



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 021**

51 Int. Cl.:  
**B29C 63/06** (2006.01)  
**F16L 55/165** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04800680 .3**  
96 Fecha de presentación : **03.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1684967**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.08.2006**

54 Título: **Forro curado *in situ*, reforzado longitudinalmente.**

30 Prioridad: **07.11.2003 US 704487**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.05.2011**

73 Titular/es: **INSITUFORM HOLDINGS (UK) LIMITED**  
**Unit 6, Roundwood Industrial Estate**  
**Ossett, West Yorkshire WFS 9SQ, GB**  
**INA ACQUISITION Corp.**

72 Inventor/es: **Driver, Franklin, Thomas y**  
**Wang, Weiping**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 358 021 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

Forro curado in situ, reforzado longitudinalmente.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

5 Este invento se refiere a forros curados in situ para la rehabilitación de conductos y conducciones existentes sin abrir zanjas y, más particularmente, a un forro curado in situ, reforzado longitudinalmente con un cañamazo sobre una superficie de un forro en condición de tendido plano entre la capa de resina impregnable y un recubrimiento exterior impermeable, adecuado para la rehabilitación de conductos existentes sin excavaciones, mediante tracción e inflado.

10 Es generalmente bien sabido, como por ejemplo a partir del documento US 2003/113489A1, que los conductos y conducciones existentes, particularmente las conducciones subterráneas, tales como los tubos de alcantarillado, los colectores para tormentas, los conductos de agua y los conductos de gas que se emplean para transportar fluidos, requieren ser reparados con frecuencia debido a los escapes de fluido. Pueden producirse filtraciones hacia dentro, desde el entorno al interior o parte de transporte de las conducciones. Alternativamente, las pérdidas pueden producirse hacia fuera, desde la parte de transporte de la conducción al entorno. Ya sea en caso de filtraciones de entrada o de escapes, es deseable evitar este tipo de fugas.

15 El escape en el conducto existente puede deberse a una instalación inapropiada de la conducción original o al deterioro de la misma debido al envejecimiento normal o a los efectos que conlleva el transporte de material corrosivo o abrasivo. Las grietas en o cerca de los empalmes de los tubos pueden deberse a condiciones ambientales, tales como terremotos o al paso de grandes vehículos por la superficie o a vibraciones similares, naturales o generadas por el hombre, o a otras causas parecidas. Con independencia de la causa, tales escapes son indeseables y pueden tener, como consecuencia, la pérdida del fluido que se transporta en la conducción o daños ambientales en el entorno y la posible creación de peligrosos riesgos para la salud pública. Si la pérdida continúa puede provocar el fallo estructural del conducto existente debido al desplazamiento del terreno y la pérdida del soporte lateral del conducto.

20 Debido a los continuamente crecientes costes de mano de obra y maquinaria, es cada vez más difícil y menos económico reparar conducciones subterráneas o partes que puedan presentar escapes dejando al descubierto el conducto existente mediante excavación y reemplazando el conducto por uno nuevo. A consecuencia de ello, se han desarrollado varios métodos para la reparación in situ o la rehabilitación de las conducciones existentes. Estos nuevos métodos evitan el gasto y los peligros asociados a la excavación y sustitución de los tubos o secciones de tubos, así como los importantes inconvenientes que sufre el público durante los trabajos. Uno de los procedimientos de reparación o de rehabilitación de conducciones sin excavación que en la actualidad es ampliamente utilizado con el mayor éxito, es el denominado proceso Insituform®. El proceso Insituform® se describe con detalle en las patentes norteamericanas núm. 4.009.063; núm. 4.064.211 y núm. 4.135.958.

30 En la práctica estándar del proceso Insituform, un forro tubular flexible, alargado, de un tejido de fieltro, espuma o material similar impregnable con resina con un recubrimiento exterior impermeable que ha sido impregnado con una resina termocurable, se instala en el interior de la conducción existente. En la realización más ampliamente puesta en práctica de ese proceso, el forro se instala utilizando un proceso de eversión, como se describe en las patentes 4.064.211 y 4.135.958 de Insituform. En el proceso de eversión, una presión radial aplicada al interior de un forro evertido, lo lleva a aplicación a presión con la superficie interna de la conducción y contra ella a medida que el forro se despliega a lo largo de la conducción. El proceso Insituform también se lleva a la práctica tirando de un forro impregnado con resina por dentro del conducto mediante una cuerda o cable y utilizando un tubo o una vejiga de inflado impermeable al fluido, separado, que es evertido por dentro del forro para hacer que éste cure contra la pared interna de la conducción existente. Tales forros impregnados con resina se denominan, generalmente, "tubos curados in situ" o "forros CIPP" y la instalación se denomina instalación CIPP.

40 Los usuales forros tubulares flexibles curados in situ para ambas instalaciones de eversión y CIPP por tracción e inflado, tienen en su estado inicial una capa exterior lisa de un recubrimiento de polímero relativamente flexible, sustancialmente impermeable. El recubrimiento exterior permite impregnar con una resina la capa interior de material impregnable con resina, tal como fieltro. Cuando es evertida, esta capa impermeable queda situada en el interior del forro con la capa impregnada con resina aplicada contra la pared de la conducción existente. A medida que se instala en su sitio el forro flexible en el interior de la conducción, se pone a presión ésta desde dentro, empleando preferiblemente un fluido de eversión tal como agua o aire para forzar al forro radialmente hacia fuera, para que se aplique con la superficie interior de la conducción existente y se adapte a ella. El curado de la resina se inicia introduciendo fluido de curado caliente, tal como agua, en el forro evertido a través de una manguera de recirculación unida al extremo del forro en eversión. La resina impregnada en el material impregnable cura entonces para formar dentro de la conducción existente un revestimiento del tubo duro, rígido, apretadamente aplicado dentro de la conducción existente. El nuevo forro cierra eficazmente cualquier

grieta y repara cualquier deterioro de una sección de tubo o de un empalme de tubos con el fin de impedir más filtraciones hacia o desde la conducción existente. La resina curada también sirve para reforzar la pared de la conducción existente con el fin de proporcionar un mayor soporte estructural para el entorno circundante.

5 Cuando se instalan forros tubulares curados in situ por el método de tracción e inflado, el forro se impregna con resina del mismo modo que en el proceso de eversión y se tira de él, en estado aplastado, por dentro de la conducción existente para situarlo en posición dentro de ella. En una instalación típica, un tubo descendente, conducto o tubo de inflado que tiene un codo en el extremo inferior, se sitúa en posición dentro de un pozo de registro o punto de acceso existente y a través del tubo descendente se hace pasar una vejiga de eversión, se la abre, se la vuelve del revés sobre la boca de la parte horizontal del codo y se la introduce en el forro aplastado. Entonces, se sitúa el forro aplastado en posición en el interior del conducto existente sobre el extremo de la vejiga de inflado vuelto del revés y se asegura a él. Luego, se alimenta un fluido de eversión, tal como agua, al tubo descendente y la presión del agua hace que la vejiga de inflado empuje al forro aplastado hacia fuera de la parte horizontal del codo y hace que el forro aplastado se expanda contra la superficie interior del conducto existente. La eversión de la vejiga de inflado continúa hasta que la vejiga llega al interior del pozo de registro de aguas abajo o segundo punto de acceso y se extiende en él. En este momento, se deja que cure el forro presionado contra la superficie interior del conducto existente. El curado se inicia haciendo pasar agua caliente de curado introducida en la vejiga de inflado, en forma muy parecida a la línea de recirculación conectada con el extremo de la vejiga de eversión, para hacer que cure la resina de la capa impregnada.

Una vez que cura la resina del forro, la vejiga de inflado puede ser retirada o dejada en posición en el forro curado. Tanto el método de tracción e inflado como el método de eversión exigen típicamente durante la ejecución del proceso el acceso de personal en varias ocasiones al restringido espacio del pozo de registro. Por ejemplo, se requiere el acceso de personal para asegurar la vejiga o el forro de eversión al extremo del codo y su introducción en el forro aplastado.

Independientemente de cómo haya de instalarse el forro, una resina termocurable se impregna en las capas absorbentes de resina de un forro mediante un proceso denominado "saturación". El proceso de saturación supone, generalmente, inyectar resina en capas absorbentes de la resina a través de un extremo o de una abertura formada en la película impermeable exterior, aplicar un vacío y hacer pasar el forro impregnado a través de rodillos de agarre, como es bien sabido en la técnica de la aplicación del revestimiento. Pueden utilizarse una gran variedad de resinas tales como poliéster, ésteres de vinilo, resinas epoxídicas y similares, que pueden modificarse en la forma deseada. Es preferible utilizar una resina que sea relativamente estable a temperatura ambiente pero que cure fácilmente cuando se la calienta con aire, vapor de agua o agua caliente o se la somete a una radiación apropiada, tal como luz ultravioleta.

Un procedimiento de esta clase para saturar un forro mediante impregnación por vacío se describe en la patente norteamericana de Insituform, núm. 4.366.012. Cuando el forro tiene capas impermeables interior y exterior, el forro tubular puede suministrarse plano y formarse hendiduras en lados opuestos del forro aplanado, inyectándose la resina por ambos lados, como se describe en la patente 4.009.063. Otro aparato para conseguir la saturación en el momento de la instalación, mientras se aplica un vacío en el extremo trasero del forro, se muestra en la patente norteamericana núm. 4.182.262.

Se han realizado esfuerzos recientemente para modificar el método de tracción e inflado con el fin de utilizar aire para provocar la eversión de una vejiga en el forro del que se tira desde un punto de acceso próximo. Cuando la vejiga evertida alcanza el punto de acceso alejado, se introduce vapor de agua en el punto de acceso próximo a fin de iniciar el curado de la capa impregnada de resina. Este proceso tiene la ventaja de conseguir un curado más rápido debido a la mayor energía aportada por el vapor de agua como fluido de curado. Sin embargo, el proceso sigue requiriendo la eversión de una vejiga en el interior del forro impregnado del que se tira. Los esfuerzos realizados para evitar esta operación de eversión de la vejiga en el interior del forro sometido a tracción incluyen llevar a cabo la operación de eversión sobre el suelo. Por ejemplo, en la patente norteamericana núm. 6.270.289, el proceso incluye someter a eversión una manga de calibración en el interior de una manga de revestimiento tendida plana sobre el suelo antes de tirar del conjunto de mangas introduciéndolo en el conducto existente. Este proceso evita la eversión bajo el suelo, pero presenta una importante limitación en cuanto a la longitud del revestimiento que puede tenderse sobre el suelo antes de tirar de él.

Otra sugerencia para evitar esta eversión consiste en fabricar un forro que tenga un recubrimiento interior y un recubrimiento exterior de manera que pueda introducirse un fluido de curado directamente en un forro del que ha de tirarse. En este caso, las desventajas incluyen la dificultad con que se tropieza cuando se intenta impregnar el material impregnable con resina dispuesto entre los recubrimientos impermeables interior y exterior. El recubrimiento exterior es esencial a la hora de manipular el forro impregnado y con el fin de hacer posible tirar del forro por el interior del conducto existente y el recubrimiento interior se desea, sobre todo para el curado con vapor de agua.

Un forro típico con un diámetro de 20,32 cm (8 pulgadas) y 6 mm de grueso pesa unos 213 g (7,5 onzas) por cada 30,5 cm (1 pie) antes de la saturación. Se aplican por impregnación aproximadamente 1,36 kg (3 libras) de resina por cada 30,5 cm (1 pie), obteniéndose como resultado un aumento de casi siete veces el peso original, hasta 1,6 kg (3,5 libras) aproximadamente por cada 30,5 cm (1 pie). En este caso, una longitud de 61 m (200 pies) del forro sometido a una carga de 159 kg (350 libras) se estira en un 3 por ciento de su longitud aproximadamente. Bajo una carga de 2272 kg (5000 libras), el forro de 20,3 cm (8 pulgadas) se estirará tanto como de un 35 a un 40 por ciento. Así, un forro típico de 91 m (300 pies) entre pozos de registro, puede estirarse hasta 9,1 m (30 pies). El aumento de peso del forro para forros de diámetros mayores hace que la carga necesaria para aplicar la tracción sea aún más extraordinaria. Así, existen limitaciones significativas en cuanto a las longitudes de forro de las que puede tirarse. Lo mismo es cierto en mayor medida para los forros de diámetros más grandes.

Una solución a este problema supone la adición en el forro de una capa de fibras de refuerzo. Por ejemplo, en la patente norteamericana núm. 5.868.169, un velo o malla de fibras de refuerzo se cose o se une mediante llama a una de las capas absorbentes de resina del forro. Los velos descritos tienen un diseño gráfico o de rejilla, incluyen fibras longitudinales mantenidas juntas mediante fibras radiales, cruzadas o un velo cruzado con fibras orientadas al azar.

Si bien estas sugerencias para incrementar la resistencia mecánica en dirección longitudinal están disponibles, se tropieza con dificultades al manipular los velos y unirlos a una de las capas absorbentes de resina ya que un velo pesado tiende a obstaculizar la impregnación y reduce la resistencia mecánica circunferencial necesaria para la instalación CIPP. En consecuencia, es deseable proporcionar un forro reforzado longitudinalmente que pueda ser fabricado fácilmente y con el que se eviten las dificultades con que se tropieza en la técnica anterior.

#### SUMARIO DEL INVENTO

De acuerdo con el invento, se proporciona un forro impregnado con resina, reforzado longitudinalmente, curado in situ, adecuado para la rehabilitación mediante tracción e inflado de conducciones existentes. El forro puede formarse en continuo a partir de una longitud de un material absorbente de la resina, que tenga una capa impermeable unida a una superficie, configurada con una forma tubular y cerrada con la capa impermeable en el interior del tubo. El tubo puede envolverse con capas adicionales de material absorbente de la resina con forma tubular e impregnadas con una resina termocurable. Antes de la colocación final del recubrimiento exterior, a una superficie del tubo impregnado aplanado se le aplica un cañamazo que tiene mayor resistencia mecánica en la dirección de la urdimbre. En general, el cañamazo se aplicará con una anchura tal que cubra, aproximadamente, de una cuarta parte a la mitad de la circunferencia del tubo, y se aplica a la superficie inferior aplanada. Al tubo se le puede aplicar una capa exterior impermeable por eversión de un tubo de material impermeable sobre el miembro tubular interior, a medida que el tubo y el cañamazo son alimentados a un dispositivo de relleno tubular o envolviéndolo y cerrándolo en continuo con una película impermeable.

El cañamazo proporciona refuerzo longitudinal y está posicionado en la mitad inferior del forro, actuando como deslizador para la tracción. Este incremento de la resistencia en dirección longitudinal permite tirar de grandes longitudes de forro y reduce sustancialmente el estiramiento del forro impregnado con resina durante la tracción.

Un objeto del invento es proporcionar un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un CIPP de acuerdo con la reivindicación 7.

Todavía otro objeto del invento es proporcionar un método mejorado de fabricación en continuo de un forro impregnado con resina, reforzado longitudinalmente, curado in situ, dotado de una capa interior y una capa exterior impermeables.

Aún otro objeto del invento es proporcionar un método de aplicación de un refuerzo longitudinal a un tubo CIPP una vez que la capa impregnable ha sido saturada con resina.

Todavía otro objeto del invento es proporcionar un método de fabricación de un forro curado in situ dotado de capas interior y exterior impermeables para la instalación en conducciones sin realizar excavaciones, por el método de tracción e inflado.

Todavía otros objetos y ventajas del invento resultarán parcialmente evidentes a partir de la descripción y de las reivindicaciones dependientes.

El invento comprende, en consecuencia, las diversas operaciones y la relación entre una o más de dichas operaciones con respecto a cada una de las otras, los aparatos que incorporan las características de construcción, las combinaciones y disposiciones de partes destinadas a poner en práctica tales operaciones, y los productos que posean las características, particularidades, propiedades y la relación de componentes que se ilustran a modo de ejemplo en la siguiente exposición detallada, y el alcance del invento vendrá indicado por las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para una comprensión más completa del invento, se hace referencia a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos anejos, en los que:

- 5 la fig. 1 es una vista en perspectiva de un tramo de un forro típico impregnable con resina, curado in situ, adecuado para uso en el revestimiento de conducciones existentes del tipo generalmente en uso en la actualidad y bien conocido en la técnica;
- la fig. 2 es una vista en sección transversal de un forro curado in situ que tiene un refuerzo longitudinal y capas interior y exterior impermeables, construido y dispuesto de acuerdo con el invento;
- 10 la fig. 3 es una vista esquemática del aparato utilizado para preparar la parte interior del forro que tiene una capa de fieltro exterior con una capa interior de polímero para alta temperatura, utilizado en relación con la preparación del forro curado in situ de la fig. 2;
- la fig. 4 es una vista en sección transversal que muestra la estructura de la parte interior del forro producido mediante el aparato de la fig. 3, antes de ser impregnado de acuerdo con el invento;
- 15 la fig. 5 es una vista esquemática en alzado que muestra la impregnación con resina y el acoplamiento con el refuerzo longitudinal y la envoltura del miembro tubular de la fig. 4 para preparar un forro CIPP impregnado de acuerdo con el invento;
- la fig. 6 es una vista en sección transversal del soldador de bordes del aparato para soldar y envolver de la fig. 3, tomada por la línea 6-6;
- la fig. 7 es una sección transversal del forro preparado mediante el aparato de la fig. 5;
- 20 la fig. 8 es una vista esquemática, en alzado, que muestra la envoltura del miembro tubular que sale de un aparato de impregnación con resina con un recubrimiento exterior haciendo pasar el forro saturado a través de un rellenedor de tubo con una envoltura tubular almacenada sobre él; y
- la fig. 9 es una sección transversal de un forro envuelto mediante el aparato de la fig. 8.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

- 25 Un forro impregnado con resina, curado in situ, preparado de acuerdo con el invento, tiene un cañamazo de refuerzo longitudinal de modo que pueda instalarse siguiendo el método de tracción e inflado. Cuando se prepara con una capa interior impermeable, enteriza, puede ser inflado y curado mediante un fluido calentado sin el uso de una vejiga de inflado. Un forro con una capa interior impermeable y un refuerzo longitudinal se prepara en tramos continuos. Se le puede impregnar a medida
- 30 que se monta en vista del mayor esfuerzo requerido para impregnar un forro aplanado que tiene un material absorbente de resina entre un recubrimiento interior y un recubrimiento exterior utilizando la usual tecnología de impregnación por vacío.

- La fig. 1 ilustra un forro flexible 11 curado in situ del tipo generalmente en uso en la actualidad y bien conocido en la técnica. El forro 11 está formado a partir de, al menos, una capa de material flexible,
- 35 impregnable con resina, tal como una capa de fieltro 12 con una capa exterior 13 de película de polímero impermeable. La capa de fieltro 12 y la capa exterior 13 de polímero se cosen a lo largo de una costura 14 para formar un forro tubular. Una película de termoplástico compatible en forma de cinta o material 16 extrudido, se aplica o se extruye sobre la costura 14 con el fin de garantizar la impermeabilidad del forro 11. En la realización ilustrada en la fig. 1 y utilizada en toda esta descripción, el forro 11 incluye un tubo interior constituido por una segunda capa de fieltro 17, cosida también a lo largo de una costura 18
- 40 situada en un punto del tubo diferente de la situación de la costura 14 de la capa de fieltro exterior 12. La capa de fieltro exterior 12 con la capa de polímero 13 se conforman, entonces alrededor de la capa tubular interior 17. Después de la impregnación, se almacena un tramo continuo del forro 11 en una unidad de refrigeración para evitar el curado prematuro de la resina. Luego, tras haber tirado de él por el
- 45 interior de la conducción existente, se corta el forro 11 a la longitud deseada, o bien se le corta antes de someterlo a eversión en el interior de la conducción existente.

- El forro 11 del tipo ilustrado en la fig. 1 es hermético. Esto permitirá utilizarlo para la eversión con aire o con agua, como se ha descrito en lo que antecede. Sin embargo, en una instalación por tracción e inflado de acuerdo con el invento, el recubrimiento exterior del forro sólo tiene que ser suficientemente
- 50 impermeable para permitir su fácil manipulación una vez saturado y la retención de la resina así como para evitar que el forro resulte dañado cuando se tira de él por el interior de la conducción existente.

- Para diámetros de forro más grandes, pueden utilizarse varias capas de fieltro o de material impregnable con resina. Las capas de fieltro 12 y 17 pueden ser un material flexible, que absorba la resina, natural o sintético, tal como poliéster, polipropileno, acrílico o puede estar formado por fibras
- 55 inorgánicas tales como de vidrio y de carbono. Alternativamente, el material absorbente de la resina

puede ser una espuma. La película impermeable 13 sobre la capa exterior impregnable 12 puede ser de una poliolefina, tal como polietileno o polipropileno, un polímero de vinilo tal como poli(cloruro de vinilo) o un poliuretano, como es bien conocido en la técnica. Para unir el material en forma de tubos puede utilizarse cualquier forma de cosido, unión por adhesivo, unión mediante llama o cualesquiera otros medios convenientes. En la operación inicial en todas las instalaciones de rehabilitación sin excavación, la conducción existente se prepara limpiándola y examinándola mediante video.

Haciendo referencia ahora a la fig. 2, en ella se muestra, en sección transversal, un forro 21 reforzado longitudinalmente, curado in situ, preparado de acuerdo con el invento. El forro 21 se construye de forma parecida al forro 11 usual, pero incluye una capa interior impermeable 22 que tiene una delgada capa 23 de fieltro o de material impregnable con resina unida a él. La capa interior de fieltro 23 y la capa impermeable 22 se han cosido a lo largo de una costura 24 mediante una fila de puntadas 26 y se ha obturado mediante una cinta 27 aplicada sobre las puntadas 26. Una capa exterior de fieltro 28 se ha envuelto alrededor de la delgada capa interior de fieltro 23 y se ha conformado a modo de tubo mediante puntadas 29. Un cañamazo 33 de refuerzo longitudinal está dispuesto en la parte inferior de la capa exterior de fieltro 28. Finalmente, a una capa exterior o envoltura 31 se le da forma de tubo con una soldadura de borde 32 y se aplica por eversión en continuo sobre la capa exterior de fieltro 28 de manera que la soldadura de borde 32 quede encapsulada bajo la capa exterior impermeable 31, como se describirá con mayor detalle en lo que sigue.

Fabricando así el forro, no es necesario someter a eversión al forro durante la instalación ni someter a eversión una vejiga de inflado una vez que se ha tirado del forro por el interior del conducto existente. El refuerzo longitudinal proporcionado por el cañamazo 33 permite tirar de una mayor longitud al tiempo que se evitan el estiramiento y el inherente adelgazamiento de la pared del forro.

Las capas de fieltro 23 y 28 pueden impregnarse en la forma usual, empleando un vacío. Alternativamente, las capas de fieltro 23 y 28 se impregnan primero con resina, se aplica el cañamazo 33 y, luego, se aplica el recubrimiento exterior impermeable 31. Esto evita la dificultad que supone impregnar un forro terminado dotado de un cañamazo de refuerzo y capas de fieltro entre una capa interior y una capa exterior impregnables. El forro 21 se fabrica a partir de rollos sinfín de fieltro simple y de fieltro recubierto, plano e impregnado continuamente, antes de su acoplamiento con el cañamazo 33 y de la aplicación de la envoltura exterior 31. Esto puede conseguirse merced al método que hace uso de los aparatos ilustrados en las figs. 3 y 5, obteniendo como resultado un forro 21 y 74, como se ilustra en las figs. 2 y 7.

Si bien las capas de fieltro 23 y 28 se conforman como tubos cosiéndolas y/o aplicándolas una cinta, resulta adecuado cualquiera de los métodos usualmente conocidos para dar forma de tubo a un fieltro u otro material impregnable con resina. Por ejemplo, los tubos pueden formarse mediante el uso de diversos pegamentos o adhesivos, así como mediante unión por llama. La capa interior de fieltro 23 y la capa interior impermeable 22 se pueden encintar aplicando una tira adhesiva o extruyendo una capa de material polímero con el fin de soldar los bordes apoyados a tope del material de fieltro y cerrar los orificios formados en la capa 22 durante una operación de cosido.

Haciendo referencia ahora a la fig. 3, en ella se ilustra un método para formar en continuo un tramo de tubo de material impregnable con resina con una capa interior impermeable soldada. Un rollo de fieltro 36 recubierto, con una longitud continua de fieltro 37 con una capa impermeable 38 es alimentado a un dispositivo 41 formador de tubo sobre un rodillo direccional 39 en forma plana con la cara recubierta orientada hacia el rodillo 39.

El dispositivo 41 formador de tubo incluye un bastidor tubular 42 de soporte que tiene un extremo próximo 42a y un extremo alejado 42b y un deformador 40 de la película. Un dispositivo de coser 43 que puede ser una máquina de coser y encintar, una máquina de pegar o un aparato de unión por llama, está montado encima del bastidor de soporte 42. El fieltro 37 con la capa impermeable 38 dirigida hacia el rodillo 39 es alimentado en la dirección de la flecha A hacia el extremo próximo del dispositivo 41 de formación del tubo, donde es desviado por el deflector 40 y envuelto alrededor del bastidor de soporte 42 y cosido para formar un tubo 44 con una costura 46, con el fieltro 37 en el interior y la capa impermeable 38 en el exterior. El tubo 44 pasa entonces a un dispositivo 47 de encintar, en el que se aplica una cinta 48 sobre la costura 46 para formar un miembro de tubo 45 encintado, recubierto, impermeable.

El miembro de tubo encintado 45 continúa desplazándose entonces a lo largo del bastidor tubular 42 de soporte hasta un anillo inversor 49 en el extremo alejado del bastidor de soporte 42. El tubo 45 encintado es sometido entonces a eversión en el bastidor tubular 42 de soporte de manera que la capa impermeable 38 se encuentre ahora en el interior del tubo 45 a medida que es retirado desde el extremo próximo del bastidor tubular 42 de soporte siguiendo una línea definida por la flecha B. En este punto, el tubo evertido 45 tiene la estructura ilustrada en sección transversal en la fig. 4, con la capa impermeable 38 en el interior y la capa de fieltro 37 en el exterior. Luego, el tubo 45 es almacenado para uso ulterior o se le hace pasar directamente a una operación de impregnación con resina y de refuerzo como se muestra en la fig. 5, antes de la envoltura final.

La fig. 5 ilustra de forma esquemática la impregnación de un suministro 51 de tubo 45 encintado. En este caso, se tira del tubo 45 en la dirección indicada por la flecha C mediante un par de rodillos de tracción 52 y 53 cubiertos de caucho, para llevarlo a una torre 54 de resina abierta por arriba. La torre de resina 54 está llena hasta una altura predeterminada con una resina 57 termocurable para formar un tubo 55 impregnado o saturado. El tubo 45 pasa sobre el rodillo 53 y es hecho bajar en toda la altura de la torre 54 hasta un rodillo inferior 59 que vuelve al tubo 45 en dirección hacia arriba, hasta un par de rodillos de calibración 61 y 62. La torre 54 tiene una altura comprendida entre 1,80 y 4,2 metros (6 y 14 pies) aproximadamente, pero puede tener cualquier altura suficiente para proporcionar una carga estática suficiente para saturar e impregnar la capa exterior impregnable del tubo 45. La altura necesaria para proporcionar la carga suficiente para impregnar el material impregnable depende de la viscosidad de la resina, del grosor del material impregnable y de la velocidad de paso por la torre.

En este momento, el tubo impregnado 55 que sale de la torre 54 en la dirección de la flecha D está listo para añadirle el cañamazo de refuerzo y envolverlo finalmente con un recubrimiento exterior impermeable. Asimismo, en la fig. 5 se muestra, junto a la torre 54, un suministro 50 de cañamazo y un puesto 63 de envoltura y soldadura. El suministro 50 de cañamazo incluye un rollo 75 de cañamazo 76 para refuerzo longitudinal. El cañamazo 76 es alimentado sobre un rodillo o barra de tensión 77 y a contacto con la parte inferior del tubo saturado 55. El cañamazo 76 es mantenido con una tensión, a medida que pasa sobre la barra de tensión 77 y antes de entrar en contacto con el tubo saturado 55, suficiente para evitar cualquier aflojamiento y para conseguir un refuerzo efectivo. Se tira entonces del tubo 55 impregnado con resina y del cañamazo 76 en la dirección indicada por la flecha D' hasta el tubo formador 64 del puesto 63 de envoltura y soldadura y el tubo 72 de material impermeable es evertido sobre el tubo impregnado 55 y el cañamazo 76 para formar un tubo envuelto 74 que tiene una envoltura exterior 72 impermeable con una soldadura de bordes 73, como se muestra en sección transversal en la fig. 7. Se tira del tubo 74 envuelto mediante un par de rodillos de tracción finales 79 y 81 y se le alimenta siguiendo la flecha F hasta un camión refrigerado para transportarlo hasta un lugar de instalación.

El puesto 63 de envoltura con película y soldadura, representado en la fig. 5, incluye un tubo formador 64 que tiene un extremo de entrada 64a y un extremo de salida 64b y un soldador de bordes 65 posicionado encima de la sección media del tubo formador 64. Un rollo 66 contiene un material 67 en forma de película impermeable a la resina que ha de envolverse alrededor del tubo impregnado 55 a medida que éste es alimentado en la dirección indicada mediante la flecha D' al tubo formador 64. El material 67 de película impermeable a la resina es alimentado desde el rollo 66 en torno a una serie de rodillos de dirección 68a-e y se tira de él mediante un par de rodillos de accionamiento 69a y 69b a medida que la película 67 es alimentada sobre los rodillos 70a-d hasta el tubo formador 64, un deflector 71 y sobre el tubo formador 64, antes de ser alimentado al soldador de bordes 65 para darle a la película 67 forma de tubo 72 con una soldadura de bordes 73 que se extiende hacia fuera desde ella. Se tira del tubo 72 de material impermeable que se mueve a lo largo del tubo formador 64 en la dirección indicada por la flecha E hasta el extremo de entrada 64a del tubo formador 64, tras lo cual el tubo 72 es evertido continuamente en el interior del tubo formador 64 y sobre el tubo impregnado 55 y el cañamazo 76 y se tira de él en la dirección contraria, indicada por la flecha de trazos F.

Haciendo referencia a la fig. 6, en ella se muestra una vista en sección transversal del soldador 65 y del tubo formador 64, dada por la línea 6-6 de la fig. 6. El soldador 65 forma la soldadura 73 de bordes del tubo de película 72 a medida que el tubo de película 72 pasa sobre el exterior del tubo formador 64. Una vez que el tubo 72 ha sido sometido a eversión, la soldadura de bordes 73 se encuentra en el interior del tubo saturado 74 envuelto y se tira de él desde el extremo de salida 64b del tubo formador 64. La película exterior impermeable 72 puede aplicarse antes o después de la saturación. En caso de que se aplique antes de la saturación, el tubo 45 preparado como se muestra en la fig. 3 es alimentado directamente al conjunto de formación del tubo de la fig. 5 y se obtiene el forro 74 representado en sección transversal en la fig. 7.

En la fig. 8 se ilustra generalmente con 82 un aparato alternativo para envolver un tubo exterior impermeable 81 alrededor del tubo impregnado 55. En este caso, el tubo 55 puede impregnarse de la misma manera que se ha descrito en relación con la torre 57, como se muestra en la fig. 5 o en un depósito abierto con resina, con rodillos de compresión. Luego, se alimenta el tubo 55 en la dirección de la flecha D' a un tubo de relleno 83 que tiene un extremo de entrada 83a y un extremo de salida 83b. En esta figura, a elementos idénticos se les aplican los mismos números de referencia utilizados en la fig. 5.

Un suministro de tubo flexible impermeable 81 se carga sobre la superficie exterior del tubo de relleno 83 que tiene un extremo de entrada 83a y un extremo de salida 83b. El tubo impregnado 55 que abandona el depósito de resina 53 es alimentado al extremo de entrada 83a del tubo de relleno 83. A medida que el tubo 55 entra por el extremo de entrada 83a del tubo de relleno 83, se tira del tubo impermeable 81 sacándolo del tubo de relleno 83 y se le somete a eversión en torno al extremo de entrada 83a dentro del tubo de relleno 83 para envolver el tubo impregnado 55 a medida que abandona el extremo de salida 83b. Esto forma un forro completo 86 que tiene una capa interior impermeable 38 y un recubrimiento exterior impermeable 81. El tubo 86 con el recubrimiento exterior 81 es retirado del extremo de salida 83b del tubo de relleno 83 mediante un par de rodillos de accionamiento 87 y 88, u otro

dispositivo de tracción, tal como unos tractores, en la dirección de la flecha F. Cuando, en esta realización, se utiliza un tubo extrudido, en el recubrimiento exterior impermeable 81 no hay costura alguna. La única limitación que tiene la preparación del tubo 86 de esta forma, es la longitud del tubo impermeable 81 que puede disponerse en el tubo de relleno 83. Se ha encontrado que unos 304 m (1000 pies) de un tubo impermeable, pueden comprimirse sobre un tubo de relleno de unos 6,1 m (20 pies) de longitud. En tubos de relleno más largos pueden almacenarse longitudes mayores.

La fig. 9 es una sección transversal del forro CIPP 86 terminado a medida que sale del tubo de relleno 83. El forro 86 incluye un miembro tubular interior de material 37 absorbedor de resina que tiene un recubrimiento interior impermeable 38 soldado con una cinta 48 como se ha descrito en relación con la fig. 3. Después de que el forro 86 sale del tubo de relleno 83, incluye una envoltura tubular exterior 81. En vista del hecho de que la envoltura tubular 81 es un tubo previamente extrudido, la envoltura exterior 81 carece de costuras como el forro 21 de la fig. 2 o el forro 74 de la fig. 7.

Una vez en el lugar de instalación, el tubo impregnado 74 u 86, reforzado y envuelto dotado de la capa interior impermeable 38 y la envoltura exterior impermeable 67 u 81, está preparado para ser instalado por el método de tracción e inflado. Este método se describe de forma completa en la patente norteamericana núm. 4.009.063, cuyo contenido se incorpora a este documento como referencia. En caso de instalación por el método de tracción e inflado, no se necesita una vejiga separada de eversión e inflado para inflar el forro, debido a la presencia de la capa interior impermeable 38. Merced a una selección apropiada de los materiales para la capa interior impermeable 38, tal como polipropileno, el curado puede conseguirse mediante vapor de agua introducido en el forro 74 una vez colocado en posición en el conducto existente.

Como puede verse fácilmente, se proporciona un método conveniente para incrementar la resistencia mecánica longitudinal de un forro flexible, curado in situ, dotado de capas interior y exterior impermeables. Disponiendo un cañamazo que tenga una mayor resistencia en la dirección de la urdimbre en la parte inferior del forro tendido plano, se obtiene un forro flexible, curado in situ, con una potencial resistencia longitudinal incrementada. Esto permite tirar de grandes longitudes de forros o de forros sustancialmente mayores que los de 20,32 cm (8 pulgadas) típicamente utilizados para conducciones principales y colectores sanitarios usuales, sin experimentar el indeseado estiramiento del forro. El cañamazo de refuerzo puede formarse de cualesquiera fibras de alta resistencia y bajo alargamiento, tales como fibras de vidrio, poliéster, polietileno, polipropileno fibulado, nilón, carbono, aramida e, incluso, acero. El cañamazo puede ser tejido o no tejido pero, de preferencia, está tejido. Puede formarse con cualesquiera películas o telas continuas, flexibles, de alta resistencia y bajo alargamiento, ya que no afectará al proceso de impregnación ni a la expansión circunferencial del forro acabado. La facilidad de fabricación hace posible que el conjunto continuo del forro reforzado longitudinalmente se suministre mediante el aparato descrito, de manera continua, a partir de un simple fieltro.

El tubo preparado de acuerdo con el proceso descrito en relación con la fig. 3 se impregna entonces fácilmente en una torre con resina, abierta por arriba, y se envuelve con el cañamazo de refuerzo dentro de una envoltura impermeable, como se describe en conexión con el aparato mostrado en la fig. 5. La superficie exterior lisa hace que el forro esté preparado para su instalación por el método de tracción e inflado.

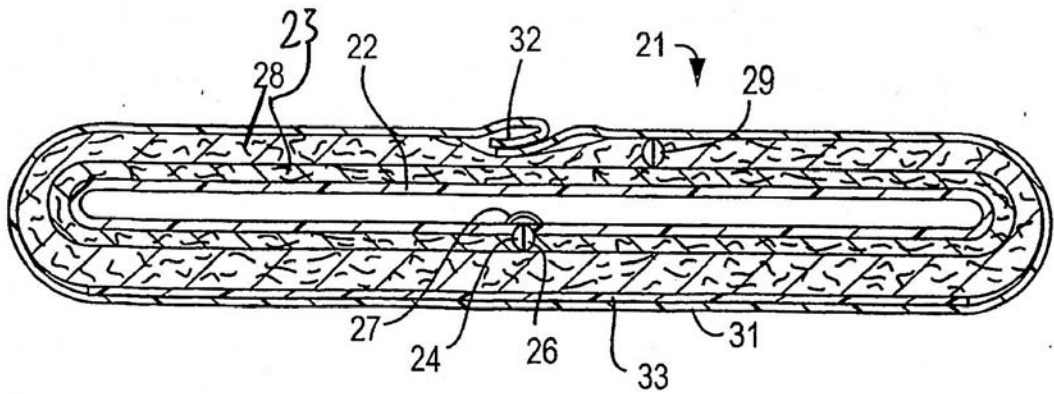
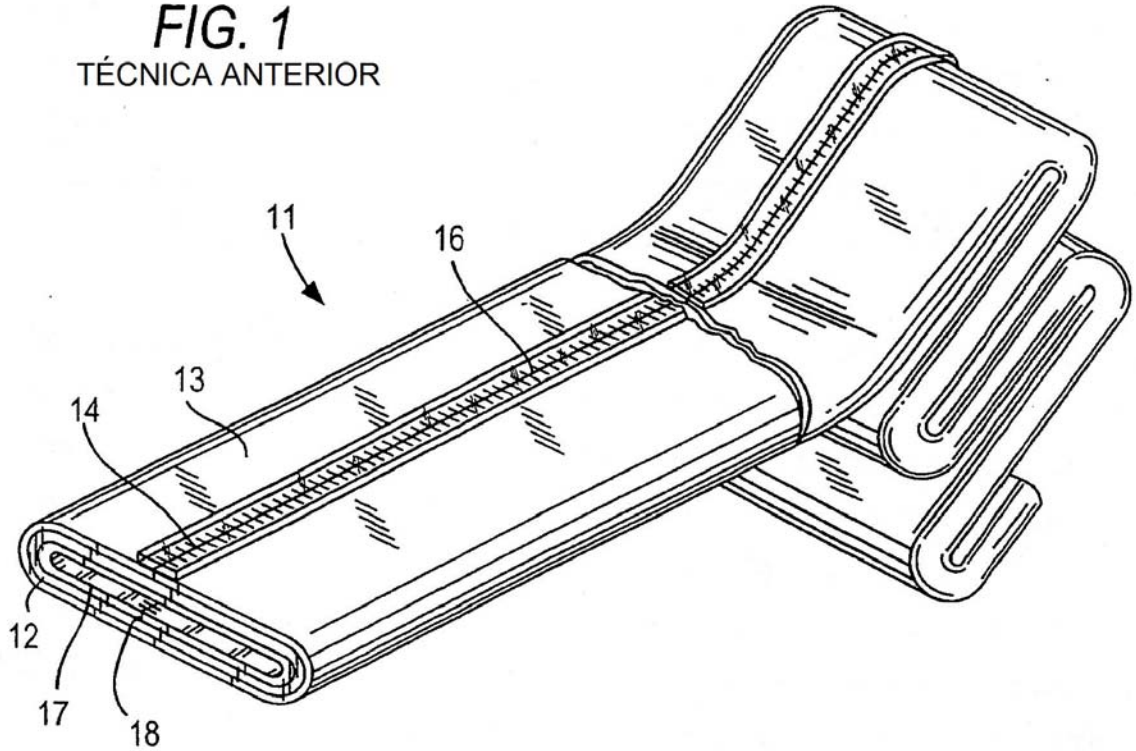
Se verá así que los objetos antes establecidos, entre los que resultan evidentes a partir de la descripción precedente, se consiguen de manera eficaz y, dado que pueden introducirse ciertos cambios al poner en práctica el procedimiento anterior, en el producto descrito y en la o las construcciones establecidas, sin por ello apartarse del alcance del invento, se pretende que toda la materia contenida en la anterior descripción y representada en los dibujos adjuntos, se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitativo.



## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de preparación de un forro reforzado longitudinalmente, curado in situ, que comprende proporcionar un primer miembro tubular de un material (44) impregnable con resina en una condición de tendido plano; impregnar con resina el material (44) impregnable con resina; disponer un cañamazo (76) que tiene una mayor resistencia en la dirección de la urdimbre sobre, al menos, una parte de una superficie aplanada del miembro tubular impregnado (55); y colocar un material (72) impermeable a la resina sobre el miembro tubular impregnado (55) con el cañamazo (76) entre el miembro tubular impregnado (55) y el material exterior impermeable (72).
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en el que el cañamazo (76) se aplica a la superficie inferior del miembro tubular aplanado (55).
- 15 3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el material exterior impermeable (72) se coloca alrededor del primer miembro tubular: proporcionando en continuo un tubo de material impermeable (72) que se mueve en una primera dirección; y sometiendo a eversión al tubo de material impermeable (72) para envolver el miembro tubular interior (55) a medida que el miembro tubular interior (55) se mueve en dirección opuesta para formar un forro tubular envuelto (74) con material (44) impregnable con resina y cañamazo de refuerzo (76) encapsulado entre el miembro tubular (55) y el material exterior impermeable (72).
- 20 4. El método de las reivindicaciones 1-3, en el que el primer miembro tubular (44) tiene una capa interior impermeable.
- 25 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que incluye la operación de formar al menos un miembro tubular adicional de material impregnable con resina alrededor del primer miembro tubular antes de impregnar con resina al material impregnable con resina.
- 30 6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la operación de impregnar el material (44) impregnable con resina incluye hacer pasar el primer miembro tubular interior a través de un baño de resina (54) antes de posicionar el cañamazo (76) sobre el material (55) impregnable con resina.
- 35 7. Un forro curado in situ, que comprende: un primer miembro tubular de un material (23) impregnable con resina en condición de tendido plano, que tiene: un cañamazo de refuerzo (33) que tiene una mayor resistencia en la dirección de la urdimbre, posicionado sobre, al menos, parte de una superficie del primer miembro tubular aplanado con el fin de no interferir con la expansión radial del forro; y una capa exterior (31) impermeable a la resina, dispuesta alrededor del miembro tubular y del cañamazo.
- 40 8. El forro curado in situ de la reivindicación 7, en el que el cañamazo (33) está dispuesto en la superficie inferior del miembro tubular aplanado (23).
- 45 9. El forro curado in situ de las reivindicaciones 7-8, en el que el material (23) impregnable con resina está saturado de resina.
10. El forro curado in situ de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que el miembro tubular (23) tiene una capa interior impermeable (22).
11. El forro curado in situ de la reivindicación 10, en el que la capa interior impermeable (22) está unida al material impregnable (23).
12. El forro curado in situ de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que el miembro tubular (23) está cosido para formar un tubo.
13. El forro curado in situ de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-12, en el que el material exterior impermeable (31) es una película conformada a modo de tubo con una soldadura de bordes (32) e invertida sobre los miembros tubulares para que la soldadura de bordes (32) quede situada en el interior del material (31) invertido.
14. El forro curado in situ de cualquiera de las reivindicaciones 7-13, que incluye al menos un miembro tubular adicional (28) de material impregnable con resina alrededor del primer miembro tubular (23).

**FIG. 1**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG. 2**

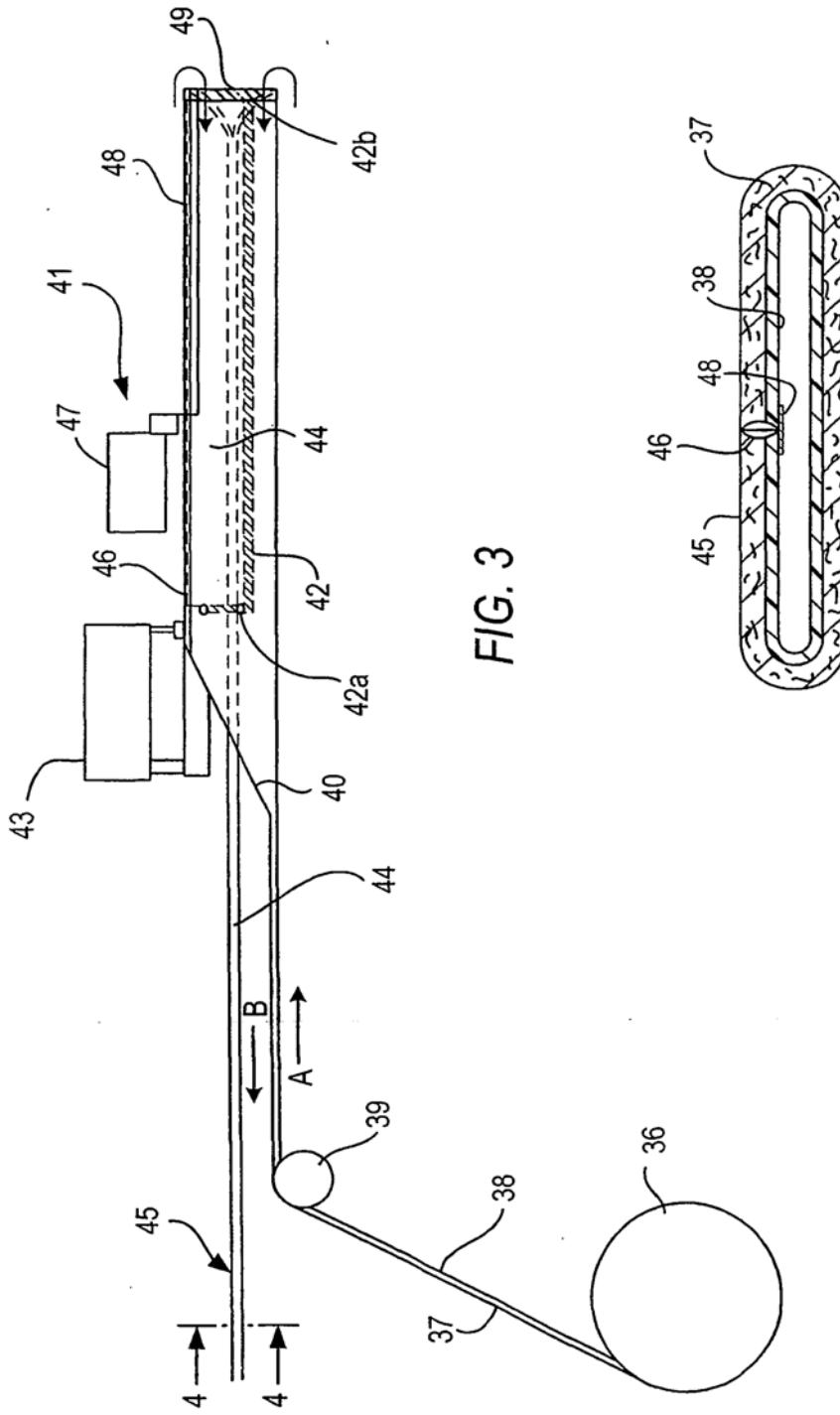


FIG. 5

