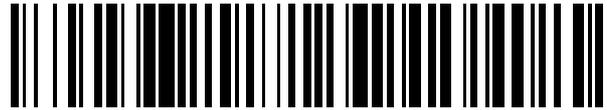


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 303**

51 Int. Cl.:

**C09D 175/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2006 E 06763724 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2012 EP 1893705**

54 Título: **Método para la fabricación de un material compuesto, conformado por piedras y un material plástico**

30 Prioridad:

**14.06.2005 DE 102005027551**

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

**30.05.2013**

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)  
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**REESE, HANS-JÜRGEN;  
SCHMIDT, HANS ULRICH y  
LEITNER, JOHANN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 405 303 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para la fabricación de un material compuesto, conformado por piedras y un material plástico

5 El objeto de la presente invención consiste en un método para la fabricación de un material compuesto, conformado por piedras de un tamaño de 1 a 50 cm, particularmente piedras trituradas, y un material plástico, particularmente un poliuretano compacto, que se puede utilizar particularmente para la consolidación de la línea costera o de construcciones que se encuentran, al menos parcialmente, en aguas en movimiento, como por ejemplo, elementos de soporte o de construcción.

10 La consolidación de litorales y orillas, particularmente de taludes costeros, se requiere frecuentemente para la regulación de las aguas en movimiento. También en las construcciones nuevas, y particularmente en el saneamiento de vías fluviales y de diques, generalmente se debe realizar una consolidación de las zonas de litorales y orillas.

15 Hasta el momento, esta clase de cuerpos compuestos que se utilizan en el saneamiento, se preparan previamente con piedras trituradas y hormigón de alta calidad, y se aplican en el lugar de utilización. Sin embargo, en el caso de dicho método no se puede realizar un saneamiento in situ de las zonas dañadas de litorales u orillas. Además, los elementos presentan, generalmente, un peso muy elevado. Otra desventaja del hormigón consiste en la falta de elasticidad. Esto conduce a que el hormigón no resista las tensiones, y que dichos materiales compuestos se liberen fácilmente.

20 Una posibilidad del saneamiento in situ de las zonas de litorales dañadas, consiste en la utilización de formulaciones de alquitrán endurecedor, hormigón líquido o mortero líquido, que se descargan sobre las piedras trituradas a consolidar de los taludes costeros. Con dicho método se puede lograr una consolidación de los taludes costeros por un periodo de tiempo determinado. Sin embargo, existe principalmente una desventaja ecológica que consiste en que con el paso del tiempo se pueden liberar compuestos fenólicos u otros compuestos contaminantes del alquitrán. Además, en el caso de dichos procedimientos se obtienen esencialmente estructuras completamente continuas. Además, se rellenan eventualmente el interior de las cavidades presentes en litorales u orillas.

25 También se conoce la utilización de poliuretanos para la fabricación de cuerpos moldeados que contienen sustancias minerales, así como para la consolidación de capas de rocas, particularmente en la industria minera.

30 De esta manera, la patente DE 35 02 997 describe un método para la consolidación de formaciones geológicas en la industria minera, mediante espumas de poliuretano. En este caso, se realizan perforaciones en la formación a consolidar, que se rellenan con la mezcla compuesta por los componentes líquidos para la reacción del poliuretano y se cierran a continuación. El poliuretano se aplica en forma de espuma y se distribuye, de esta manera, en las grietas de la formación rocosa. La formación se consolida mediante el subsiguiente endurecimiento de la espuma de poliuretano. Sin embargo, un método de esta clase no se puede aplicar para el saneamiento de taludes, particularmente de taludes costeros, dado que en dicho caso no resulta oportuna una espumación, porque con el paso del tiempo la penetración del agua en la espuma conduciría a la destrucción de dicha espuma.

35 En la patente DE 102 41 293 se describe un método para la consolidación de litorales u orillas. En este caso, se aplica un poliuretano compacto altamente hidrófobo, sobre la parte del litoral u orilla que se debe consolidar. Sin embargo, esto presupone una superficie uniforme de la sección del litoral u orilla correspondiente.

40 En otra forma de ejecución de dicho método, se fabrican cuerpos moldeados en tanto que se introducen rocas, o bien piedras trituradas, en un molde, y sobre dichas rocas se aplica el sistema de poliuretano, entendiéndose por sistema de poliuretano la mezcla de reacción líquida de los componentes de partida del poliuretano. Los cuerpos moldeados que se obtienen después del endurecimiento, se pueden colocar sobre el talud costero.

Sin embargo, en ninguno de ambos casos se puede lograr una distribución uniforme del poliuretano sobre la roca. Cuando se descarga el sistema sobre el talud costero, se puede lograr además una consolidación del talud insuficiente, particularmente en el caso de un sustrato irregular.

45 El objeto de la presente invención consiste en crear un método simple para la consolidación de la línea costera u orilla, en el que se pueda lograr una firmeza elevada de dicho litoral u orilla, y en el que el litoral u orilla consolidado resista también a una carga mecánica elevada.

50 El objeto se resuelve en tanto que en una primera etapa, en un dispositivo mezclador, se mezclan los componentes líquidos de partida de un material plástico, con piedras de un tamaño de 1 a 50 cm y, en una segunda etapa, dicha mezcla se aplica sobre la sección de la zona del litoral u orilla a consolidar, o en las construcciones que se encuentran, al menos, parcialmente en aguas en movimiento, como por ejemplo, elementos de soporte y de construcción, o se introduce en un molde en donde se endurece el material plástico.

Por consiguiente, el objeto de la presente invención consiste en un método para la fabricación de un material compuesto conformado por un material plástico y piedras sueltas, con un tamaño de 1 a 50 cm, que comprende las siguientes etapas:

- 5 a) mezclado de las piedras sueltas, con los componentes de partida líquidos del material plástico en una mezcladora,
- b) descarga de dicha mezcla de la mezcladora,
- c) endurecimiento del material plástico.

En el caso de los materiales plásticos se puede tratar, por ejemplo, de poliuretanos, resinas epoxi, resinas de poliéster insaturadas, acrilatos y metacrilatos. Preferentemente se utiliza poliuretano.

- 10 En el caso de las piedras sueltas se trata, preferentemente, de piedras trituradas, se prefiere de manera particular grava de granito. Las piedras presentan un tamaño de 1 a 50 cm, preferentemente de 1 a 20 cm, de manera particularmente preferente de 2 a 15 cm, particularmente de 2,5 a 6,5 cm.

- 15 Como mezcladoras para el mezclado de las piedras sueltas con los componentes de partida líquidos del material plástico, se pueden utilizar, en principio, toda clase de mezcladoras, con las cuales se pueda lograr una humectación considerablemente completa de las piedras con los componentes de partida líquidos del material plástico. Se ha comprobado que resultan particularmente apropiadas las mezcladoras compuestas por un contenedor abierto, por ejemplo, un tambor provisto, de manera preferente, de piezas montadas. Para el mezclado, el tambor puede rotar o las piezas montadas se pueden desplazar.

- 20 Esta clase de mezcladoras resulta conocida y se utiliza, por ejemplo, en la industria de la construcción para la fabricación de mezclas de hormigón.

- 25 Cuando la mezcla se aplica directamente sobre la superficie a consolidar, puede resultar ventajoso montar la mezcladora en un vehículo a motor, por ejemplo, un tractor, un cargador frontal o un camión. En dicha forma de ejecución del método conforme a la presente invención, la mezcla se puede transportar, respectivamente, al lugar en el cual se debe aplicar. Después del vaciado de la mezcladora, la mezcla se puede distribuir manualmente, por ejemplo, mediante rastrillaje.

- 30 En una forma de ejecución del método conforme a la presente invención, la mezcla de las piedras con los componentes de partida líquidos del material plástico, se realiza de manera continua. Para ello, se introducen de manera continua en la mezcladora las piedras y los componentes de partida líquidos del material plástico, y se extraen de manera continua las piedras humedecidas. En dicho procedimiento, se debe considerar que las sustancias de aplicación permanecen en la mezcladora hasta que se pueda lograr una humectación suficiente de las piedras. Convenientemente, un dispositivo de mezclado de esta clase se puede desplazar en las secciones a consolidar a una velocidad tal que las piedras humedecidas con los componentes de partida líquidos del material plástico se extraen de la mezcladora en la cantidad requerida para la consolidación. El dispositivo mezclador continuo también se puede accionar de manera fija, y puede transportar las piedras humedecidas desde la  
35 mezcladora hacia el lugar deseado.

- 40 En otra forma de ejecución del acondicionamiento continuo del método conforme a la presente invención, la mezcladora puede ser un tambor giratorio, en el cual se introducen las piedras de manera continua. Dicho tambor se encuentra equipado con toberas que distribuyen de manera continua los componentes de partida del material plástico sobre las piedras. En este caso, la rotación del tambor se ocupa de un mezclado óptimo del material plástico y las piedras. A través de una abertura en el extremo del tambor, se descarga a continuación de manera continua el material compuesto conformado por material plástico y piedras. El tambor giratorio se puede encontrar dispuesto de manera horizontal, aunque también se puede encontrar inclinado en diferentes ángulos, con el fin de favorecer la descarga.

- 45 En otra forma de ejecución del método conforme a la presente invención, las piedras son transportadas de manera continua sobre una cinta transportadora que se conduce a través de un túnel. Dicho túnel presenta aberturas a través de las cuales se descarga de manera continua sobre las piedras el material de partida del material plástico. En el extremo de la cinta transportadora, las piedras caen en un tambor de mezclado abierto, que descarga el material compuesto a una velocidad de transporte que se puede ajustar.

- 50 El grosor de la capa compuesta por el material compuesto es, de manera preferente, de, al menos, 10 cm, dado que la estabilidad mecánica no resulta suficiente en el caso de grosores reducidos. El grosor máximo depende de las circunstancias del lugar, y puede ascender, por ejemplo, hasta 5 metros.

## ES 2 405 303 T3

5 En la fabricación de cuerpos moldeados, la mezcla conformada por las piedras sueltas con los componentes de partida líquidos del material plástico, después del mezclado, se introduce en un molde abierto preferentemente hacia la parte superior, en donde se endurece el material plástico. El cuerpo compuesto obtenido de esta manera, se puede aplicar sobre el área del litoral u orilla. Los cuerpos moldeados presentan preferentemente un tamaño de 100 + 50 x 100 + 50 x 15 + 10 cm.

El tiempo para el mezclado se debe preveer como mínimo de manera que las piedras sean humedecidas con la mezcla líquida, en lo posible, completamente, y como máximo de manera que aún no se endurezca el material plástico.

10 En principio, también se pueden aplicar las piedras sueltas con el grosor deseado sobre la sección del litoral u orilla a consolidar, y sobre dichas piedras, mediante un dispositivo apropiado, por ejemplo, una pistola de pulverización, se pueden aplicar los componentes de partida líquidos del material plástico, en donde se distribuyen y se endurecen. Sin embargo, en comparación con el método conforme a la presente invención, dicho procedimiento presenta la desventaja, en este caso, de que la distribución del material plástico no resulta uniforme, y no se pueden excluir los puntos defectuosos en los que no existe material plástico. Además, ante la presencia de impurezas sueltas que se pueden adherir, como arena o tierra, pueden surgir problemas para la adherencia de las piedras entre sí y, de esta manera, en la estabilidad del material compuesto.

20 Por consiguiente, en el método conforme a la presente invención se pueden utilizar también aquellas piedras que en su superficie presentan impurezas sueltas que se pueden adherir. Dichas impurezas se pueden retirar de la superficie de las piedras mediante el esfuerzo mecánico durante el proceso de mezclado y, de esta manera, ya no se perjudica la adherencia de las piedras entre sí.

En una forma de ejecución preferente del método conforme a la presente invención, se puede aplicar arena sobre la superficie del cuerpo moldeado. Para que la arena se adhiera sobre la superficie, la arena se debe aplicar antes de que el material plástico se endurezca completamente.

25 Se pueden utilizar diferentes clases de arena. En este caso, se puede tratar de arena natural o arena artificial, como por ejemplo, escoria granulada o arena triturada de escoria.

En una forma de ejecución preferente se utiliza arena de cuarzo.

30 El tamaño de grano de la arena puede variar con límites amplios. De manera preferente, el tamaño de grano se encuentra dentro de un rango convencional de entre 0,002 mm y 2 mm. Preferentemente, se utiliza arena fina, es decir, aquella que presenta un tamaño de grano de entre 0,06-0,2 mm, arena intermedia con un tamaño de grano de entre 0,2-0,6 mm y/o arena gruesa con un tamaño de grano de entre 0,6-2,0 mm.

La cantidad de arena se debe medir de manera que la superficie del cuerpo moldeado se encuentre esencialmente cubierta, y que, sin embargo, no se logre una obstrucción de los poros del cuerpo moldeado. De manera preferente, la arena se aplica en una cantidad de 2 a 4 Kg. / m<sup>2</sup> del cuerpo moldeado.

35 Mediante la arena se logra un refuerzo de los puntos de contacto entre las piedras. Además, la arena mejora la protección contra los rayos UV del cuerpo moldeado.

La superficie rugosa conformada por la arena, favorece el asentamiento de seres vivos, como plantas y musgos sobre los cuerpos moldeados descargados. Esto puede resultar ventajoso, por ejemplo, cuando la descarga de los cuerpos moldeados se realiza en áreas naturales protegidas.

40 La relación cuantitativa de material plástico en relación con las piedras, se selecciona, al menos, de manera que se pueda garantizar una firmeza suficiente del material compuesto. Las cantidades exactas dependen, por ejemplo, también de la intensidad del esfuerzo al que se someten los cuerpos moldeados en las respectivas secciones de litorales u orillas.

45 Dado que en el caso de los materiales compuestos conforme a la presente invención, las piedras se encuentran unidas entre sí esencialmente en las superficies de contacto, se generan cavidades y los materiales compuestos resultan permeables al agua. De esta manera, la energía con la que el agua penetra en el compuesto de piedras trituradas, se absorbe de una mejor manera mediante el desvío del agua hacia las cavidades, y no conduce a la destrucción del cuerpo moldeado.

50 En la presente invención, como litoral u orillas se entienden la orilla de arroyos, ríos o canales. Además, se puede tratar de la orilla de lagos, embalses o secciones del litoral de mares. Además, se puede tratar de litorales u orillas planas, taludes, represas, malecones o diques.

Otra posibilidad de aplicación del método conforme a la presente invención, es para la protección de construcciones que se encuentran sumergidas, al menos, parcialmente en aguas en movimiento, contra la denominada socavación. Por socavación se entiende una depresión localizada del suelo de las aguas en movimiento, particularmente del fondo del río, generalmente ante una fuerte corriente de agua en secciones angostas, por lo general también en pilares de puentes, en donde debido a la contención del agua y a la caída pronunciada que se encuentra a continuación, los cimientos son afectados por una corriente giratoria, la denominada circulación helicoidal del agua. El mismo efecto se genera, por ejemplo, en los pilares de soporte o en puentes, ya sea en puentes de lagos, puentes de agua, puentes de barcas, instalaciones portuarias, como por ejemplo muelles flotantes y fijos, muelles para el amarre de embarcaciones, o instalaciones de extracción de agua, en el caso de instalaciones de muelles, casas guardabotes, muros de contención, plataformas de perforación, instalaciones en alta mar, como por ejemplo, instalaciones de energía eólica, señales marítimas, faros, o plataformas de fuerza, centrales hidroeléctricas, túneles o tablestacados.

En este caso, el método conforme a la presente invención se puede aplicar de manera ventajosa, dado que otras clases de descarga de los componentes líquidos de la composición del material plástico resultarían desventajosas para dicho caso de aplicación. Cuando, por ejemplo, en primer lugar se introducen las piedras y después sobre dichas piedras se aplican los componentes líquidos de la composición del material plástico, debido al movimiento del agua no se podría lograr una distribución uniforme de los componentes de la composición sobre las piedras.

La geometría de los materiales compuestos colocados para evitar la socavación, corresponde a las respectivas condiciones de la corriente.

Los materiales compuestos para evitar la socavación se pueden colocar, según las condiciones de la corriente, tanto directamente en las construcciones así como apartados de dichas construcciones.

Mediante el sistema de cavidades del cuerpo compuesto, que puede recibir la energía hidrodinámica, de esta manera, se interrumpe la energía de las olas y de la corriente y, por consiguiente, se conduce a una socavación notablemente reducida, se pueden evitar daños en construcciones, y se puede incrementar la capacidad de resistencia de los elementos de soporte y de construcción.

Otra ventaja consiste en la posibilidad de realizar reparaciones en los materiales compuestos de una manera simple.

Como se ha descrito anteriormente, en el caso de los materiales plásticos se trata de aquellos que se fabrican a partir de componentes de partida líquidos, que se endurecen para obtener materiales plásticos sólidos. De manera preferente, los materiales plásticos son compactos, es decir, que prácticamente no presentan poros. En comparación con los materiales plásticos celulares, los materiales plásticos compactos se destacan por presentar una estabilidad mecánica mayor. En el interior del material plástico pueden presentarse burbujas de aire, que generalmente no resultan críticas. Sin embargo, se deben minimizar dentro de lo posible.

Además, resulta preferente cuando los materiales plásticos son hidrófobos. De esta manera, se puede evitar una degradación del material plástico debida al agua.

En el caso de los poliuretanos utilizados de manera preferente, se debe considerar lo que se describe a continuación.

Como componentes de la composición de los poliuretanos, en el sentido de la presente invención, se entienden, de manera muy general, aquellos compuestos que presentan grupos de isocianatos libres y compuestos con grupos que reaccionan ante grupos de isocianatos. Los grupos que reaccionan con grupos de isocianatos, son generalmente grupos hidroxilo o grupos aminos. Son preferentes los grupos hidroxilo, dado que los grupos aminos resultan muy reactivos y, por consiguiente, la mezcla de reacción se debe procesar rápidamente. Los productos conformados a partir de la reacción de dichos componentes de composición, se denominan a continuación en general como poliuretanos.

En ambas variantes del método no resulta necesario que las piedras se encuentren secas. Sorprendentemente, cuando las piedras se encuentran mojadas, e incluso bajo agua, también se puede lograr una adherencia óptima entre el poliuretano y las piedras.

Como poliuretanos se pueden utilizar los compuestos convencionales y conocidos de dicho tipo. La fabricación de dichos materiales se realiza mediante la reacción de poliisocianatos con compuestos que presenten, al menos, dos átomos de hidrógeno activos. Como poliisocianatos se pueden utilizar en principio todos los poliisocianatos líquidos a temperatura ambiente, mezclas y prepolímeros con, al menos, dos grupos de isocianatos.

Preferentemente, se utilizan poliisocianatos aromáticos, son preferentes en particular los isómeros del toluilendiisocianato (TDI) y del difenilmetandiisocianato (MDI), particularmente mezclas compuestas por MDI y

5 polifenilen-polimetilen-poliisocianatos (MDI crudo). Los poliisocianatos se pueden modificar también, por ejemplo, mediante la incorporación de grupos de isocianuratos y particularmente mediante la incorporación de grupos de uretano. Los últimos compuestos mencionados se preparan mediante la reacción de poliisocianatos con una escasez de compuestos que presenten, al menos, dos átomos de hidrógeno activos, y se denominan convencionalmente como prepolímeros NCO. Su contenido de NCO se encuentra generalmente en el rango de entre 2 y 29 % en peso.

Como compuestos con, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos con grupos de isocianatos, se utilizan generalmente alcoholes polifuncionales, los denominados polialcoholes, o de manera menos preferente las aminas polifuncionales.

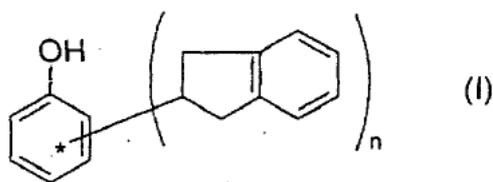
10 En una forma de ejecución preferente del método conforme a la presente invención, como poliuretanos compactos se utilizan aquellos que presentan un acabado hidrófobo. Particularmente, mediante la adición de componentes químicamente grasos hidroxilo-funcionales, el efecto hidrófobo puede generar, al menos, uno de los componentes de partida del sistema de poliuretano, de manera preferente el componente de polialcohol.

15 Se conocen una serie de componentes químicamente grasos hidroxilo-funcionales, que se pueden utilizar. Ejemplos de dichos componentes son aceite de ricino, aceites modificados con grupos hidroxilo, como por ejemplo, aceite de pepitas de uva, aceite de neguilla, aceite de pepitas de calabaza, aceite de semillas de borraja, aceite de soja, aceite de germen de trigo, aceite de colza, aceite de girasol, aceite de cacahuete, aceite de albaricoque, aceite de pistacho, aceite de almendras, aceite de oliva, aceite de nuez de macadamia, aceite de aguacate, aceite de espinillo amarillo, aceite de sésamo, aceite de avellana, aceite de onagra, aceite de rosa mosqueta, aceite de cáñamo, aceite de cardo, aceite de nuez, ésteres de ácido graso modificados con grupos hidroxilo, con base de ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido oleico, ácido vaccénico, ácido petroselinico, ácido gadoleico, ácido erúxico, ácido nervónico, ácido linólico, ácido linolénico, ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido timnodónico, ácido clupanodónico, ácido cervónico. En este caso, se utilizan preferentemente el aceite de ricino y sus productos transformados con óxidos de alquileno o resinas de cetona-formaldehído. Los últimos compuestos mencionados son comercializados, por ejemplo, por Bayer AG con la denominación Desmophen ® 1150.

25 Otro grupo preferente utilizado de polialcoholes químicamente grasos, se puede obtener a partir de ésteres de ácido graso epoxidados por apertura de anillo, en una reacción simultánea con alcoholes, y eventualmente se obtienen las siguientes reacciones adicionales de transesterificación. La incorporación de grupos hidroxilo en aceites y grasas se realiza en el eje principal mediante epoxidación de los enlaces dobles olefinicos contenidos en dichos productos, seguido de la reacción de los grupos epoxi conformados con un alcohol monovalente o polivalente. Además, a partir de la epoxidación se obtiene un grupo hidroxilo, o en el caso de alcoholes polifuncionales, se obtiene una estructura con una cantidad elevada de grupos OH. Dado que los aceites y las grasas generalmente son ésteres de glicerina, en las reacciones anteriormente mencionadas se desarrollan también reacciones de transesterificación paralelas. Los compuestos obtenidos de esta manera presentan, de manera preferente, un peso molecular dentro del rango de entre 500 y 1500 g/mol. Esta clase de productos son proporcionados, por ejemplo, por la empresa Henkel.

30 En una forma de ejecución particularmente preferente del método conforme a la presente invención, como poliuretano compacto se utiliza aquel que se fabrica mediante la reacción de poliisocianatos con compuestos que presentan, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos con grupos de isocianatos, caracterizado porque los componentes con al menos dos átomos de hidrógeno reactivos contienen, al menos, un polialcohol químicamente graso y, al menos, una resina de hidrocarburos aromática modificada con fenol, particularmente una resina de cumarona indeno. Dichos poliuretanos, así como los componentes de su composición, presentan un efecto hidrófobo elevado de manera tal que dichos componentes se pueden endurecer en principio incluso bajo el agua.

45 Como resinas de hidrocarburos aromáticas modificadas con fenol, con un grupo fenol terminal, se utilizan preferentemente resinas de cumarona indeno modificadas con fenol, son preferentes en particular las mezclas técnicas de resinas de hidrocarburos aromáticas, particularmente aquellas que como componentes esenciales contienen compuestos de la fórmula general (I)



con n de 2 a 28. Esta clase de productos son usuales en el comercio y son proporcionados, por ejemplo, por la empresa Rütgers VFT AG con el nombre comercial NOVARES®.

Las resinas de hidrocarburos aromáticas modificadas con fenol, particularmente las resinas de cumarona indeno modificadas con fenol, presentan generalmente un contenido de OH de entre 0,5 y 5,0 % en peso.

De manera preferente, el polialcohol químicamente graso y la resina de hidrocarburo aromática modificada con fenol, particularmente la resina de cumarona indeno, se utilizan con una proporción en peso de 100 : 1 a 100 : 50.

5 Junto con los compuestos mencionados se pueden utilizar otros compuestos con, al menos, dos átomos de hidrógeno activos. Debido a su resistencia elevada a la hidrólisis, son preferentes los alcoholes de poliéter. Dichos alcoholes se fabrican de acuerdo con métodos convencionales y conocidos, generalmente mediante la adición de óxidos de alquileo en sustancias iniciales con función de H. Los alcoholes de poliéter utilizados presentan preferentemente una funcionalidad de, al menos, 3, y un número de hidroxilos de, al menos, 400 mgKOH/g, 10 preferentemente, al menos, 600 mgKOH/g, particularmente en el rango de 400 a 1000 mgKOH/g. Su preparación se realiza mediante procedimientos convencionales, mediante la reacción de sustancias iniciales, al menos, trifuncionales, con óxidos de alquileo. Como sustancias iniciales se puede utilizar preferentemente alcoholes con, al menos, tres grupos hidroxilo en la molécula, por ejemplo, glicerina, trimetilolpropano, pentaeritrita, sorbita, sacarosa. Como óxido de alquileo se utiliza preferentemente óxido de propileno.

15 A la mezcla de reacción se pueden adicionar otros componentes convencionales, por ejemplo, catalizadores, sustancias aditivas y sustancias auxiliares convencionales. En particular, a la mezcla de reacción se deben adicionar agentes secadores, por ejemplo, zeolitas, para evitar el enriquecimiento de agua en los componentes y, de esta manera, la producción de espuma en los poliuretanos. La adición de dichas sustancias se realiza de manera preferente para los compuestos que presentan, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos con grupos de 20 isocianatos. En la técnica, dicha mezcla se denomina generalmente componente de polioli. Para mejorar la estabilidad a largo plazo de los materiales compuestos, resulta ventajosa además la adición de agentes contra la acción de los seres vivos de tamaño reducido. Además, resulta ventajosa la adición de estabilizadores de UV, para evitar la fragilización del cuerpo moldeado.

25 Los poliuretanos utilizados se pueden fabricar, en principio, sin la presencia de catalizadores. Para mejorar el endurecimiento, se pueden utilizar catalizadores. Como catalizadores se deben seleccionar preferentemente aquellos que logran un tiempo de reacción en lo posible prolongado. De esta manera, se puede lograr que la mezcla de reacción permanezca en estado líquido por un periodo de tiempo prolongado. En principio, como se ha descrito, también se puede trabajar sin utilizar ningún catalizador.

30 La combinación de los poliisocianatos con los compuestos que presentan, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos con grupos de isocianatos, se debe realizar con una proporción tal que exista un excedente estequiométrico de los grupos de isocianatos, preferentemente de, al menos, 5%, particularmente en el rango de entre el 5 % y el 60%.

35 Los poliuretanos hidrófobos que se utilizan preferentemente, se destacan por presentar una susceptibilidad de elaboración particularmente óptima. De esta manera, dichos poliuretanos presentan una adherencia particularmente óptima, en particular sobre sustratos húmedos, como por ejemplo, piedras mojadas, particularmente grava de granito. El endurecimiento de los poliuretanos se realiza de una manera prácticamente compacta, a pesar de la presencia de agua. Los poliuretanos compactos utilizados presentan un endurecimiento completamente compacto, también en el caso de capas delgadas.

40 De esta manera, los poliuretanos que se utilizan preferentemente, resultan apropiados de manera sobresaliente para la consolidación de taludes costeros, particularmente represas y diques. La unión entre las rocas y el poliuretano es muy resistente. Además, particularmente cuando se utilizan poliuretanos con un efecto hidrófobo importante, prácticamente no se genera degradación hidrolítica alguna de los poliuretanos y, de esta manera, se logra una durabilidad muy prolongada de los taludes costeros consolidados de acuerdo con el método conforme a la presente invención.

45 Para ejecutar el método conforme a la presente invención, se mezclan preferentemente los poliisocianatos con los compuestos que presentan, al menos, dos átomos de hidrógeno activos, y dicha mezcla se mezcla con las piedras. En principio, también se podrían adicionar ambos componentes de partida del poliuretano por separado a las piedras, y se podrían mezclar junto con dichas piedras. Sin embargo, en dicho caso se puede obtener un mezclado no uniforme y, de esta manera, se obtendrían propiedades mecánicas insuficientes del poliuretano.

50 El mezclado de los componentes de partida del poliuretano, se puede realizar de una manera conocida. En el caso más simple, los componentes se pueden introducir en un recipiente con las proporciones deseadas, por ejemplo, en un cubo, se pueden mezclar mediante una agitación simple, y a continuación se puede mezclar con las piedras en el dispositivo mezclador. También se pueden mezclar los componentes de partida del poliuretano en un elemento mezclador convencional en la química de los poliuretanos, por ejemplo, en una cabeza de mezcla, y dicha mezcla se 55 puede poner en contacto con las piedras.

La presente invención se explica en detalle mediante los siguientes ejemplos.

**Ejemplo 1:**

(Preparación de un material compuesto conformado por piedras trituradas y poliuretano, mediante un mezclado a máquina)

5 En una unidad de mezclado (tipo "mezcladora doble Fliegl", conformada por un tambor de mezclado de gran tamaño con brazos mezcladores que se encuentran en su interior) se han introducido aproximadamente 1200 Kg., o bien aproximadamente 0,5 m<sup>3</sup> de piedras trituradas, con un tamaño de roca medio de aproximadamente 2 a 10 cm. Al contenido del tambor de mezclado se han adicionado 18 Kg. de una mezcla de reacción líquida de poliuretano fabricada por separado, en donde dicha mezcla de reacción se ha preparado a partir de 12 Kg. de una mezcla poliólica considerada un componente de polioliol, y 6 Kg. de un poliisocianato considerado un componente de isocianato. La mezcla compuesta por piedras trituradas y la mezcla de reacción líquida de poliuretano, se ha mezclado de manera intensiva en el tambor de mezclado aproximadamente de 2 a 3 minutos, de manera que se ha humedecido la superficie completa de las piedras trituradas con la mezcla de reacción de poliuretano.

10 El tambor de mezclado se ha posicionado con su contenido, de manera que dicho contenido se ha podido esparcir directamente en la zona de litoral u orilla a consolidar. Dicha mezcla compuesta por piedras trituradas y la mezcla de reacción de poliuretano que se encuentra en su superficie, se ha podido distribuir mediante un rastrillaje, de manera que después del endurecimiento se ha obtenido un material compuesto uniforme de aproximadamente 30 cm, fuerte, resistente y, sin embargo, permeable al agua. El material compuesto ha resistido las cargas generadas por las olas y, de esta manera, ha consolidado la zona de litoral u orilla.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Método para la fabricación de un material compuesto conformado por un material plástico y piedras sueltas, con un tamaño de 1 a 50 cm, que comprende las siguientes etapas:
- 5 a) mezclado de las piedras sueltas, con los componentes de partida líquidos del material plástico en una mezcladora
- b) descarga de dicha mezcla de la mezcladora,
- c) endurecimiento del material plástico.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el método se ejecuta de manera discontinua.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el método se ejecuta de manera continua.
- 10 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla en la etapa b) se aplica sobre una superficie a asegurar, o bien a consolidar.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla en la etapa b) se introduce en un molde.
- 15 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** sobre la superficie del material plástico se aplica arena.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla de la etapa b) se aplica sobre una superficie a asegurar, como por ejemplo, litorales u orillas, pendientes, taludes y/o construcciones que se encuentran, al menos, parcialmente en aguas en movimiento, como por ejemplo, elementos de soporte y de construcción.
- 20 8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla de la etapa b) se descarga en un molde, el material plástico se endurece, y el cuerpo moldeado obtenido de esta manera se aplica sobre superficies, como por ejemplo, litorales u orillas, pendientes, taludes y/o construcciones que se encuentran, al menos, parcialmente en aguas en movimiento, como por ejemplo, elementos de soporte y de construcción.
- 25 9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material plástico se selecciona del grupo que comprende poliuretanos, resinas epoxi, resinas de poliéster insaturadas, acrilatos y metacrilatos.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material plástico es un poliuretano.
11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el poliuretano es hidrófobo.
12. Método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el poliuretano es compacto.
- 30 13. Método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el poliuretano compacto se puede preparar mediante la reacción de:
- i) poliisocianatos con
- ii) compuestos con, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos con grupos de isocianatos, y los compuestos con, al menos, dos átomos de hidrógeno reactivos comprenden, al menos, un polialcohol químicamente graso.
- 35 14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el componente ii) contiene, al menos, una resina de hidrocarburos aromática, modificada con fenol.
15. Método de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el componente ii) contiene, al menos, un polialcohol químicamente graso y, al menos, una resina de hidrocarburos aromática, modificada con fenol.
- 40 16. Método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el polialcohol químicamente graso se selecciona del grupo que comprende aceite de ricino, aceites modificados con grupos hidroxilo, como por ejemplo, aceite de pepitas de uva, aceite de neguilla, aceite de pepitas de calabaza, aceite de semillas de borraja, aceite de

- soja, aceite de germen de trigo, aceite de colza, aceite de girasol, aceite de cacahuete, aceite de albaricoque, aceite de pistacho, aceite de almendras, aceite de oliva, aceite de nuez de macadamia, aceite de aguacate, aceite de espinoso amarillo, aceite de sésamo, aceite de cáñamo, aceite de avellana, aceite de onagra, aceite de rosa mosqueta, aceite de cáñamo, aceite de cardo, aceite de nuez, ésteres de ácido graso modificados con grupos hidroxilo, con base de ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido oleico, ácido vaccénico, ácido petroselinico, ácido gadoleico, ácido erúcico, ácido nervónico, ácido linólico, ácido linoléico, ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido timnodónico, ácido clupanodónico, ácido cervónico, así como polialcoholes que se obtienen a partir de ésteres de ácido graso epoxidados por apertura de anillo, en la reacción simultánea con alcoholes.
- 5
- 10
17. Método de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** la resina de hidrocarburos aromática modificada con fenol, es una resina de cumarona indeno modificada con fenol.
18. Método de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** la resina de hidrocarburos aromática modificada con fenol, presenta un contenido de OH de entre 0,5 y 5,0 % en peso.