

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 429**

21 Número de solicitud: 201730552

51 Int. Cl.:

**E01B 1/00** (2006.01)

**E01B 2/00** (2006.01)

**E01B 3/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**31.03.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**02.10.2018**

71 Solicitantes:

**FERROVIAL AGROMAN, S.A. (32.2%)**

**Ribera del Loira, 42**

**28042 Madrid ES;**

**ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS**

**FERROVIARIAS (ADIF) (12.1%);**

**PREFABRICACIONES Y CONTRATAS, SAU**

**(16.6%);**

**FUNDACIÓN CENTRO DE INNOVACIÓN DE**

**INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES CI3**

**(12.1%) y**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (27.0%)**

72 Inventor/es:

**SAÑUDO ORTEGA, Roberto;**

**JARDÍ CUERDA, José Ignacio;**

**COMAS MURO, Ana María;**

**MARTÍNEZ ACEVEDO, José Conrado;**

**SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco Javier;**

**MAUPOEY HERNÁNDEZ, Silvino;**

**SÁNCHEZ CARABIAS, David;**

**DELL'OLIO, Luigi;**

**IBEAS PORTILLA, Ángel y**

**MOURA BERODIA, José Luis**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

54 Título: **Zona de transición de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto y una vía en placa de hormigón**

57 Resumen:

Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), que comprende:

- un conjunto de traviesas (7) de hormigón de longitud superior a las traviesas (8) de las vías en placa de hormigón (3) y en balasto (2), agrupadas en secciones (9) de traviesas (7) de la misma longitud, con longitud creciente desde la vía en balasto (2) a la vía en placa de hormigón (3),
- una lámina de amortiguación (10) de la vibración situada en sentido transversal a la vía en placa de hormigón (3) que se extiende al menos entre la capa de balasto (6) de la zona de transición (1) y la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3),
- almohadillas de apoyo (12) bajo carril (13) con una rigidez igual o creciente desde la vía en placa de hormigón (3) hacia la vía en balasto (2),
- sendos carriles adicionales internos (14), y
- sendos carriles adicionales externos (15).

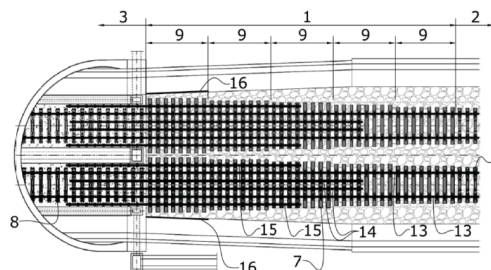


FIG.5

ES 2 684 429 A1

## DESCRIPCIÓN

Zona de transición de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto y una vía en placa de hormigón

### **Campo de la invención**

- 5 La solicitud está enmarcada en el sector ferroviario, concretamente en las infraestructuras de líneas ferroviarias y especialmente en las zonas de transición entre una vía en balasto y una vía en placa de hormigón.

### **Estado de la técnica**

- 10 Una zona de transición es una solución estructural utilizada para graduar el cambio de una vía con una gran diferencia de características mecánicas y resistentes en sentido vertical. Esa diferencia hace que las zonas de cambio sean puntos conflictivos dentro de una red ferroviaria, ya sea convencional o de alta velocidad. Es necesario graduar el cambio que se produce tanto entre los materiales como en la geometría entre una y otra vía para que los comportamientos estructurales sean similares y no haya cambios bruscos que generan
- 15 desgaste y un mal funcionamiento estructural.

Las soluciones conocidas sobre zonas de transición se han centrado fundamentalmente en proponer metodologías de diseño de la infraestructura ferroviaria, tales como cuñas de transición, bloques técnicos, barras hincadas, pilotes, columnas de grava, en definitiva, todo un compendio de mejoras geotécnicas.

- 20 Es conocida también la utilización de traviesas, por ejemplo de madera, de mayor longitud que las traviesas de las vías anexas a la zona de transición. Sin embargo, estas traviesas de mayor longitud para la zona de transición dan lugar a problemas de migración del balasto, aumentan el ancho de la plataforma y además su efectividad está ligada al grado de uniformidad del balasto.

- 25 Son conocidas otras soluciones donde se colocan numerosas almohadillas de diferentes rigideces entre los carriles y las traviesas y además incluso se combinan con almohadillas bajo traviesa.

Son conocidas también soluciones con carriles adicionales, normalmente interiores puesto que las dimensiones de la traviesa no permiten el arrojamiento de otro tipo de carriles. Estos carriles adicionales tienen problemas de debilitamiento de la sección resistente transversal de la traviesa además de interferencias con las armaduras y de generar problemas en la señalización.

### Descripción de la invención

El problema técnico que resuelve la invención es disminuir el desgaste y deterioro de la infraestructura de vía en las zonas de transición entre vías con una gran diferencia de características mecánicas y resistentes en sentido vertical y así disminuir los costes de mantenimiento y conservación. Adicionalmente se resuelve también el problema técnico de aumentar así el confort bajo condiciones de seguridad en los usuarios del ferrocarril mediante la disminución de las aceleraciones verticales en la zona de transición. Ambos problemas técnicos son resueltos por la invención reivindicada.

La zona de transición reivindicada comprende elementos localizados en la estructura de vía, tanto en la superestructura como en la infraestructura, a diferencia de parte del estado de la técnica citado anteriormente que actúa únicamente sobre la infraestructura.

La zona de transición objeto de la invención comprende los siguientes elementos:

- Una capa de balasto que se extiende en toda la longitud de la zona de transición.
- Un conjunto de traviesas de hormigón de longitud superior a las traviesas de las vías en placa de hormigón y en balasto, estando las traviesas embebidas en la capa de balasto y agrupadas en secciones de traviesas de la misma longitud, estando situadas las secciones de forma progresiva según la longitud de sus traviesas con longitud creciente desde la vía en balasto a la vía en placa de hormigón.
- Una lámina de amortiguación de la vibración situada en sentido transversal a la vía en placa de hormigón que se extiende al menos entre la capa de balasto de la zona de transición y la capa de hormigón de la vía en placa en toda la sección transversal de la capa de hormigón de la vía en placa. Esta lámina impide la

transmisión de vibración en dirección longitudinal y, por lo tanto, ayuda a evitar la descompactación del balasto. Gracias a esto se puede prescindir de una capa de subbalasto en la zona próxima a la vía en placa y también se disminuye la transmisión de vibraciones en las primeras traviesas más cercanas a la zona de la vía en placa.

5

- Almohadillas de apoyo bajo carril situadas entre los carriles de la línea ferroviaria y las traviesas, configuradas de modo que están localizadas con una rigidez igual o creciente desde la vía en placa hacia la vía en balasto. Preferentemente las almohadillas de apoyo consisten en una lámina de material polimérico que se coloca debajo del carril. Su misión es servir de elemento de unión del carril a la traviesa y repartir y amortiguar las fuerzas dinámicas que le llegan a la traviesa como consecuencia del paso de los trenes.

10

- Sendos carriles adicionales internos, fijados sobre las traviesas interiormente a los carriles de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos, que están arriostrados sobre parte de las traviesas de la zona de transición más próximas a la vía en placa de hormigón y parte de las traviesas de la vía en placa de hormigón.

15

- Sendos carriles adicionales externos, fijados sobre las traviesas exteriormente a los carriles de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos, que están arriostrados sobre parte de las traviesas de la zona de transición más próximas a la vía en placa de hormigón y parte de la placa de hormigón de la vía en placa de hormigón.

20

Cada uno de los elementos integrantes de la zona de transición objeto de la invención colaboran en la mejora prevista. La falta de uno de los elementos, ya sea elementos de la superestructura o de la infraestructura, no conseguirá las mejoras de tensiones y desplazamientos verticales, disminuyendo los efectos dinámicos en la zona de la vía en balasto.

25

Por lo tanto, la invención reivindicada logra la reducción de los desplazamientos verticales y tensiones verticales bajo traviesas, es decir, en la vía en balasto, y bajo la placa principal, es decir, en la vía en placa. Esto redundará en una menor fatiga en el balasto de la zona de transición y por lo tanto un aumento de la duración en servicio de este, disminuyendo los

30

gastos de mantenimiento y conservación de este tipo de zonas abundantes en toda línea ferroviaria.

El objetivo esencial de una zona de transición es realizar la transición de propiedades y comportamiento de los materiales de la superestructura e infraestructura ferroviaria entre zonas de características diferentes, por ejemplo, paso de una vía convencional a una vía en placa, de una vía en balasto a una estructura sobre la misma, túnel, puente, viaducto, etc.... Por lo tanto, la sinergia de todos los elementos que la componen es fundamental para que esta transición sea lo más continua posible.

Especialmente, la lámina de aislamiento del balasto con respecto al hormigón de la vía en placa en el sentido longitudinal permite atenuar la transmisión de ondas vibratorias al paso de tren, de este modo se evita que el balasto en las proximidades a la placa de hormigón migre y como consecuencia la vía en balasto perdería estabilidad en las cercanías de la vía hormigonada al producirse dicha migración con el consiguiente descalce de las traviesas. La lámina de amortiguación, por lo tanto, contribuye a disminuir la posible desconsolidación de balasto que pueda producirse por la vibración horizontal y vertical y que se ve acrecentado además por la utilización de traviesas de mayor longitud. Esta disminución de la vibración reduce de forma directa, las labores de mantenimiento en la zona de la vía en placa.

Esto no solo ocurre a lo largo de la dirección longitudinal de la vía sino también se ha comprobado que tiene repercusiones en el sentido vertical ya que se produce un efecto inesperado en la reducción de las aceleraciones longitudinales en esa zona y, como consecuencia, la vibración en el sentido longitudinal disminuye.

Adicionalmente, la zona de transición puede comprender también un muro guardabalasto, situado a continuación de la vía en placa de hormigón y transversal a las traviesas que se extiende longitudinalmente sobre una parte de la zona de transición. El muro guardabalasto lateral es también un elemento de protección del balasto cuando la solución se ejecuta sobre todo en vía única. Este elemento minimiza la migración del balasto en la proximidad de la vía en placa, dado que ahí es donde se producen las mayores vibraciones sobre el balasto por encontrarse en las cercanías de una estructura muy rígida como es la vía en placa. La lamina de amortiguación vertical asegura la absorción de estas vibraciones horizontales por lo que el muro guardabalasto es un elemento de seguridad adicional. Este se ejecuta en la base de la plataforma de balasto de la sección más cercana a la vía en placa.

La colaboración de todos y cada uno de los elementos integrantes de la zona de transición permiten lograr el objetivo, puesto que las modificaciones en cada uno de los elementos se ven compensadas por la influencia del resto de elementos, es decir, incrementar la longitud de las traviesas permite incluir más carriles adicionales y a su vez incrementar la resistencia de los elementos de la superestructura y lograr mediante los carriles internos y externos definir un marco rígido entre ambos tipos de vía que a su vez permite reducir las características resistentes de la infraestructura. La colaboración de las traviesas, almohadillas y carriles permite disminuir progresivamente las tensiones verticales bajo traviesa y los desplazamientos verticales de valores de vía en balasto a valores de vía en placa.

### **Descripción de las figuras**

La figura 1 representa un gráfico que describe los porcentajes de mejora en los desplazamientos relativos máximos y mínimos de la solución objeto de la invención con respecto a una solución conocida en el estado de la técnica.

La figura 2 representa un gráfico que describe los porcentajes de mejora en las tensiones de cortante máximas y mínimas de la solución objeto de la invención con respecto a una solución conocida en el estado de la técnica.

La figura 3 representa una ampliación en las tensiones verticales máximas correspondientes al gráfico de la figura 2.

La figura 4 representa una ampliación en las tensiones verticales mínimas correspondientes al gráfico de la figura 2.

La figura 5 representa una vista en planta de un ejemplo de realización de la zona de transición objeto de la invención.

La figura 6 representa una sección longitudinal de la zona de transición correspondiente a la figura 5.

La figura 7 representa una sección longitudinal esquemática de la zona de transición próxima a la vía en placa de hormigón.

### Descripción detallada de la invención

Las figuras 1 a 4 representan gráficos que describen los porcentajes de mejora en los desplazamientos relativos máximos y mínimos y en las tensiones de cortante máximas y mínimas de la solución objeto de la invención, obtenidos de las mediciones sobre un prototipo acorde al objeto de la invención y de una solución conocida en el estado de la técnica.

La solución del estado de la técnica ensayada como comparación para las mediciones de los gráficos 1 a 4 incluye dos carriles rigidizadores internos en la sección central de la traviesa y almohadillas tanto bajo carril como bajo traviesa.

10 Los gráficos evidencian que los resultados para las tensiones y los desplazamientos relativos son positivos para la solución objeto de la invención ya que se reducen con respecto a la solución del estado de la técnica. Se producen menores tensiones verticales y menores desplazamientos verticales bajo traviesas ante las mismas condiciones de carga.

15 En el ejemplo de realización mostrado en las figuras 5 a 7, la zona de transición (1) comprende una capa de hormigón (4) que se extiende en toda la longitud de la zona de transición (1) situada sobre la capa de terreno natural (5) en la que se sitúa la línea ferroviaria y bajo la capa de balasto (6).

Más concretamente, en el ejemplo de realización mostrado, la zona de transición (1) consta de una capa de hormigón (4) cuya calidad, refiriéndonos a su calidad como Resistencia característica a compresión a 28 días en N/mm<sup>2</sup> viniendo esta designada como HAX, es de HM 25 sobre la capa de terreno natural (5) con un espesor de 0,6 metros y en una longitud de 24 metros. Es aconsejable realizar una zona de cuña (17) del al menos 10 metros de longitud para asegurar una transición homogénea.

25 En el ejemplo de realización mostrado en las figuras 5 a 7, la zona de transición (1) consta de una capa de hormigón (4) cuya capacidad resistente es menor de la del hormigón utilizado convencionalmente, lo que redundará en beneficio económico.

La longitud y anchura de la capa de hormigón (4) ha de contener toda la estructura de la transición, por lo que su longitud y su anchura viene determinada por el ancho de las

traviesas (8) más largas y la longitud de la zona de transición (1), en el ejemplo de realización mostrado su longitud sería de 24 metros.

Según lo comentado anteriormente, para evitar discontinuidades en tensiones verticales y desplazamientos verticales en el extremo de la zona de transición (1) en su unión con la vía en balasto (2), se recomienda una cuña (17) como continuación de la capa de hormigón (4) en 10 metros ya en la vía convencional.

La superestructura de la zona de transición (1) comprende, en el ejemplo de realización mostrado en las figuras, un espesor de la capa de balasto (6) de 0,3 metros desde la base inferior de la traviesa (8) hasta la parte superior de la capa de hormigón (4). El balasto (6) recubre por completo todas y cada una de las traviesas (8) para evitar movimientos longitudinales y movimientos transversales por lo que la altura total de la capa de balasto (6) será de 0,3 m más el canto más largo de las traviesas (8) utilizadas 0,220 metros, es decir, por 0,520 metros.

En el ejemplo de realización mostrado, la vía en balasto (2) comprende una capa de subbalasto (18), sin embargo, no se considera necesaria una capa de subbalasto (18) en la zona de transición (1), ya que con el espesor de la capa de balasto (6) del ejemplo de realización y la calidad de la capa de hormigón (4) no es necesario.

En las vías convencionales, la altura de balasto (6) está en función de las cargas que soportará la vía. Se suele utilizar 0,3 metros en líneas de alta velocidad, pero con una capa inferior de subbalasto (18) de la cual aquí se prescinde.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 5, la zona de transición (1) comprende cuarenta traviesas (7) de hormigón de longitud mayor que la longitud de las traviesas (8) de las vías en balasto (2) y en placa (3). Estas (7) se agrupan en cinco secciones (9) de ocho traviesas (7) separadas 0,6 metros entre ejes y distribuidas de la siguiente manera:

25           - ocho traviesas (7) de 4 metros de longitud situadas en la zona más próxima a la vía en placa (3);

              - ocho traviesas (7) de 3,68 metros de longitud situadas a continuación de la sección (9) anterior;



- ocho traviesas (7) de 3,36 metros de longitud situadas a continuación de la sección anterior (9);

- ocho traviesas (7) de 3,04 metros de longitud situadas a continuación de la sección anterior (9);

5 - ocho traviesas (7) de 2,72 metros de longitud situadas en la zona más próxima a la vía en balasto (2).

El número de secciones (9) conteniendo ocho traviesas (7), así como la longitud de traviesa (7) de cada sección (9) atiende a dos efectos fundamentalmente:

- 10
- La transición de desplazamientos verticales bajo traviesa (7) entre la vía en balasto (2) y vía en placa (3).
  - La transición de tensiones verticales bajo traviesa (7) entre un tipo la vía en balasto (2) y vía en placa (3).

Una longitud excesiva de la traviesa (7) en la zona de transición (1) puede ocasionar varios problemas:

- 15
- Pandeo de las traviesas (7), en el hormigón esto puede significar rotura y pérdida de resistencia.
  - Deformación permanente de las traviesas (7), que puede dar lugar a problemas de conservación del ancho de vía.
  - Daño de las traviesas (7) durante las operaciones de bateo.
- 20
- Interferencia con la vía que circula en paralelo, ya que ocuparía la zona de afección de la vía paralela, especialmente si la vía paralela dispusiera de una zona de transición.

El aumento de la longitud de las traviesas (7), aunque tiene inconvenientes también respecto a la desconsolidación del balasto (6) que son superados por la invención según lo

comentado con anterioridad, también tiene la ventaja de que permite el arriostamiento de carriles adicionales externos (15), consiguiendo un marco traviesas (7) - carriles adicionales (14, 15) que rigidiza el sistema. La combinación fundamental entre traviesas (7) y carriles adicionales (14, 15) permite disminuir las tensiones verticales bajo traviesa (7) y los desplazamientos verticales, de modo que a largo plazo se produce una disminución del mantenimiento de vía en esas zonas contribuyendo a paliar los problemas de traviesas (7) de longitud mayor.

Por el contrario, si las traviesas (7) son más cortas de lo normal, pueden generar problemas de cabalgamiento y enrarecimiento de la parte superior del balasto (6) bajo ellas.

10 Los carriles adicionales (14, 15) permiten unir ambas estructuras de vía (2, 3) en la superestructura. Dichos carriles adicionales (14, 15) permiten arristrar las traviesas (7) en una longitud tal que permite la transición lo más continua posible sin generar discontinuidades a lo largo de la propia traviesa (7). Los carriles adicionales internos (14) generan una transición progresiva de desplazamientos verticales y tensiones verticales bajo  
15 traviesas (7) en la zona de transición (1) cuando se produce el paso del tren.

Los carriles adicionales internos (14) del ejemplo de realización presentan una longitud de 22,80 metros y están fijados a nueve traviesas (8) de la vía en placa de hormigón (3) y a varias de las traviesas (7) que comprende la zona de transición (1) en su zona más próxima a la vía en placa (3). Esta longitud es la que permite una transición progresiva en la  
20 continuidad en la transición de desplazamientos verticales y tensiones verticales.

Los carriles adicionales externos (15) del ejemplo de realización presentan una longitud de 18 metros y están fijados a la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3) y a veinte traviesas (7) de la zona de transición (1) más próximas a la vía en placa de hormigón (3), concretamente, las dos primeras secciones (9) de traviesas de 4 metros y 3.68 metros y  
25 la mitad de la tercera sección de 3.36 metros. La longitud de los carriles adicionales externos (15) viene condicionada por el ancho de las traviesas (7) de forma que en la zona de transición (1), son las traviesas (7) las que fijan su longitud, pues no se puede arristrar a traviesas (7) más pequeñas. En la zona de la vía en placa de hormigón (3) la longitud es la mínima que asegura un arriostamiento sin provocar grandes esfuerzos debido al pandeo de  
30 los carriles.

No conviene usar carriles adicionales (14, 15) excesivamente largos, pues hay que evitar a toda costa el uso de soldaduras de carril por su coste y para evitar su rotura. No conviene usar carriles adicionales (14, 15) excesivamente cortos puesto que estos generarían una discontinuidad adicional en la zona de instalación. La longitud de los carriles, internos (14) y  
5 externos (15), está calculada para que su acción sobre el conjunto sea la óptima. Una longitud menor o mayor de los mismos modifica negativamente la distribución de tensiones transmitida al balasto.

Por otro lado, se disponen de almohadillas de apoyo (12) de tres rigideces diferentes, esto está relacionado con lo anterior, es decir en función del espesor de la capa de balasto (6) y  
10 de la capa de hormigón (4) de la infraestructura. Estas rigideces van desde los 60 KN/mm a las 100 KN/mm.

Las sujeciones de los carriles (13) a las traviesas (7) en la zona de transición (1) en el ejemplo de realización comprenden tres valores de rigidez:

- las doce traviesas (7) más próximas a la vía en placa de hormigón (3), comprenden  
15 almohadillas de apoyo (12) bajo carril (13) de rigidez 60KN/mm;

- las dieciséis traviesas (7) más próximas a la vía en balasto (2), comprenden almohadillas de apoyo (12) bajo carril de rigidez 100KN/mm;

- las doce traviesas (7) intermedias, comprenden almohadillas de apoyo (12) bajo carril de rigidez 80KN/mm.

20 Con todos estos elementos la transición se hace lo más continua posible. En el estado de la técnica se utilizan varias almohadillas de apoyo de apoyo (12) bajo carril (13) y varias bajo traviesa (7) para hacer una transición lo más parecida en rigideces, se ha visto que con esa disposición de tan solo tres rigideces las magnitudes estudiadas tienen una transición continua.

25 La solución objeto de la invención disminuye, por lo tanto, el uso de almohadillas de apoyo (12) bajo carril (13) y prescinde de almohadillas (12) bajo traviesa (7), pues el conjunto tiene como resultado mejoras en la transición de la rigidez sin la necesidad de introducir tantos elementos elásticos. Las almohadillas de apoyo (12) bajo traviesa (7) están sometidas a

cargas mayores por lo que su vida útil disminuye, de este modo, al ser posible prescindir de este tipo de elementos elásticos bajo traviesa (7) se produce un ahorro en los costes de construcción y de mantenimiento.

5 La lámina de amortiguación (10) de la capa de hormigón (11) de la vía en placa (3) con respecto al balasto (6) de la vía en balasto (2), comprende en el ejemplo de realización, un espesor de 0.06 metros y de ancho y profundidad las de la sección transversal de la capa de hormigón (11) de la vía en placa (3). La lámina de amortiguación (10) de la capa de hormigón (11) estará preferentemente realizada en material elastomérico y, en un ejemplo de realización, constará de dos láminas de espesor de 0.03 metros, con una cara lisa y otra  
10 cara ondulada, situándose ambas láminas con su cara lisa en contacto mientras que la cara ondulada quedará en contacto con la capa de balasto (6) y la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3).

Para obtener las dimensiones de la lámina de amortiguación (10), se han de tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- 15 • Debe de permitir disminuir un rango de frecuencias determinado, esto condiciona sus dimensiones, fundamentalmente su espesor.
- La sección transversal de la vía en placa (2) ha de cubrirse totalmente pero también es recomendable una cierta longitud de lámina bajo la vía en placa (2) por motivos constructivos y de buen recubrimiento de toda la sección.
- 20 • Se comprueba que colocando dos láminas de amortiguación (10) la transmisión es menor debido a una barrera mayor aislante. Las dos láminas se colocan de manera que las caras lisas estén en contacto entre sí y las caras onduladas están en contacto con el balasto (6) y con el hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3).
- 25 • El espesor viene a su vez condicionado por el rango longitudinal de frecuencia que se pretende absorber y también por la distancia entre el final de la vía en placa (2) y la primera traviesa (7) ya que el espacio es reducido y contiene balasto (6).

En el ejemplo de realización, la lámina de amortiguación (10) posee una profundidad de 0.6 metros, un espesor de 0.06 metros y permite absorber una frecuencia de vibración en sentido longitudinal generada por el tren a su paso de 40 Hz.

5 En el ejemplo de realización, se representa también el muro guardabalasto (16), preferentemente de madera, situado próximo a la losa de la vía en placa de hormigón y transversal a las traviesas, y cuya longitud sea de 5 metros desde la vía en placa.

## REIVINDICACIONES

1.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), caracterizada por que comprende:

- 5                   • una capa de balasto (6) que se extiende en toda la longitud de la zona de transición (1),
  
- 10                 • un conjunto de traviesas (7) de hormigón de longitud superior a las traviesas (8) de las vías en placa de hormigón (3) y en balasto (2), estando las traviesas (7) embebidas en la capa de balasto (6) y agrupadas en secciones (9) de traviesas (7) de la misma longitud, estando situadas las secciones (9) de forma progresiva según la longitud de sus traviesas (7) con longitud creciente desde la vía en balasto (2) a la vía en placa de hormigón (3),
  
- 15                 • una lámina de amortiguación (10) de la vibración situada en sentido transversal a la vía en placa de hormigón (3) que se extiende al menos entre la capa de balasto (6) de la zona de transición (1) y la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3) en toda la sección transversal de la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3),
  
- 20                 • almohadillas de apoyo (12) bajo carril (13) situados entre los carriles (13) de la línea ferroviaria y las traviesas (7), configuradas de modo que están localizadas con una rigidez igual o creciente desde la vía en placa de hormigón (3) hacia la vía en balasto (2),
  
- 25                 • sendos carriles adicionales internos (14), fijados sobre las traviesas (7, 8) interiormente a los carriles (13) de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos (7), que están arriostrados sobre parte de las traviesas (7) de la zona de transición (1) más próximas a la vía en placa de hormigón (3) y parte de las traviesas (8) de la vía en placa de hormigón (3), y
  
- sendos carriles adicionales externos (15), fijados sobre las traviesas (7) exteriormente a los carriles (13) de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos (13), que están arriostrados sobre parte de las traviesas (7) de la zona de

transición (1) más próximas a la vía en placa de hormigón (3) y parte de la placa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3).

5 2.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según la reivindicación 1, caracterizada por que comprende una capa de hormigón (4) que se extiende en toda la longitud de la zona de transición (1) situada sobre la capa de terreno natural (5) en la que se sitúa la línea ferroviaria y bajo la capa de balasto (6).

10 3.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende un muro guardabalasto (16), situado a continuación de la vía en placa de hormigón (3) y transversal a las traviesas (7) que se extiende longitudinalmente sobre una parte de la zona de transición (1).

15 4.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende cuarenta traviesas (7) de hormigón agrupadas en cinco secciones (9) de ocho traviesas (7) cada una.

5.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según la reivindicación 4, caracterizada por que comprende:

20 - ocho traviesas (7) de 4 metros de longitud situadas en la zona más próxima a la vía en placa (3);

- ocho traviesas (7) de 3,68 metros de longitud situadas a continuación de la sección (9) anterior;

- ocho traviesas (7) de 3,36 metros de longitud situadas a continuación de la sección anterior (9);

25 - ocho traviesas (7) de 3,04 metros de longitud situadas a continuación de la sección anterior (9);

- ocho traviesas (7) de 2,72 metros de longitud situadas en la zona más próxima a la vía en balasto (2).

6.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según la reivindicación 4, caracterizada por que comprende:

5           - las doce traviesas (7) más próximas a la vía en placa de hormigón (3), comprenden almohadillas de apoyo (12) bajo carril (13) de rigidez 60KN/mm;

- las dieciséis traviesas (7) más próximas a la vía en balasto (2), comprenden almohadillas de apoyo (12) bajo carril de rigidez 100KN/mm;

10           - las doce traviesas (7) intermedias, comprenden almohadillas de apoyo (12) bajo carril de rigidez 80KN/mm.

7.- Zona de transición (1) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (2) y una vía en placa de hormigón (3), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los carriles externos (15) están arriostrados a al menos nueve apoyos de la capa de hormigón (11) de la vía en placa de hormigón (3) y a al menos el  
15           doble de traviesas (7) en la zona de transición (1).



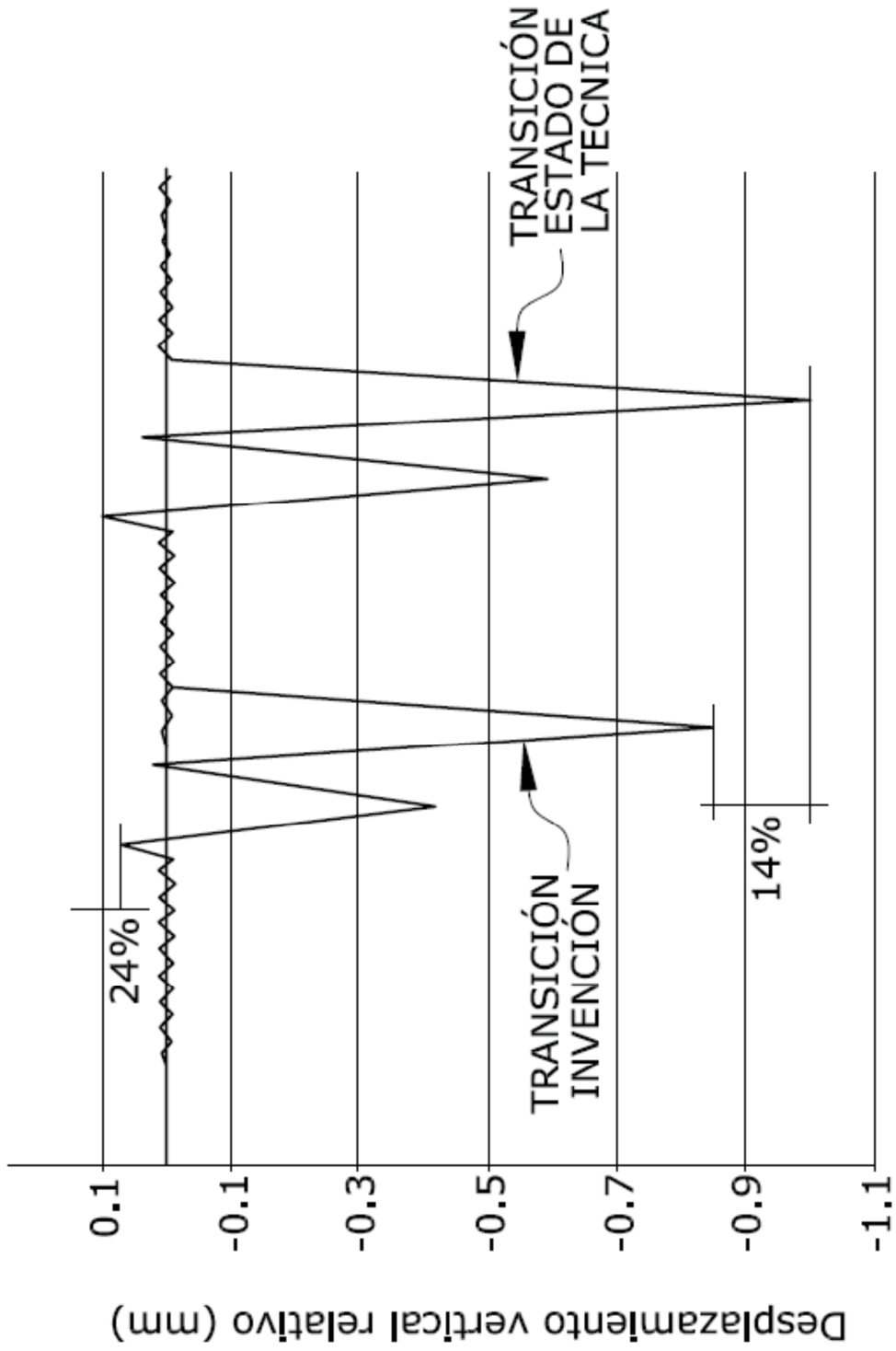
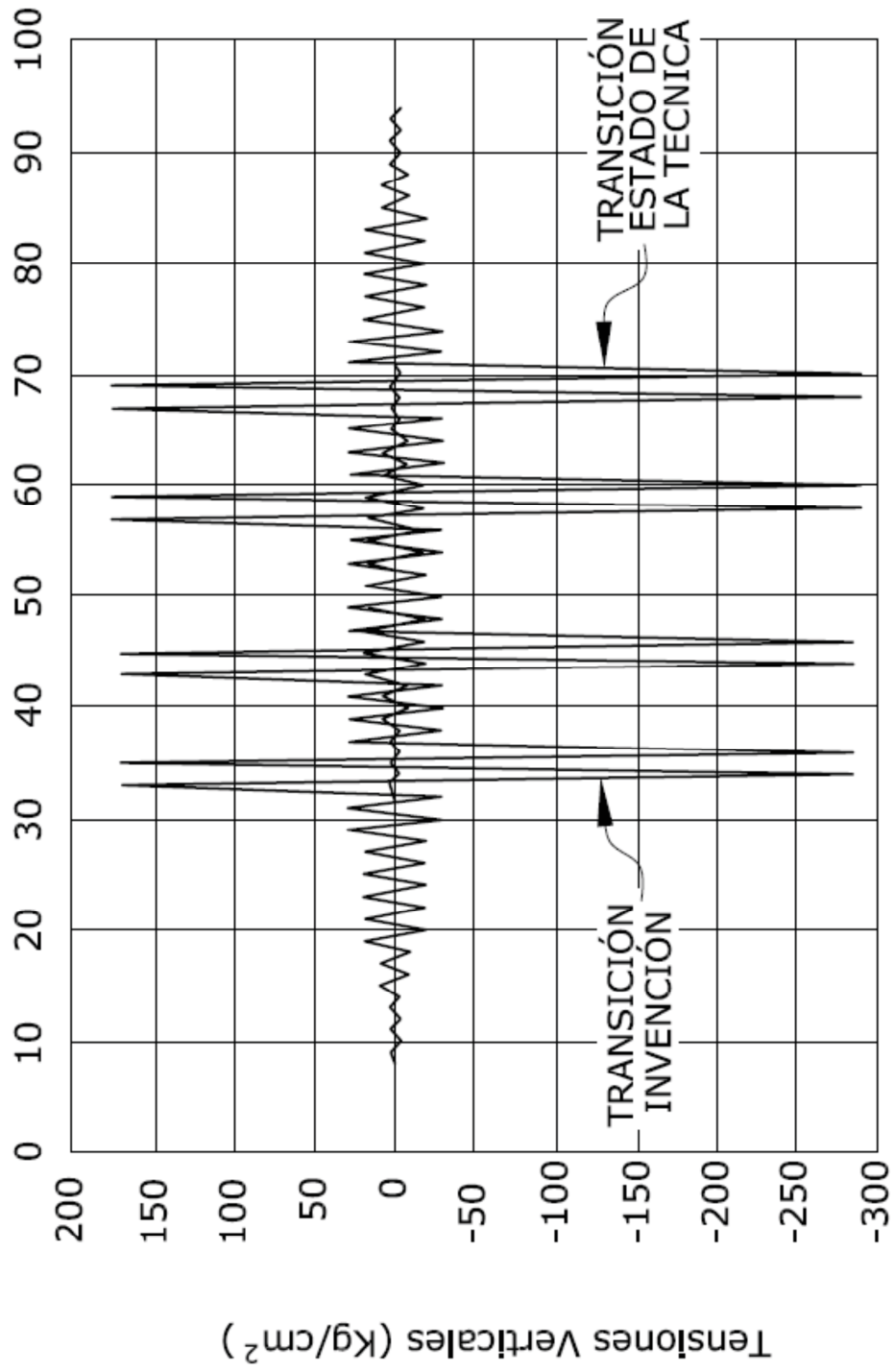


FIG.1



Tiempo

FIG.2

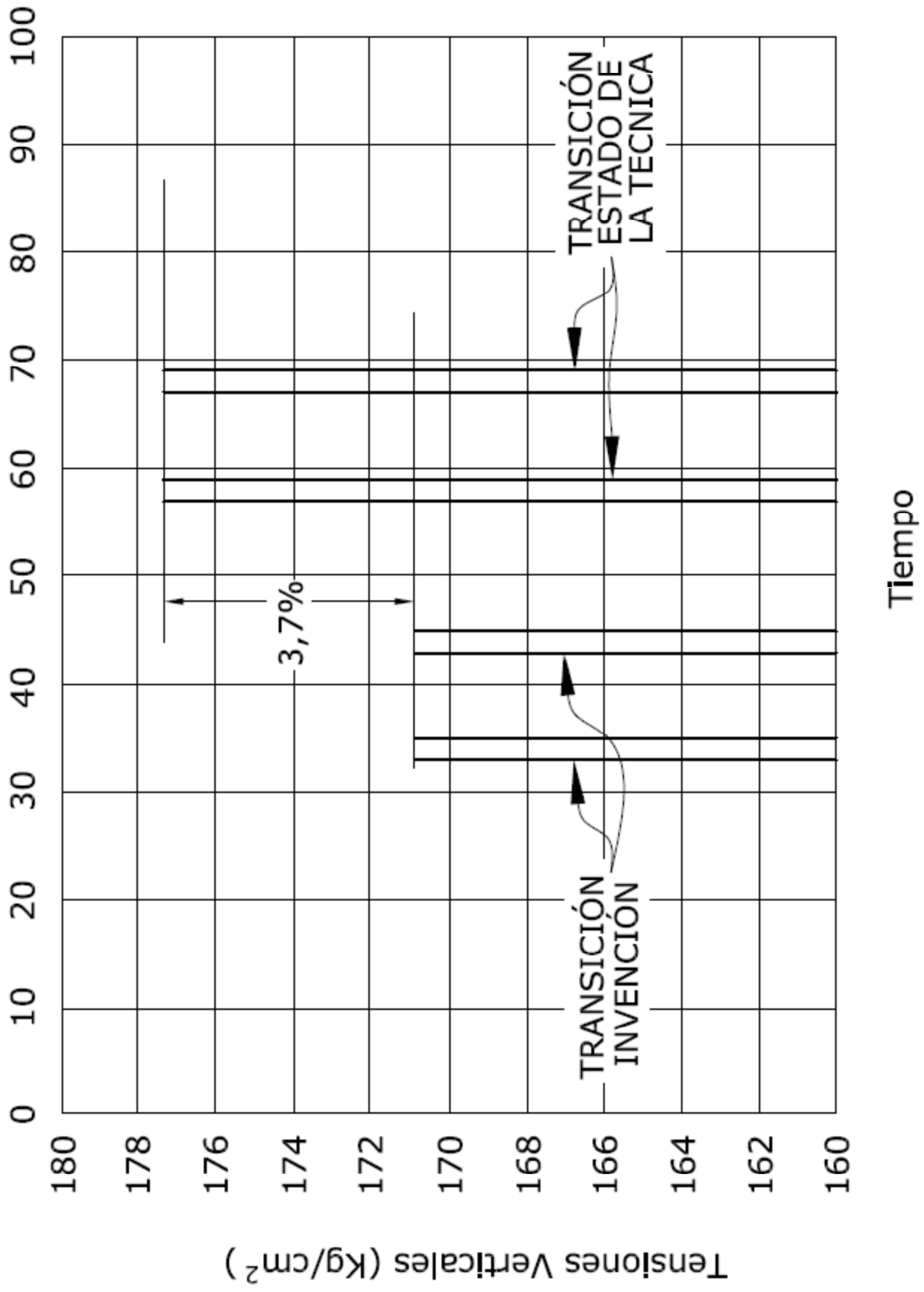
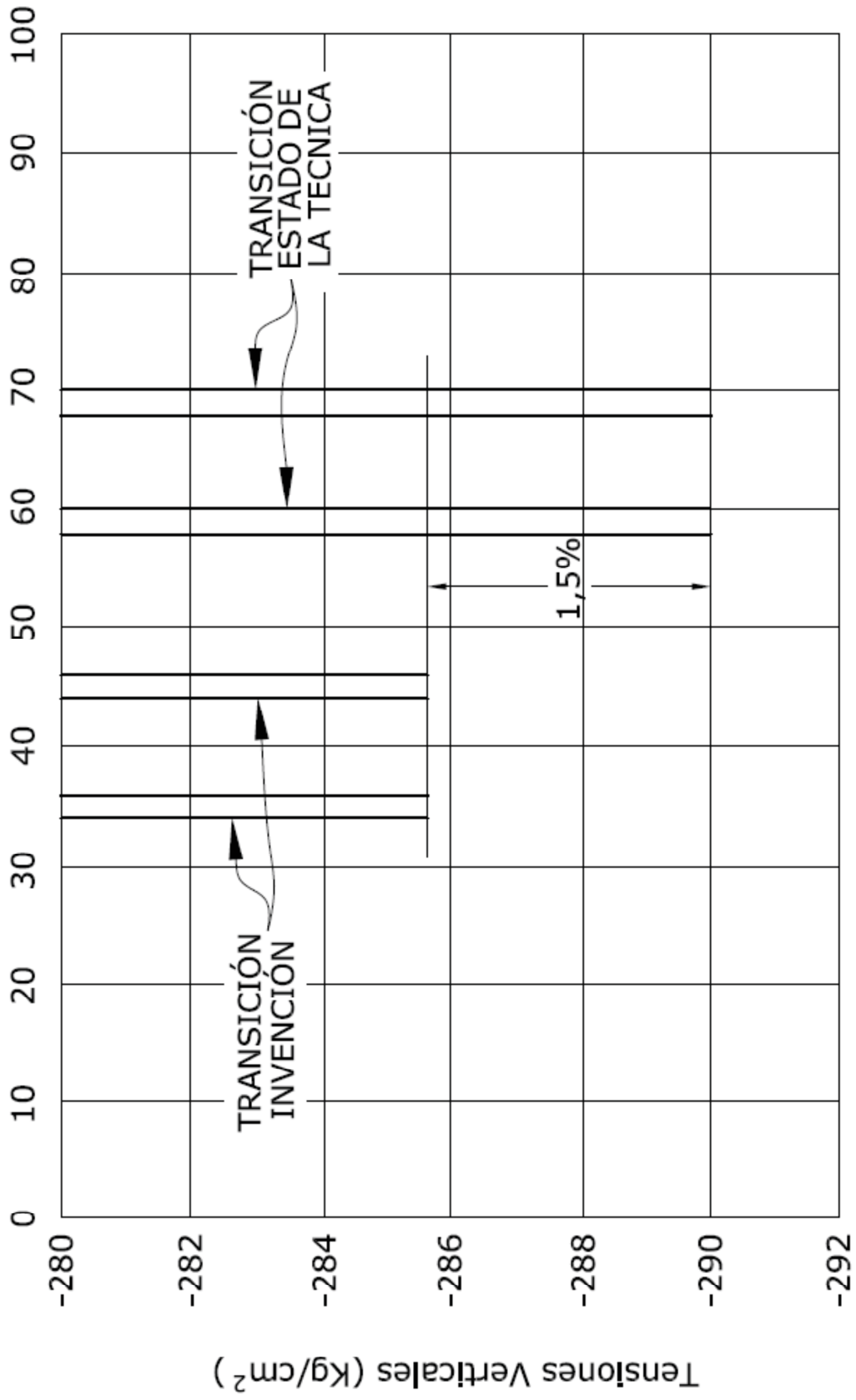


FIG.3



Tiempo

FIG.4

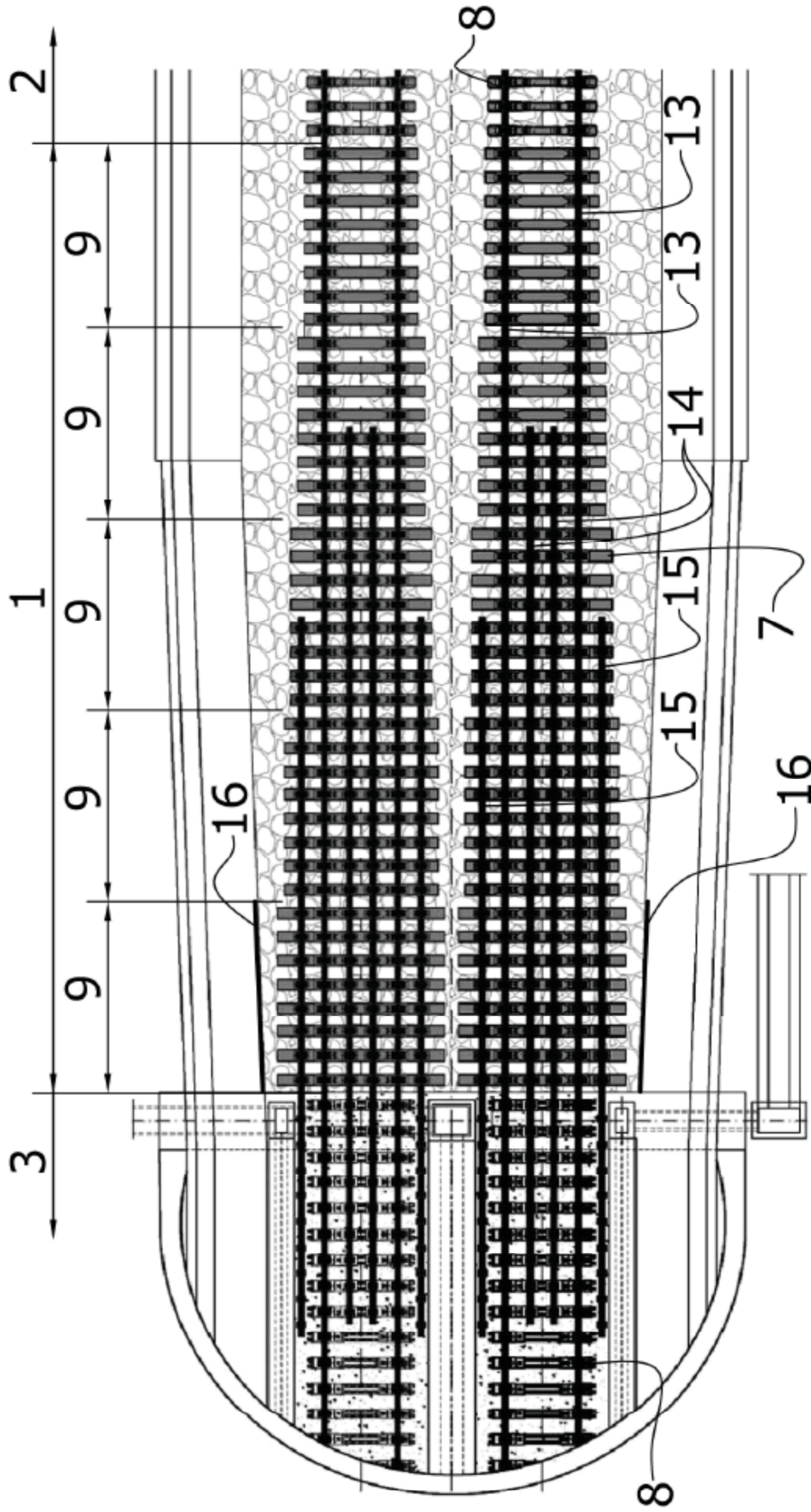


FIG.5

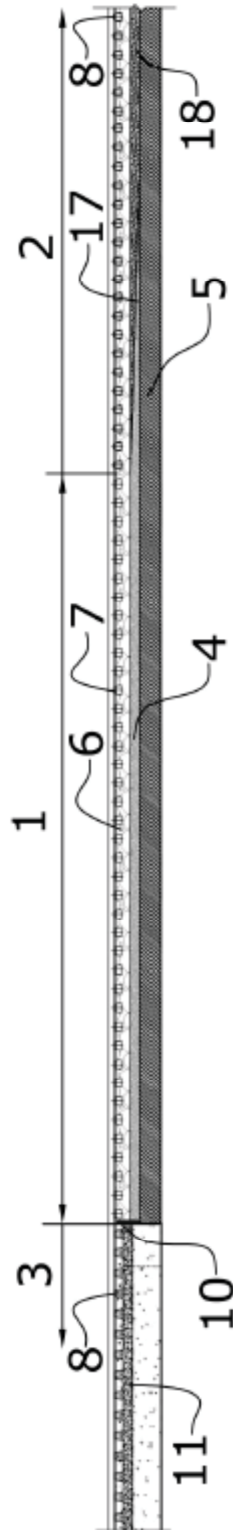


FIG.6

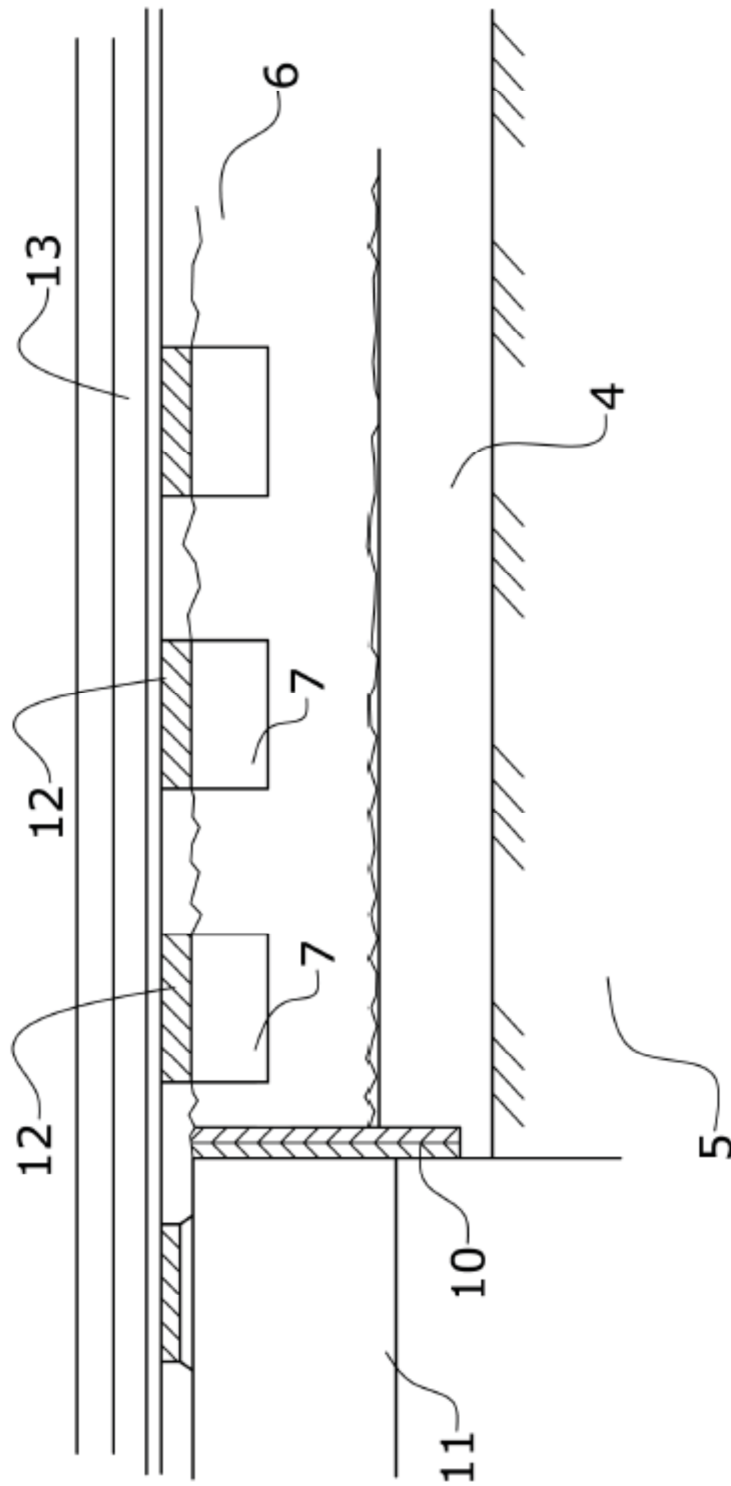


FIG.7



- ②① N.º solicitud: 201730552  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.03.2017  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 1887135 A2 (RAIL ONE GMBH) 13/02/2008, descripción; figuras.	1-7
A	DESIGN OF TRACK TRANSITIONS (RESEARCH RESULTS DIGEST 79). Octubre 2006 Recuperado de Internet el 28/11/2017 <URL: <a href="http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rrd_79.pdf">http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rrd_79.pdf</a> >	1-7
A	CN 203007832U U (CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES) 19/06/2013, Figuras & Resumen de la base de datos EPODOC (Recuperado de EPOQUE; AN CN-201220724575-U).	1-7
A	DE 3941141 A1 (KOCH MARMORIT GMBH) 20/06/1991, Descripción; figuras.	1-7
A	DE 102012009284 A1 (GOLDSCHMIDT THERMIT RAILSERVICE GMBH et al.) 14/11/2013,. Descripción; figuras.	1-7
A	JP 2010255249 A (TETSUDO KIZAI KOGYO CO LTD) 11/11/2010, Figuras & Resumen de la base de datos EPODOC. (Recuperado de EPOQUE; AN JP-2009105367-A).	1-7
A	CN 204435133U U (BEIJING BAOMAN TECHNOLOGY CO LTD) 01/07/2015, Descripción; figuras.	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.11.2017

Examinador

Página  
1/6





②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201730552

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 31.03.2017

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2013005126 A1 (RTE TECHNOLOGIE GMBH et al.) 10/01/2013, Descripción; figuras.	1-7
A	WO 2009106346 A1 (CORUS UK LTD et al.) 03/09/2009, Descripción; figuras.	1-7
A	ES 2071537T T3 (VAE AG) 16/06/1995, Descripción; figuras.	1-7

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
28.11.2017

Examinador

Página  
2/6

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**E01B1/00** (2006.01)

**E01B2/00** (2006.01)

**E01B3/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E01B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.11.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 1887135 A2 (RAIL ONE GMBH)	13.02.2008
D02	DESIGN OF TRACK TRANSITIONS (RESEARCH RESULTS DIGEST 79).	Octubre.2006
D03	CN 203007832U U (CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES)	19.06.2013

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más cercano para el objeto de la reivindicación 1. El documento D01, que aborda el problema técnico de cómo mejorar una zona de transición entre una vía en balasto y una vía en placa, evitando un cambio brusco en la rigidez en esa zona, describe (se incluyen entre paréntesis referencias a D01) una zona de transición (ver descripción y fig. 1A, 1B, 1C, 2A, y 2B) de una línea ferroviaria situada entre una vía en balasto (1) y una vía en placa de hormigón (7), que comprende:

- dos láminas de amortiguación (9, 10) de la vibración situada en sentido longitudinal a la vía en placa de hormigón (7)
- sendos carriles adicionales internos (fig. 2B (11, 12)) fijados sobre las traviesas interiormente a los carriles de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos, que están arriostrados sobre parte de las traviesas de la zona de transición más próximas a la vía en placa de hormigón y parte de las traviesas de la vía en placa de hormigón

Las diferencias principales entre la reivindicación 1 y el documento D01 son:

En la reivindicación 1 se dice que la zona de transición también comprende:

- una capa de balasto que se extiende en toda la longitud de la zona de transición (1),
- un conjunto de traviesas de hormigón de longitud superior a las traviesas de las vías en placa de hormigón y en balasto, estando las traviesas embebidas en la capa de balasto y agrupadas en secciones de traviesas de la misma longitud, estando situadas las secciones de forma progresiva según la longitud de sus traviesas con longitud creciente desde la vía en balasto a la vía en placa de hormigón,
- almohadillas de apoyo bajo carril situados entre los carriles de la línea ferroviaria y las traviesas, configuradas de modo que están localizadas con una rigidez igual o creciente desde la vía en placa de hormigón hacia la vía en balasto,
- sendos carriles adicionales externos, fijados sobre las traviesas exteriormente a los carriles de la línea ferroviaria y paralelos a los mismos, que están arriostrados sobre parte de las traviesas de la zona de transición más próximas a la vía en placa de hormigón y parte de la placa de hormigón de la vía en placa de hormigón.

Por otra parte, aunque en D01 se describen láminas de amortiguación, éstas son muy diferentes de la lámina de amortiguación de la vibración reivindicada, que está situada en sentido transversal a la vía en placa de hormigón, que se extiende al menos entre la capa de balasto de la zona de transición y la capa de hormigón de la vía en placa de hormigón en toda la sección transversal de la capa de hormigón de la vía en placa de hormigón,

Los efectos técnicos principales de dichas diferencias son:

- Se reducen los problemas de migración de balasto (asociado especialmente a la lámina de amortiguación y su configuración transversal) lo cual, al evitar problemas de descalce y desestabilización, permite a su vez utilizar traviesas de longitud superior, por lo que hay una sinergia entre características técnicas de la diferencia señalada<sup>9</sup>
- Se posibilita el arriostramiento con carriles adicionales externos (asociado al conjunto de traviesas de longitud superior) y a su vez ese arriostramiento evita inconvenientes que pudieran aparecer con traviesas de longitudes mayores a las habituales, es decir hay una sinergia entre características técnicas de la diferencia señalada
- Se reducen las vibraciones verticales y se disminuye el desgaste y deterioro en la zona de transición por la actuación en conjunto de las características de la diferencia

El problema técnico objetivo que se resuelve es el de cómo conseguir una zona de transición más estable, con menos desgaste y deterioro, con más confort y seguridad.

Aunque en el estado de la técnica se conocen documentos como el documento D02 ("Design of Track Transitions (Research Results Digest 79), Octubre 2006") del que se pueden extraer diversos conocimientos técnicos en relación a la utilización de traviesas de longitudes superiores a las habituales en las zonas de transición, no se describen en el mismo el resto de características de la diferencia ni se producen los efectos técnicos mencionados ni las correspondientes sinergias.

Por otro lado, aunque en el estado de la técnica sí se conoce la utilización conjunta de 2 carriles exteriores y 2 carriles interiores paralelos a los carriles propios de la línea ferroviaria, por ejemplo cuando se hacen trabajos debajo de la vía que pueden afectar a la estabilidad de la misma y es necesario rigidizarla y estabilizarla, o en zonas de transición como la que se puede ver en el documento D03, en ningún caso se trata de una zona de transición como la definida en la reivindicación 1 ni con las finalidades pretendidas.

Por todo lo expuesto cabe concluir que, para el experto en la materia, a partir del documento D01, y enfrentado al problema técnico objetivo planteado, no sería obvio, utilizando los conocimientos de que dispone en el estado de la técnica, llegar a la reivindicación 1.

Es por ello que se considera que la reivindicación 1, sería nueva (Art. 6.1 LP 11/1986), y que además implicaría actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986).

Las reivindicaciones 2 a 7 son dependientes por lo que se considera que serían así mismo nuevas (Art. 6.1 LP 11/1986), y que además implicarían actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986).