

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 989**

51 Int. Cl.:
E21B 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07009413 .1**

96 Fecha de presentación: **10.05.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1990503**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.11.2008**

54 Título: **DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN EXPLOSIVA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.12.2011

73 Titular/es:
**BAUER MASCHINEN GMBH
Bauer-Strasse 1
86529 SCHROBENHAUSEN, DE;
BECKER, CLAUS WILLI;
SCHWARK-WERWACH, BERNHARD WERNER y
PERFORATOR GMBH**

72 Inventor/es:
**Becker, Claus Willi y
Schwark-Werwach, Bernhard Werner**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 370 989 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

Dispositivo y procedimiento de perforación explosiva

5 La invención se refiere a un dispositivo de perforación explosiva por medio de cápsulas explosivas con un dispositivo de disparo para disparar las cápsulas explosivas contra un material a extraer de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención se refiere además a un procedimiento de perforación explosiva de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10.

15 Los dispositivos y procedimientos de perforación explosiva del suelo o de roca se conocen desde hace mucho tiempo, por ejemplo, por el documento US 3516502 o el documento US 3605918. En particular para hacer perforaciones en roca dura, por ejemplo, granito, la utilización específica de cápsulas explosivas para disgregar la roca produce un arranque de material sobresaliente.

20 El documento US A 4030557 describe un aparato de perforación con un vástago de perforación en cuyo extremo inferior están dispuestas herramientas de fresado de forma cónica. El aparato de perforación presenta además un tambor por el que se pueden disparar proyectiles contra la roca que hay que desprender así como un cargador de almacenamiento para alojar una pluralidad de proyectiles. Para disparar los proyectiles, aplicando una presión, se hacen pasar del cargador al tambor de disparo.

25 El documento US A 3022729 describe un dispositivo para hacer agujeros de perforación mediante cargas explosivas. En este caso se introduce un tubo en el agujero que tiene un orificio en el extremo inferior. El tubo está conectado con una bomba para trasvasar el fluido, que está en la superficie, de modo que el fluido de perforación se puede bombear bajando por el tubo y subiendo por el espacio intermedio entre el tubo y la pared del agujero de perforación. Las cargas explosivas de forma alargada se hacen circular por el interior del tubo en sentido descendente y se dejan dispuestas a una distancia prefijada del fondo del agujero de perforación. Al aumentar la presión en la carga explosiva hasta un punto determinado se hace explotar para agrandar el agujero de perforación.

30 El documento US A 1585664 divulga un procedimiento para disgregar formaciones de roca y de suelo desplazando una cantidad de material definida mediante una secuencia de disparos de cargas explosivas que explotan al entrar en contacto con la formación.

35 Sin embargo la perforación explosiva no se ha podido imponer hasta la fecha en campos de aplicación amplios. Una razón de esto es, en particular, a la normativa legal estricta referida al transporte, al almacenamiento y al uso de material explosivo. Estas restricciones tan estrictas referidas a los materiales explosivos, en particular en el terreno civil, juegan en contra de la aplicación comercial de la perforación explosiva.

40 El objetivo de la invención es exponer un dispositivo y un procedimiento de perforación explosiva con los que se haga posible una aplicación comercial segura de la perforación explosiva en campos de aplicación múltiples.

45 El objetivo se resuelve según la invención por un lado con un dispositivo con las características de la reivindicación 1 y por otro lado con el procedimiento con las características de la reivindicación 10. Los perfeccionamientos ventajosos de la invención se exponen en las respectivas reivindicaciones dependientes.

50 El dispositivo según la invención para la perforación explosiva se caracteriza porque al menos se prevé un contenedor con oxígeno líquido y que al menos un contenedor con al menos un componente combustible; y por que para preparar las cápsulas explosivas se dispone un sistema de combinación para juntar los componentes combustibles y el oxígeno líquido y por que se prevé un dispositivo cargador para introducir las cápsulas explosivas preparadas en el sistema de disparo.

55 Una idea fundamental de la invención es que las cápsulas explosivas para la perforación explosiva se preparen directamente en el dispositivo justo antes del uso. Se utilizarán componentes para la preparación de las cápsulas explosivas que por sí solos son prácticamente inocuos, en particular, no se categorizan como componentes explosivos y están dentro de los límites legales.

60 Según una observación de la invención para esto son adecuados en particular materiales explosivos con oxígeno líquido. Los materiales explosivos con oxígeno líquido se conocen desde hace varias décadas. El oxígeno líquido criogénico es un medio de oxidación especialmente activo que desencadena incluso en la correspondiente mezcla con materiales combustibles de poca reactividad una transformación de tipo explosivo.

65 Por el documento US 1508185 se conoce, por ejemplo, un material explosivo con oxígeno líquido con polvos de madera como material combustible. Como combustible se pueden utilizar también sin embargo otros compuestos que contengan carburos, hidrocarburos, otros compuestos orgánicos e incluso polvos metálicos y otros elementos cuya reacción exotérmica con oxígeno sea de una entalpía suficiente. Una mezcla de estos combustibles presentes,

en particular, en estado sólido, preferentemente en polvo o en una forma adecuada para verterlos, con oxígeno líquido tiene como resultado una disposición espacial prácticamente óptima de los reactivos de modo que se produce una combustión rápida y así una transformación detonante. En particular se utilizan según la invención materiales combustibles cuya base sean moléculas de hidrocarburos que estén libres de cualesquiera restricciones técnicas de seguridad referidas a limitaciones de la cantidad que se puede almacenar o transportar. También el uso de oxígeno líquido está muy extendido para aplicaciones tecnológicas, por ejemplo, en gran medida se emplea en soldadura y se puede adquirir a través de canales de distribución existentes sin ningún problema.

La utilización según la invención de materiales explosivos con oxígeno líquido ofrece la ventaja adicional de seguridad de uso para perforaciones explosivas de que los materiales explosivos de este tipo en las condiciones ambientales sólo durante un período de tiempo corto, por ejemplo, de unos pocos segundos hasta pocos minutos conservan su característica explosiva. Como el oxígeno líquido criogénico se evapora muy rápido los componentes combustibles que hayan quedado pasan de nuevo a su estado normal e inocuo. En particular los componentes combustibles son respetuosos con el medio ambiente de modo que incluso si no se produce la detonación pretendida en el suelo no quedará ningún tipo de sustancia peligrosa por sus características explosivas o por su efecto sobre el medio ambiente.

Con estos componentes de partida fundamentalmente inocuos y disponibles sin restricciones se preparan las cápsulas explosivas en la máquina según la invención que se disparan inmediatamente a continuación mediante un sistema cargador hacia el material a disgregar, en particular, roca.

Una configuración ventajosa del dispositivo según la invención consiste en que en el sistema de combinación los componentes combustibles sean cuerpos previamente moldeados o que se puedan moldear en él pudiéndose mezclar el componente combustible con el oxígeno líquido antes o después del moldeo. El componente combustible que estará en forma de polvo o granulado se conformará, por ejemplo, mediante sinterizado o compactación hasta que adquiera la forma deseada. Esta puede ser, en particular, una forma cilíndrica o prácticamente esférica siendo posibles, sin embargo, formas especiales, por ejemplo, definiendo una carga hueca. Preferentemente después de tener moldeado el cuerpo del componente combustible éste se baña en oxígeno líquido y resulta una bala cargada. Las cápsulas explosivas preparadas así se pueden cargar inmediatamente después en el sistema de disparo con el que se pueden disparar entonces las cápsulas explosivas en una dirección y con una energía definidas contra la roca a extraer. En el caso de una perforación con una perforadora que prácticamente esté orientada en dirección vertical se puede conseguir una aceleración de las cápsulas explosivas también gracias a la fuerza de atracción gravitatoria de modo que el sistema de disparo sólo libere o suelte las cápsulas explosivas.

Una forma de realización adicional y preferente de la invención consiste en que se pueden introducir en el sistema de combinación cuerpos envolventes, cápsulas prefabricadas con combustible y/o elementos de detonación para preparar las cápsulas explosivas. Si resulta que los componentes combustibles no conservan su forma por sí solos se pueden introducir en un cuerpo envolvente, por ejemplo de cartón o metal. Estos cuerpos envolventes sirven para dar una forma geométrica a la carga de material explosivo. En particular al utilizar cuerpos envolventes se puede ajustar el aumento deseado del poder de detonación. Existe también la posibilidad de rellenar los cuerpos envolventes de componente combustible y oxígeno líquido resultando una especie de lodo (slurry). En lo que sigue se denominarán cápsulas explosivas también a los cuerpos que constan de un cuerpo envolvente o cuerpo moldeado rellenos de material explosivo. En principio la cápsula explosiva puede explotar debido a la energía de un golpe, de la presión o de un choque al impactar contra la roca a disgregar. Para aumentar la seguridad se puede disponer, sin embargo, convenientemente también un dispositivo de detonación en la cápsula, por ejemplo, un dispositivo detonador de impacto disponible en el mercado. Por ejemplo, se puede prever que en las cápsulas explosivas, en la dirección del impacto, en la zona trasera, haya una contención con inercia de masas dinámica que en el momento del impacto desencadene la transformación detonante y aumente el poder detonante preferentemente en la dirección y sentido del movimiento de las cápsulas explosivas.

Para hacer las perforaciones según la invención se prefiere en especial que exista un cuerpo de perforación en forma de tubo estando dispuesta en la zona de su extremo inferior al menos una boca del sistema de disparo. Esto permite que las cápsulas explosivas impacten en el punto exacto del material a arrancar. Puede haber una boca central o varias bocas alrededor del eje del taladro. Además es posible prever una cabeza de perforación con una boca que se puedan inclinar o rotar.

Según la invención se puede realizar un control de la dirección de perforación o de la trayectoria de perforación para que dependiendo del ángulo de giro de la cabeza de perforación preferentemente se bombardee la zona del frente de terreno hacia la que la perforación se tiene que seguir haciendo. Para ello la boca de disparo puede estar dispuesta de forma excéntrica respecto al eje del taladro. Además se puede prever un sistema de posicionamiento para inclinar la boca.

Además según la invención puede haber un conjunto tipo tobera de gas en la zona de la boca. El conjunto tipo tobera puede ser, en particular, un conjunto tipo tobera anular alrededor de la boca. Esto puede servir, por ejemplo, para la estabilización de la trayectoria de vuelo de la cápsula explosiva pudiendo ser la trayectoria de vuelo de una longitud de algunos centímetros hasta algunos metros. Además en las maniobras la hacer los agujeros de

perforación en los que haya suspensiones se puede ganar espacio para la cápsula explosiva en la suspensión gracias al conjunto tipo tobera.

5 Según la invención se consigue un arranque de material especialmente bueno al disponer en la zona del extremo inferior del cuerpo de perforación órganos de arranque de material, en particular dientes de corte y/o trepanador de rodillos. Con estos órganos de arranque de material, la roca desprendida sólo parcialmente o disgregada se puede eliminar mecanizándola. La combinación de disgregación explosiva y la mecanización de la roca con órganos de arranque de material tiene la consecuencia de conseguir una pared de la perforación de una forma precisa.

10 Además según la invención se dispone un sistema de evacuación en particular un tornillo sin fin de perforación para evacuar el material que haya que disgregar. El tornillo sin fin de perforación puede estar dispuesto configurando una hélice alrededor del cuerpo de perforación en forma de tubo que se acciona mediante un motor rotativo. Alternativamente el sistema de evacuación, sin embargo, puede comprender también un conducto por el que se haga llegar aire de modo que el material del suelo arrancado se pueda evacuar del agujero de perforación mediante bombeando aire con una bomba Mammut.

15 En principio el sistema de disparo puede comprender un sistema mecánico, electromecánico o incluso explosivo. Una realización particularmente sencilla y práctica consiste según la invención en que el sistema de disparo presente un sistema de propulsión neumático o hidráulico. El sistema de propulsión puede estar conectado al suministro de aire a presión a través del que se puede generar una corriente de aire. Mediante esta corriente de aire se pueden acelerar o impulsar las cápsulas explosivas una a una o de forma continua neumáticamente, por ejemplo, a lo largo de un tubo. Se disparan con una energía cinética y con una dirección definidas contra el material a desprender.

20 El procedimiento según la invención para la perforación explosiva se caracteriza por que el material explosivo se utiliza material explosivo con oxígeno líquido. Así resulta la perforación explosiva con las ventajas descritas anteriormente relativas a la seguridad y la protección del medio ambiente.

25 Se logra una seguridad particularmente alta según la invención al prepararse la cápsula explosiva justo antes de cargarla en un dispositivo de disparo, a partir de al menos un combustible y oxígeno líquido y que las cápsulas explosivas se disparen mediante el sistema de disparo contra el material a desprender para a continuación explotar y disgregar el material. El material explosivo en este procedimiento según la invención se prepara según las necesidades justo antes del disparo de modo que no es necesario el almacenamiento de grandes cantidades de material explosivo en un estado en el que pueda explotar.

30 Un arranque de material muy eficaz se consigue según la invención disparando la cápsula explosiva con una frecuencia de entre 0,1 Hz y 500 Hz. Dependiendo de la frecuencia de disparo se pueden utilizar por tanto cápsulas explosivas relativamente pequeñas con pocos gramos de material explosivo que representan vistas por separado tan sólo un peligro potencial muy pequeño. Así la ejecución de la perforación explosiva según la invención resulta aún mas sencilla y segura.

35 Se prefiere especialmente que para la perforación explosiva se emplee según la invención para el dispositivo descrito antes.

40 La invención se detallará un poco más a continuación en base a ejemplos de realización preferidos que están representados muy esquemáticamente en los dibujos adjuntos. En estos muestran:

la figura 1: una disposición esquemática de un dispositivo según la invención para perforación explosiva

50 la figura 2: una vista en sección transversal parcial de un dispositivo según la invención y

la figura 3: un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para perforación explosiva

55 La figura 1 muestra un dispositivo 10 según la invención para perforación explosiva con un aparato 11 de soporte en cuyo espacio trasero se dispone orientado verticalmente un mástil 15. A lo largo del mástil 15 se puede hacer que se mueva verticalmente un cuerpo 12 de perforación en forma de tubo mediante un motor 16 rotativo para hacer un agujero de perforación en el suelo. De forma conocida está dispuesto en el lado externo del cuerpo 12 de perforación un tornillo 14 sin fin de perforación quedando dispuesto el cuerpo 12 de perforación y su tornillo 14 sin fin de perforación a su vez por dentro de un tubo 17 hueco para conseguir un perforadora tubular. Por la rotación del cuerpo 12 de perforación con el tornillo 14 sin fin de perforación el material de la roca o del suelo desprendido se puede evacuar del agujero de perforación.

60 Por encima del motor 16 rotativo está dispuesto un sistema 30 de combinación para la preparación de cápsulas explosivas. Mediante las conducciones indicadas esquemáticamente se suministra material combustible en polvo o granulado con una base de moléculas de hidrocarburos o de cápsulas ya prefabricadas que contienen el combustible, desde un depósito 34. Aparte de este depósito 34 hay otro depósito 32 adicional con oxígeno líquido

- que se hace llegar, según se vaya necesitando, al sistema 30 de combinación. En el sistema 30 de combinación caso de que el combustible sólido no venga ya preparado se conforma o se configura la cápsula hasta que adquiera la forma deseada y se baña entonces en oxígeno líquido. Así se consigue que la cápsula explosiva quede cargada, es decir, a partir de este punto la cápsula explosiva ya sí que tiene características explosivas. Eventualmente se puede prever un sistema de refrigeración para evitar que el oxígeno líquido criogénico se evapore demasiado rápido en el sistema 30 de combinación. Directamente desde el sistema 30 de combinación se carga la cápsula explosiva así preparada en un sistema 20 de disparo que se acciona mediante un sistema 22 de impulsión neumática con un compresor aparte y una conducción a presión para aire presurizado.
- Mediante un sistema de control no representado el sistema 20 de disparo dispara a una frecuencia de aproximadamente 1 Hz las cápsulas explosivas por el cuerpo 12 de perforación tubular en sentido descendente contra el fondo del agujero de perforación para seguir desprendiendo de él más material de la roca o del suelo. El cuerpo 12 de perforación accionado rotativamente está unido mediante un acoplamiento 26 rotativo con el dispositivo 20 de disparo que permanece en reposo.
- En una vista en sección muy esquemática según la figura 2 se ven las cápsulas 50 explosivas que se preparan en el sistema 30 de conexión mediante el dispositivo 28 de alimentación tubular. Las cápsulas 50 explosivas se cargan en sistema 20 de disparo que presenta un canal 23 anular que esta conectado a la conducción de suministro de aire presurizado. A través de los orificios 25 de la tobera el aire presurizado se puede introducir perfectamente anularmente en el cuerpo 12 de perforación para disparar así las cápsulas 50 explosivas a una frecuencia prefijada con una energía cinética definida por la boca 24 del cuerpo 12 de perforación contra el material de la roca a disgregar. El material disgregado se puede extraer hasta la superficie usando un tornillo 14 sin fin de perforación junto con un órgano de arranque de material con dientes de corte dispuesto en el extremo inferior del tornillo 14 sin fin de perforación.
- El diagrama de flujo de la figura 3 detalla que las cápsulas explosivas se preparan a partir de oxígeno líquido (LOX) y de un combustible en polvo y/o granulado al mezclarlos. En cuanto se combina el oxígeno líquido con el combustible la cápsula explosiva posee su característica altamente explosiva. Estas se cargan a continuación en el sistema de disparo mediante el que las cápsulas explosivas se disparan entonces contra la roca a disgregar. Debido a la alta volatilidad del oxígeno líquido las cápsulas explosivas sólo son explosivas durante un intervalo de tiempo muy corto lo que aumenta la seguridad de la perforación explosiva. Igual de rápido, las cápsulas explosivas preparadas se disparan directamente mediante el dispositivo de disparo contra la roca quedando así consumidas sin que prácticamente hayan estado ningún tiempo almacenadas.
- En conjunto se consigue una perforación explosiva según la invención que es particularmente segura y respetuosa con el medio ambiente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la perforación explosiva mediante cápsulas (50) explosivas con un sistema (20) de disparo para disparar las cápsulas (50) explosivas contra un material a desprender **caracterizado por que:**
 - está previsto al menos un depósito (32) con oxígeno líquido y al menos un depósito (34) con al menos un componente combustible sólido y
 - para preparar las cápsulas (50) explosivas está dispuesto un sistema (30) de combinación para combinar el componente combustible y el oxígeno líquido y
 - se prevé un sistema (28) de carga de las cápsulas (50) explosivas preparadas en el sistema (20) de disparo.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** en el sistema (30) de combinación el componente combustible se puede moldear hasta configurar un cuerpo de moldeo pudiéndose mezclar el componente combustible con el oxígeno líquido previamente o posteriormente.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 **caracterizado por que** en el sistema (30) de combinación se pueden introducir un cuerpo envolvente, cápsulas ya preparadas de combustible y/o elemento detonante para formar cada cápsula (50) explosiva.
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado por que** se prevé un cuerpo (12) de perforación tubular en cuya zona del extremo inferior está dispuesta al menos una boca (24) del sistema (20) de disparo.
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado por que** en la zona de la boca (24) está hecho un conjunto tipo tobera de gas.
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5 **caracterizado por que** en la zona del extremo inferior del cuerpo (12) de perforación está dispuesto un órgano (13) de arranque de material, en particular, dientes de corte y/o un trepanador de rodillos.
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado por que** se dispone un dispositivo de evacuación, en particular, un tornillo (14) sin fin de perforación para la evacuación del material a disgregar.
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado por que** el sistema (20) de disparo presenta un sistema (22) de impulsión neumático o hidráulico.
9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 **caracterizado por que** está previsto un sistema de posicionamiento con el que se puede disparar a una zona elegida del frente del terreno para controlar la dirección o la trayectoria de la perforación.
10. Procedimiento de perforación explosiva en el que se utilizan cápsulas (50) explosivas hechas a partir de al menos un combustible sólido y oxígeno líquido y se preparan las cápsulas (50) explosivas antes de cargarlas en el sistema (20) de disparo y las cápsulas (50) explosivas se disparan contra el material a desprender mediante el sistema (20) de disparo para explotar a continuación y disgregar el material.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 **caracterizado por que** las cápsulas (50) explosivas se disparan a una frecuencia de 0,1 Hz a 500 Hz.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 **caracterizado por que** dependiendo del ángulo de giro de la cabeza del cuerpo (12) de perforación se bombardea una zona elegida del fondo del agujero de perforación.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12 **caracterizado por que** se utiliza un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9.

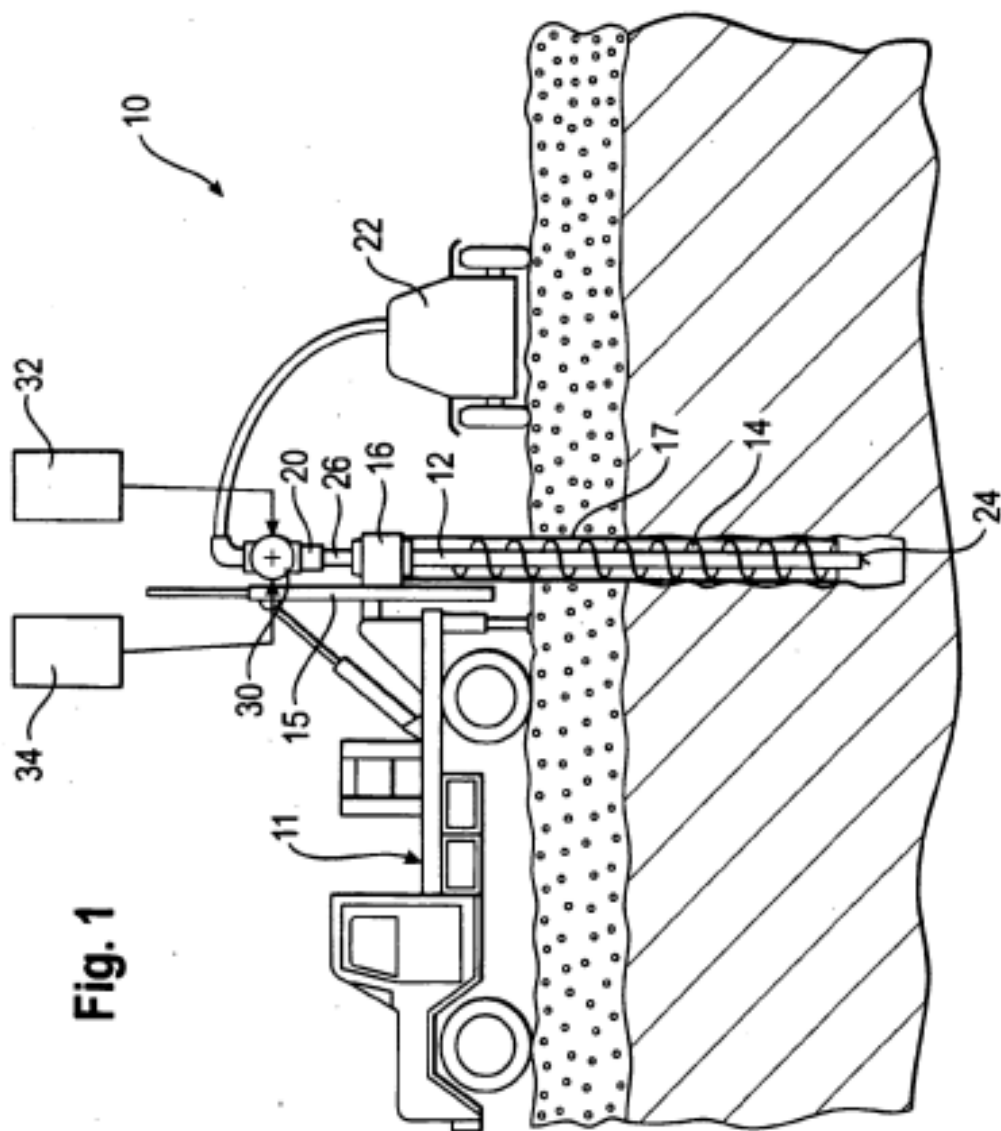
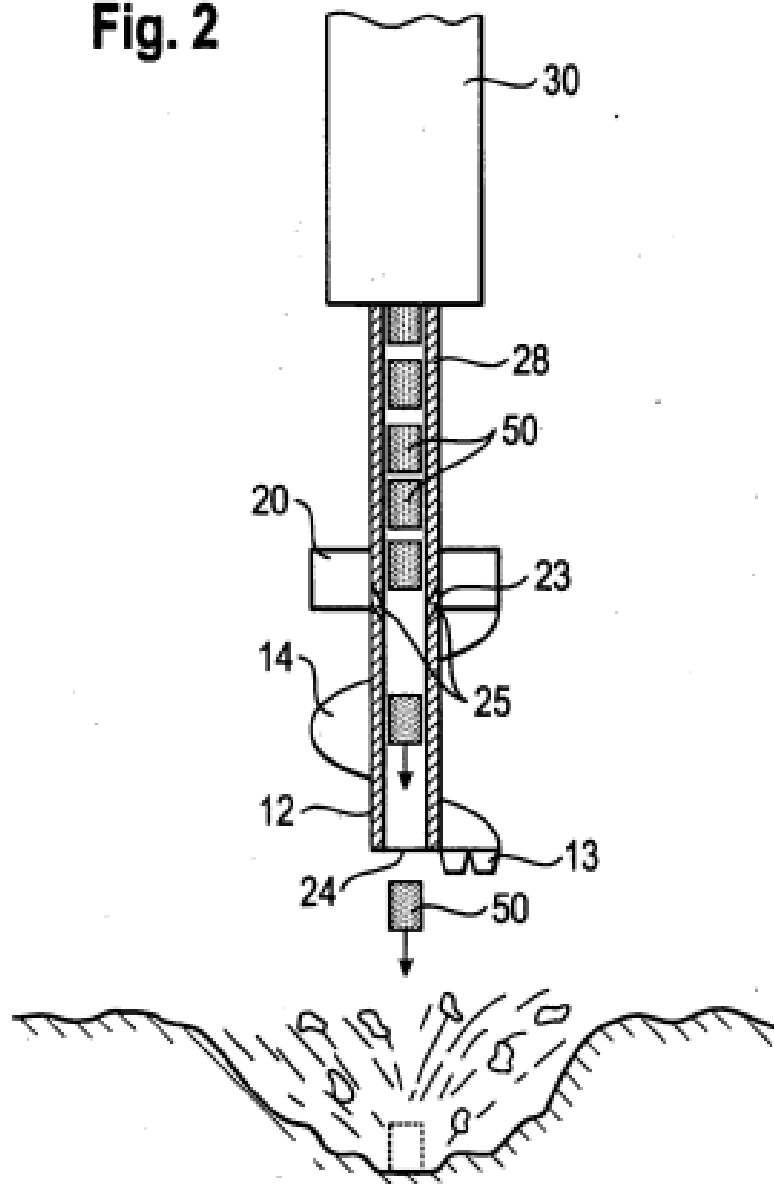


Fig. 2



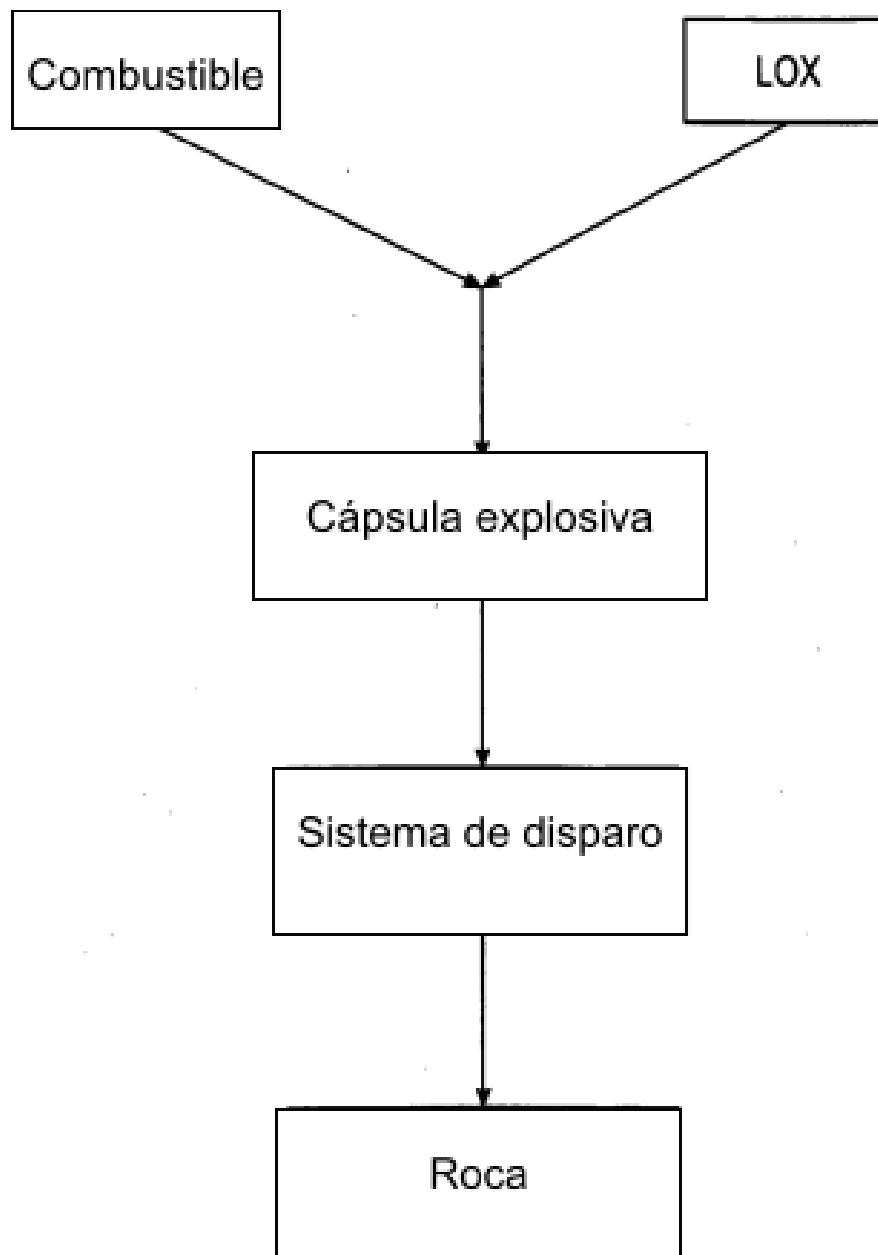


Fig. 3