

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 276**

51 Int. Cl.:

**E01B 1/00** (2006.01)

**E01B 2/00** (2006.01)

**E01B 27/12** (2006.01)

**E01B 27/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08854426 .7**

96 Fecha de presentación: **08.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2227598**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2010**

54 Título: **Procedimiento para la compactación de un lecho de balasto y dispositivo para la realización del procedimiento**

30 Prioridad:  
**27.11.2007 DE 102007057064**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.05.2012**

73 Titular/es:  
**Hennecke GmbH  
53754 Sankt Augustin , DE**

72 Inventor/es:  
**WIRTH, Jürgen y  
PAWLIK, Wolfgang**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 380 276 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

Procedimiento para la compactación de un lecho de balasto y dispositivo para la realización del procedimiento

5 La invención se refiere a un procedimiento para la compactación de un lecho de balasto, en cuya zona superior están dispuestas unas traviesas con carriles fijados encima, en el que el lecho de balasto presenta debajo de las traviesas unas zonas de disipación de la carga que absorben cargas que actúan sobre los carriles y las transmiten sobre un cuerpo de tierra que se encuentra debajo del lecho de balasto, en el que las cavidades en el bastidor de balasto del lecho de balasto son rellenas con una espuma formada a partir de una mezcla reactiva. Además, la invención se refiere a un dispositivo para la realización del procedimiento.

10 La vía ferroviaria tradicional está constituida esencialmente por el lecho de balasto aplicado sobre un llamado plano, en el que están incrustadas las traviesas, que pueden estar constituidas de madera, hormigón o acero y sobre las que están fijados los carriles.

15 Sin embargo, un problema grande de esta tecnología probada en sí es el desgaste del lecho de balasto a través de la operación de la marcha. En este caso, por desgaste se entiende la trituración paulatina de las piedras de balasto a través de las enormes fuerzas dinámicas horizontales y verticales de la vía. Esta trituración se produce esencialmente porque las piedras del balasto se pueden girar y se pueden desplazar unas contra las otras, de manera que debido a las presiones extremas que se producen en este caso se fragmentan partículas desde las piedras de balasto.

20 Este desgaste del lecho de balasto conduce en último término a deformaciones de la vía y a irregularidades en la vía ferroviaria, que deben eliminarse por medio de medidas de reparación costosas y caras. Las reparaciones se realizan en este caso a través de bateado posterior de piedras de balasto debajo de la parrilla de la vía y nueva compactación de las piedras de balasto bateadas de nuevo.

25 Diversos inventores se han ocupado de este complejo general de temas. Así, por ejemplo, el documento DE 20 63 727 A1 describe un procedimiento, en el que las piedras individuales del bastidor de balasto son encoladas total o parcialmente por medio de un aglutinante, rellenando las cavidades individuales entre las piedras de balasto con un aglutinante y encolando las piedras de esta manera en la superficie entre sí (página 3, líneas 11 a 14), con lo que debe impedirse la rotación y el desplazamiento de las piedras de balasto entre sí.

30 En el mismo documento se dice también: "... que las cavidades del bastidor de balasto son rellenas en la zona debajo del alojamiento de las traviesas parcial o totalmente hasta el fondo" (página 4, líneas 9 a 12) para conseguir de esta manera la estabilización del bastidor de balasto no sólo contra las fuerzas horizontales de la vía, sino también contra las fuerzas verticales de la vía. En el mismo documento DE 20 63 727 A1 se puede leer entonces, además: "este plástico puede ser de manera ventajosa una resina sintética de dos componentes, que se endurece bajo la formación de espuma, de manera que con una cantidad mínima de plástico se obtiene un relleno completo de las cavidades entre las piedras" (página 6, líneas 17 a 21).

35 Otros documentos que se ocupan del relleno con espuma de las cavidades del bastidor de balasto son DE 24 48 978 A1 así como US 3 942 448, de manera que el documento EP 1 619 305 A2 presenta todas las características del preámbulo de la reivindicación 1 así como de la reivindicación 8.

Pero ninguno de estos documentos se ocupa de la siguiente problemática que se plantea en la aplicación real:

40 Las piedras de balasto no sólo tienen geometrías diferentes, sino que presentan también tamaños de grano diferentes de una carga a otra. Esto conduce en los balastos a oscilaciones claras del volumen de la cavidad en el bastidor de balasto.

Por otro lado, la distancia entre la parrilla de la vía y el plano no es, en general, de la misma magnitud, puesto que el plano nunca es totalmente liso. También esto conduce a oscilaciones considerables con respecto al volumen de la cavidad que debe rellenarse con espuma en el bastidor de balasto.

La consecuencia de estas oscilaciones de la cavidad en el bastidor de balasto se ilustra en la figura 1.

45 En la zona izquierda de la representación esquemática mostrada a modo de ejemplo, el volumen real de la cavidad es demasiado pequeño con relación a la mezcla reactiva introducida, puesto que la altura real del lecho de balasto es menor que la altura calculada del lecho de balasto H. Esto ha conducido a un relleno excesivo de espuma de la traviesa izquierda y de la zona del carril izquierdo, un daño que debe subsanarse a través de erosión laboriosa.

50 En la zona derecha del esquema se muestra a modo de ejemplo que el volumen real de la cavidad es demasiado grande con relación a la mezcla reactiva introducida, puesto que la altura real del lecho de balasto es mayor que la altura calculada del lecho de balasto G. Esto ha conducido a una chimenea de espuma demasiado reducida, que no ha alcanzado, en absoluto, a la traviesa, lo que es un daño, dado el caso, de

consecuencias graves. Puesto que mientras que un relleno excesivo de espuma es visible y, por lo tanto, se puede subsanar, aunque sea laborioso, una chimenea de espuma demasiado baja no es visible y, por lo tanto, es precisamente fatal, porque no se alcanza la estabilización necesaria del cono de disipación de la carga entre la parrilla de la vía y el plano.

- 5 En el centro entre las dos chimeneas de espuma deficientes se representa, para comparación, una chimenea de espuma correcta, que conduce desde el plano hasta la zona inferior de la traviesa y de esta manera proporciona una estabilización libre de la zona de balasto.

Son posibles las siguientes medidas para eliminar las deficiencias descritas:

- 10 La chimenea de espuma demasiado baja debe corregirse necesariamente a través de la introducción de más mezcla reactiva. A tal fin, es necesaria en primer lugar la localización exacta de las alturas de espuma alcanzadas en el proceso primario de relleno de espuma a través de un procedimiento de medición adecuado, para poder verter de nuevo de una manera definida más mezcla reactiva, por lo tanto considerado en general, es una maniobra de reparación extraordinariamente costosa.

- 15 Para eliminar los daños a través de un relleno excesivo de espuma de traviesas y carriles, son concebibles diversos principios. Cuando la espuma ya está endurecida, existe, por una parte, la posibilidad de erosionarla mecánicamente, como se dice en el lenguaje técnico "a la manera de los mineros" con herramientas adecuadas.

Además, también es concebible no sólo erosionar la espuma endurecida manualmente, sino mecánicamente con una máquina fresadora de contorno y reciclar los restos de espuma por medio de máquinas desguazadoras.

- 20 Otra posibilidad es el flameado selectivo, lo que presupone, sin embargo, un llamado sistema de espuma de soldadura automática.

Cuando la espuma no está todavía endurecida, por lo tanto se encuentra todavía en statu nascendi, es decir, también todavía en el proceso de subida, son concebibles las siguientes contra medidas:

- 25 destrucción de la espuma que sobresale desde el lecho de balasto por medio de impulsos de aire selectivos o pulverización de la espuma que sobresale desde el lecho de balastro con un líquido que destruye la espuma, como por ejemplo una emulsión que contiene grasa, o

distribución y alisamiento de la espuma que sobresale desde el lecho de balasto a través de un rascador adecuado o a través de un cepillo giratorio o por medio de un elemento de trazo variable.

- 30 Pero todas estas medidas descritas anteriormente no sólo son costosas y, por lo tanto, poco económicas, sino que, además, son extraordinariamente poco prácticas. Sobre todo tienen el inconveniente de que en el fondo solamente son medidas auxiliares, que solamente eliminar un daño o bien un defecto ya resultante.

Por lo tanto, existe el cometido de concebir un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado al principio, en los que no pueden aparecer ya los inconvenientes descritos, es decir, un relleno excesivo de espuma de traviesas y carriles o bien chimeneas de espuma demasiado bajas.

- 35 Con respecto al procedimiento, este cometido se soluciona por medio de las características de la reivindicación 1. El procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza porque se limita espacialmente la espuma que se dilata durante el relleno con espuma, disponiendo antes de la terminación del proceso de relleno con espuma una cubierta sobre o por encima de lecho de balasto.

- 40 Con el procedimiento de acuerdo con la invención se cumplen totalmente los criterios descritos en el planteamiento del cometido para rellenar con espuma cavidades en el bastidor de balasto de lechos de balasto con un plástico reactivo, por ejemplo con poliuretano.

- 45 En principio no se producen ya chimeneas de espuma demasiado bajas cuando se aplica el procedimiento de acuerdo con la invención, puesto que en el bastidor de balasto se introduce suficiente mezcla reactiva para asegurar, también en el caso de un volumen de cavidades a rellenar con espuma, que está en el límite máximo de la banda de tolerancia, un relleno completo del bastidor de balasto como plástico reactivo espumoso. La banda de tolerancia para el volumen de cavidades a rellenar con espuma define en este contexto la zona desde el volumen de cavidades más pequeño posible hasta el volumen de cavidades mayor posible a rellenar con espuma. Esto depende esencialmente de la densidad de empaquetado, de la geometría de la chimenea de espuma así como de la altura del lecho de balasto. En este caso, todas estas magnitudes están sujetas a una cierta tolerancia, cuya suma es decisiva en último término para la anchura de la banda de tolerancia para el volumen de cavidades a rellenar con espuma. En este contexto, hay que mencionar que la banda de tolerancia para el volumen de cavidades a rellenar con espuma debe calcularse empíricamente a través de ensayos adecuados. Esto se realiza, en general, solamente una vez en el campo previo y no debe repetirse constantemente. La tolerancia del volumen de cavidades a rellenar

- con espuma en la zona máxima representa ahora el volumen máximo posible de cavidades calculado empíricamente del bastidor de balasto en la zona del lugar de introducción. En este caso, deberían tenerse en cuenta, naturalmente, al mismo tiempo los conocimientos con respecto al desarrollo de la altura del lecho de balasto, puesto que esto provoca costes innecesarios de materia prima. Dado el caso, también es ventajoso medir la altura local del lecho de balasto en el lugar de introducción por medio de aparatos de medición adecuados, como por ejemplo un geo-radar (radar del suelo), de la manera más exacta posible. De este modo es posible mantener lo más estrecha posible la banda de tolerancia para el volumen de cavidades a rellenar con espuma.
- De la misma manera, ya no es posible un relleno excesivo de espuma por encima de las traviesas y carriles, puesto que la espuma ascendente está limitada en dirección vertical por medio de la cubierta. La cubierta tiene que cubrir a tal fin necesariamente todo el lado superior libre del lecho de balasto. Pero para una limitación fiable de la espuma ascendente será ventajoso que se cubra con la cubierta una superficie del lecho de balasto, que se extiende sobre un perímetro de al menos 200 mm, con preferencia al menos 300 mm partiendo desde un punto de introducción o una línea de introducción para la mezcla de reacción.
- El procedimiento de acuerdo con la invención proporciona la ventaja adicional de que el plástico reactivo que rellenaría exceso con espuma sin la cubierta y representaría una caída después de su erosión, se escapa hacia el lado al campo del lecho de balasto adyacente. Es decir que el procedimiento de acuerdo con la invención posibilita también un aprovechamiento óptimo del plástico reactivo empleado y de esta manera proporciona también un aspecto económico positivo adicional.
- Cuando los puntos de introducción se encuentran en la proximidad inmediata de una traviesa, esta traviesa forma por sí misma, en una forma de realización preferida del procedimiento, una parte de la cubierta.
- Con preferencia se trata de una cubierta, que se extienden transversalmente al desarrollo de los carriles al menos sobre la anchura de la vía de los carriles y a lo largo del desarrollo de los carriles sobre un recorrido, respectivamente, de al menos 200 mm, partiendo desde un punto de introducción o bien una línea de introducción para la mezcla reactiva.
- Como lecho de balasto se designa en este contexto la totalidad de todas las piedras de balasto de la superestructura ferroviaria que descansan sobre el plano, es decir, sobre la superficie compactada del cuerpo de tierra; y como bastidor de balasto se designa la estructura de las piedras de balasto que están en contacto entre sí con las cavidades más o menos grandes entre las piedras de balasto.
- Dado el caso, se pueden tomar medidas adicionales en los laterales del lecho de balasto, para que la chimenea de espuma no sobresalga lateralmente desde el lecho de balasto. En una configuración ventajosa del procedimiento, la cubierta cubre, por lo tanto, también las zonas descendentes laterales del lecho de balasto.
- El procedimiento de acuerdo con la invención comprende tanto un relleno completo con espuma como también un relleno parcial con espuma de un lecho de balasto a compactar. En el caso del relleno completo con espuma se rellenan con espuma esencialmente todas las cavidades en el bastidor de balasto del lecho de balasto respectivo.
- No obstante, en una variante preferida del procedimiento, se rellenan con espuma solamente aquellas cavidades en el bastidor de balasto, que se encuentran dentro de las zonas de disipación de la carga por debajo de las traviesas. De manera correspondiente, se necesitan también sólo cubiertas mínimas, que solamente delimitan la caperuza de las chimeneas de espuma que se elevan hacia las traviesas. Esta variante es especialmente económica, puesto que de esta manera se pueden reducir al mínimo el empleo de plástico reactivo y, por lo tanto, también los costes correspondientes de la materia prima.
- Para el instante del emplazamiento de la cubierta sobre o bien por encima del lecho de balasto existen, en principio, dos variantes del procedimiento.
- O bien se puede introducir en primer lugar la mezcla reactiva y a continuación colocar la cubierta o se puede colocar primero la cubierta e introducir la mezcla reactiva a través de orificios o bien ranuras en la cubierta y a continuación cerrar de nuevo o bien con la mano o de forma automática los orificios o bien las ranuras con elementos de cierre adecuados. La variante, en la que se introduce primero la mezcla reactiva y se coloca a continuación la cubierta, es menos costosa desde el punto de vista de la técnica de aplicación, en particular en lo que se refiere a la manipulación de la cabeza de mezcla, porque las posiciones de entrada para la mezcla reactiva no deben aproximarse tan exactamente como en la segunda variante, en la que la cabeza de mezcla debe colocarse exactamente sobre el orificio de llenado en la cubierta. Además, en la segunda variante deben cerrarse de nuevo también todavía los orificios de relleno después de la introducción de la mezcla reactiva. La ventaja de la segunda variante reside, sin embargo, en un ciclo de tiempo más corto. Puesto que en este caso el proceso de relleno con espuma se puede realizar inmediatamente después del final de la introducción de la mezcla reactiva y del cierre de los orificios de relleno, De esta manera, en este caso se pueden emplear sistemas reactivos de materia prima más elevados, que posibilitan tiempos más cortos de subida y de endurecimiento.

En cambio, en la primera variante, el proceso de relleno con espuma solamente se puede iniciar esencialmente cuando la cubierta ha sido colocada sobre o bien por encima del lecho de balasto. La necesidad de tiempo para la colocación de la cubierta debe tenerse en cuenta, por lo tanto, durante la activación o bien la catálisis del sistema de materia prima. Esto tiene también entonces como consecuencia que los tiempos de endurecimiento para el plástico reactivo son más largos que en la segunda variante. No obstante, existe la posibilidad de compensar este inconveniente elevando de manera correspondiente el número de los elementos de cubierta. La decisión sobre cuál de las dos variantes del procedimiento es la más adecuada se puede tomar solamente en el marco de la aplicación especial respectiva.

Después del proceso de relleno con espuma, el frente de espuma alcanza el lado inferior de la cubierta. Para que el plástico reactivo, que posee de manera más conveniente las más altas propiedades adhesivas para la unión con las piedras de balasto, no se adhiera a la cubierta, otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que se aplique sobre el lado inferior de la cubierta un agente de separación pulverizable o extensible. De manera alternativa, también se puede colocar una lámina de separación, por ejemplo de polietileno, sobre el lecho de balasto.

Otra variante consiste en recubrir el lado inferior de la cubierta propiamente dicha con un material que se separa por sí mismo, por ejemplo de polietileno, o con otro recubrimiento antiadhesivo.

También con respecto a la forma de realización de las cubiertas existen dos variantes básicas diferentes y, en concreto, por una parte, cubiertas que se colocan directamente sobre el lecho de balasto y, por otra parte, cubiertas que están configuradas de tal forma que están dispuestas en su posición colocada a una distancia de la superficie del lecho de balasto.

Las cubiertas que están colocadas sobre el lecho de balasto deben ser, en general, flexibles, puesto que el lecho de balasto normalmente nunca es totalmente liso. También pueden estar constituidas, por ejemplo, de una estera o lámina flexible. La utilización de una estera o lámina flexible es ventajosa también con respecto a la compensación de tolerancias de la distancia de las traviesas sucesivas, que están distanciadas esencialmente de una manera uniforme. No obstante, hay que tener en cuenta que la presión de la espuma puede estar, en general, entre 0,01 y 0,2 bares. Esto significa que la fuerza superficial que se produce a través de la presión de la espuma sobre la estera o lámina flexible debe contrarrestarse o bien a través de una armadura adecuada o a través de una contra presión, por ejemplo, de un cojín de aire apoyado. La fuerza opuesta necesaria se puede aplicar con preferencia a través de un vehículo ferroviario propiamente dicho, que forma parte de un dispositivo correspondiente para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención. Las cubiertas, que se dispone de acuerdo con la variante alternativa del procedimiento a distancia de la superficie del lecho de balasto, están fabricadas, en cambio, de manera más conveniente de materiales rígidos, es decir, resistentes a la flexión, como por ejemplo de chapa. De esta manera, estas cubiertas rígidas aportan ya desde el principio una cierta armadura.

Pero también se puede utilizar, en general, un vehículo ferroviario propiamente dicho, utilizado para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención para el apoyo, puesto que, en general, durante el endurecimiento de la espuma reactiva se encuentra sobre la cubierta.

La distancia entre la superficie del lecho de balasto y el lado inferior de la cubierta provoca también que sobre el lecho de balasto aparezca una superficie de plástico densa, que proteger el lecho de balasto contra cualquier contaminación, pero también contra agua de lluvia y en último término también contra repercusiones a través de humedad de congelación.

En otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, los componentes reactivos son transportados de una manera dosificada hacia al menos una cabeza de mezcla de alta presión y son mezclados allí. A continuación se aplica la mezcla reactiva líquida en circulación libre sobre la superficie del bastidor de balasto. La mezcla reactiva líquida se ajusta a tal fin de tal forma que el proceso de relleno con espuma solamente se inicia cuando la mezcla reactiva que circula a través del bastidor de balasto ha alcanzado la superficie del cuerpo de tierra que se encuentra debajo del lecho de balasto.

Este tipo de procedimiento especial contiene varias ventajas. En oposición a las lanzas de inyección o bien las herramientas de inyección descritas en los documentos DE 20 63 727 A1, EP 1 619 305 A2, DE 24 48 978 A1 así como US 3 942 448, que deben aclararse después de la introducción de la mezcla debajo de la superficie del lecho de balasto con disolvente o con una mezcla de disolvente y aire, la aplicación de una cabeza de mezcla de alta presión, que aplica la mezcla en circulación libre sobre la superficie del lecho de balasto y a continuación expulsa la mezcla residual fuera de la cámara de mezcla y de los canales de descarga con correderas, es totalmente perfecta desde el punto de vista ecológico y, además, es ventajosa también desde el punto de vista económico, puesto que no se producen pérdidas de materia prima en este procedimiento.

Otra ventaja esencial de este tipo de procedimiento especial reside también en dejar circular la mezcla reactiva hasta el plano. En efecto, esto asegura que el bastidor de balasto es rellenado desde el plano hasta la zona por debajo de las traviesas completamente con plástico reactivo, de manera que no pueden permanecer bolsas de aire

perjudiciales al menos dentro de la zona de disipación de la carga, en las que se colocarían sueltas las piedras de balasto y no estarían estabilizadas contra rotación y desplazamiento.

5 A través de la adición separada de un catalizador o de un activador, o bien directamente en la cabeza de mezcla o en la corriente de dosificación de uno de los componentes principales o en la corriente de relleno de uno de los componentes reactivos de la mezcla reactiva, es posible una introducción casi discrecional del tiempo de inicio del proceso de relleno con espuma. La mezcla reactiva se ajusta con preferencia de tal forma que el proceso de relleno con espuma se inicia con un retraso en el intervalo de 3 segundos a 30 segundos.

10 De esta manera, el tiempo de inicio debe ser claramente mayor en el caso de alturas mayores del lecho de balasto, como por ejemplo en curvas, que en alturas más bajas del lecho de balasto. El tiempo de inicio debe ser también más largo cuando la cubierta del lecho de balasto se realiza después de la introducción de la mezcla y puede ser más corto cuando la cubierta del lecho de balasto se realiza antes de la introducción de la mezcla reactiva líquida.

15 Aproximadamente de 5 a 100 segundos después del final del tiempo de inicio o bien después del comienzo del relleno con espuma, se puede retirar de nuevo la cubierta. En el caso de sistemas de espuma más altamente reactivos después de aproximadamente 5 a 20 segundos, en los sistemas de espuma reactiva más lentos, después de aproximadamente 80 a 100 segundos.

Puesto que el componente reactivo de poliuretano isocianato reacciona con agua, también las piedras de balasto como también el plano deberían estar lo más secos posible, para garantizar un ciclo de reacción química perfecto.

20 Es favorable que las piedras de balasto estén secas ya antes de la aplicación sobre el plano, de la misma manera que también el propio plano, y no pueda llegar ningún tipo de humedad después de la creación del lecho de balasto sobre el plano ya hasta el lecho de balasto o bien sobre el plano, por ejemplo por medio de la cobertura del lecho de balasto con un toldo. Con esta finalidad también es concebible el empleo de vagones ferroviarios móviles más ligeros. Que están constituidos esencialmente por un mecanismo de traslación con una cubierta adecuada. No obstante, de manera ideal, la máquina de relleno con espuma está dispuesta directamente detrás de una máquina de bateo para el relleno y compactación del balasto seco. De esta manera se rellena con espuma el lecho de balasto de acuerdo con lo planificado en un estado seco definido.

No obstante, en el caso de que por razones económicas sea desfavorable adaptar el funcionamiento de la máquina de relleno con espuma y de la máquina de bateo del balasto de manera adecuada lógicamente entre sí, es conveniente, en general, un secado posterior del lecho de balasto.

30 Para asegurar un proceso de relleno con espuma perfecto, es ventajoso, además, atemperar las piedras de balasto así como el plano antes de la introducción de la mezcla reactiva. La temperatura óptima del lecho de balasto que debe rellenarse con espuma está en el intervalo desde aproximadamente 30 hasta 35°C. Es decir, que en el invierno, cuando las temperaturas son muy bajas, deben calentarse las piedras de balasto así como el plano, mientras que a temperaturas altas del verano, deberían refrigerarse las piedras de balasto así como el plano. No obstante, también es concebible utilizar temperaturas relativamente altas del lecho de balasto que debe rellenarse con espuma, por decirlo así, como activación térmica y reducir de manera correspondiente la activación química, es decir, la porción de activador o bien de catalizador.

40 Por lo demás, el cometido indicado anteriormente se soluciona por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 8. El dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un vehículo ferroviario, que está provisto con una instalación de formación de espuma para rellenar con espuma cavidades en el bastidor de balasto, de manera que la espuma se forma a partir de una mezcla reactiva líquida, y de manera que la instalación de formación de la espuma presenta al menos un dispositivo de mezcla para la mezcla de los componentes de la mezcla reactiva y al menos un canal de descarga para la introducción de la mezcla reactiva líquida en el bastidor de balasto. De acuerdo con la invención, e al menos un vehículo ferroviario está provisto con al menos una cubierta móvil o transportable para la delimitación espacial de espuma que se expande. Además, el vehículo ferroviario presenta una instalación de elevación, que emplaza la al menos una cubierta antes de la terminación del proceso de relleno con espuma sobre o por encima del lecho de balasto y la retira después de la terminación del proceso de relleno con espuma.

50 En principio, es posible alojar todos los equipos de la instalación de formación de espuma, la al menos una cubierta, la instalación de elevación asociada a la cubierta así como, dado el caso, otros equipos adicionales del dispositivo de acuerdo con la invención sobre un único vehículo ferroviario. No obstante, esto condiciona escotaduras dimensionadas suficientemente grandes en el fondo de este vehículo ferroviario, a través de las cuales se pueden realizar las diferentes funciones, como secado atemperación de zonas relevantes del lecho de balasto así como del plano, introducción de mezcla reactiva, colocar las cubiertas y retirarlas de nuevo, respectivamente.

55 Es más práctico alojar los equipos del dispositivo de acuerdo con la invención sobre dos, eventualmente incluso sobre tres vehículos ferroviarios, que están agrupados en un tres de relleno de espuma acoplado electrónicamente. Así, por ejemplo, sobre un primer vehículo ferroviario e encuentran equipos para el secado y/o atemperación así

5 como equipos de dosificación de la instalación de formación de espuma con los depósitos de reserva correspondientes, por lo demás al menos una cabeza de mezcla de alta presión con un aparato de manipulación correspondiente. Obre el segundo vehículo ferroviario siguiente se encuentra entonces la al menos una instalación de elevación para la colocación y retirada de la al menos una cubierta o bien en el caso de utilización de varias cubiertas, dado el caso, un apilamiento correspondiente para las cubiertas. Esta forma de realización se aplica para la variante del procedimiento, en la que las cubiertas se colocan después de la introducción de la mezcla reactiva.

10 Para la variante del procedimiento en la que las cubiertas se colocan antes de la introducción de la mezcla reactiva, sobre el primer vehículo ferroviario se encuentran los equipos para el secado y/o atemperación así como una instalación de elevación para la colocación de las cubiertas. Sobre el segundo vehículo ferroviario se encuentran entonces los equipos de dosificación con los depósitos de reserva y la al menos una cabeza de mezcla de alta presión con el aparato de manipulación correspondiente, así como una instalación de elevación para la retirada de las cubiertas.

15 Como cabeza de mezcla de alta presión se puede utilizar, de acuerdo con el grado de dificultad del cometido de mezcla una cabeza de mezcla o bien de una, dos o tres correderas. En una cabeza de mezcla de alta presión, los componentes son inyectados a través de toberas, que convierten la energía de presión en energía de circulación, a una cámara de mezcla pequeña, en la que se mezclan entre sí en virtud de su alta energía cinética. La presión de los componentes a la entrada en las toberas está en este caso en una presión absoluta de más de 25 bares, con preferencia en un intervalo entre 30 y 300 bares. En general, la cámara de mezcla se limpia al término de la carga mecánicamente por medio de un empujador. Pero en el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden emplear también cabezas de mezcla, que son sopladas con aire. La ventaja esencial de la cabeza de mezcla de alta presión se puede ver en que tal cabeza de mezcla se puede limpiar de una manera esencialmente mejor y si el empleo de disolventes después de cada carga.

25 Como cabezas de mezcla de alta presión se contemplan cabezas de mezcla de una, dos o también tres correderas, todas las cuales se pueden limpiar por sí mismas. Es decir, que en estos tipos de construcción de las cabezas de mezcla, todo el sistema de mezcla y de descarga es limpiado por medio de correderas mecánicamente de la mezcla reactiva, de manera que a continuación no son necesarios ya procesos de lavado y de limpieza costosos de ningún tipo.

30 La decisión sobre si se emplea una cabeza de mezcla de una, dos o tres correderas depende del grado de dificultad del cometido de mezcla para la mezcla reactiva. En el caso de un sistema de materia prima fácil de limpiar es suficiente, en general, una cabeza de mezcla de una corredera, por ejemplo la llamada "cabeza de mezcla de ranuras" conocida en el sector de PUR (poliuretano). Para cometidos de mezcla más difíciles se utiliza con preferencia una cabeza de mezcla de dos correderas, por ejemplo la cabeza de mezcla MT de la Fa. Hennecke. En este sistema de mezcla de alta calidad existe una corredera de control para la zona de la cámara de mezcla, una corredera de estrangulamiento para la zona de estrangulamiento y una corredera separada para la zona de descarga. Con una cabeza de mezcla de este tipo no sólo son posibles mezclas excelentes, sino también la descarga de la mezcla a través del canal de descarga separado es totalmente laminar y libre de inyección.

35 Por lo tanto, se emplea con preferencia una cabeza de mezcla de alta presión, que presenta un canal de descarga separado, y a través del cual se puede descargar la mezcla reactiva de forma laminar y sin inyección.

40 En una forma de realización preferida, la cubierta está conectada por fricción con el vehículo ferroviario, de manera que la fuerza de peso del vehículo ferroviario es mayor que la fuerza de la espuma que actúa sobre la cubierta, que se puede calcular a partir de la presión de la espuma y el área.

A continuación se explica la invención con la ayuda de un dibujo que representa varios ejemplos de realización. Se muestra en representación esquemática lo siguiente.

45 La figura 1 muestra una sección de una superestructura ferroviaria (superestructura de vía) en una vista de la sección vertical longitudinal para la ilustración del cometido en el que se basa el procedimiento de acuerdo con la invención.

Las figuras 2 a 3 muestran una sección de una superestructura ferroviaria (superestructura de vía) en una vista de la sección vertical longitudinal para la ilustración de un primer ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

50 La figura 4 muestra una vista de la sección transversal vertical de la superestructura ferroviaria de la figura 3 a lo largo de la línea de intersección A – A con lecho de balasto relleno de espuma.

Las figuras 5 y 6 muestran una sección de una superestructura ferroviaria en una vista de la sección vertical longitudinal para la ilustración de un segundo ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

Las figuras 7 y 8 muestran una sección de una superestructura ferroviaria en una vista de la sección vertical

longitudinal para la ilustración de un tercer ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 9 muestra un dispositivo de acuerdo con la invención para rellenar con espuma las cavidades en el bastidor de balasto de un lecho de balasto con plástico reactivo, de acuerdo con la variante del procedimiento representada en las figuras 2 a 4, y

- 5 La figura 10 muestra otro dispositivo de acuerdo con la invención para rellenar con espuma las cavidades en el bastidor de balasto de un lecho de bastidor con plástico reactivo, de acuerdo con la variante del procedimiento representada en las figuras 7 y 8.

La figura 1 ilustra el planteamiento del cometido en el que se basa el procedimiento de acuerdo con la invención. Muestra un lecho de balasto 1 sobre un plano irregular 2. En la zona superior del lecho de balasto 1 están dispuestas una traviesas 3, sobre las que está fijada una sección de carril 4. En la zona izquierda de esta representación esquemática, el volumen real de la cavidad es demasiado pequeño con relación a la mezcla reactiva a introducir, puesto que la altura real del lecho de balasto es claramente menor que la altura calculada del lecho de balasto H. Esto ha conducido a un relleno excesivo de espuma de la traviesa izquierda 3 y la zona izquierda del carril. En la zona derecha del esquema, el volumen real de la cavidad es demasiado grande con relación a la mezcla reactiva introducida, puesto que la altura real del lecho de balasto es claramente mayor que la altura calculada del lecho de balasto H. Esto ha conducido a una chimenea de espuma demasiado baja, que no ha alcanzado incluso la traviesa derecha 3, de manera que las piedras de balasto no están estabilizadas a través de la chimenea de espuma demasiado baja.

En el centro entre las dos chimeneas de espuma fracasadas se representa, para comparación, una chimenea de espuma correcta, que conduce desde el plano hasta la zona inferior de la traviesa central 3 y de esta manera provoca una estabilización perfecta de esta zona de chimenea.

Las figuras 2 y 3 muestran de forma esquemática el ciclo de principio del procedimiento de acuerdo con la invención.

Sobre un plano 2 se encuentra un lecho de balasto 1, en el que en la zona superior del lecho de balasto 1 están dispuestas unas traviesas 3, sobre las que están fijados de nuevo unos carriles 4. La figura 2 muestra, además, una cabeza de mezcla 5, en la que se trata con preferencia de una cabeza de mezcla de alta presión, hacia la que se transforman dosificados los componentes reactivos 6, 7 y se mezclan allí. La mezcla reactiva líquida 8 descargada desde la cabeza de mezcla 5 es aplicada de manera libremente fluida sobre la superficie 9 del lecho de balasto 1. Fluye a través del bastidor de balasto 10 hasta el plano 2. La mezcla reactiva líquida se convierte en una espuma 11, con preferencia en espuma de poliuretano (ver también las figuras 3 y 4). No obstante, el proceso de relleno de espuma no comienza inmediatamente después de la descarga desde la cabeza de mezcla 5, sino con retraso. A tal fin, se añade a los componentes reactivos 6, 7 un catalizador o activador adecuado. Esto se realiza a través de la adición separada de un catalizador o activador o bien directamente en la cabeza de mezcla 5 o en la corriente de dosificación de uno de los componentes principales o en la corriente de relleno de uno de los componentes reactivos de la mezcla reactiva 8. La mezcla reactiva se ajusta a través de la adición del catalizador o del activador con preferencia de tal forma que el proceso de formación de espuma se inicia con un retraso en el intervalo de 3 segundos a 30 segundos. El proceso de relleno de espuma se puede iniciar, por ejemplo, después de la espiración de un tiempo de aproximadamente 15 segundos.

Pero también es concebible el empleo de formulaciones acabadas, en las que el catalizador o activador está incorporado en la mezcla en uno de los componentes principales, con preferencia en el componente polioli.

40 Inmediatamente después de la introducción de la mezcla reactiva 8 se retorna (no se representa en el dibujo) la cabeza de mezcla de alta presión 5 a su posición cero (posición de no utilización) y se coloca una cubierta 12 por medio de un aparato de manipulación (ver también la figura 9) entre las traviesas 3 directamente sobre el lecho de balasto 1. La cubierta 12 es flexible y se puede adaptar a eventuales irregularidades de la superficie del lecho de balasto. Para contrarrestar la presión de relleno con espuma de aproximadamente 0,01 bar que se produce a través de la espuma ascendente y fijar la cubierta 12 con seguridad en su posición sobre el lecho de balasto 1, se apoya por ejemplo por medio de un cojín de aire (no se representan en el dibujo) que está dispuesto en una carcasa, que es retenida de nuevo por los carriles 4. Al menos el lado inferior de la cubierta 12 está provisto con un recubrimiento antiadhesivo.

El tiempo de inicio del proceso de relleno de espuma ha sido ajustado aproximadamente a 15 segundos, para posibilitar, por una parte, que la mezcla reactiva 8 fluya hasta el plano 2 y, por otra parte, para tener tiempo para conducir la cabeza de mezcla de alta presión 5 hasta su posición cero (aproximadamente de 6 a 7 segundos) y, además, para tener tiempo para la colocación de la cubierta 12 (aproximadamente 6 a 7 segundos). El segundo restante según el cálculo es junto al tiempo de subida de la espuma de aproximadamente 4 a 5 segundos desde el plano 2 hasta la cubierta 12 en primer lugar una reserva de tiempo. A medida que se incrementa la experiencia de producción se puede reducir al mínimo evidentemente el tiempo de reserva. Aproximadamente 80 segundos después de la terminación del tiempo de inicio o bien después del comienzo del relleno con espuma se puede retirar

de nuevo la cubierta 12.

En la figura 3 se puede reconocer que las traviesas 3 son utilizadas como complemento de la cubierta 12, para delimitar en el espacio la espuma 11 que se dilata durante el relleno de espuma.

5 La figura 4 muestra de forma esquemática una sección A – A a través de la figura 3. En este caso, se muestra claramente que el lecho de balasto 1 está obturado en su superficie herméticamente en dirección-Z por medio de la cubierta 12. La cubierta 12 cubre en este caso también las zonas descendentes laterales del lecho de balasto 1. La espuma excesiva solamente se puede escapar de esta manera dentro del lecho de balasto en dirección-X y en dirección Y, una ventaja que ilustra la rentabilidad del procedimiento de acuerdo con la invención.

10 Las figuras 5 y 6 muestran de forma esquemática una variante del procedimiento con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención. Sobre un plano 2 se encuentra un lecho de balasto 1, estando dispuestas en la zona superior del lecho de balasto 1 unas traviesas 3, sobre las que están fijados de nuevo unos carriles 4.

15 La figura 5 muestra, además, dos cabezas de mezcla de alta presión 5, a las que se transportan de forma dosificada unos componentes reactivos 6, 7. La mezcla reactiva líquida 8, que sale al mismo tiempo desde las dos cabezas de mezcla de alta presión 5, es aplicada por los dos lados fluyendo libremente junto a la traviesa 3 sobre el lado superior 9 del lecho de balasto 1. La mezcla reactiva 8 fluye a través del bastidor de balasto 10 hasta el plano 2 y forma allí después de la espiración de un cierto periodo de tiempo espuma 11, que se eleva a través del bastidor de balasto hacia el lado superior del balasto 9 (ver también la figura 6); de manera que el tiempo de inicio ha sido ajustado para el proceso de relleno de espuma en este ejemplo aproximadamente a 9 segundos.

20 Inmediatamente después de la introducción de la mezcla se retornan las dos cabezas de mezcla de alta presión 5 a su posición cero (no se representa en el dibujo). A continuación se coloca por medio de un aparato de manipulación a ambos lados de la traviesa 3 una cubierta 12 de dos partes sobre el lecho de balasto 1. Las dos partes 12.1, 12.2 de la cubierta son retenidas juntas por medio de pestillos 12.3, que puentean la traviesa 3 respectiva o bien se apoyan sobre ésta. La cubierta 12 se extiende transversalmente al desarrollo de los carriles aproximadamente sobre el ancho de vía de los carriles 4. A lo largo del desarrollo de los carriles, cada una de las dos partes 12.1, 12.2 de la cubierta 12 tiene una anchura de al menos aproximadamente 200 mm. La cubierta 12 es pesada por sí misma y tiene un peso específico de al menos aproximadamente 0,012 kg/cm<sup>2</sup>, para contrarrestar la presión de la espuma de 0,01 bar que se produce a través de la espuma ascendente 11. La cubierta 12 presenta en su lado inferior un recubrimiento antiadhesivo, por ejemplo una lámina de separación, que impide una adhesión de la espuma 11 en la cubierta 12.

30 En la figura 6 se puede reconocer de nuevo que la traviesa 3 respectiva se utiliza como complemento de la cubierta 12 para delimitar espacialmente la espuma 11 que se expande durante el relleno de espuma.

La diferencia esencial con respecto a la variante del procedimiento representada en las figuras 2, 3 y 4 consiste en que solamente se rellenan con espuma las cavidades en el bastidor de balasto 10, que se encuentran dentro de la zona de disipación de la carga 13 debajo de las traviesas 3.

35 De esta manera es posible reducir la entrada de mezcla de plástico reactivo aproximadamente en un 30 %, por lo demás con las mismas condiciones que en el ejemplo representado en las figuras 2, 3 y 4, es decir, por lo demás con la misma altura del lecho de balasto y el mismo volumen específico de cavidad entre las chimeneas de balasto.

40 El tiempo de inicio para la mezcla reactiva es en este ejemplo aproximadamente 9 segundos. Es decir, aproximadamente 6 segundos más corto que en el ejemplo representado en las figuras 2, 3 y 4, porque, por una parte, la cantidad de mezcla es aproximadamente un 30 % menor y, por consiguiente, también el tiempo que se necesita para hacer fluir la mezcla reactiva 8 hasta el plano 2 (aproximadamente de 4 a 5 segundos) y, por otra parte, el tiempo para la colocación de la cubierta 12 son igualmente más cortos (aproximadamente de 3 a 4 segundos), puesto que la cubierta 12 según la figura 6 se puede manipular de una manera esencialmente más sencilla.

45 Puesto que en este ejemplo son posibles un tiempo de inicio más corto y, por lo tanto, un sistema de formación de espuma más altamente reactivo, se puede reducir también el tiempo de endurecimiento para el plástico reactivo. De esta manera se puede retirar de nuevo la cubierta 12 ya aproximadamente 60 segundos después del tiempo de inicio o bien después del comienzo de la formación de la espuma.

50 Las figuras 7 y 8 muestran de forma esquemática otras variantes del procedimiento con relación al procedimiento de acuerdo con la invención. Los mismos números en las figuras 7 y 8 que en las figuras 2, 3 4 o bien 5 y 6 identifican también en cada caso elementos del mismo tipo. En las figuras 7 y 8 se representan otras dos variantes del procedimiento frente a las figuras 2, 3 y 4 o bien 5 y 6.

La primera variante consiste en que la cubierta 12 es colocada antes de la introducción de la mezcla reactiva sobre el lecho de balasto 1 (ver la figura 7) y la mezcla reactiva 8 es introducida fluyendo libremente a través de un orificio

14 en la cubierta 12 y el orificio 14 es cerrado de nuevo a continuación con un elemento de cierre 15 activado de forma automática (ver la figura 8). De esta manera es posible acortar el tiempo de inicio en torno a 5 a 6 segundos aproximadamente, manteniendo por lo demás los mismos parámetros totalmente iguales con respecto al tipo de procedimiento representado en las figuras 2, 3 y 4, a saber, en el tiempo que se necesita para colocar la cubierta.

- 5 Puesto que este tipo de procedimiento posibilita de esta manera un sistema de espuma todavía más altamente reactivo, se puede reducir claramente también el tiempo de endurecimiento para el plástico reactivo. De esta manera, se puede retirar la cubierta 12 e nuevo ya después de 40 segundos aproximadamente.

La segunda variante representada en las figuras 7 y 8 consiste ahora en que la cubierta 12 no se coloca sobre el lecho de balasto 1, sino a distancia del lado superior 9 del lecho de balasto 1. La distancia entre el lado inferior de la cubierta 12 y el lado superior 9 del lecho de balasto 1 puede estar en el intervalo desde 0,5 hasta 10 cm, con preferencia en el intervalo desde 0,8 cm hasta 8 cm. En este caso existe de manera especialmente preferida una distancia en el intervalo de 1 cm a 5 cm. Esto es posible porque se colocan a modo de ejemplo en el exterior en el cuerpo de la cubierta 12 en forma de placa resistente a la flexión unos elementos de retención 12.4, con lo que se suspende la cubierta 12 en las traviesas 3. Esto tiene la ventaja de que sobre el lecho de balasto 1 se forma una superficie de plástico hermética 11.1, que protege el lecho de balasto 1 contra cualquier contaminación, pero también contra agua de lluvia y en último término también contra repercusiones a través de humedad de congelación. Teniendo en cuenta las tolerancias de la distancia esencialmente uniforme entre las traviesas 3 sucesivas, el cuerpo en forma de placa de la cubierta 12 está dimensionado de tal forma que se puede emplazar con un juego inferior a 40 mm, con preferencia inferior a 30 mm, de manera especialmente preferida inferior a 20 mm entre dos traviesas 3 adyacentes. También la cubierta 12 según las figuras 7 y 8 presenta en su lado inferior un recubrimiento antiadhesivo, por ejemplo una lámina de separación, que impide una adhesión de la espuma 11 en la cubierta.

La figura 9 muestra a modo de ejemplo, de forma esquemática, un dispositivo de acuerdo con la invención para el relleno de espuma de las cavidades en el bastidor de balasto 10 de un lecho de balastro 1 con plástico reactivo, por ejemplo con poliuretano. Sobre un plano 2 se encuentra un lecho de balasto 1, en cuya zona superior están dispuestas unas traviesas 3, sobre las cuales están fijados de nuevo unos carriles 4. Sobre la sección de carril se encuentra un tren de formación de espuma, que está constituido por dos vehículos ferroviarios 17.1, 17.2, que están acoplados electrónicamente por medio de un ordenador central 18. Sobre el primer vehículo ferroviario 17.1 se encuentra además del accionamiento 19 para este vehículo ferroviario 17.1 un equipo 20 para la atemperación del plano 2 así como de las piedras de balasto 21 aproximadamente a 35°C. El equipo 20 comprende además de una instalación de calefacción (no representada en detalle) para el calentamiento del lecho de balasto 1 a bajas temperaturas exteriores, como predominan por ejemplo en invierno, con preferencia también una instalación de refrigeración (tampoco representada en detalle) para la refrigeración del lecho de balasto 1 a altas temperaturas exteriores.

35 Las piedras de balasto 21 han sido suministradas en este ejemplo en estado seco y han sido colocadas por medio de un tren de trabajo separado (no representado en el dibujo) sobre el plano 2 ya secado con anterioridad. Sobre el lecho de balasto 1 ahora seco así como el plano 2 seco ha sido colocado entonces un toldo móvil 22, de manera que tanto el lecho de balasto 1 como también el plano 2 están protegidos frente a las influencias del medio ambiente.

40 En el caso de un lecho de balasto húmedo 1, sobre el primer vehículo ferroviario 17.1 o sobre un tercer vehículo ferroviario (no mostrado) que se desplaza delante del primer vehículo ferroviario, se encuentra al menos una instalación de calefacción para el secado del lecho de balasto 1 así como del plano 2.

45 Sobre el primer vehículo ferroviario 17.1 se encuentran, además, los equipos de dosificación 23 con los depósitos de reserva correspondientes así como con los conductos de conducción hidráulica (no representados) para un polioliol, un isocianato así como un catalizador, por lo demás una cabeza de mezcla de alta presión 5 con aparato de manipulación 24 de la cabeza de mezcla correspondiente.

La mezcla reactiva 8 introducida en el lecho de balasto 1 tiene un tiempo de inicio de aproximadamente 15 segundos para tener tiempo suficiente para dejar fluir la mezcla reactiva hasta el plano 2 o bien conducir la cabeza de mezcla de presión 5 a su posición cero y para poder colocar, por otra parte, todavía la cubierta 12 después de la introducción de la mezcla y de la retirada de la cabeza de mezcla de alta presión.

50 Sobre el segundo vehículo ferroviario 17.2 se encuentran, además del accionamiento 19 para este vehículo ferroviario, una pila 25 para una pluralidad de cubiertas 12 así como un aparato de manipulación (instalación de elevación) 26, 27 para el emplazamiento de las cubiertas 12 sobre el lecho de balasto 1 así como para la retirada de las cubiertas 12. A la pila 25 está asociado un sensor (no mostrado), que detecta la presencia de cubiertas 12 en la zona de la pila.

55 Las cubiertas 12 son colocadas entre las traviesas 3 sobre el lecho de balasto 1. Son pesadas por sí mismas para poder contrarrestar de esta manera la presión del relleno de espuma de aproximadamente 0,01 bar.

Todos los equipos o bien instalaciones 19, 20, 23, 24, 5, 25, 26, 27 se comunican a través de líneas de impulsos con el ordenador central 18, de manera que se puede realizar una operación totalmente automática.

5 Aproximadamente 75 segundos después de la espiración del tiempo de inicio o bien después del comienzo del relleno de espuma se puede retirar de nuevo la cubierta 12 colocada después de la introducción de la mezcla reactiva y se puede almacenar temporalmente sobre la pila 25.

La figura 10 ilustra otro ejemplo de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para rellenar con espuma las cavidades en el bastidor de balasto de un lecho de balasto 1 con plástico reactivo, por ejemplo con poliuretano. El dispositivo representado en la figura 10 está previsto para la realización de la variante del procedimiento representada en las figuras 7 y 8.

10 También en este caso, el dispositivo comprende dos vehículos ferroviarios 17.1, 17.2 que forman un tren de formación de espuma, que están acoplados electrónicamente por medio de un ordenador central 18. Sobre el primer vehículo ferroviario 17.1 se encuentra, además del accionamiento 19 para este vehículo ferroviario, un equipo 20 para la atemperación de las piedras de balasto 21 así como del plano 2 a una temperatura de proceso desde aproximadamente 30°C hasta 35°C. El equipo 20 comprende, además de una instalación de calefacción para el calentamiento del lecho de balasto 1 a temperaturas exteriores por debajo de la temperatura deseada del proceso de aproximadamente 30°C a 35°C, con preferencia también una instalación de refrigeración (no mostrada), con la que se puede refrigerar el lecho de balasto 1, dado el caso, cuando existe una temperatura más elevada que la temperatura deseada del proceso.

20 Las piedras de balastro 21 han sido suministradas en este ejemplo en estado seco y han sido colocadas y compactadas por medio de un tren de trabajo separado (no mostrado) sobre el plano 2 ya secado previamente. Sobre el lecho de balasto 1 seco así como sobre el plano 2 seco se ha colocado a continuación de nuevo un toldo móvil 22 para proteger el lecho de balasto 1 y el plano 2 contra las influencias de la intemperie.

25 En el caso de un lecho de balasto 1 húmedo, sobre el primer vehículo ferroviario 17,1 o un tercer vehículo ferroviario (no mostrado) que precede al primer vehículo ferroviario 17.1 se encuentra una instalación de calefacción, por medio de la cual se secan el lecho de balasto 1 y el plano 2.

Sobre el primer vehículo ferroviario 17.1 se encuentra, además, una pila 25 de varias cubiertas 12 así como una instalación de elevación 26 para el emplazamiento de las cubiertas 12 por encima del lecho de balasto 1.

30 Las cubiertas 12 son emplazadas antes de la introducción de la mezcla reactiva líquida 8 por encima del lecho de balasto 1. Se forman en cada caso a partir de un cuerpo en forma de placa resistente a la flexión, que está dimensionado de tal forma que se puede emplazar con un juego inferior a 20 mm entre dos traviesas 3 adyacentes. Cada una de las cubiertas 12 está provista con elementos de retención 12.4 que sobresalen lateralmente frente a los lados longitudinales de su cuerpo en forma de placa. Con estos elementos de retención 12.4 se puede colocar la cubierta 12 respectiva sobre dos traviesas 3 adyacentes, de manera que el lado inferior de su cuerpo en forma de placa está distanciada con respecto al lado superior 9 del lecho de balasto 1. La cubierta 12 presenta, además, un orificio de paso 14 para la conducción de mezcla reactiva líquida 8 hasta el bastidor de balasto y un elemento de cierre 15 asociado al orificio de paso. El elemento de cierre 15 está integrado con preferencia en la cubierta 12 y se activa por medio de una instalación de elevación 26 y/o por medio de un racor de salida en la cabeza de mezcla 5 de una instalación de formación de espuma, de manera que el orificio de paso 14 en la cubierta 12 se abre y se cierra de nuevo.

40 Sobre el segundo vehículo ferroviario 17.2 se encuentran equipos de dosificación 23 con los depósitos de reserva correspondientes y los conductos de conexión hidráulica (no representados) para polioliol, un isocianato y un catalizador y, por lo demás, una cabeza de mezcla de alta presión 5 con aparato de manipulación 24 correspondiente de la cabeza de mezcla.

45 Además, sobre el segundo vehículo ferroviario 17.2 se encuentra una instalación de elevación 27, que recibe de nuevo las cubiertas 12 colocadas sobre el lecho de balasto 1 después de la terminación del proceso de relleno de espuma y se deposita sobre este vehículo ferroviario sobre una pila 25'. Los dos vehículos ferroviarios 17.1, 17.2 están equipados con otro dispositivo de transporte (no mostrado), por ejemplo una cinta transportadora, una cinta de rodillos o una rampa, que transportan o bien conducen las cubiertas 12 recibidas con la instalación de elevación 27 desde el segundo vehículo ferroviario 17.2 hacia la pila 25 del primer vehículo ferroviario 17.1.

50 Las instalaciones de relleno de espuma representadas de forma esquemática en las figuras 9 y 10 pueden presentar de acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, además, uno o varios sensores (no mostrados) para la detección de lugares de introducción, previstos sobre el lecho de balasto 1, para la mezcla reactiva líquida 8.

55 Otra configuración ventajosa del dispositivo de acuerdo con la invención consiste en que el vehículo ferroviario 17.1 está equipado con al menos un aparato de medición geofísico (no mostrado) para la determinación de la altura local del lecho de balasto 1 en el lugar de introducción de la mezcla reactiva 8, regulando un ordenador o el ordenador

central 18 la cantidad de la mezcla reactiva 8 a introducir en función de la altura del lecho de balasto calculada.

Todos los equipos de este dispositivo están conectados a través de líneas de impulsos en el ordenador central 18, que controla de forma totalmente automática los equipos.

- 5 La realización de la invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos anteriormente. En su lugar son posibles otras variantes, que utilizan la invención indicada en las reivindicaciones adjuntas también en el caso de una configuración diferente.

**REIVINDICACIONES**

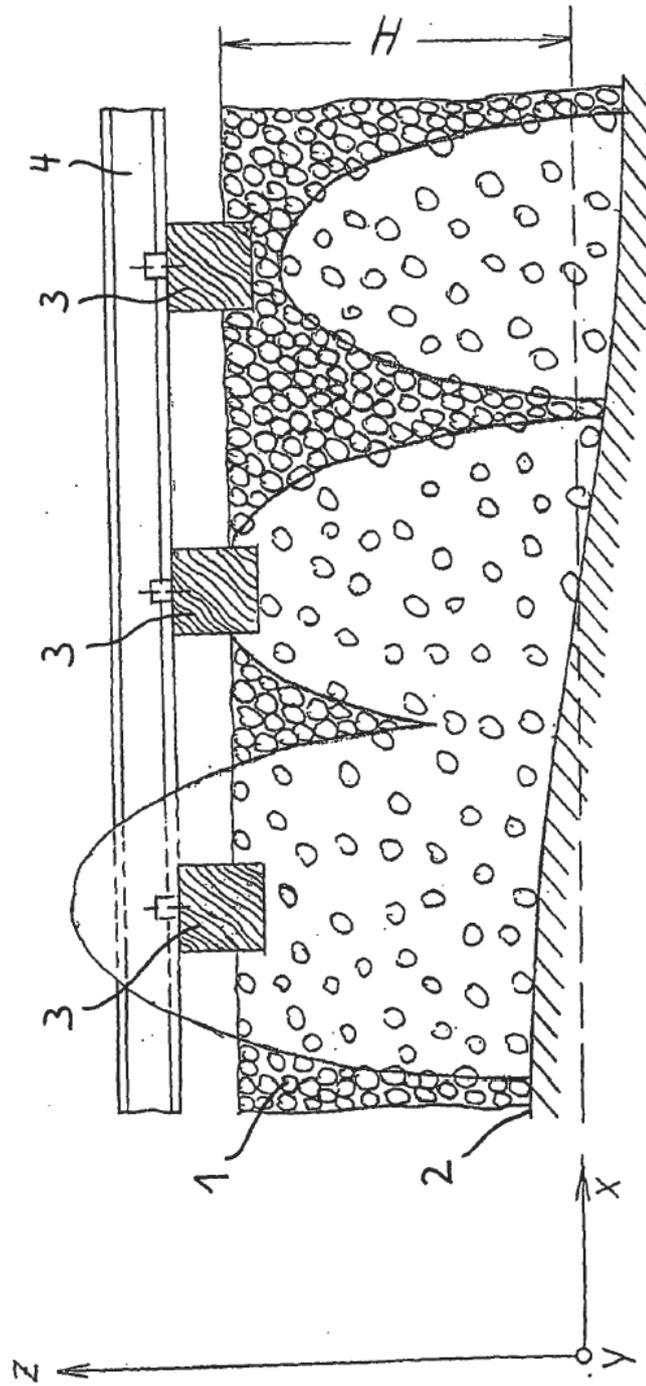
- 5 1.- Procedimiento para la compactación de un lecho de balasto (1), en cuya zona superior están dispuestas unas traviesas (3) con carriles (4) fijados encima, en el que el lecho de balasto presenta debajo de las traviesas (3) unas zonas de disipación de la carga (13) que absorben cargas que actúan sobre los carriles y las transmiten sobre un
- 10 cuerpo de tierra que se encuentra debajo del lecho de balasto, en el que las cavidades en el bastidor de balasto del lecho de balasto (1) son rellenas con una espuma (11) formada a partir de una mezcla reactiva (8), en el que en el bastidor de balasto se introduce tanta mezcla reactiva (8) que resulta al menos en las zonas de disipación de la carga (13) un relleno, que se extiende desde la superficie (2) del cuerpo de tierra del bastidor de balasto hasta el
- 15 lado inferior de las traviesas (3), del bastidor de balasto (10) con espuma (11), caracterizado porque se limita espacialmente la espuma (11) que se dilata durante el relleno con espuma, disponiendo antes de la terminación del proceso de relleno con espuma una cubierta (12) sobre o por encima de lecho de balasto (1).
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque con la cubierta (12) se cubre una superficie del lecho de balasto (1), que se extienden sobre un círculo de al menos 200 mm, con preferencia al menos 300 mm partiendo desde un punto de introducción o de una línea de introducción para la mezcla de reacción (8).
- 15 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque las traviesas (3) se utilizan como complemento de la cubierta (12), para limita espacialmente la espuma (11) que se dilata durante el relleno con espuma,
- 20 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque en primer lugar se introduce la mezcla reactiva (8) en el bastidor de balasto (10) y a continuación se emplaza la cubierta (12) sobre o por encima del lecho de balasto (1).
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque entre el lecho de balasto (1) y la cubierta (12) se dispone una lámina de separación.
- 25 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la cubierta (12) se retira de 5 a 100 segundos después del comienzo del proceso de relleno con espuma fuera del lecho de balasto (1).
- 25 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la altura local del lecho de balasto (1) en el punto de introducción previsto de la mezcla reactiva (8) se calcula por medio de al menos un aparato de medición geofísico y se regula la cantidad de la mezcla reactiva (8) a introducir en función de la altura calculada del lecho de balasto.
- 30 8.- Dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende al menos un vehículo ferroviario (17.1, 17.2), que está provisto con una instalación de formación de espuma para rellenar con espuma cavidades en el bastidor de balasto (10) de un lecho de balasto (1), en el que la espuma (11) se forma a partir de una mezcla reactiva líquida (8) y en el que la instalación de formación de espuma presenta al menos un dispositivo de mezcla (5) para mezclar los componentes de la mezcla reactiva (8) y al menos un canal de descarga para la introducción de la mezcla reactiva líquida (8) en el bastidor de balasto (10),
- 35 caracterizado porque el al menos un vehículo ferroviario (17.1, 17.2) está provisto con al menos una cubierta móvil o transportable (12) para la limitación espacial de espuma (11) en expansión y presenta al menos una instalación de elevación (26, 27), que emplaza al menos una cubierta (12) antes de la terminación del proceso de relleno con espuma sobre o por encima del lecho de balasto (1) y se retira después de la terminación del proceso de relleno con espuma.
- 40 9.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la al menos una cubierta (12) está conectada por fricción con el vehículo ferroviario, en el la fuerza de peso del vehículo ferroviario es mayor que la fuerza de la espuma que actúa sobre la cubierta (12).
- 10.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque la al menos una cubierta (12) presenta en el lado inferior un recubrimiento anti-deslizante.
- 45 11.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque la al menos una cubierta (12) está formada por una estera flexible.
- 12.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque la al menos una cubierta (12) está formada por un cuerpo en forma de placa, resistente a la flexión.
- 50 13.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque el cuerpo en forma de placa está dimensionado de tal forma que se puede emplazar con juego inferior a 40 mm, con preferencia inferior a 30 mm, de manera especialmente preferida inferior a 20 mm, entre dos traviesas adyacentes, de manera que el cuerpo en forma de placa está provisto con elementos de retención (12.4), por medio de los cuales se puede colocar sobre dos traviesas (3) adyacentes, de manera que su lado inferior está distanciado con respecto al lado superior (9) del lecho

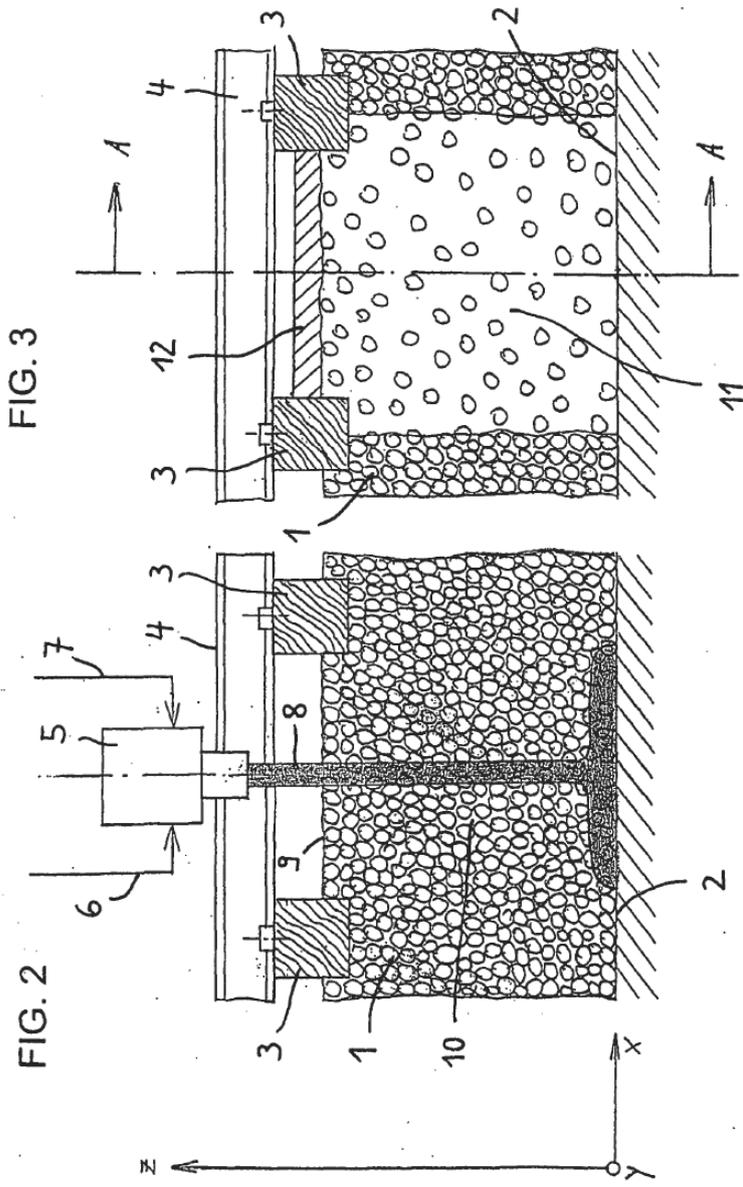
de balasto (1).

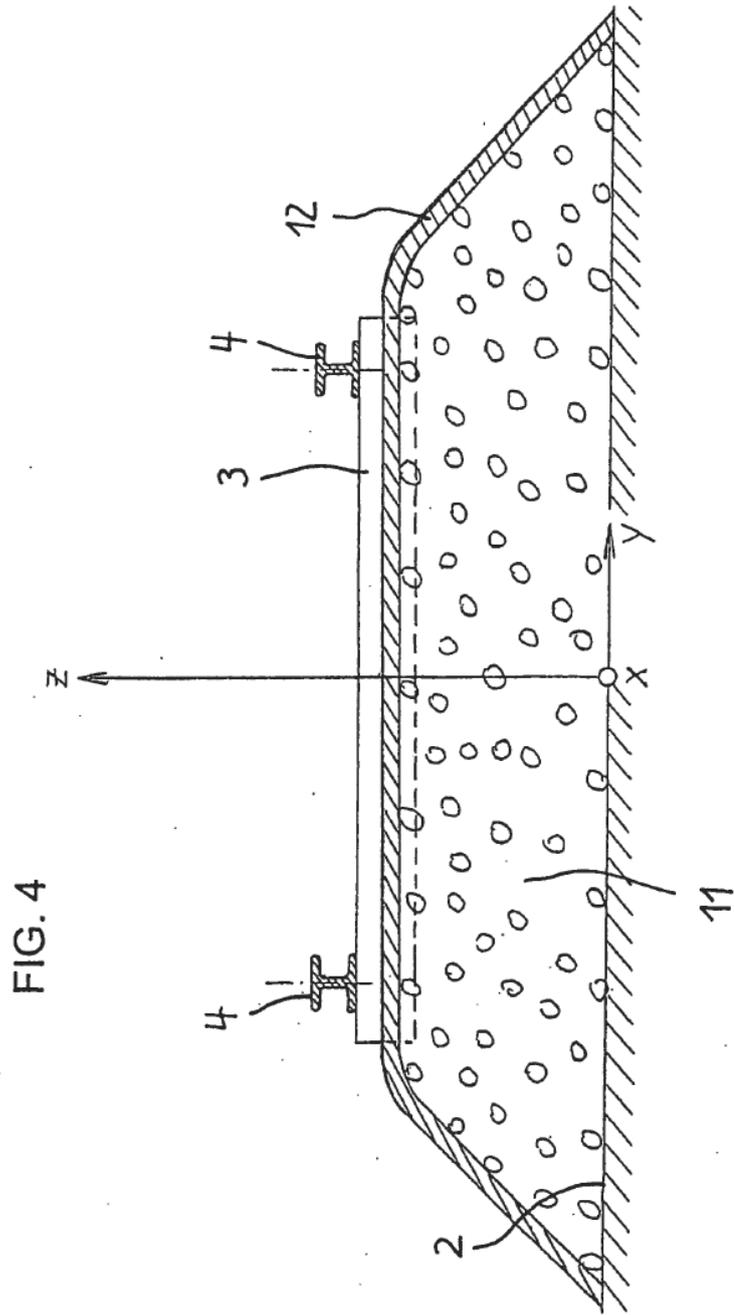
14.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque la instalación de formación de espuma presenta al menos un sensor para la detección de puntos de introducción, previstos sobre el lecho de balasto (1), para la mezcla reactiva líquida (8).

- 5 15.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado porque el vehículo ferroviario (17.1, 17.2) está equipado con al menos un aparato de medición geofísico para el cálculo de la altura local del lecho de balasto (1) en el punto de introducción previsto de la mezcla reactiva (8), en el que un ordenador (18) regula la cantidad de la mezcla reactiva (8) a introducir en función de la altura calculada del lecho de balasto.

FIG. 1







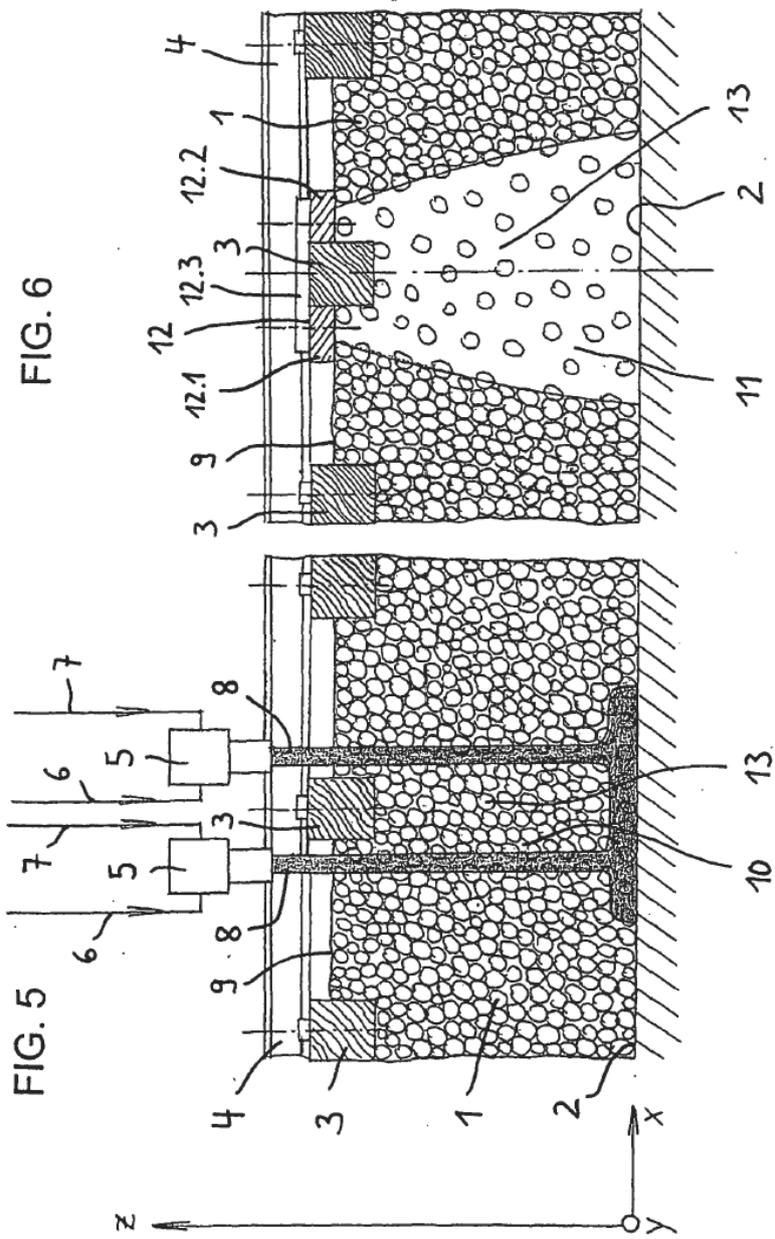
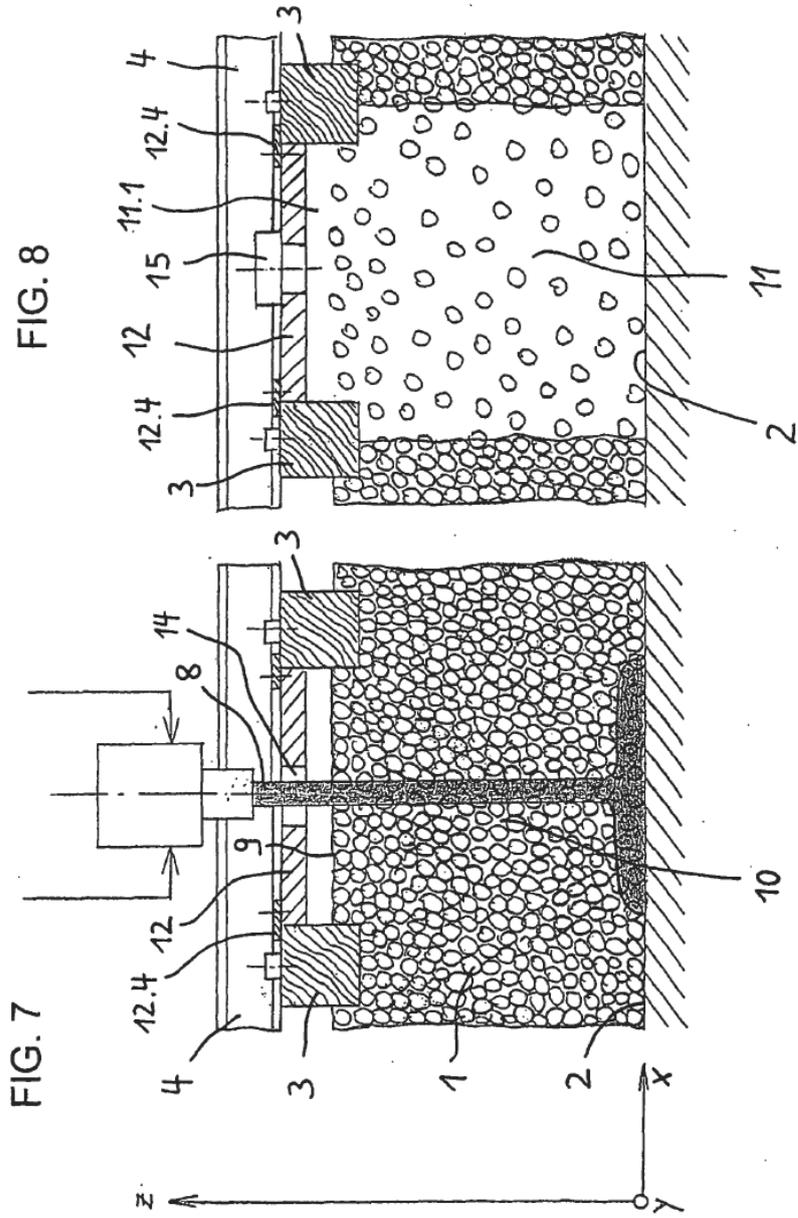
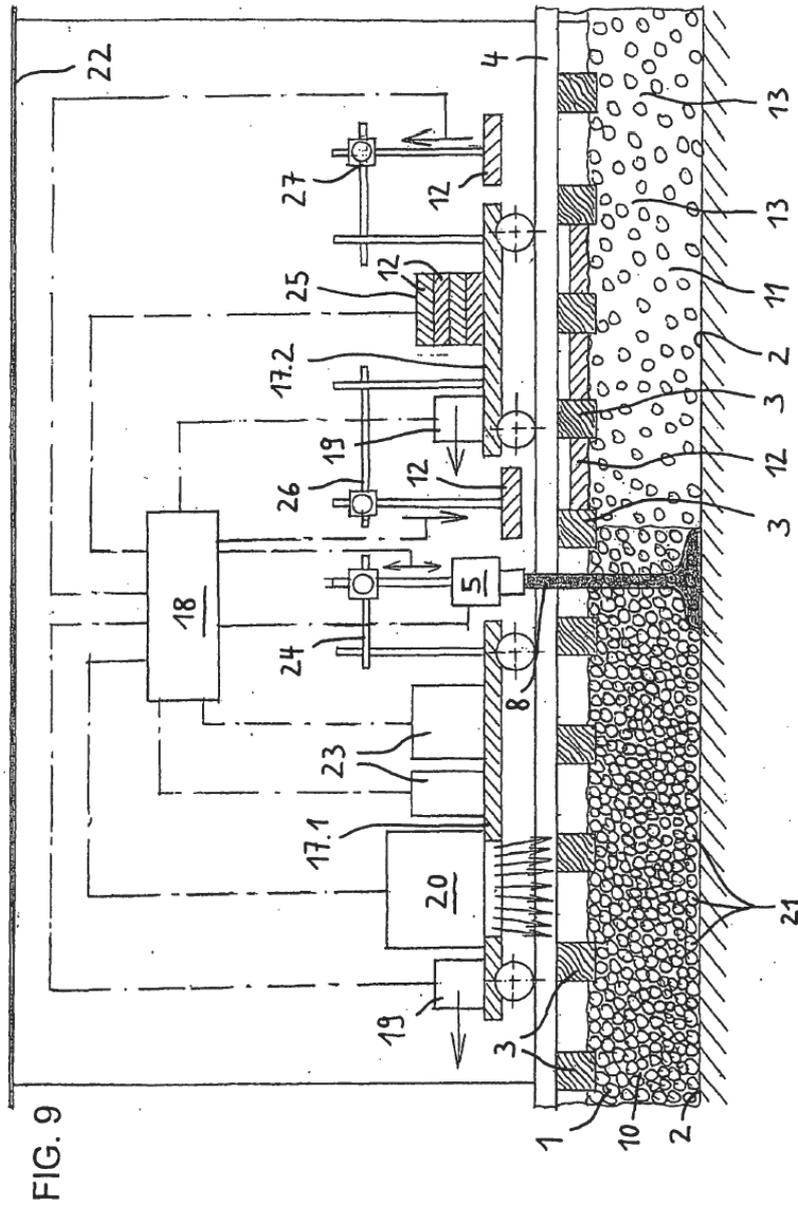


FIG. 6

FIG. 5





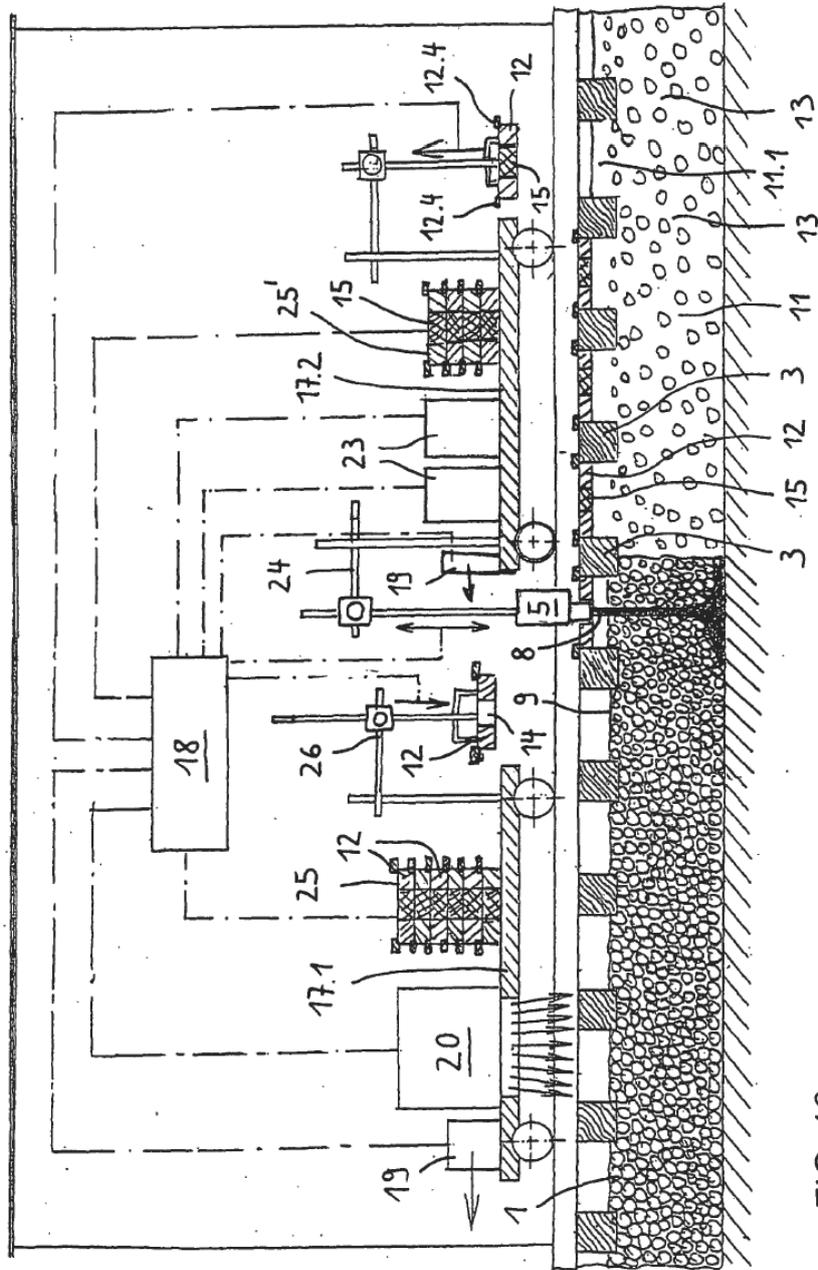


FIG. 10