenta con una pieza metálica de sujeción al émbolo y a la parte superior de la carcasa, además esta parte superior comprende una serie de orificios para conectar al menos un sensor de presión, al menos un manguito de salida del fluido y al menos una salida para conectar un sensor de desplazamiento, la parte inferior comprende una tapa inferior conectable a una manguera de evacuación y sensores de presión y caudal.

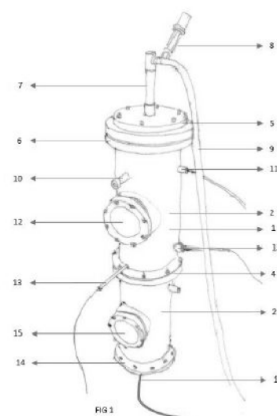


FIG 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.  
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 930 698 B2

## DESCRIPCIÓN

### EQUIPO PARA CARACTERIZAR SUELOS O JUNTAS DE ROCAS Y PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN

5

#### OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece un equipo para caracterizar suelos o juntas de rocas cuando se inyecta un  
10 fluido a través de estos materiales. Así, se puede ponderar la influencia de diferentes variables como la presión o el caudal de inyección, la presión de poro, en el caso de suelos, o el estado tensión al del terreno o del macizo rocoso en el proceso de inyección.

15 También es objeto de la presente invención el procedimiento de caracterización de los suelos mediante el equipo objeto de la invención.

Caracteriza a la presente invención el especial diseño y configuración de todas y cada una de las piezas que forman parte del equipo de manera se puede  
20 caracterizar un suelo pudiendo determinar la longitud que alcanza el fluido de inyección en los diferentes materiales ensayados, la homogeneidad de penetración de dicho fluido en el interior de la muestra, la capacidad transmisora del fluido de inyección, las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión del material post-inyectado o la resistencia al lavado  
25 que presenta el fluido de inyección, entre otros.

Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de los equipos empleados para la caracterización de los suelos y rocas.

#### 30 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Toda obra, pública o no, necesita unos preparativos necesarios para prever errores o prevenir accidentes que causen costos económicos, materiales o

personales. Antes de comenzar cualquier proyecto, es necesario estudiar las características del terreno, así como, en caso de realizar una obra de edificación, es prioritario hacer una caracterización y reconocimiento del mismo.

5

Para estudiar las características del terreno se hacen prospecciones que luego posteriormente se analizan mediante equipos que permiten caracterizar la compacidad del terreno, resistencia y en algunos casos porosidad, pero sin embargo, no se hace medición alguna de su respuesta frente a la inyección de un fluido, no pudiendo saber la longitud que alcanza un fluido de inyección en los diferentes materiales ensayados.

10

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un dispositivo que permita determinación de la longitud que alcanza el fluido de inyección en los diferentes materiales ensayados, la homogeneidad de penetración de dicho fluido en el interior de la muestra, la capacidad transmisora del fluido de inyección, las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión del material post-inyectado o la resistencia al lavado que presenta el fluido de inyección, entre otros, desarrollando un equipo como el que a continuación se describe y queda recogido en su esencialidad en la reivindicación primera.

15

20

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención un dispositivo para caracterizar suelos o juntas de rocas caracterizado porque adopta una configuración general cilíndrica hueca que comprende una carcasa exterior de acero formada por dos partes, una parte superior y una parte inferior, ambas unidas mediante una brida de estanqueidad, quedando definido un espacio interior en el que es alojable una camisa interior que contiene la muestra a analizar, contando la parte superior una tapa superior que comprende un émbolo conectable a un sensor de presión y caudal y una manguera de inyección, además cuenta con una pieza metálica de sujeción al émbolo y a la parte superior de la carcasa, además esta parte superior comprende una serie de orificios para conectar al

25

30

menos un sensor de presión, al menos un manguito de salida del fluido y al menos una salida para conectar un sensor de desplazamiento, la parte inferior comprende una tapa inferior conectable a una manguera de evacuación y sensores de presión y caudal.

5

Complementariamente, tanto la parte superior como la parte inferior comprenden cada uno al menos un ojo de buey para poder inspeccionar el interior.

- 10 La camisa interior que no forma parte de la carcasa exterior de acero está hecha fabricada con un material elástico, que pueda deformarse ante los cambios de posición de las partículas de la muestra, ante el avance del fluido de inyección. Esta deformación es función de la presión de inyección y de la presión exterior de confinamiento.

15

Se ha diseñado el equipo de manera que la camisa no se encuentre solidaria a la carcasa de acero, sino que exista una oquedad entre ambas. Así, se podrá inyectar otro fluido independiente al de inyección, que permita ejercer una fuerza de confinamiento similar a la que ejerce el terreno en condiciones reales.

- 20 Consecuentemente, se limitará la libre deformación de la camisa que aloja el material a ensayar al inyectar.

En cuanto al fluido de confinamiento se ha barajado la posibilidad de utilizar aire o agua. Provisionalmente, el uso de aire se ha descartado ya que, para conseguir presiones relativamente altas, se requiere de grandes volúmenes. Además, existe el riesgo de explosión en caso de fuga. En cuanto a la presión máxima de confinamiento, su valor aún no se ha establecido con precisión, ya que depende de las prestaciones mecánicas que sea capaz de proporcionar el equipo durante los ensayos.

25

Esta presión de confinamiento puede:

30

- Mantenerse constante, al permitir la evacuación gradual del fluido compresor a través de los manguitos laterales del equipo.
- Incrementarse, debido al efecto conjunto de la deformación de la camisa por la inyección y la no evacuación del fluido compresor por los manguitos laterales del equipo.

Para determinar las variaciones de presión durante el ensayo, así como el caudal inyectado y el desplazamiento de las partículas de la muestra, en el equipo se han dispuesto transductores que permitan la conexión de sensores de presión, caudal y desplazamiento.

Los sensores de presión y caudal se conectan mediante los transductores localizados en la manguera de entrada y salida de fluido. También se dispone de un transductor para la conexión de un sensor de presión en la parte central de la carcasa. Los sensores de desplazamiento se disponen en la parte central de la carcasa separados  $120^\circ$  a lo largo de una circunferencia definida por el corte de un plano perpendicular al eje de la carcasa.

El equipo de ensayos se encuentra posicionado sobre una estructura de acero, unida a ella mediante un eje de giro, que permita modificar su posición (completamente horizontal, inclinado, etc.) para determinar cómo afecta esta variable al proceso de inyección.

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y  
5 en parte de la práctica de la invención.

## **EXPLICACION DE LAS FIGURAS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de  
10 ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, 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.

15 En la figura 1 podemos observar una representación en perspectiva del equipo objeto de la invención.

En la figura 2 se muestra la sección obtenida al cortar el equipo por un plano vertical que corta.  
20

En la figura 3 se muestra un detalle del émbolo

En la figura 4 se muestra un detalle de la pieza de sujeción del émbolo.

25 En la figura 5 se muestra una representación de la camisa interior en la que se aloja el material a caracterizar.

En la figura 6 se muestra una representación del proceso de fabricación de muestras a ensayar.  
30

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

En la figura 1 se muestra el equipo objeto de la invención que como puede  
5 observarse comprende una carcasa metálica exterior (1) de configuración general aproximada cilíndrica en cuyo interior se introduce una camisa interior (17) (figura 5) en la que se aloja el material a caracterizar.

La carcasa metálica exterior (1) está compuesta de una parte superior (2) y de  
10 una parte inferior (3) acopladas entre sí mediante una brida de estanqueidad (4) formada por dos bridas unidas entre sí mediante una junta tórica y una serie de tornillos.

La parte superior (2) de la carcasa metálica exterior (1) queda cerrada  
15 superiormente mediante una tapa superior (5) que está compuesta por un émbolo (7) y por una pieza metálica (6) de sujeción al émbolo (7).

Tanto el émbolo (7) como la pieza metálica (6) de sujeción al émbolo cuentan  
20 con una serie de orificios para la unión entre ambas, por otro lado, la pieza metálica (6) cuenta con una serie de orificios adicionales que permiten su sujeción a la carcasa.

Sobre el émbolo (7) se dispone un transductor de presión y caudal (8), y al que  
es conectable una manguera de inyección (9) de un fluido. Además la parte  
25 superior (2) cuenta con una serie de entradas para poder conectar uno o varios sensores de presión, salidas del fluido de confinamiento o sensores de desplazamiento. En concreto en la parte superior (2) hay al menos una primera entrada (10) para un sensor de presión, una segunda entrada (11) para poder conectar un manguito que permita la salida del fluido de confinamiento y unas  
30 terceras y cuartas entradas (13) para poder conectar sendos sensores de desplazamiento.

En una posible forma de realización concreta y en ningún caso limitativa la pieza superior cuenta con 4 roscas de 5/8", 2 roscas de 1/2" y tres roscas de M18x1,5.

- 5 La parte inferior (3) de la carcasa metálica exterior (1) cuenta con una tapa de cierre inferior (14) sobre la que es conectable una manguera de evacuación de fluido (16), así como sensores de presión y caudal.

- 10 Tanto la parte superior (2) como la parte inferior (3) cuentan con un primer ojo de buey (12) y un segundo ojo de buey (15) respectivamente que sirven para poder observar desde fuera el comportamiento de la muestra.

- 15 En la figura 2 se muestra la sección obtenida de la carcasa metálica exterior (1) al ser seccionada por un plano vertical, donde se pueden apreciar los ojos de buey (12) y (15), así como la brida de estanqueidad (4) de unión de ambas partes, la tapa superior (5) y la tapa inferior (14).

- 20 En las figuras 3 y 4 se muestran unos detalles del émbolo (7) de la pieza metálica (6) de sujeción al émbolo, donde ambas cuentan con una serie de orificios (7.1) y (6.1) respectivamente, mientras que la pieza metálica (6) de sujeción al émbolo cuenta además con una serie orificios adicionales (6.1) y (6.2) para la sujeción a la carcasa metálica (1).

- 25 Finalmente, en la figura 5 se puede observar una representación de la camisa interior (17) realizada en un material impermeable y elástico, que aloja a la muestra de material a ensayar y sobre la que inferiormente hay dispuesta una brida (18).

- 30 En la figura 6 se muestran los medios accesorios necesarios para que el equipo de ensayos se pueda usar para ensayar juntas de roca. De esta manera, se dispone la camisa en una posición completamente horizontal. A continuación, se rellena el semicírculo inferior (19) con lechada de hormigón.

Antes de que fragüe, se pasa un molde en forma de T invertida (20), para crear una oquedad en la que posteriormente se pueda introducir el molde con la junta. Este procedimiento se realiza de manera simultánea en otra camisa, a fin de conseguir otra pieza de hormigón, con las mismas características.

- 5 Finalmente, se introducen ambas piezas en una camisa, situando entre ambas dos gomas que permitan asegurar la estanqueidad del fluido de inyección. La camisa se introduciría en la carcasa metálica, pudiendo ejercerse sobre la muestra una presión de confinamiento similar a la que ejercer el macizo rocoso en condiciones reales.

10

El procedimiento mediante el cual se lleva a cabo el proceso de caracterización comprende los siguientes pasos:

- 15
- Inicialmente, se rellena la camisa interior con un material que se desea ensayar. Dicha muestra se ha sometido previamente a un proceso de secado, por lo que no presenta agua en el interior de sus poros. Además, se pesa y se determina su volumen.

20

- La camisa no tiene elementos de retención del material en sus extremos, por lo que es necesario colocar un racord en la parte inferior de la misma con este fin. Además, para evitar la evacuación de material durante el ensayo, se dispone un material geotextil, que actúe como filtro en este elemento.

25

- Una vez que la muestra está homogéneamente distribuida en el interior de la camisa y en las condiciones de compactación deseadas para llevar a cabo el ensayo, se introduce en la carcasa externa de acero.

30

- A continuación, se ensamblan las dos partes de la carcasa exterior (1), poniendo especial atención a que todos los tornillos estén correctamente apretados. Se conecta la manguera de inyección (9) del fluido que conecta un depósito con fluido de inyección fluido con la cabeza del

equipo, así como los sensores de presión y de caudal para el registro de datos.

- se satura la muestra con agua sin ejercer ningún tipo de presión de confinamiento y se hace un registro del tiempo necesario para que se sature la muestra. Con este valor y el caudal registrado por el caudalímetro, se puede calcular el volumen de agua utilizado para la saturación de la muestra. El cociente entre el volumen de muestra seca y de muestra saturada permite conocer la porosidad del material.

- A partir del caudal y de las presiones registradas por los sensores, también se calcula la transmisividad hidráulica según la ley de Darcy.

- Tras saturar la muestra a ensayar y determinar sus parámetros hidráulicos básicos, se procede a ejercer una presión de confinamiento. Para ello, se introduce agua en la oquedad entre la carcasa exterior (1) y la camisa interior (17) a una presión determinada, impidiéndose la evacuación de este fluido por la parte inferior del equipo.

- A continuación, se evalúa el volumen de agua evacuado por la muestra en estas condiciones durante un tiempo determinado. A partir de este dato y los correspondientes al caudal y la presión, se calcula la porosidad y la transmisividad hidráulica en estas nuevas condiciones.

- Una vez determinada la variación de estos parámetros, y con la muestra saturada, se inyecta una lechada a la presión establecida para el ensayo.

- Se observa cuál es la presión mínima de inyección que se necesita para desplazar el agua almacenada en los poros de la muestra. Esta presión se corresponde con el momento en el que empieza a fluir agua a través

de una abertura situada en la parte inferior del equipo. Es importante también establecer el caudal de agua que se está evacuando, ya que establece la facilidad con la que el fluido de inyección es capaz de desplazar el agua almacenada en los poros. Además, una variante de ensayo a considerar sería retirar el material geotextil que actúa como filtro en el racord. De esta manera, se podría determinar la cantidad de finos que arrastra el caudal de agua expulsado como consecuencia de la inyección.

- 10 • Nuevamente, se determina la transmisividad hidráulica de la muestra a las presiones de inyección y confinamiento de ensayo.
- A partir de este punto, existen dos variantes de ensayo:
  - En primer lugar, una en la que la lechada inyectada se dejaría fraguar un tiempo específico (3, 5 ó 7 días). Cuando se aprecie que la lechada está solidificada (entre 24 y 48 horas) puede retirarse la camisa interior para liberar el equipo de ensayo y continuar con otras pruebas. A continuación, se evalúa visualmente la distribución del fluido de inyección en el interior de la muestra. Posteriormente, se tallan discos del conjunto muestra-lechada, para establecer las nuevas propiedades mecánicas que presenta el nuevo material obtenido mediante ensayos brasileños.
  - Otra línea de ensayo sería que, una vez se haya finalizado la inyección de lechada en el interior de la muestra, inmediatamente se comience a inyectar agua. De esta manera, se simulan las condiciones de inyección en terrenos con abundantes flujos de agua subterráneos. Así, se establece la capacidad que presenta la lechada ensayada para resistir la acción del agua, que pudiera impedir su fraguado, con la consecuente problemática que presenta ante el proceso de inyección.

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la  
5 protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para caracterizar suelos o juntas de rocas que emplea un  
5 dispositivo que adopta una configuración general cilíndrica hueca que comprende una carcasa exterior (1) de acero formada por dos partes, una parte superior (2) y una parte inferior (3) ambas unidas mediante una brida de estanqueidad (4), quedando definido un espacio interior en el que se aloja una  
10 camisa interior (17) que contiene la muestra a analizar, contando la parte superior una tapa superior (5) que comprende un émbolo (7) al que se conecta un sensor de presión y caudal (8) y una manguera de inyección (9), además cuenta con una pieza metálica de sujeción (6) al émbolo (7) y a la parte superior de la carcasa exterior (1), además esta parte superior comprende una  
15 serie de orificios para conectar al menos un sensor de presión, al menos un manguito de salida del fluido y al menos una salida para conectar un sensor de desplazamiento de las partículas de la muestra, la parte inferior (3) comprende una tapa inferior (14) en la que se conecta una manguera de evacuación (16) y sensores de presión y caudal.
- 20 caracterizado porque comprende las etapas de:
- Inicialmente, se rellena la camisa interior (17) con un material que se desea ensayar. Dicha muestra se ha sometido previamente a un proceso de secado, por lo que no presenta agua en el interior de sus poros. Además, se pesa y se determina su volumen.
- 25
- La camisa no tiene elementos de retención del material en sus extremos, por lo que es necesario colocar una brida (18) en la parte inferior de la misma con este fin.

- Una vez que la muestra está homogéneamente distribuida en el interior de la camisa (17) y en las condiciones de compactación deseadas para llevar a cabo el ensayo, se introduce en la carcasa externa (1) de acero.
- 5      • A continuación, se ensamblan las dos partes de la carcasa exterior (1), de manera que todos los tornillos estén correctamente apretados. Se conecta la manguera de inyección (9) del fluido que conecta un depósito con fluido de inyección fluido con la parte superior del equipo, así como los sensores de presión y de caudal para el registro de datos.
- 10      • Se satura la muestra con agua sin ejercer ningún tipo de presión de confinamiento y se hace un registro del tiempo necesario para que se sature la muestra. Con este valor y el caudal registrado por el caudalímetro, se calcula el volumen de agua utilizado para la saturación de la muestra. El cociente entre el volumen de muestra seca y de muestra saturada permite conocer la porosidad del material.
- 15      • A partir del caudal y de las presiones registradas por los sensores, también se calcula la transmisividad hidráulica según la ley de Darcy.
- 20      • Tras saturar la muestra a ensayar y determinar sus parámetros hidráulicos básicos, se procede a ejercer una presión de confinamiento. Para ello, se introduce agua en la oquedad entre la carcasa exterior (1) y la camisa interior (17) a una presión determinada, impidiéndose la evacuación de este fluido por la parte inferior del equipo.
- 25      • A continuación, se evalúa el volumen de agua evacuado por la muestra en estas condiciones durante un tiempo determinado. A partir de este dato y los correspondientes al caudal y la presión, se calcula la porosidad y la transmisividad hidráulica en estas nuevas condiciones.
- 30

- Una vez determinada la variación de estos parámetros, y con la muestra saturada, se inyecta una lechada a la presión establecida para el ensayo.
- 5
- Se observa cuál es la presión mínima de inyección que se necesita para desplazar el agua almacenada en los poros de la muestra. Esta presión se corresponde con el momento en el que empieza a fluir agua a través de una abertura situada en la parte inferior del equipo. También se establece el caudal de agua que se está evacuando, ya que permite
- 10
- determinar la facilidad con la que el fluido de inyección es capaz de desplazar el agua almacenada en los poros.
  - Nuevamente, se determina la transmisividad hidráulica de la muestra a las presiones de inyección y confinamiento de ensayo.

15

2.- Procedimiento para caracterizar suelos o juntas de rocas según la reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa de observación de cuál es la presión mínima de inyección que se necesita para desplazar el agua

20

almacenada en los poros de la muestra, se retira el material del filtro dispuesto en el extremo inferior de la camisa interna que actúa como filtro en la brida, de esta manera, se determina la cantidad de finos que arrastra el caudal de agua expulsado como consecuencia de la inyección.

25

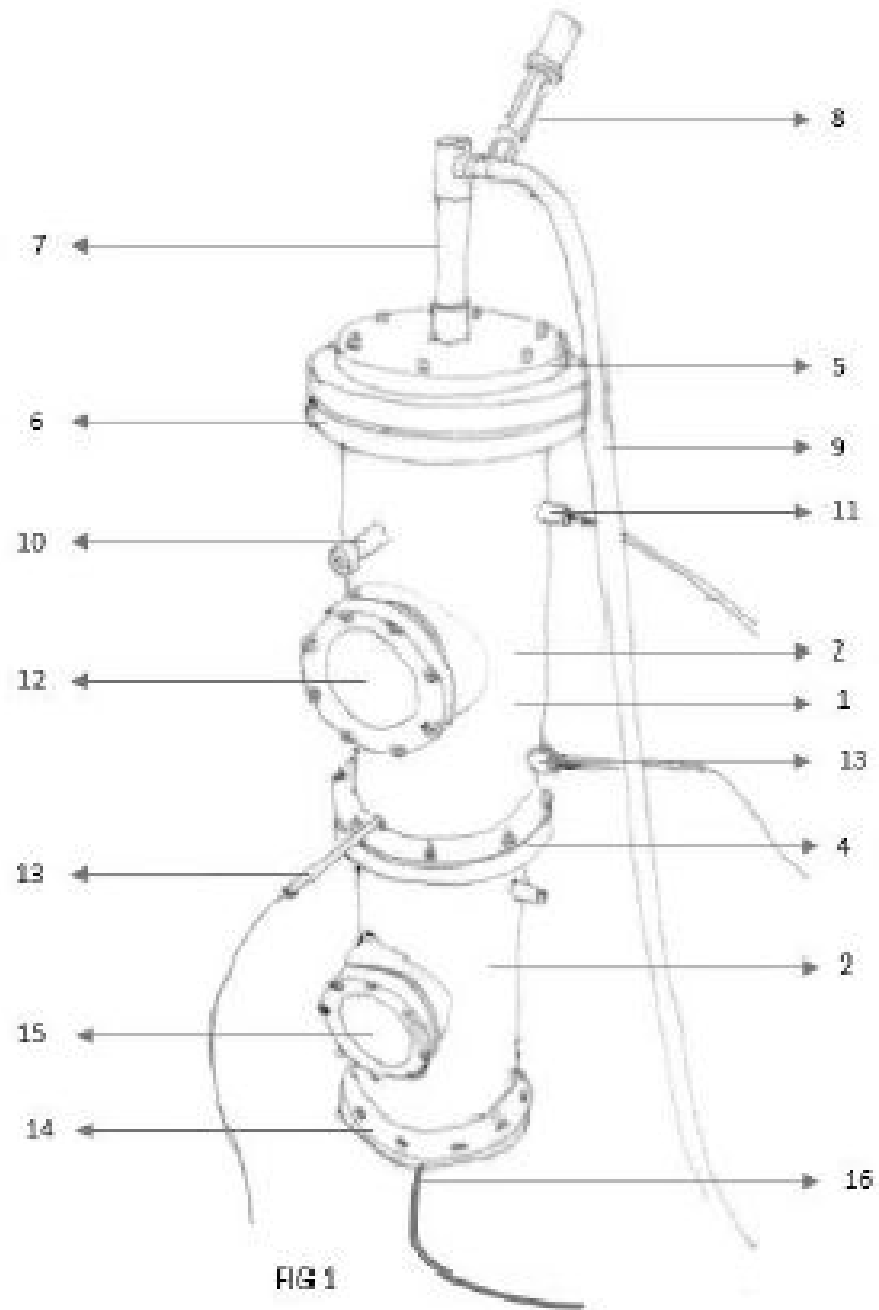
3.- Procedimiento para caracterizar suelos o juntas de rocas según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque tras la determinación de la transmisividad hidráulica de la muestra a las presiones de inyección y confinamiento de ensayo, la lechada inyectada se deja fraguar un tiempo específico (3, 5 ó 7 días). Cuando se aprecie que la lechada está solidificada,

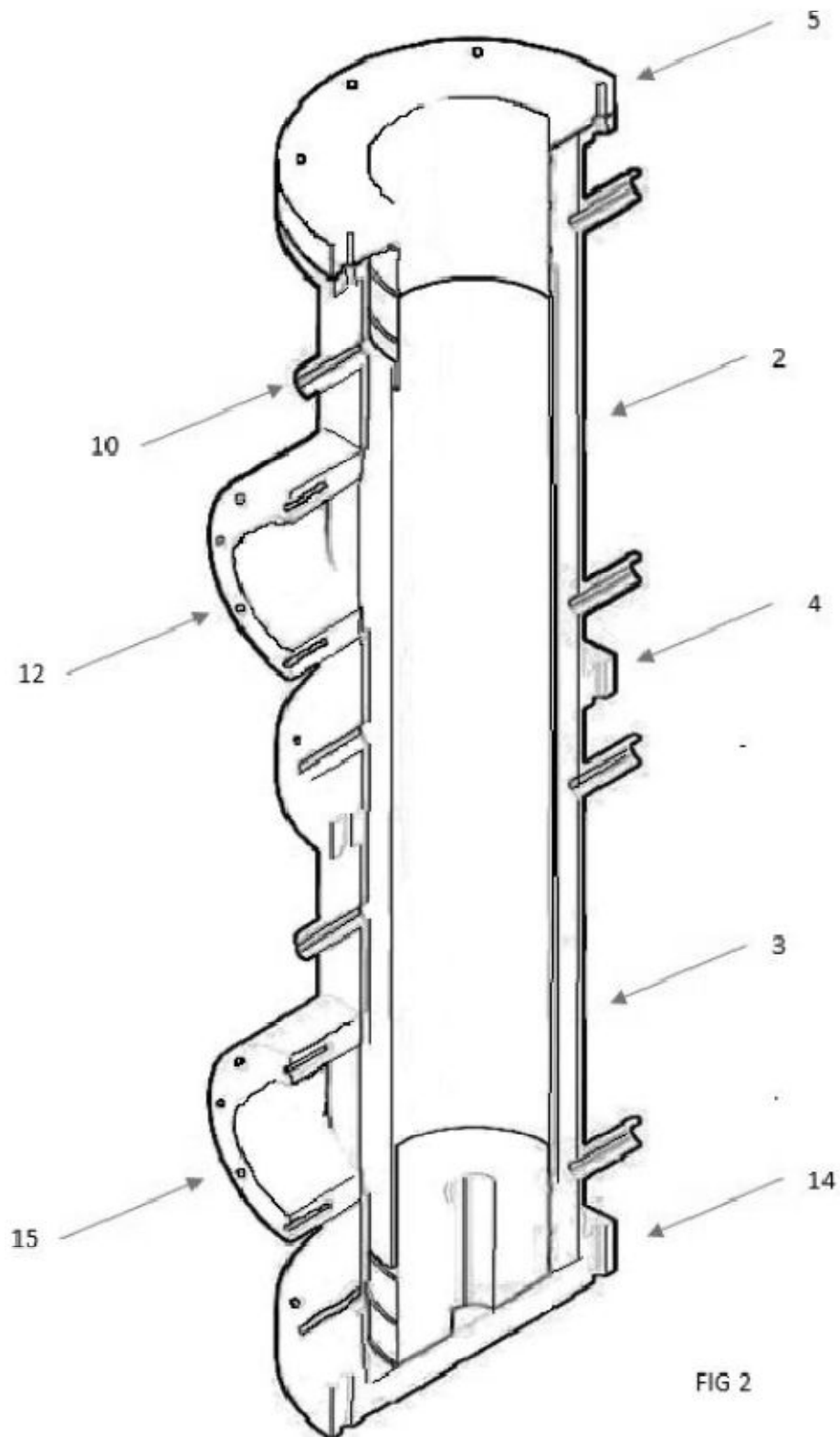
30

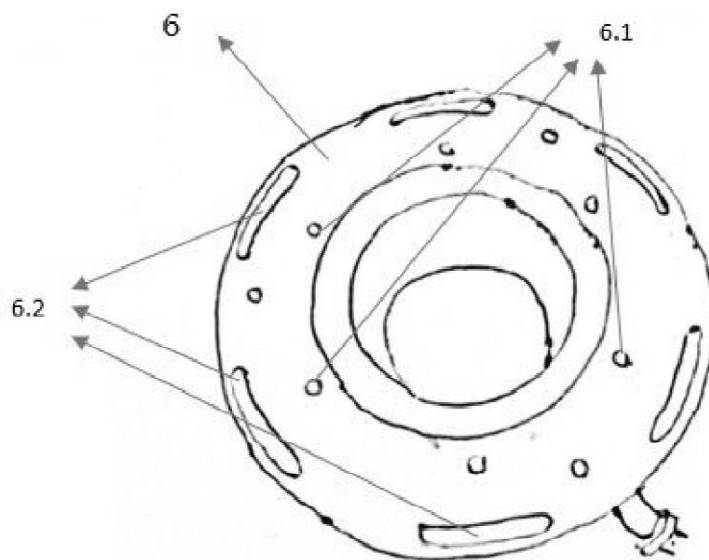
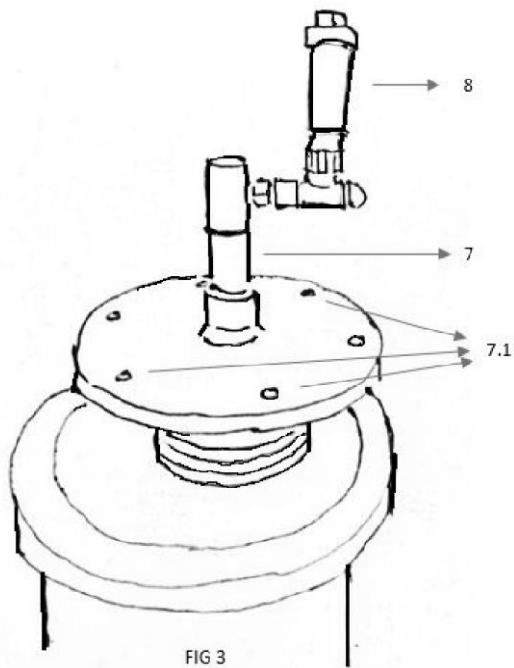
entre 24 y 48 horas, puede retirarse la camisa interior para liberar el equipo de ensayo y continuar con otras pruebas. A continuación, se evalúa visualmente la distribución del fluido de inyección en el interior de la muestra. Posteriormente,

se tallan discos del conjunto muestra-lechada, para establecer las nuevas propiedades mecánicas que presenta el nuevo material obtenido mediante ensayos brasileños.

- 5 4.- Procedimiento para caracterizar suelos o juntas de rocas según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque tras la determinación de la transmisividad hidráulica de la muestra a las presiones de inyección y confinamiento de ensayo, una vez se haya finalizado la inyección de lechada en el interior de la muestra, inmediatamente se comienza a inyectar agua. De  
10 esta manera, se simulan las condiciones de inyección en terrenos con abundantes flujos de agua subterráneos.







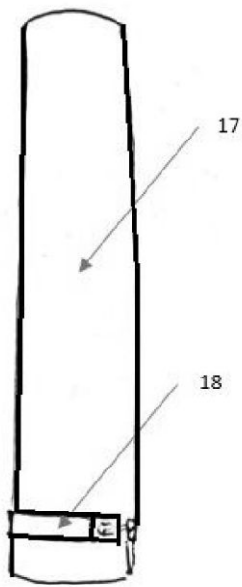


FIG 5

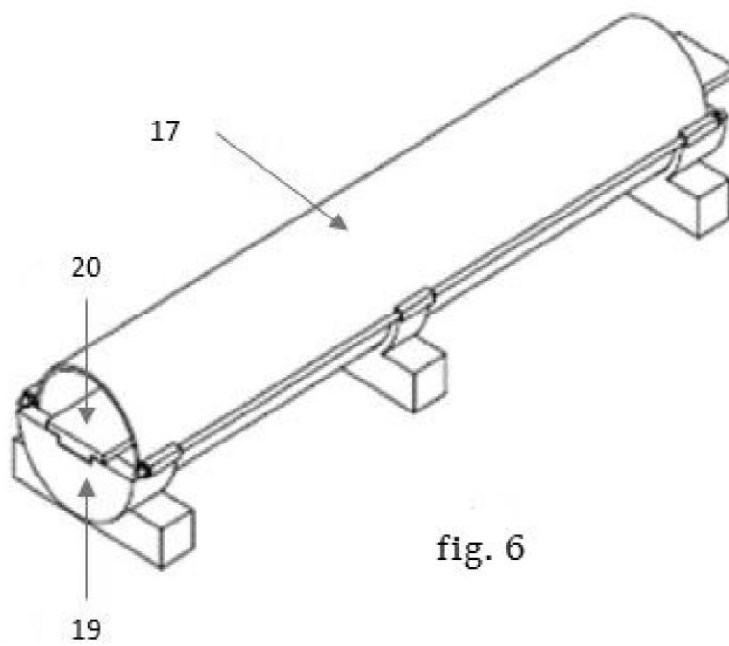


fig. 6