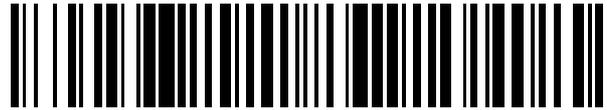


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 038**

51 Int. Cl.:

E02D 3/12 (2006.01)

C09K 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2010 E 10151908 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013 EP 2305894**

54 Título: **Método para la consolidación de terrenos mediante inyección de resinas expansivas**

30 Prioridad:

29.09.2009 IT RE20090095

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

12.11.2013

73 Titular/es:

**KAPPAZETA S.P.A. (100.0%)
Via Aleotti, 1
43124 Parma , IT**

72 Inventor/es:

KAUBER, RODOLFO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 429 038 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 para la consolidación de terrenos mediante inyección de resinas expansivas

5 La presente invención se refiere a un método para la consolidación de terrenos debajo de fundaciones de edificios que han sufrido un hundimiento elástico o de consolidación por presentación de cavidades debido a la acción erosiva de agua subterránea o debido a una compactación insuficiente del suelo localmente circunscrita que fue subestimada cuando se ha proyectado la fundación, o más en general, debido a modificaciones geológicas, hidrogeológicas o geomecánicas del terreno de la fundación.

10 Para solucionar tales inconvenientes se conocen métodos con los cuales vienen inyectados materiales expansivos, especialmente resinas expansivas de consolidación (sistemas poliuretánicos) a través de orificios hechos en el terreno de la fundación de edificios existentes que han sufrido hundimientos.

En el documento EP 0.851.064 A1 se da a conocer un método según el preámbulo de la reivindicación 1.

Las resinas expansivas utilizadas en procesos de consolidación son materiales con dos componentes, y aquellas con una base poliuretánica, que son las de mayor utilización, se componen de una mezcla de un polioliol y un isocianato, ambos en estado líquido.

15 Los dos materiales, cuando entran en contacto, reaccionan formando una espuma que aumenta el volumen hasta alcanzar su total expansión en la atmósfera, que sucede cuando ha terminado la reacción química entre los dos componentes.

Un proyectista de resinas está muy familiarizado con las reglas que rigen la elección del polioliol o de los polioliolos y la dosificación con isocianato necesaria para obtener una determinada expansión en la atmósfera.

20 El volumen logrado por el material cuando ha terminado la expansión en la atmósfera determina la densidad nominal de la resina, es decir el peso específico de la resina expandida, que es igual al peso de los componentes puestos en contacto dividido por el volumen total logrado por la masa de material que se expande libremente en la atmósfera.

Generalmente la densidad nominal viene expresada en kg/m^3 .

25 Si el material es obligado a expandirse dentro de un espacio delimitado, cuyo volumen es menor que el volumen que presentaría la masa si le fuera permitido expandirse libremente en la atmósfera, obviamente el material que se obtendrá será más denso.

El peso específico de la resina expandida, que es el peso de los componentes que han sido puestos en contacto dividido por el volumen total logrado, viene definido densidad final.

30 Por lo tanto, por un lado la densidad final corresponde a la densidad nominal cuando la expansión tiene lugar en la atmósfera y, por otro lado, cuanto menor es el espacio delimitado dentro del cual se hace expandir la resina tanto mayor será la densidad final.

La densidad del material influye su resistencia mecánica, la cual es directamente proporcional a su densidad.

35 Por lo tanto la misma formulación exhibe diferentes características de prestaciones mecánicas en función de que su expansión pueda efectuarse libremente en la atmósfera o que sea delimitada: su resistencia mecánica es directamente proporcional a su densidad final.

40 A título ejemplificador, nótese que mezclando 14 litros de un cierto polioliol con 14 litros de isocianato, con un peso específico promedio de $1,08 \text{ kg/dm}^3$, y permitiéndole a la mezcla expandirse libremente en la atmósfera, se obtiene un metro cúbico de material sólido cuya densidad es de aproximadamente 30 kg/m^3 . La mezcla de componentes, por ende, ha expandido aproximadamente 36 veces su volumen inicial.

Delimitando la expansión de los mismos componentes dentro de un espacio cerrado con un volumen de $0,25 \text{ m}^3$, se obtienen 250 litros de material expandido y endurecido, con una densidad de aproximadamente 120 kg/m^3 . En este caso, la mezcla de componentes se ha expandido de aproximadamente 9 veces su volumen inicial.

45 Si bien los componentes son los mismos, la resistencia mecánica al aplastamiento del primer material es de aproximadamente $2,5 \text{ kg/cm}^2$, mientras que aquella del segundo material está comprendida entre 16 y 20 kg/cm^2 .

Intuitivamente, si una mezcla con dos componentes es obligada a expandirse, no al aire libre sino dentro de un volumen reducido, la tendencia de la mezcla que viene delimitada a expandirse dentro del volumen reducido, dará lugar a un empuje en todas las direcciones hasta la terminación de la reacción química que genera la espuma.

Las resinas utilizadas en los procesos de consolidación están caracterizadas principalmente por su densidad nominal.

Los proyectistas de resinas, por lo tanto, poseen los medios para determinar la densidad nominal de una resina, eligiendo apropiadamente los materiales iniciales y su dosificación.

5 Este es el parámetro más significativo que caracteriza los varios métodos conocidos de consolidación y que los distingue entre sí.

La elección de las características de la resina es esencial para el éxito del proceso de consolidación, cuyo éxito también depende de las características del terreno, las cuales no siempre se pueden prever de antemano.

10 En efecto, las características del terreno ejercen una cierta influencia sobre la facilidad con que la resina penetra dentro del terreno, o dicho de otro modo, sobre la resistencia que opone el terreno a la penetración por parte de la resina.

La técnica conocida favorece el uso de resinas de baja densidad que permiten reducir costos y tiempos, así como controlar mejor el proceso de consolidación.

15 Si la naturaleza del terreno fuera homogénea, entonces en general sería conveniente elegir una resina de baja densidad.

20 Si, por el contrario, como sucede normalmente, el terreno no es homogéneo, es decir exhibe porciones confinantes que presentan una resistencia muy diferente para recibir la resina, por ejemplo debido a la presencia de cavidades debido a una acción erosiva provocada por una pérdida de un tubo enterrado, o a la presencia de concreciones que crean puentes subterráneos que delimitan áreas con una densidad del terreno muy baja, o incluso áreas huecas, la elección de la resina, en la técnica conocida, es una solución de compromiso.

25 El objetivo de las inyecciones es el de penetrar dentro de un área o volumen del terreno, en el cual la resina expansiva genera su propio espacio y compacta el terreno circunstante a la fundación, ejerciendo un empuje en todas las direcciones. El empuje hacia arriba actúa sobre la fundación, hasta el punto de obtener una verdadera reactivación de una fundación que se ha hundido y dejó de estar en condiciones de soportar el edificio, que en el interin ha hallado un equilibrio provisorio.

El cometido de la resina, además de crear un empuje isotrópico en el terreno durante la etapa de expansión, es el de poner a disposición un volumen sólido de resina endurecida que presenta determinadas características mecánicas: cuanto menos se expande la resina en el espacio donde queda delimitada, tanto más elevadas serán esas características.

30 En terrenos no homogéneos, es decir terrenos que exhiben porciones confinantes con resistencias muy diferentes para recibir la resina, la resina expansiva encuentra una resistencia diferenciada a su expansión y, por consiguiente, ejerce un empuje variable.

Además, bajo las condiciones descritas, una vez que la resina se ha endurecido, la misma exhibe una densidad variable y una resistencia mecánica variable entre las distintas zonas.

35 Por ejemplo, si el material expansivo viene inyectado dentro de un terreno homogéneo, el material encontrará una determinada resistencia a la expansión y logrará una cierta densidad local.

El material endurecido exhibirá una resistencia mecánica suficiente para delimitar la expansión de la resina que viene inyectada paulatinamente y, una vez terminada la operación de inyección, para soportar el edificio dispuesto arriba.

40 Si por otro lado el terreno no es homogéneo, cuando la resina encuentra menos resistencia, la misma se expandirá con mayor facilidad, endureciendo a una densidad menor y, por ende, oponiendo una menor resistencia mecánica a la expansión de la resina que será inyectada posteriormente.

Si la menor resistencia encontrada por la resina fuera debido a una cavidad verdaderamente dicha, entonces la resina podría expandirse en esa zona hasta alcanzar la densidad y el volumen nominales.

45 Si la resistencia mecánica opuesta a la expansión de la resina que viene inyectada posteriormente no es suficiente para la contención del empuje durante la expansión, el volumen de la resina de menor densidad tiende a desmenuzarse, agregando así una causa adicional de inestabilidad del terreno.

Cuando se pueden prever los inconvenientes antes mencionados, la técnica conocida sugiere, caso por caso, modificar los siguientes parámetros:

50 - frecuencia y profundidad de inyección con respecto a la extensión y a la profundidad de empotramiento de las

estructuras de fundación;

- densidad nominal (en expansión libre) de la resina utilizada.

Asimismo, se recurre a sistemas que controlan la cantidad utilizada, al monitoreo continuo de la estructura y a análisis del terreno antes y después de la intervención.

5 Los resultados obtenidos a partir de los sistemas conocidos son siempre el resultado de una solución de compromiso y, por consiguiente, no siempre son satisfactorios.

El objetivo de la presente invención es el de poner a disposición un procedimiento para consolidar terrenos de fundación inyectando resinas expansibles que eliminen los inconvenientes antes mencionados dentro del ámbito de una solución sencilla y económica.

10 La presente invención logra dicho objetivo inyectando dentro del terreno al menos dos resinas, cada una de ellas teniendo una densidad nominal diferente, las resinas siendo inyectadas alternativamente dentro del mismo orificio en función del caudal a través de la boquilla de inyección o en función del caudal instantáneo de la resina inyectada después de mezclar los componentes, que depende, como ya hemos visto, de la resistencia encontrada por la penetración de la resina en el suelo y la expansión.

15 Una de las dos resinas tendrá una densidad nominal baja y, por lo tanto, estará en condiciones de ejercer un empuje de consolidación significativo.

20 Si, gracias a las características del terreno, la resina viene delimitada apropiadamente, la misma se endurecerá a una densidad mucho mayor que la densidad nominal y exhibirá una resistencia mecánica suficiente no sólo para delimitar la resina que será inyectada con posterioridad, sino también para colaborar eficazmente a soportar el edificio.

Si, durante la operación de inyección, la resina encontrara un volumen del terreno mucho menos denso, o inclusive una cavidad, la misma penetrará con mayor facilidad, y la presión en la boquilla disminuirá correspondientemente, mientras que la velocidad del flujo aumentará.

25 La reducción tendencialmente instantánea de presión en correspondencia de la boquilla, por lo tanto, es un indicador de condiciones modificadas del terreno dentro del cual debe expandirse la resina, es decir indica que la resina ha hallado un volumen del terreno menos denso o inclusive una cavidad.

En el método de la presente invención, bajo esas condiciones la inyección de la resina de baja densidad viene interrumpida, para pasar a una inyección de una resina de alta densidad, la cual tiene inicio instantáneamente.

30 La resina de alta densidad estará en condiciones de expandirse hasta valores que eventualmente son incluso cercanos al valor nominal y, no obstante generar un empuje isotrópico modesto, solidificará con valores de resistencia mecánica que son suficientes para la contención de la resina que será inyectada con posterioridad.

35 Una vez saturado el volumen de terreno con baja densidad y baja resistencia a la penetración, la presión en correspondencia de la boquilla de la resina inyectada tenderá a aumentar y la inyección podrá ser conmutada nuevamente a la resina con una menor densidad nominal.

La resina con menor densidad nominal estará delimitada por la resina inyectada con anterioridad, que se habrá endurecido con una resistencia mecánica suficiente para retener la resina que viene inyectada con posterioridad.

40 Las resinas de baja densidad adecuadas para poner en acto la presente invención vienen elegidas entre las que se indica a continuación:

- BAYER - polioliol BAYTHERM 55620/AO con isocianato DESMODUR ISL

- DOW – polioliol VORACOR CR919 con isocianato VORACOR CR 761.

Las mismas están caracterizadas por una densidad nominal de aproximadamente 30 kg/m^3 , una densidad adecuada estando comprendida entre 24 kg/m^3 y 36 kg/m^3 .

45 En el terreno esas resinas ejercen un empuje isotrópico de al menos 12 kg/cm^2 .

Asimismo, esas resinas, una vez endurecida en ausencia de contención, exhiben una resistencia mecánica al aplastamiento de aproximadamente $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Las resinas de alta densidad adecuadas para poner en acto la presente invención vienen elegidas entre las

que se indican a continuación:

- BAYER – polioliol BAYTHERM 31 BD11/GO con isocianato DESMODUR ISL

- DOW – polioliol VORACOR CS 617 con isocianato VORACOR CS 679.

5 Las mismas están caracterizadas por una densidad nominal comprendida entre 160 kg/m^3 y 230 kg/m^3 , una densidad adecuada siendo, por ejemplo, de 220 kg/m^3 , y se expanden de aproximadamente 5 veces el volumen inicial.

Esas resinas, una vez inyectadas en el terreno de la fundación, ejercen un empuje isotrópico muy modesto y una vez consolidadas, incluso en ausencia de resistencia o contención, exhiben una resistencia mínima a la compresión que es de aproximadamente 30 kg/cm^2 .

10 Las ventajas y las características de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir del ejemplo no limitativo que sigue, con la ayuda de las figuras de los dibujos anexos.

La figura 1 muestra un diagrama general de la planta, algunas partes habiendo sido indicadas esquemáticamente;

La figura 2 muestra un diagrama hidráulico esquemático de la planta.

15 El ejemplo que sigue se refiere a la consolidación de la fundación (1) de un edificio (2) que se apoya sobre un terreno arcilloso, donde está enterrado un tubo de suministro de agua (3).

El terreno exhibe cavidades rellenas de agua (4) en parte debido a infiltraciones de agua de lluvia y en parte por pérdidas de dicho tubo (3).

20 La operación de consolidación incluye la realización de un orificio (5) de un diámetro de aproximadamente 25 mm en el edificio a través de la fundación, el orificio siendo hecho de manera de bajar por debajo de la fundación (1) hasta una distancia en línea vertical comprendida entre 10 y 20 cm con respecto a la fundación (1).

Para llevar a cabo la operación de consolidación, en las cercanías viene dispuesto un aparato (6) situado, convenientemente, sobre un camión de motor (61) u otro medio autopropulsado.

25 El aparato (6) comprende un primer tanque (62) que contiene un polioliol de alta densidad nominal, tal como, por ejemplo, Bayer Baydur 31BD11/D, un segundo tanque (63) que contiene un polioliol de baja densidad nominal, tal como, por ejemplo, Bayer Baytherm 55620/AO, mientras que un tercer tanque contiene isocianato Bayer Desmodur ISL.

Cada uno de los tanques está conectado a una bomba específica, a las bombas denotadas con 72, 73 y 74 respectivamente.

30 Los conductos de salida (720, 730 y 740) están conectados a la cámara de mezclado (8), con la intercalación de una válvula de tres vías (7).

La válvula de tres vías (7) viene mostrada dispuesta a una cierta distancia de la cámara de mezclado, pero, convenientemente, puede estar integrada a la misma.

35 Esto permite la conmutación inmediata entre las dos resinas y permite mantener ambos polioliol presurizados hasta su posición inmediatamente antes de la cámara de mezclado (8).

Dicha cámara (8) está provista de una boquilla (80) que inyecta el material líquido dentro del orificio (5).

La boquilla (80) es de tipo común y conocido, familiar para las personas expertas en este sector y, por ende, no será descrita en detalles.

40 La boquilla (80) comprende medios (81) que miden la presión que hay en la misma boquilla y/o medios (82) que miden el caudal del líquido que sale de la misma boquilla (80).

Un procesador (9) recibe las señales provenientes de dichos medios (81 y/u 82) y en función de las señales que recibe manda la conmutación de la válvula (7) de manera que los polioliol provenientes de los tanques denotados con 62 o 63 y el isocianato proveniente del tanque denotado con 64 alcancen la cámara de mezclado (8).

45 Si se mezcla el polioliol del tanque denotado con 62 con el isocianato del tanque denotado con 64 se obtiene una resina expansiva (A) con una densidad nominal de aproximadamente 220 kg/cm^2 , mientras que mezclando el polioliol del tanque denotado con 63 con el isocianato del tanque denotado con 64 se obtiene una resina expansiva

(B) con una densidad nominal de 30 kg/cm².

El proceso de consolidación tiene inicio inyectando la resina "A" que es de alta densidad y, por lo tanto, exhibe una elevada resistencia mecánica al aplastamiento incluso en ausencia de contención.

5 Al comienzo de la operación de inyección, la presión de boquilla que detecta el medio denotado con 81 se establece alrededor de un determinado valor, el cual depende de la resistencia del terreno situado en correspondencia de la salida del orificio (5) con respecto a la penetración por parte de la resina.

10 La permanencia de la condición de presión inicial significa que la resina inyectada encuentra cavidades o condiciones de discontinuidad dentro del terreno de una naturaleza que no proporciona suficiente contención; bajo tales condiciones, la resina de alta densidad efectúa preponderantemente su función de llenado, generando material con una adecuada resistencia mecánica pero sin generar el empuje isotrópico que se desea.

Un aumento de la señal de presión indica que el material inyectado ha llenado los espacios vacíos y ha hecho una primera compactación, a través de la presión general aplicada, del terreno comprimible.

El aumento de presión provoca, a través del procesador (9), la conmutación instantánea de la válvula (7) y, por ende, tiene inicio la inyección de la resina de baja densidad (B).

15 La inyección de la resina "B", hallando que las dimensiones del espacio para la expansión han sido reducidas por la presencia de la resina "A", genera su característico elevado empuje isotrópico de consolidación.

Este empuje viene soportado tanto por el terreno que se está consolidando como por la resina "A" que exhibe características mecánicas elevadas y suficientes.

20 Si persisten las condiciones de presión elevada, entonces el empuje isotrópico provocará, como resultado final de la operación de consolidación completada, que el edificio se eleve.

25 En cualquier momento durante la operación de inyección las presiones generadas pueden provocar una ruptura de diafragmas entre cavidades, ocasionando así una caída instantánea de la presión, que a través del procesador (9) provoca que la válvula (7) conmute de modo que tal inyección vuelva a comenzar con la resina de alta densidad (A), que es adecuada para llenar las cavidades encontradas por la penetración de la resina, que endurece con valores de resistencia mecánica elevados; el ciclo se repite hasta lograr definitivamente el resultado buscado.

En el ejemplo el valor de presión viene tomado como valor de referencia para el accionamiento de la válvula de conmutación, pero en el mismo ejemplo tiene la misma validez tomar como valor de referencia la velocidad del flujo, en cuyo caso las magnitudes tendrán que ser invertidas (un flujo mayor corresponde a una presión menor).

30 El ejemplo se refiere a la inyección de dos resinas con densidades nominales diferentes, pero también se pueda aplicar a la inyección de más de dos resinas.

Asimismo, en el ejemplo el método comienza con la inyección de la resina de alta densidad pero también se podría poner en acto comenzando con la inyección de resina de baja densidad.

35 En este caso, que es preferible si el terreno es substancialmente homogéneo y al mismo tiempo incluye la presencia de cavidades o zonas de menor densidad, la inyección de la resina de baja densidad da lugar a una determinada presión, o caudal, que perdura hasta que la resina encuentra una cavidad.

Después de lo cual, la reducción repentina de la presión de inyección, y/o el aumento repentino de la velocidad de flujo respectivamente, provoca la conmutación a la inyección de la resina de alta densidad, que efectúa el llenado de la cavidad, creando así una masa endurecida con elevadas características mecánicas.

40 El llenado de la cavidad provoca otra conmutación hacia la resina de baja densidad y se vuelve a repetir el ciclo.

En el ejemplo se utilizan dos polioles diferentes, que reaccionan con el mismo isocianato y que tienen la misma relación volumétrica de mezclado.

45 En el caso que se quisiera utilizar dos polioles que emplean isocianatos dedicados que difieren entre sí, o que tienen diferentes relaciones de mezclado, los tanques y las bombas serán cuatro en lugar de tres, y la válvula será una de cuatro vías en lugar de una válvula de tres vías.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Método para la consolidación de terrenos inyectando dentro de al menos un orificio allí realizado una resina bicomponente (A o B) derivada de una reacción entre polioles e isocianato, caracterizado por el hecho que incluye la inyección alternada y continua en el mismo orificio de al menos dos de dichas resinas bicomponentes (A y B) que exhiben diferentes densidades nominales, la alternancia entre las resinas inyectadas siendo una función de una variación de la presión de inyección y/o del caudal de la resina inyectada a través de una boquilla.
- 2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho que la resina de alta densidad exhibe una densidad nominal comprendida entre 160 kg/m^3 y 230 kg/m^3 , preferentemente cerca de 220 kg/m^3 .
- 10 3.- Método según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho que la resina de alta densidad ejerce un empuje isotrópico menor que 3 kg/cm^2 sobre el terreno.
- 4.- Método según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho que la resina de alta densidad exhibe una resistencia mecánica al aplastamiento de al menos 30 kg/cm^2 .
- 5.- Método según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho que las resinas de alta densidad que son adecuadas para poner en acto la presente invención vienen elegidas entre las que se indican a continuación:
- 15 - BAYER – polioliol BAYTHERM 31 BD11/GO con isocianato DEMODUR ISL
- DOW – polioliol VORACOR CS 617 con isocianato VORACOR CS 679.
- 6.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho que la resina de baja densidad exhibe una densidad nominal comprendida entre 24 kg/m^3 y 36 kg/m^3 , preferentemente de 30 kg/m^3 .
- 20 7.- Método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho que la resina de baja densidad ejerce un empuje isotrópico de al menos 12 kg/cm^2 sobre el terreno.
- 8.- Método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho que la resina de baja densidad, si no viene delimitada en volumen, exhibe una resistencia mecánica al aplastamiento de aproximadamente $2,5 \text{ kg/cm}^2$.
- 9.- Método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho que la resina de baja densidad, si viene delimitada en volumen, exhibe una resistencia mecánica al aplastamiento de hasta 30 kg/cm^2 .
- 25 10.- Método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho que las resinas de baja densidad que son adecuadas para poner en acto la presente invención vienen elegidas entre las que se indican a continuación:
- BAYER – polioliol BAYTHERM 55620/AO con isocianato DESMODUR ISL
- DOW – polioliol VORACOR CR 919 con isocianato VORACOR CR 761.

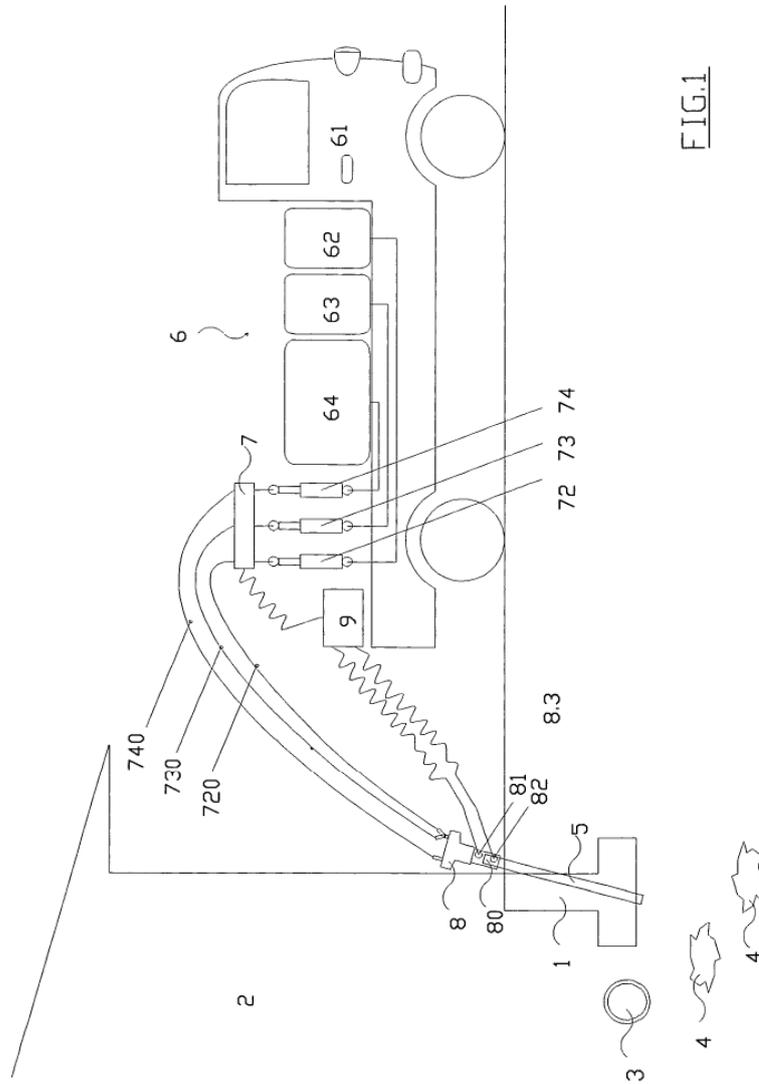


FIG.1

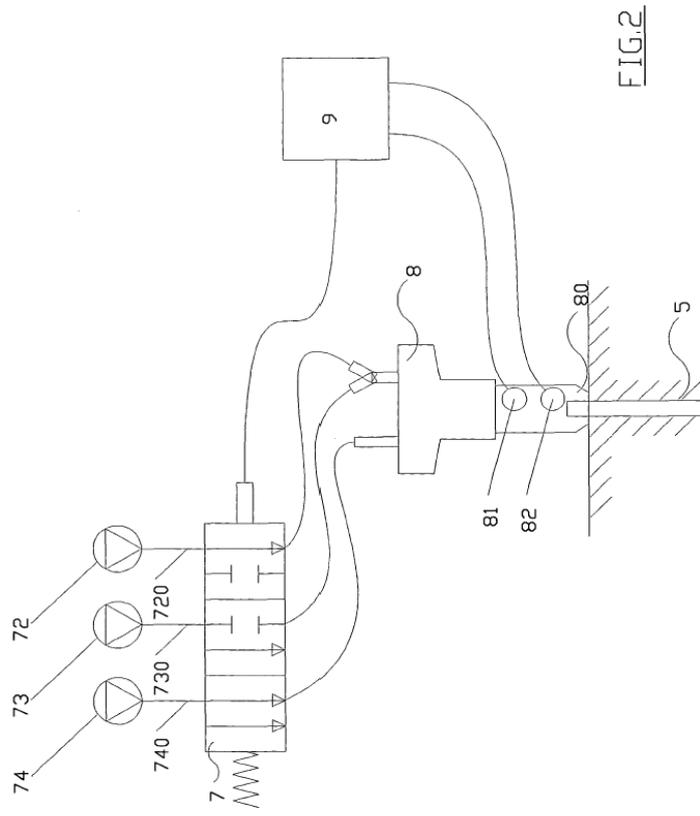


FIG. 2