

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 607**

51 Int. Cl.:

<b>B32B 7/12</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/08</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/12</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/30</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/32</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/34</b>	(2006.01)
<b>B32B 1/08</b>	(2006.01)
<b>F16L 55/165</b>	(2006.01)
<b>E03F 3/06</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2013 E 15167035 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022 EP 2937214**

54 Título: **Manguera de inserción para la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas**

30 Prioridad:

**10.12.2012 DE 102012112024**  
**11.01.2013 DE 102013100272**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.05.2022**

73 Titular/es:

**BUERGOFOL GMBH (100.0%)**  
**Jahnstraße 10-14**  
**93354 Siegenburg, DE**

72 Inventor/es:

**STARK, KURT;**  
**SCHLEICHER, GREGOR y**  
**BOUTRID, ABDEL-KADER**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

**ES 2 912 607 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

Manguera de inserción para la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas

5 **[0001]** La invención se refiere a una manguera de inserción para la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas utilizando el método de revestimiento de tuberías.

10 **[0002]** Las áreas de aplicación de las películas están en constante expansión. Las áreas de aplicación en las que se utilizan películas con homo- o copolímeros de olefina, por ejemplo, también incluyen el proceso de revestimiento de tuberías para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado sin zanjas. Aquí, un revestimiento de manguera (también llamado manguera de inserción o simplemente revestimiento) en el sistema de revestimiento de manguera de fibra de vidrio con curado por UV o vapor generalmente tiene una manguera interna y una externa, entre las cuales se inserta el material de soporte de fibra de vidrio, que está impregnado con resina plástica reactiva. Como resinas plásticas reactivas se utilizan, por ejemplo, resinas UP disponibles en el mercado (resinas de poliéster o poliéster insaturado), resinas VE (resinas de éster de vinilo) o resinas EP (resinas epoxi). En el caso de las resinas UP o VE, las resinas se curan, por ejemplo, con la ayuda de fotoiniciadores. Sin embargo, el endurecimiento también puede tener lugar térmicamente.

20 **[0003]** La manguera de inserción o el revestimiento de la manguera se infla en la tubería hasta que se apoya contra una pared exterior, para luego curar la resina, por ejemplo, por medio de la luz ultravioleta de una fuente de luz ultravioleta que pasa lentamente a través de la tubería. Finalmente, la película interior del tubo de inserción se despegar y se retira. A continuación, la capa con el material de soporte se expone a las sustancias que se van a conducir a través del tubo.

25 **[0004]** Con frecuencia, el revestimiento de tubería, particularmente en el caso del sistema de revestimiento de tubería de fibra sintética con curado con agua caliente o vapor, no se pone en contacto directo con la pared interna de la tubería. Más bien, se coloca un revestimiento previo (también llamado película de revestimiento previo) en la tubería que se va a renovar, es decir, una película de paredes gruesas que recubre completamente la tubería y que se sabe que está hecha de PE de alta densidad (HDPE - High Density Polyethylene), que se une a la pared interior de la tubería. A continuación, el revestimiento de la manguera se introduce en la tubería (método de extracción) o se invierte (método de inversión). Por ejemplo, el prevestimiento evita que la resina sintética del revestimiento de la tubería se adhiera a la pared de la alcantarilla y evita que la resina aún no endurecida entre en contacto con la suciedad y el agua. La película de revestimiento previo también evita que la resina se escape del sistema de rehabilitación de alcantarillado y la contaminación del suelo y las aguas subterráneas. La película del revestimiento previo también protege las entradas para que no penetre el exceso de resina, de modo que no se formen tapones ni obstrucciones de resina.

35 **[0005]** Un revestimiento previo también puede tener una función similar a la de las películas deslizantes conocidas para que el revestimiento tubular se introduzca durante el proceso de alimentación. En este caso, son importantes los bajos coeficientes de fricción entre la película deslizante y la película exterior del revestimiento tubular. Como resultado, la pared interior de la tubería o los objetos en la tubería no dañan la manguera de inserción o el revestimiento de la manguera cuando se introduce en la tubería. Por otro lado, la fricción entre el revestimiento de la manguera y la película deslizante es muy baja y hace que sea más fácil tirar del revestimiento de la manguera.

45 **[0006]** Una película de revestimiento previo que se sabe que se usa con frecuencia se conoce con el nombre de marca Valeron®. La muy alta estabilidad mecánica de esta película se debe a la conexión cruzada de dos capas de HDPE estiradas que corren perpendiculares entre sí. El estiramiento hace que la película pierda su capacidad de estirarse, lo que le confiere una mejor resistencia al desgarro. Las dos capas transversales aseguran que la película sea igualmente resistente en todas las direcciones y, en particular, muy resistente al desgarro y la perforación. Además, un agujero o un desgarro una vez que se ha formado no se extiende más debido a la estructura de la capa, ya que el alargamiento reducido de la película también da como resultado una alta resistencia a la perforación.

50 **[0007]** Una de las desventajas de la película Valeron HDPE mencionada, que se usa con frecuencia como revestimiento previo, es que no se puede voltear sin problemas como parte del proceso de inversión debido a su altísima rigidez inherente. Además, la película Valeron no está disponible en forma tubular debido al proceso de fabricación, por lo que debe sellarse. Sin embargo, debido a que las capas de la película están orientadas y estiradas, la sellabilidad de la película está severamente limitada. Por esta razón, se requiere un adhesivo térmicamente activable no deseado (por ejemplo, termofusible) para sellar la película Valeron. La película se superpone sobre la superficie a sellar aproximadamente de 3 a 5 cm, de modo que la costura o la superposición de la película en este punto tiene un efecto muy disruptivo durante la inversión. Además, una desventaja de un sello de este tipo no es solo el paso de producción adicional asociado con los costos, sino también en particular el riesgo de que la costura de sellado tenga fugas. Por lo tanto, si el sellado es incompleto, el agua puede penetrar a través de la película del revestimiento previo desde el exterior, lo que perjudica en gran medida el curado de la resina. Otra desventaja de la película Valeron es su alta afinidad con las resinas utilizadas, lo que se manifiesta en una clara adhesión de la resina. Esto hace que sea muy difícil invertir el revestimiento de la tubería, por ejemplo en el sistema de revestimiento de tubería de fibra sintética, donde el lado impregnado con resina llega al prevestimiento. Finalmente, la película de Valeron prácticamente no tiene efecto barrera contra los monómeros y aceites utilizados en la resina. Esto significa que no se puede evitar la migración de sustancias nocivas a las aguas subterráneas.

65 **[0008]** Por el documento EP 2 725 277 A1, publicado posteriormente, se conoce un tubo de inserción, cuya película de

5 tubo interior tiene una estructura de tres capas con dos capas exteriores a base de poliamida y una capa central de elastómero termoplástico. El documento DE 10 2010 023764 A1 da a conocer un tubo de inserción que consta de una lámina de tubo interior en forma de lámina multicapa, una lámina exterior configurada como lámina tubular y un material de soporte dispuesto entre estas dos láminas tubulares e impregnado con una resina plástica reactiva, con lo que la película del tubo interior contiene al menos una capa de homo o copoliamida y al menos una capa de homo o copolímero de olefina termoplástica, opcionalmente modificada.

10 **[0009]** El objeto de la presente invención es proporcionar una película en un tubo de inserción que satisfaga requisitos estrictos con respecto a su estabilidad mecánica mientras que al mismo tiempo tiene un alto grado de flexibilidad. Además, debería ser posible proporcionar una película de este tipo sin costura, preferiblemente en forma tubular, de modo que se pueda evitar un punto de ruptura predeterminado en forma de costura. La afinidad de la película con las resinas utilizadas y, en particular, su adhesión a la resina debe limitarse en la medida de lo posible. Además, debe estar disponible una película que tenga un alto efecto de barrera contra monómeros y aceites.

15 **[0010]** Este objeto se logra mediante una manguera de inserción de acuerdo con la reivindicación 1. La película de tubo interior según la invención del tubo de inserción tiene al menos una capa (a), que forma preferiblemente una de las capas exteriores de la película, y que contiene al menos una homopoliamida o copoliamida (abreviada a continuación: PA) con un porcentaje en peso superior al 25 % en peso. Además, la película según la invención tiene al menos una capa (c) que contiene al menos un elastómero termoplástico. Además, la película de tubo interior según la invención tiene al menos una capa adicional (b), esta capa adicional (c) contiene al menos un homo- o copolímero de olefina termoplástico, opcionalmente modificado.

25 **[0011]** Las ventajas de la invención pueden verse en particular en el hecho de que las películas interiores tubulares según la invención tienen buenas propiedades mecánicas tales como robustez, resiliencia, resistencia a la perforación con una rigidez inherente relativamente baja. De acuerdo con la invención, también se pueden realizar películas internas tubulares no selladas que, por ejemplo, se pueden voltear muy bien durante la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas en el proceso de inversión y tienen un nivel muy alto de impermeabilidad a la entrada de agua o al escape de monómero de la resina de un tubo de inserción o revestimiento de tubo. En general, las películas interiores tubulares según la invención tienen una excelente barrera frente a monómeros y aceites. Además, la adhesión a la resina está significativamente limitada.

**[0012]** Para los propósitos de esta invención, el término "película tubular" significa una película multicapa producida por (co)extrusión, preferiblemente por (co)extrusión de película soplada, que no tiene una costura sellada.

35 **[0013]** La película interior tubular multicapa según la invención contiene al menos una capa de poliamida con más del 25 % en peso. Ésta puede ser una homo- y/o co-poliamida o mezclas de diferentes poliamidas. Las homo- o copoliamidas adecuadas se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en homo- o copoliamidas termoplásticas alifáticas, parcialmente aromáticas o aromáticas. Estas homo- o copoliamidas pueden estar hechas de diaminas, tales como diaminas alifáticas que tienen 2-20 átomos de carbono, especialmente hexametildiamina y/o diaminas aromáticas que tienen 6-10 átomos de carbono, especialmente p-fenilendiamina, y de ácidos dicarboxílicos alifáticos o aromáticos que tienen 6-20 átomos de carbono, como el ácido adípico, el ácido tereftálico o el ácido isotereftálico. Además, se pueden preparar homo- o copoliamidas a partir de lactamas que tienen 4-20 átomos de carbono, como a partir de  $\epsilon$ -caprolactama. Las poliamidas utilizadas según la invención son preferentemente PA 6, PA 666, PA 12, PA 11, PA 66, PA 610, PA 612, PA 6I, PA 6T o copolímeros correspondientes o mezclas de al menos dos de las poliamidas mencionadas. La al menos una capa (a) de la película para cámara de aire según la invención contiene preferiblemente más del 50 % en peso, preferiblemente más del 75 % en peso, preferiblemente más del 95 % en peso y muy particularmente preferiblemente esencialmente o aproximadamente casi o completamente) 100 % en peso de homo- o copoliamida.

50 **[0014]** La al menos una capa (b) contiene preferiblemente más del 20 % en peso, más preferiblemente más del 40 % en peso y hasta el 100 % en peso de homo- o copolímero termoplástico de olefina.

55 **[0015]** Los homo- o copolímeros de olefinas en el contexto de la presente invención son polímeros termoplásticos de olefinas  $\alpha,\beta$ -insaturadas que tienen de dos a seis átomos de carbono, tales como polietileno (PE, especialmente LDPE o HDPE), polipropileno (PP), polibutileno (PB), Poliisobutileno (PI) o mezclas de al menos dos de los polímeros mencionados. "LDPE" indica polietileno de baja densidad, que tiene una densidad en el intervalo de 0,86-0,93 g/cm<sup>3</sup> y se caracteriza por un alto grado de ramificación de las moléculas. "HDPE" denota polietileno de alta densidad que tiene solo una pequeña cantidad de ramificación de las cadenas moleculares, pudiendo la densidad estar en el intervalo entre 0,94-0,97 g/cm<sup>3</sup>.

60 **[0016]** El homo- o copolímero de olefina es preferiblemente polietileno (PE). Este se utiliza preferentemente en forma de polietileno de alta densidad (HDPE). También se pueden utilizar ventajosamente LDPE y/o LLDPE (polietileno lineal de baja densidad). También son adecuadas las poliolefinas, en particular los polietilenos, que se han polimerizado a base de catalizadores de metaloceno (mPE), como mLDPE (metaloceno LDPE) y mLLDPE (metaloceno LLDPE). El polietileno se clasifica en diferentes categorías, principalmente en función de su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables como la longitud y el tipo de ramificación, la estructura cristalina y el peso molecular. Los polietilenos más vendidos son HDPE, LLDPE y LDPE. En particular, el orden es el siguiente (notación

inglesa de los polímeros):

- Polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE)
- Polietileno de peso molecular ultra bajo (ULMWPE o PE-WAX)
- 5 • Polietileno de alto peso molecular (HMWPE)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Polietileno reticulado de alta densidad (HDXLPE)
- Polietileno reticulado (PEX o XLPE)
- Polietileno de densidad media (MDPE)
- 10 • Polietileno Lineal de Baja Densidad (LLDPE)
- Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
- Polietileno de Muy Baja Densidad (VLDPE)
- Polietileno Clorado (CPE)

15 **[0017]** El VLDPE (Polietileno de Muy Baja Densidad) se caracteriza por un rango de densidad de 0,880 - 0,915 g/cm<sup>3</sup> definido. Es esencialmente un polímero lineal con una alta proporción de cadenas laterales cortas, típicamente producido por la copolimerización lineal de etileno con alfa-olefinas de cadena corta (p. ej., 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno). Muy a menudo, el VLDPE se produce usando catalizadores de metaloceno porque estos catalizadores permiten que se incorporen más comonómeros.

20 **[0018]** Según otra alternativa ventajosa, se utiliza polipropileno (PP) como homo- o copolímero de olefina.

**[0019]** Son fácilmente posibles mezclas de diferentes homo- o copolímeros de olefina, incluidos los enumerados anteriormente, en dicha al menos una capa (b).

25 **[0020]** La al menos una capa (c) de la película del tubo interior contiene preferiblemente más del 20 % en peso, más preferiblemente más del 40 % en peso y hasta el 100 % en peso de elastómero termoplástico (TPE).

30 **[0021]** La al menos una capa (c) contiene elastómero termoplástico (TPE) según una forma de realización preferida, poliuretano termoplástico (TPU), es decir, un elastómero termoplástico a base de uretano (también denominado TPE-U). Algunos ejemplos son Desmopan, Texin y Utechllan de Bayer. Otros ejemplos son los productos disponibles bajo los nombres comerciales Elastollan, Estane, Morthane, Pellethane, Pearlthane, Skythane o Tecoflex.

35 **[0022]** También se pueden utilizar ventajosamente otras sustancias TPE,

- distinguiéndose los siguientes grupos además de TPU o TPE-U:

- TPE-O o TPO = elastómeros termoplásticos a base de olefina, principalmente PP/EPDM, p. ej. Santopreno de AES/Monsanto;
- 40 • TPE-V o TPV = elastómeros termoplásticos reticulados a base de olefinas, principalmente PP/EPDM, p. ej. Sarlink de Teknor Apex, Forprene de SoFter;
- TPE-E o TPC = elastómeros de poliéster termoplástico / copoliésteres termoplásticos, p. ej. Hytrel de DuPont o Riteflex de Ticona;
- 45 • TPE-S o TPS = copolímeros de bloques de estireno (SBS, SEBS, SEPS, SEEPS y MBS), p. ej. Styroflex de BASF, Septon de Kuraray o Thermolast de Kraiburg TPE;
- TPE-A o TPA = copoliamidas termoplásticas, p. ej. PEBAX de Arkema.

50 **[0023]** También se puede usar silicona TPE, que está disponible, por ejemplo, de Wacker con el nombre comercial Geniomer. Geniomer<sup>®</sup> es un copolímero de polidimetilsiloxano y urea y combina las buenas propiedades de procesamiento de un termoplástico orgánico con algunas propiedades típicas de la silicona. Por lo tanto, Geniomer<sup>®</sup> tiene un perfil de propiedades que anteriormente no era posible en esta forma ni con termoplásticos ni con siliconas.

55 **[0024]** La capa de TPE según la reivindicación 1 se puede construir en particular como cada una de las tres capas (1), (2) y (3) descritas en el documento EP 1 145 847 A1.

60 **[0025]** La película tubular interior según la invención presenta preferiblemente al menos otra capa (abreviatura: HV) configurada como capa promotora de la adherencia (d). Según la presencia de las distintas capas y según el modo de realización, esta capa de promotor de adherencia (d) puede estar entre dos capas (a), entre una capa (a) y una capa (b), entre dos capas (b), entre una capa (a) y una capa (c), entre una capa (b) y una capa (c), o entre dos capas (c). Para la producción de la(s) capa(s) de promotores de la adherencia mencionada(s) se pueden utilizar promotores de la adherencia habituales. Preferentemente, la(s) capa(s) promotora(s) de la adherencia se basan, independientemente una de otra, en al menos un polímero termoplástico modificado, preferentemente en al menos un homo- o copolímero de olefina modificada. Los mismos homo- o copolímeros de olefina que ya se han mencionado anteriormente pueden usarse como homo- o copolímeros de olefina, excepto que estos están modificados. De manera particularmente preferida, la(s) capa(s) de promotores de la adherencia se basan, independientemente una de otra, en al menos un homo- o copolímero de etileno

modificado y/o al menos un homo- o copolímero de propileno modificado, que está(n) mezclado(s) con al menos al menos un ácido orgánico o al menos un anhídrido de ácido orgánico, preferiblemente cíclico, preferiblemente con anhídrido maleico. también etileno Los copolímeros de acetato de vinilo, etileno-alcohol vinílico-(EVOH) y etileno-(met)acrilato, en su forma modificada o sin modificar, son ideales como promotores de la adhesión.

5

**[0026]** La(s) capa(s) promotora(s) de adherencia de la lámina multicapa según la invención tiene(n) preferentemente, independientemente una de otra, un espesor de capa de 1  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ , de forma especialmente preferente de 2  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$ .

10

**[0027]** En una forma de realización ventajosa de la película interior tubular según la invención, ambas capas exteriores están formadas como capa (a), conteniendo respectivamente estas dos capas exteriores al menos una homo- o copoliamida con un porcentaje en peso de más del 25 % en peso.

15

**[0028]** Los polímeros de la película del tubo interior se reticulan de manera particularmente preferida mediante irradiación con rayos beta o gamma. La reticulación por radiación puede proporcionar a los plásticos de uso habitual las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los plásticos de alto rendimiento. Los rayos beta o gamma utilizados aquí desencadenan reacciones de reticulación en los polímeros. La reticulación es posible con homo o copolímeros de olefina, homo o copoliamidas y también con elastómeros termoplásticos. La reticulación por radiación es sencilla, económica y flexible. El voltaje de aceleración puede estar entre 25 y 25 kV mientras que la intensidad puede estar entre 5 y 500 kGy. La profundidad de penetración es de al menos 1  $\mu\text{m}$ , por lo que también se pueden penetrar películas y compuestos de películas en todo su espesor.

20

**[0029]** La reticulación por radiación se puede implementar aquí entre polímeros dentro de una capa y/o entre polímeros en dos capas adyacentes, lo que conduce a una unión más fuerte entre estas capas.

25

**[0030]** La técnica conocida para reticular películas por medio de haces de electrones (radiación  $\beta$ ) se encuentra, por ejemplo, en el artículo "Electron Beam Technology for Converting Applications" de Stephen C. Lapin, Radtech Report; 23, 5; págs. 44-47; descrito en 2009. También bajo [www.bgs.eu/zonenvernetzung.html](http://www.bgs.eu/zonenvernetzung.html) de la empresa BGS Beta - GammaService GmbH & Co. KG y [www.ebeam.com/markets.php?section=cross](http://www.ebeam.com/markets.php?section=cross) de la empresa Energy Sciences Inc., Wilmington, MA, UU., se incluye información diversa sobre la reticulación por radiación. El contenido de estos documentos se incluye explícitamente en la presente divulgación.

30

**[0031]** Según una forma de realización ventajosa, la película interior tubular según la invención tiene un espesor de 20 a 2000  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 40 a 1000  $\mu\text{m}$ , de forma especialmente preferente de 60 a 400  $\mu\text{m}$  y en particular de 80 a 250  $\mu\text{m}$ .

35

**[0032]** De acuerdo con una forma de realización preferida, la al menos una capa (b) de la película interna tubular de acuerdo con la invención que contiene un homo- o copolímero de olefina y/o una capa (d) provista como una capa promotora de la adhesión (si está presente) contiene al menos al menos un copolímero de (met)acrilato de etileno en forma funcionalizada o no funcionalizada. El porcentaje en peso del al menos un copolímero de etileno-(met)acrilato está preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 100 % y preferiblemente al menos 30 % en peso. Como resultado, se puede lograr una extensibilidad aún mejor hasta el empalme de la película o hasta que la película reviente.

40

**[0033]** Dependiendo de la aplicación, la película para cámara de aire según la invención contiene preferiblemente una o más de las siguientes sustancias en al menos una de las capas de película: poliestireno (PS); polihaluros tales como PVC y/o cloruro de polivinilideno (PVdC); copolímero de etileno y alcohol vinílico (EVOH), alcohol polivinílico (PVOH o PVAL), promotor de adhesión, acetato de etileno y vinilo (EVAc); uno o más ionómeros; uno o más poli(met)acrilatos; poli(met)acrilatos que contienen etileno, acetato de polivinilo (PVAc); policarbonato (PC); poliacrilonitrilo (PAN); otros poliésteres tales como tereftalato de polibutileno (PBT), naftalato de polietileno (PEN), ácido poliláctico (PLA) y/o polihidroxialcanoatos (PHA); uno o más copolímeros de ácido acrílico de etileno (EAA); butiral de polivinilo (PVB); acetal de polivinilo; acetato de celulosa (CA); butirato de acetato de celulosa (CAB); polisacáridos; fuerza; copolímero de olefina cíclica (COC).

50

**[0034]** Para mejorar las propiedades de la película, las siguientes sustancias o aditivos pueden usarse en una o más capas en el curso de la extrusión. Los aditivos incluyen, por ejemplo, promotores de adhesión, polímeros funcionalizados como EVOH, abrillantadores ópticos, estabilizadores térmicos, lubricantes, antioxidantes, captadores de oxígeno, espaciadores (p. ej., partículas de sílice, SAS), agentes deslizantes/antibloqueo, colores, pigmentos, agentes espumantes, agentes antiestáticos, coadyuvantes de procesamiento, agentes lubricantes, retardantes de llama, retardantes de incendio, modificadores de impacto, mejoradores de impacto, agentes antihidrólisis, absorbentes de UV, agentes de protección UV, estabilizadores, aditivos antivaho, ceras, aditivos de cera, agentes de liberación, aditivos de sellado o pelado, agentes de nucleación, se añaden combatibilizantes (mejoradores de la compatibilidad), agentes de flujo, mejoradores del flujo, mejoradores de la fuerza de fusión, mejoradores del peso molecular, agentes de entrecruzamiento o plastificantes.

60

**[0035]** Las películas interiores tubulares según la invención se pueden producir de diferentes maneras. Una producción preferida se realiza mediante extrusión o coextrusión, por ejemplo mediante moldeo por soplado o extrusión por colada.

65

La producción como película tubular soplada es la más preferida.

**[0036]** Preferentemente, la película de tubo interior según la invención no está orientada. Además, es preferiblemente sellable, aunque no tiene costura de sellado.

**[0037]** Según la invención, la película de tubo interior sin costura de sellado se utiliza en un tubo de inserción durante la rehabilitación de tuberías utilizando la técnica de revestimiento de tubos. La película según la invención es, por lo tanto, adecuada para la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas, específicamente como película interior tubular - preferiblemente pretratada mediante reticulación por radiación de un revestimiento tubular.

**[0038]** A menudo se utiliza una película deslizante instalada adicionalmente para proteger el revestimiento de tubería de PRFV de daños durante la instalación y para minimizar las fuerzas de fricción.

**[0039]** Las posibles técnicas de aplicación en los métodos de instalación mencionados son tanto la inversión del revestimiento de la tubería y su embutición como la térmica y el curado mediante radiación UV de las resinas del revestimiento de la tubería. En el contexto de esta invención, el término "radiación UV" se entiende como radiación electromagnética en un intervalo de longitud de onda de 200 a 400 nm. En una forma de realización especial, la película multicapa según la invención es al menos parcialmente transparente a la radiación UV, preferiblemente al menos el 80 %, de manera particularmente preferida al menos el 90 %, para usar como la película de tubo interior de un revestimiento de tubo. Cuando la película tubular según la invención se forma como una película para tubos interiores, esta película se ha tratado preferiblemente con reticulación por radiación como se ha descrito anteriormente para mejorar aún más sus propiedades mecánicas y térmicas.

**[0040]** La invención también se refiere a un sistema de revestimiento tubular que comprende un revestimiento previo o una película deslizante y un revestimiento tubular, teniendo el revestimiento tubular una película tubular interna en forma de una película multicapa según la invención, preferiblemente reticulada con radiación beta o gamma, una película exterior diseñada como una película tubular que ventajosamente absorbe y/o refleja la radiación UV y que está destinada a descansar sobre un revestimiento previo o una película deslizante, así como un material de soporte (por ejemplo, tejido de fibra de vidrio, fieltro, vellón, textiles) dispuesto entre estas dos películas tubulares e impregnadas con una resina plástica reactiva, que después de curar forma la tubería interior de alcantarillado rehabilitada. Una vez que la resina se ha endurecido, la película de la cámara de aire según la invención se puede quitar en determinadas formas de realización. El revestimiento previo o película deslizante se deja en la tubería rehabilitada. De acuerdo con una forma de realización ventajosa, la película de tubo interior, preferiblemente pretratada mediante reticulación por radiación, por un lado y el revestimiento previo o la película deslizante por otro lado, tienen la misma estructura de capas según la invención.

**[0041]** La lámina para cámara de aire según la invención también puede estar espumada o contener al menos una capa de espuma.

**[0042]** La película del tubo interior también se puede proporcionar con un polvo en la(s) superficie(s). El talco, por ejemplo, se usa preferiblemente para este propósito.

**[0043]** En el contexto anterior, también debe tenerse en cuenta que el coeficiente de fricción de un revestimiento previo en comparación con la película exterior de la manguera de inserción (revestimiento de manguera) que se introduce en la alcantarilla para renovar utilizando la película deslizante o el revestimiento previo es preferiblemente pequeño. Según una forma de realización ventajosa a este respecto, se puede conseguir una reducción del coeficiente de rozamiento (COF) con aditivos de cera, por ejemplo etilenbisestearamida (EBS), amida de ácido erúico (ESA), etc., y con desmoldeantes. Estos aditivos de cera o agentes de liberación se aplican preferiblemente a la superficie de la película deslizante que mira hacia la película exterior del revestimiento tubular.

**[0044]** También es posible el recubrimiento por extrusión, al igual que un proceso de calandrado. Además, se pueden utilizar técnicas de laminación.

**[0045]** Además, es ventajosamente posible laminar la película interior tubular según la invención con un material no tejido, textil, fieltro punzonado, fibras sintéticas o vellón, pudiendo utilizarse laminación térmica o laminación adhesiva.

**[0046]** La lámina de tubo interior según la invención también se puede estirar o estampar posteriormente. La impresión también es posible.

**[0047]** La superficie de la película también se puede estructurar vertiéndola sobre un rodillo estructurado correspondientemente.

**[0048]** De acuerdo con una forma de realización ventajosa, la superficie de la película interior tubular se rugosa mediante la adición de espaciadores (agentes antibloqueo), por ejemplo, preparando un lote con partículas más gruesas con un diámetro de 0,01 a 10 µm, por ejemplo, las partículas de sílice se utilizan para este fin en al menos una de las capas exteriores utilizadas. Esto evita la adherencia entre la película deslizante o el revestimiento previo y el tubo de inserción o el revestimiento del tubo.

[0049] Otras opciones de procesamiento consisten en combinar la película interior tubular de acuerdo con la invención con una malla o tejido de punto, por ejemplo, una malla de plástico o una celosía. Alternativamente, este entramado, tejido no ondulado o tejido de punto puede introducirse en la película del tubo interior con el fin de reforzarlo más.

**Ejemplos de trabajo:**

[0050] Los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos sirven para explicar la invención.

**I. Caracterización química de las materias primas utilizadas**

[0051] Como poliamidas (PA) para al menos una capa (a) se pueden usar poliamidas disponibles comercialmente (nombres comerciales respectivos entre paréntesis) de las empresas BASF (Ultramid), Lanxess (Durethan), DuPont (Zytel), DSM Engineering Plastics (Akulon, Stanyl), EMS-Chemie (Grilamid, Grivory, Grilon), Evonik (Vestamid, Trogamid), Radici (Radilon, Radiflam, Raditer, Heraform, Heraflex), Rhodia (Technyl, Stabamid), UBE, DSM (Novamid), Atofina (Rilsan). En el ejemplo presentado a continuación, se utilizó una capa de PA pura Durethan C38F (Lanxess) como capa de poliamida.

[0052] Se usó Admer AT1955E de Mitsui como promotor de la adhesión. Las sustancias Admer<sup>®</sup> son copolímeros de PE con grupos anhídrido maleico (grupos MSA) que tienen una gran adherencia al PET, EVOH y PA, a la vez que son muy fáciles de procesar y tienen una estabilidad térmica equivalente al PE común.

[0053] Las poliolefinas típicas que se pueden usar son, por ejemplo, Lupolen 2420 F, que es un LDPE de LyondellBasell Polymers, y Exceed 1327 CA de ExxonMobil Chemical Company, que es un copolímero de etileno producido por catálisis de metaloceno, en cuya polimerización se usa hexeno- además del etileno, se utiliza otro comonomero.

**II Producción de las películas multicapa**

[0054] La película multicapa según la invención del ejemplo B11 consta de cinco capas. Cada una de las capas individuales de las láminas multicapa está directamente adyacente entre sí en el orden en el que se enumeran a continuación ("número de capa"). Las películas tubulares según la invención se produjeron por medio de coextrusión de película soplada.

[0055] El elastómero termoplástico utilizado fue Pearlthane Clear 15N80 de MER-QUINSA, el cual es a base de un copolímero de poliéter TPU y tiene una dureza Shore de 82 A (según ASTM D-2240).

[0056] La película del ejemplo comparativo V1 era una película Valeron<sup>®</sup> comercialmente disponible con un espesor de 108 µm de Valeron Strength Films. Las láminas Valeron solo se pueden fabricar como láminas planas. La película se soldó en un tubo mediante la aplicación de una fina tira de fusión en caliente.

[0057] La película del ejemplo comparativo V2 era una película de LDPE de una sola capa de 110 µm de espesor en forma tubular con un punto de fusión de PE de 111°C.

[0058] Los porcentajes de los productos químicos individuales en las capas dadas en las tablas son porcentajes en peso.

Ejemplo 11: Película de prevestimiento, extrusión soplada de 5 capas, 140 µm, asimétrica

Nº de capa	Capa	Composición	Participación en capa en %	Espesor en µm
1	(b)	• Lupolen 2420F • Exceed 1327 CA	• 70 • 30	30
2	(b)	• Lupolen 2420F • Exceed 1327 CA	• 70 • 30	30
3	(d)	• Admer AT1955E	• 100	10
4	(c)	• Pearlthane 16N85 UV	• 100	30
5	(a)	• Durethan C38F	• 100	40
				Espesor total: 140 µm

**Métodos y dispositivos de prueba**

[0059] Se llevaron a cabo pruebas de inflado para determinar la extensibilidad de las dos películas de ejemplo de comparación V1 y V2 y la película multicapa según la invención en forma de película tubular (B11). Si una película multicapa a ensayar no es una película tubular sino, por ejemplo, una película plana, se sella para formar un tubo para luego determinar su extensibilidad. Las pruebas dentro del alcance de la invención se llevaron a cabo en películas tubulares.

[0060] En preparación (una manguera de 5 m de largo o) una película tubular de 5 m de largo, que tenía una circunferencia de manguera de 1175 mm a 1180 mm, se selló herméticamente en ambos extremos mediante dos discos de metal con un diámetro adecuado. Para lograr la estanqueidad al aire, como es práctica común en este tipo de pruebas de inflado, se utilizaron correas de trinquete y cinta de tela comercial. Se introdujo aire comprimido en la película tubular a través de una válvula en uno de los dos discos de metal hasta que estalló. Antes del estallido, eran evidentes los desgarros en las capas internas de la película, conocidos como "empalmes".

[0061] A partir de esto, solo se formó una burbuja localmente en la película multicapa, que luego provocó un desgarro en la película y un estallido de la película tubular al inflarlo más. Se midió en su punto más grande y se comparó con el diámetro inicial del tubo usando la siguiente fórmula:

$$\text{Máxima extensibilidad} = [(\text{diámetro de manguera después de inflado} / \text{diámetro de manguera inicial antes del inflado}) - 1] \cdot 100$$

[0062] La misma fórmula se aplica al "empalme de película", es decir, el primer desgarro perceptible en una capa de película tubular (sin afectar a toda la película tubular):

$$\text{"Empalme"} = [(\text{diámetro de manguera después de inflado y primera separación de capas} / \text{diámetro de manguera inicial reconocible antes del inflado}) - 1] \cdot 100$$

[0063] Para las pruebas posteriores, las películas se almacenaron en condiciones estándar durante 24 horas.

[0064] Se utilizó una máquina de ensayo universal 281813 de Frank como dispositivo de ensayo para los ensayos de tracción (propiedades de desgarro, módulo de elasticidad, etc.) y los ensayos de propagación del desgarro, siendo la fuerza de la célula de carga de 200 N. La velocidad de prueba fue de 300 mm/min usando tiras de 15 mm de ancho para la prueba de tracción.

[0065] Como dispositivo de ensayo de fricción por deslizamiento se utilizó un BETEX Slipping Tester RK2 con célula de carga de 10 N. Se utilizó un registrador LINSEIS L120 E. Se cargaron dos piezas de película con un peso (1,96 N), se tiraron una sobre otra y se midió la fuerza necesaria para ello.

[0066] La máquina de prueba universal mencionada anteriormente 281813 de Frank con una célula de carga de 200 N también se utilizó como dispositivo de prueba para la resistencia de la costura sellada. La velocidad de prueba se fijó en 100 mm/min. Tiras de 15 mm de ancho se sellaron planas usando un dispositivo de sellado de laboratorio Kopp SGPE 20 con una mordaza de sellado de 10 mm de ancho. El tiempo de sellado fue de 1 segundo, la temperatura de sellado fue de 130°C y la presión de sellado fue de 300 N/m<sup>2</sup>.

## **Resultados de la medición**

### **I. Extensibilidad**

[0067] Los resultados de las pruebas de inflación se resumen en la siguiente tabla:

Ejemplo/ejemplo comparativo	Empalme [%]	Extensibilidad [%] hasta ruptura
<b>B11</b>	27,5	126,6
<b>V1</b>	5,9	25,2
<b>v2</b>	-	45,7

[0068] Las pruebas de inflación para determinar la extensibilidad muestran que la película del ejemplo comparativo V1 solo tiene un alargamiento muy bajo de 5,9 % hasta el empalme o 25,2 % hasta la lámina estalla. Como resultado, el uso de esta película como revestimiento previo en el proceso de revestimiento de tuberías para la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas o como película interior para revestimientos de tuberías es poco adecuado. Aunque las propiedades mecánicas de la película del ejemplo comparativo 1 son muy buenas en términos de resistencia a la propagación del desgarro y resistencia a la perforación, esto va acompañado de una falta de capacidad de estiramiento, lo que significa que las películas solo son adecuadas hasta cierto punto para su uso en alcantarillado sin zanja.

[0069] La película del ejemplo comparativo V2, una monopelícula de LDPE en forma tubular, no muestra ningún empalme en el sentido real, ya que solo hay una capa. Esta capa revienta con un alargamiento del 45,7 % y muestra que las propiedades mecánicas son completamente inadecuadas y que el aire comprimido aplicado sólo puede contrarrestarse con muy poca resistencia. Esta película tiene poca resistencia mecánica y puede rasgarse fácilmente. Por lo tanto, la película es insuficiente para su uso como revestimiento previo o como película para cámaras de aire.

[0070] La película del Ejemplo B11 según la invención, por otro lado, tiene muy buenos valores de resistencia a la propagación del desgarro y resistencia a la perforación (incluso si no se alcanzan los valores correspondientes de la

película del Ejemplo Comparativo V1), y en por otro lado, una extensibilidad muy alta hasta el empalme de la película o hasta el estallido de la lámina. Estas propiedades ventajosas se basan en particular en el hecho de que la película B11 tiene al menos una capa que contiene poliamida y una capa con un elastómero termoplástico TPE.

5 **[0071]** Valores de alargamiento particularmente altos hasta el punto en el que la película se empalma o se rompe por el uso de TPE (aquí un poliuretano termoplástico TPU) basado en segmentos blandos de éster o éter en una o más capas (ejemplo B11).

10 **[0072]** En el caso de una película según la invención del ejemplo B11, el alargamiento hasta la ruptura o reventón de las películas es superior al 80 % e incluso muy superior al 100 %.

15 **[0073]** El uso de poliamida según la invención no solo garantiza un aumento de la resistencia mecánica de las películas, como la resistencia al desgarro y la propagación del desgarro, sino que también implementa una función de barrera contra los aceites y los monómeros de las resinas con las que se impregna el material de soporte en el proceso de revestimiento de tuberías. Esto evita que se seque la resina.

20 **[0074]** Los resultados de la medición del módulo de elasticidad (también: módulo de elasticidad, módulo de tracción, coeficiente de elasticidad o módulo de Young) se enumeran a continuación. El módulo de elasticidad describe la relación entre la tensión y la deformación durante la deformación de un cuerpo sólido con comportamiento elástico lineal.

Ejemplo/ejemplo comparativo	Módulo de elasticidad en N/mm <sup>2</sup> md (dirección máquina)	Módulo de elasticidad en N/mm <sup>2</sup> cd (dirección transversal)
<b>B11</b>	105	106
<b>V1</b>	296	307
<b>V2</b>	110	115

30 **[0075]** El módulo de elasticidad de una película indica cuán rígida o flexible es una película. Cuanto mayor sea el módulo de elasticidad de una película, más rígida será la película. La alta rigidez y la menor flexibilidad asociada de la película van de la mano con una capacidad significativamente reducida de la película para volverse del revés. Sin embargo, dar la vuelta a la lámina es particularmente importante cuando se utiliza como prevestimiento en la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas, es decir, cuando el prevestimiento se invierte con el revestimiento de la tubería en el alcantarillado o cuando el prevestimiento ya se ha dado la vuelta.

35 **[0076]** Una reducción significativa en el módulo de elasticidad resulta del uso de elastómeros termoplásticos (TPE).

40 **[0077]** El ejemplo B11 es una película que consiste en poliolefina, promotor de adherencia, TPU (basado en poliéter) y poliamida. Con un valor de aproximadamente 105 N/mm<sup>2</sup>, el módulo de elasticidad es comparable al LDPE puro (ver ejemplo comparativo V2: aproximadamente 112 N/mm<sup>2</sup>) y se encuentra en un nivel bajo. De esta manera, el aumento básico del módulo de elasticidad que se produce en las películas según la invención a través de la capa que contiene poliamida, puede contrarrestarse introduciendo un TPE como material adicional en una capa adicional.

45 **[0078]** El producto del ejemplo comparativo V1 utilizado anteriormente como revestimiento previo, por otro lado, tiene un módulo de elasticidad significativamente mayor. En comparación con la película según la invención del ejemplo B11, el módulo de elasticidad de una película Valeron de 108 µm de espesor es aproximadamente 3 veces mayor. La película del ejemplo comparativo V1 es, por lo tanto, mucho más difícil de invertir que las películas según la invención del ejemplo B11.

## II. Fricción

50 **[0079]** Los siguientes son los resultados de las propiedades de fricción. La determinación de las propiedades de fricción es una propiedad básica de las películas y los envases. El coeficiente de fricción (fricción estática/fricción deslizante) se determinó según DIN EN ISO 8295 y también se conoce como coeficiente de fricción estática o coeficiente de fricción deslizante. Además, se debe considerar la superficie de las parejas de fricción para determinar si tiene sentido una prueba de fricción del metal contra la superficie de la lámina o de la superficie de la lámina contra la superficie de la lámina. El coeficiente de rozamiento es el cociente de la fuerza de rozamiento y la fuerza de apoyo del carro y, por tanto, es adimensional. Debido al peso estandarizado del trineo de 200 g, la fuerza de fricción real es aproximadamente el doble del coeficiente de fricción.

Ejemplo/ ejemplo comparativo	Fricción deslizante lado 1 contra lado 1 (material)	Fricción deslizante lado 2 contra lado 2 (material)	Construcción de películas
<b>B11</b>	0,11 (PE)	0,22 (PA)	asimétrico
<b>V1</b>	0,29 (HDPE)	0,33 (HDPE)	simétrico
<b>V2</b>	0,12 (LDPE)	0,11 (LDPE)	simétrico

65 **[0080]** Como se puede ver en detalle en la tabla, las películas según la invención del ejemplo B11 se pueden ajustar de

tal manera que sus coeficientes de fricción sean particularmente bajos. En el ejemplo B11, se ha logrado un rango de alrededor de 0,11 o 0,22. La película del ejemplo comparativo V1, por otro lado, tiene un coeficiente de fricción medio de 0,31. La película del Ejemplo Comparativo V2 tiene un bajo coeficiente de fricción de 0,12.

5 **[0081]** Como saben los expertos en la materia, existen varios aditivos cuyo uso reduce aún más el coeficiente de fricción. Por otro lado, su efecto es muy limitado en el ejemplo de comparación V1 debido al proceso de fabricación de esta película.

III. Resistencia de la costura de sellado

10 **[0082]** La película comparativa V1 solo está disponible como película plana y debe sellarse para formar un tubo, obteniéndose una resistencia de la costura de sellado de 3,2 a 10,5 N/15 mm. En las condiciones de sellado mencionadas, la película del ejemplo comparativo V1 tiene por lo tanto una capacidad de sellado muy pobre. Debido a que solo está disponible como una película plana debido al proceso de fabricación, se suelda a la forma de tubo requerida para la aplicación utilizando adhesivos termofusibles. La capacidad de sellado de esta película de comparación V1 es demasiado  
15 baja para garantizar una costura sellada de alta resistencia en el tubo resultante. El uso de adhesivos de fusión en caliente para el sellado general también es muy crítico aquí, ya que siempre hay un problema con la adhesión entre el adhesivo de fusión en caliente y la película. En el caso de prevestimientos o películas para cámaras de aire, una alta resistencia de la costura de sellado es de particular importancia para evitar la entrada de agua (prevestimiento) o la evaporación de resina (película para cámaras de aire). A este respecto, la película del ejemplo comparativo V1 presenta un alto riesgo  
20 de uso.

**[0083]** Por lo dicho, generalmente es recomendable utilizar un tubo obtenido por extrusión, ya que entonces no existe ningún punto débil en forma de costura sellada. Preferiblemente, las láminas según la invención no tienen costura de sellado, por lo que estas láminas ya no presentan "puntos débiles". La película tubular de la película según la invención  
25 del ejemplo B11 es, por lo tanto, completamente homogénea y soporta incluso las cargas más grandes. Se garantiza una función de barrera máxima frente al agua o frente a los monómeros de las resinas.

**[0084]** En el caso de la película de comparación V2, que tenía forma tubular, la resistencia de la costura de sellado estaba por encima de 30 N/15 mm; sin embargo, debido a la forma del tubo, generalmente no se requiere el sellado del tubo. Pero incluso si la película tiene forma de película plana, la película de V2 se puede sellar o soldar para formar un tubo sin  
30 ningún problema.

**[0085]** Sin embargo, si la película B11 según la invención, que preferiblemente tiene forma tubular, se debe producir inicialmente como una película plana, su lado poliolefínico preferiblemente está sellado. En el caso de esta película de ejemplo B11, la resistencia de la costura de sellado, como la de la película de comparación V2, también fue mucho mayor  
35 que 30 N/15 mm, por lo que estas películas son absolutamente fuertes e impermeables.

Resumen de los resultados de la medición

40 **[0086]** La tabla siguiente muestra finalmente las ventajas de la película inventiva del ejemplo B11 en comparación con la película del ejemplo comparativo V1 utilizada anteriormente en el estado de la técnica en relación con las propiedades relevantes para la aplicación.

45

50

55

60

65

Nombre	Propiedad - Relevante para su uso como preresvestimiento/película interior de manguera									
	Forma de tubo	Sellabilidad	Barrera, estanqueidad	WRF	DSF	Extensibilidad	Flexibilidad, invertibilidad	COF		
B11	++	++	++	+	+	++	++	0/+		
V1	0	-	-/0	++	++	-	0	0		
V2	++	++	-	-	-	-/0	++	0/+		

**Legenda:**  
 -: valores insuficientes  
 0: suficiente para la aplicación  
 +: muy adecuado para la aplicación  
 ++: especialmente adecuado para la aplicación  
 WRF: resistencia a la propagación del desgarro  
 DSF: resistencia a la perforación  
 COF: coeficiente de fricción

5 **[0087]** La tabla muestra que las propiedades de la película según la invención del Ejemplo B11 difieren de las películas de los Ejemplos comparativos V1 y V2 en relación con su idoneidad como revestimiento previo, película de protección contra el agua, película deslizante, película de calibración o, según la invención, como una película de tubo interior como parte del método de revestimiento de tuberías en la rehabilitación de alcantarillado sin zanjas. Las películas según la invención representan así una mejora significativa con respecto a las películas de los ejemplos comparativos.

## REIVINDICACIONES

1. Tubo de inserción para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado sin zanjas mediante un método de revestimiento de tuberías, que comprende una película de tubo interior en forma de película multicapa, una película exterior en forma de película de tubo, que absorbe ventajosamente y/o refleja la radiación UV y que está previsto para el contacto con un revestimiento previo o una película deslizante, así como un material de soporte, por ejemplo, tejido de fibra de vidrio, fieltros, vellones, textiles, dispuestos entre estas dos películas tubulares e impregnados con un plástico reactivo de resina que forma la tubería de alcantarillado interior rehabilitada después del curado, **caracterizado porque** la película tubular interior contiene al menos una capa (a), que contiene al menos una homo- o copoliámida con un porcentaje en peso de más del 25 % en peso, preferiblemente como capa exterior, al menos una capa (c) que contiene al menos un elastómero termoplástico (TPE) y al menos una capa adicional (b), esta capa adicional (b) contiene al menos un termoplástico, opcionalmente modificado homo- o copolímero de olefina.
2. Tubo de inserción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la al menos una capa (a) contiene más del 50 % en peso, preferentemente más del 75 % en peso, preferentemente más del 95 % en peso y muy particularmente preferentemente esencialmente el 100 % en peso de homo- o copoliámida.
3. Tubo de inserción según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la al menos una capa (b) contiene más del 20 % en peso, preferentemente más del 40 % en peso y hasta el 100 % en peso de termoplástico olefínico homo- o copolímero.
4. Tubo de inserción según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la al menos una capa (c) contiene más del 20 % en peso, preferentemente más del 40 % en peso y hasta el 100 % en peso de elastómero termoplástico (TPE).
5. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el al menos un elastómero termoplástico (TPE) en la al menos una capa (c) se selecciona del siguiente grupo que comprende los siguientes miembros:
- TPE-U o TPU, es decir, elastómeros termoplásticos a base de uretano;
  - TPE-O o TPO, es decir, elastómeros termoplásticos a base de olefinas, predominantemente PP/EPDM;
  - TPE-V o TPV, es decir, elastómeros termoplásticos reticulados a base de olefinas, predominantemente PP/EPDM;
  - TPE-E o TPC, es decir, elastómeros de poliéster termoplástico/copolíesteres termoplásticos;
  - TPE-S o TPS, es decir, copolímeros de bloques de estireno (SBS, SEBS, SEPS, SEEPS y MBS);
  - TPE-A o TPA, es decir, copoliámidas termoplásticas;
  - Silicona TPE.
6. Tubo de inserción según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la película del tubo interior presenta al menos otra capa formada como capa promotora de la adherencia (d), que contiene preferiblemente un homopolímero o copolímero de olefina, estando la capa promotora de la adherencia (d) entre dos capas (a), entre una capa (a) y una capa (b) según la reivindicación 3, entre dos capas (b) según la reivindicación 3, entre una capa (a) y una capa (c), entre una capa (b) según la reivindicación 3 y una capa (c), o entre dos capas (c).
7. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** ambas capas exteriores de la película del tubo interior están formadas como capa (a), que contienen al menos una homo- o copoliámida con un porcentaje en peso de más de 25 %.
8. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la película del tubo interior tiene un espesor de 20 a 2000 µm, preferiblemente de 40 a 1000 µm, más preferiblemente de 60 a 400 µm, en particular de 80 a 250 µm.
9. Tubo de inserción según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en al menos una capa (b) según la reivindicación 3 está presente al menos un copolímero de (met)acrilato de etileno, en forma funcionalizada o no funcionalizada, que contiene un homo- o copolímero de olefina, o en una capa promotora de la adhesión (d), donde el porcentaje en peso del al menos un copolímero de (met)acrilato de etileno en al menos una de las capas (b) o (d) preferiblemente se encuentra en el intervalo de 0,1 a 100 %, preferiblemente al menos 30 % en peso.
10. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una o más de las siguientes sustancias están presentes en al menos una de las capas de película de la película del tubo interior: poliestireno (PS); polihalogenuros, como PVC y/o cloruro de polivinilideno (PVdC); copolímero de etileno y alcohol vinílico (EVOH), alcohol polivinílico (PVOH o PVAL), promotor de adhesión, acetato de etileno y vinilo (EVAc); uno o más ionómeros; uno o más poli(met)acrilatos; poli(met)acrilatos que contienen etileno, acetato de polivinilo (PVAc); policarbonato (PC); poliacrilonitrilo (PAN); otros poliésteres tales como tereftalato de polibutileno (PBT), naftalato de polietileno (PEN), ácido poliláctico (PLA) y/o polihidroxialcanoatos (PHA); uno o más copolímeros de ácido acrílico de etileno (EAA); butiral de polivinilo (PVB); acetal de polivinilo; acetato de celulosa (CA); acetobutirato de celulosa (CAB); polisacáridos; almidón;

copolímero de olefina cíclica (COC).

- 5 11. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se han añadido las siguientes sustancias durante la extrusión de la película del tubo interior en una o varias de sus capas: Promotores de adherencia, polímero funcionalizado como EVOH, abrillantadores ópticos, estabilizadores térmicos, lubricantes, antioxidantes, eliminadores de oxígeno, espaciadores (p. ej., partículas de sílice, SAS), agentes deslizantes/antibloqueo, tintas, pigmentos, agentes espumantes, agentes antiestáticos, auxiliares tecnológicos, agentes lubricantes, retardantes de llama, supresores de llama, modificadores de impacto, potenciadores de la resistencia al impacto, agentes antihidrólisis, absorbentes de UV, agentes de protección UV, estabilizadores, aditivos antivaho, ceras, aditivos de cera, 10 agentes de liberación, aditivos de sellado o pelado, agentes de nucleación, compatibilizadores, agentes de fluidez, mejoradores de fluidez, fundidos.
- 15 12. Tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la película de tubo interior está laminada con un material no tejido, textil, fieltro punzonado, fibras sintéticas o no tejido.
13. Uso de un tubo de inserción según una o más de las reivindicaciones anteriores en la rehabilitación de tuberías de alcantarillado sin zanjas.