



PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA VÍA SIN BALASTO EN ESPAÑA

José Julián Mendoza Fernández

RENFE

Estación de Chamartín. Edificio 22.

C/ Agustín de Foxá s/n. 28036-Madrid

Tfno: 91 314 30 74

Fax: 91 300 77 28

Gilaberte Fernández, Moisés; Corral Vielba, Fidel

TIFSA

C/ Capitán Haya, 1. 28020-Madrid

Tfno: 91 555 95 62

Fax: 91 555 10 41

RESUMEN

A mediados de 1997 se ha constituido un Grupo de Trabajo para el Desarrollo de la vía sin balasto en España, formado por personal directivo y técnico del Ministerio de Fomento, RENFE y empresas consultoras. En reuniones periódicas de este Grupo se ha avanzado en el conocimiento del estado actual de la cuestión, sobre todo en otros países del entorno europeo, estudiando la aplicación en España de los diferentes modelos en uso, inventariando el estado actual de las construcciones en servicio en la Red, redactando un Pliego de Prescripciones que servirá de base para la construcción de modelos de vía sin balasto en el futuro y elaborando un programa de Trabajo que desembocará en la construcción de tramos de ensayo para diferentes modelos de vía sin balasto.

Tras la certificación de aptitud técnica de los modelos a instalar, serán los estudios económicos de rentabilidad para cada proyecto de nuevas líneas o de renovación de existentes los que marquen la extensión e implantación de este nuevo concepto de superestruc-

tura de vía cuya fuerza reside en las escasas labores de mantenimiento que requiere junto a una práctica invariabilidad de los parámetros geométricos, siempre y cuando se plasmen unas estrictas tolerancias de calidad en su proyecto y construcción.

1. INTRODUCCIÓN

Los incrementos de solicitaciones debidas al tráfico mixto de trenes rápidos de pasajeros y de trenes pesados de mercancías que soportan las redes ferroviarias europeas han obligado a éstas a buscar soluciones frente al proceso acelerado de degradación de la calidad de la vía y los cada vez mayores costes de mantenimiento aplicados para restaurarla.

Frente a esta problemática, se han estudiado modificaciones de componentes de la superestructura de vía sobre balasto, como son los carriles UIC-60 de patín alargado, las placas de asiento de alta elasticidad bajo carril o traviesa y las traviesas de hormigón pretendado modificadas para ofrecer una superficie de apoyo mayor. Otras modificaciones residen en la infraestructura, con la inserción de una capa protectora de la plataforma, complementada con una capa contra heladas en líneas nuevas y renovaciones de antiguas.

La vía sin balasto surge en la búsqueda de un modelo de superestructura de vía que requiera poco mantenimiento garantizando la estabilidad de la marcha del vehículo, y a la hora de planificar nuevas líneas, en las que el porcentaje de túneles y puentes respecto a la longitud total se incrementa notablemente.

Según las experiencias recogidas hasta el momento, los trabajos de conservación de una vía sin balasto se limitan a la reposición de los carriles con excesivo desgaste, las piezas de la sujeción deterioradas por la fatiga y los elementos de elastómero inservibles por envejecimiento, siempre y cuando se den unas estrictas tolerancias y calidades de construcción y acabado.

La vanguardia en la construcción de vías sin balasto en sus líneas la tomó Japón, que cuenta con 30 años de experiencia y miles de kilómetros de superestructura de vía en placa en explotación a altas velocidades. El modelo de vía instalado consta de losas portantes de hormigón enlazadas por cilindros del mismo material que solidarizan el conjunto, que descansan sobre una capa de mortero de asfalto-cemento, todo ello apoyado a su vez sobre una subbase rígida.

En Europa, la realización más significativa data de 1972. Se trata de una construcción en la estación de la ciudad de Rheda (Alemania) con el modelo de vía sin balasto que toma su nombre: consta de traviesas unidas por una armadura longitudinal que se anclan a una losa armada de hormigón, sobre dos capas de subbase también rígidas. Este modelo de vía sin balasto ha sufrido modificaciones posteriores de diseño.



1.1. TIPOLOGÍAS

Los modelos de vía sin balasto existentes pueden agruparse en cuatro grandes categorías:

- Construcciones en capas, con estructuras monolíticas sin traviesas o de traviesas más losa portante, o estructuras con traviesas apoyadas directamente sobre la losa portante.
- Construcciones con bloques o traviesas recubiertos de elastómero que se introducen en la losa soporte.
- Construcciones flotantes sobre elastómeros, ya sean traviesas o losas.
- Construcciones especiales, como el carril embebido en material elástico.

2. GRUPO DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LA VÍA SIN BALASTO EN ESPAÑA

A instancias de Presidencia de RENFE y de su Comité Técnico se crea a mediados de 1997 un Grupo de Trabajo para profundizar en el conocimiento sobre la vía sin balasto, analizando los tipos existentes en otras Administraciones, sus realizaciones, comportamiento, tramos de ensayo, etc. con el objetivo de llevar a cabo su implantación en España.

Dicho Grupo de Trabajo está formado por personal directivo y técnico de RENFE, el Ministerio de Fomento, IECA (Instituto Castellano del Cemento y sus Aplicaciones), TIFSA (filial de RENFE) y consultores privados.

En reuniones periódicas, el Grupo de Trabajo analiza aspectos relacionados con la vía sin balasto: tipologías, sujeciones, infraestructura, visitas efectuadas a otros países, etc., y discutiendo las características a exigir a cualquier modelo de vía sin balasto, desde la infraestructura a la superestructura.

En la misma dirección se estudia la viabilidad económica de las construcciones de vía sin balasto, teniendo en cuenta el mayor desembolso inicial que requieren, que puede compensarse a medio plazo por las reducidas labores de mantenimiento y sus costes asociados.



3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VSB EN ESPAÑA

3.1. ANTECEDENTES: RICLA-CALATORAO

Para adoptar el tipo idóneo de superestructura de la vía y poseer una experiencia propia, se construyó el tramo Ricla-Calatorao. En su momento (años 75-77) fue el tramo en ensayo más largo del mundo sobre placa. De 4,1 km. de longitud, se construyó mediante el modelo PACT de los Ferrocarriles Británicos (BR): una placa continua que incorporaba sustanciales modificaciones de acuerdo con los resultados de anteriores tramos de ensayo, construida “in situ”, sin juntas, con armadura longitudinal continua, y sujeción elástica Pandrol modificada, anclada directamente en la masa de hormigón. El carril continuo soldado descansaba sobre el hormigón en toda su base, mediante la interposición de una banda elástica continua.

Se llevó a cabo un completo programa de ensayos en vía que incluía: control de fisuras, comportamiento de la placa frente a los cambios climáticos, estudio de la calidad de la plataforma, ensayos de laboratorio a la banda elástica continua, ensayos estáticos y dinámicos “in situ”, y medida de la geometría de la vía.

El tramo de vía en placa entre Ricla y Calatorao fue desmantelado. Los problemas que se plantearon tuvieron relación con los hechos siguientes:

- ❑ El sistema de vía PACT presentaba dificultades para llevar a cabo la corrección o enderezamiento de la posición de los carriles en planta y perfil después de su colocación y una vez sometido a ciclos de carga, debido a que no era posible actuar sobre la sujeción Pandrol (único modo, al tratarse de una vía en placa).
- ❑ La fisuración de la losa de hormigón presentaba niveles moderados y admisibles mientras fue controlada. A pesar de que el terreno de soporte de la superestructura no presentaba características que hiciesen temer por su integridad, el número de fisuras pudo aumentar por las variaciones de temperatura, las cargas dinámicas del material rodante y el asiento irregular de la cimentación de las placas. Desde el primer momento predominaban las fisuras que pasaban por los soportes, lo que pudo producir holguras que, unidas a las vibraciones inducidas por el tráfico, pudo provocar el aflojamiento de las fijaciones Pandrol.
- ❑ La reparación de la placa monolítica resultaba complicada ante cualquier desperfecto de los mencionados.



- La vía presentaba rigidez que se incrementaba con la velocidad, constatada en los ensayos.
- El nivel de vibración y ruido se mostró similar al que se considera actualmente que debe reducirse en toda construcción de vía en placa, por comparación con la de balasto (3 dB(A)).



3.2. CONSTRUCCIONES PRESENTES EN LA RED ESPAÑOLA

En la Red española se han implantado los siguiente tipos:

CONSTRUCCIONES MONOLÍTICAS:

- Traviesas RS con sujeción RN** (Línea Madrid-Hendaya, Estación de Irún. Línea Madrid-Alicante, Estación de Alicante. Estación de Chamartín.), **con sujeción J-2**. (Estación Término de Valencia.), **y con sujeción P-2** (Línea Barcelona Sants-Aeropuerto, Estación Término del Aeropuerto del Prat. Línea Atocha-Móstoles el Soto, Estación de Laguna).
- Traviesas tipo DW embebidas en hormigón con sujeción elástica SKL-1**. (Línea Madrid-Hendaya, Estación de Valladolid).
- Modelo RHEDA**. (Línea Zaragoza-Barcelona, Estación de Tarrasa).

CONSTRUCCIONES DE BLOQUES RECUBIERTOS DE ELASTÓMERO:

- Traviesa STEDEF con sujeción Nabla**. (Línea Castejón-Bilbao, Estación Bilbao-Abando. Línea La Encina-Valencia, Túnel en las proximidades de La Encina. Línea Valencia-Tarragona, Túnel de El Cabañal. Línea Tarragona-Barcelona, Bifurcación Clot-Vilanova. Línea Pasillo Verde: Cercanías de Madrid, Estación de Delicias, Estación de Pirámides. Línea Madrid-Irún, Estación Príncipe Pío. Línea Madrid-Sevilla, Estación de Córdoba. Línea Madrid-Cádiz, Estación de Sevilla-Santa Justa, Túnel de San Bernardo, Apeadero Virgen del Rocío).
 - Traviesa STEDEF con sujeción P-2**. (Línea Madrid-Barcelona, Túnel de la línea Madrid-Zaragoza, Túnel nº 14, Túnel nº13, Túnel nº12. Línea Zaragoza-Barcelona, San Andrés Arenal-Bifurcación Vilanova. Línea Atocha-Villaverde Alto, Estación de Méndez Álvaro, Estación 12 de Octubre, Estación de Orcasitas, Estación de Puente Alcocer. Línea Atocha-Móstoles El
-

Soto, Estación de Embajadores. Línea Atocha-Chamartín, Estación de Nuevos Ministerios. Línea Málaga-Fuengirola, Estación de Málaga).

- Travesía STEDEF con sujeción J-2.** (Línea Tarragona-Barcelona, Túnel de Molins del Rey).

CONSTRUCCIONES ESPECIALES:

- Largueros de hormigón con sujeción Pandrol.** (Línea Contorno de Barcelona, Can Tunís).
- Largueros de hormigón con sujeción rígida de tirafondos** (Estación de Irún).
- Carril embebido en Corkelast.** (Línea C-4 de Cercanías, Estación de Parla. Línea: vías de estacionamiento de la estación, Estación de Atocha-Mediodía. Línea AVE Madrid-Sevilla, Estación de Puerta de Atocha.)

3.3. DETALLES DE FUNCIONAMIENTO DE CADA TIPO

CONSTRUCCIONES MONOLÍTICAS:

Salvo el modelo Rheda instalado en Tarrasa cuya estructura monolítica ofrece una adecuada resistencia a las cargas de las circulaciones, los otros dos modelos conforman una superestructura muy rígida, lo que origina desperfectos en bloques, losas y sujeciones, rotura de las grapas RN donde están presentes y mal estado general. La elasticidad en estos modelos debe residir en la sujeción (como la IOARV-300 del modelo Rheda). La emisión sonora es elevada.

En general, este tipo de construcciones se caracterizan por unas altas prestaciones mecánicas frente a los esfuerzos reales de la vía, si bien, su elasticidad, al materializarse únicamente en la sujeción se encuentra dentro de los valores más bajos para este tipo de superestructuras sobre placa. Es susceptible de la colocación de elementos antirruído, y su instalación parece apropiada para zonas al aire libre, en vías generales y sin condicionantes acústico-vibratorios de especial importancia.

CONSTRUCCIONES DE BLOQUES RECUBIERTOS DE ELASTÓMERO:

Es el tipo más extendido en nuestra Red. Limita las sollicitaciones a la capa soporte por su concepción de masa-resorte. Permiten la polivalencia de anchos de vía. En muchos casos las losas aparecen con fisuras de retracción de evolución diversa: se dirigen de bloque a bloque de una misma travesía o de traviesas contiguas, ocupan toda la sección, de bloque a extremo de losa, etc. Debe vigilarse la correcta separa-



ción de los bloques de traviesa y riostra respecto de la losa, base del funcionamiento del sistema. Si se produce el choque de los mismos con el hormigón el sistema se rigidiza y acaba por producir roturas de bloques y un mal funcionamiento general de la superestructura de vía.

La elasticidad del sistema viene impuesta por la de los materiales de recubrimiento de los propios bloques y por la de los elementos de sujeción.

CONSTRUCCIONES FLOTANTES:

Su construcción es muy rápida y altamente mecanizada. Es el caso de construcción en dos capas con losas prefabricadas e interposición de materiales elastoméricos entre los dos soportes de hormigón. Los elastómeros se pueden colocar transversalmente, longitudinalmente o en zonas puntuales en función de la necesidad y del tipo de frecuencias que se pretendan atenuar. Este tipo de construcciones atenúan un amplio espectro de vibraciones al estar situada la fuente de emisión de las mismas lo suficientemente lejos del punto de atenuación, por lo que están muy indicados para ferrocarriles suburbanos.

No está probada su aptitud para grandes velocidades o altas cargas.

CONSTRUCCIONES ESPECIALES:

Los modelos de largueros de hormigón están presentes en vías de estacionamiento o reparación de unidades, por lo que sus desperfectos no tienen tanta relevancia como si estuviesen en vía general.

La construcción de carril embebido, por lo menos las existentes en España presenta una alta calidad en su comportamiento. En este modelo no existe sujeción propiamente dicha; el carril se encuentra fijado a la losa mediante un elemento elástico y de altas prestaciones, que es el Corkelast. Por tanto, la elasticidad del sistema esta garantizada por la calidad de este material, si bien las experiencias hasta ahora desarrolladas dan prueba de su absoluta fiabilidad.

En cuanto a su utilización, parece apropiado para zonas de estaciones y especialmente para zonas de puentes o viaductos reduciendo notablemente el peso propio de los mismos. Mecánicamente, presenta un buen y uniforme reparto de cargas por el apoyo y soporte continuos en las tres dimensiones. El aislamiento eléctrico es grande.

Actualmente un inconveniente se encuentra sin resolver. Se trata de la posible detección y reparación de defectos de carril por la complejidad de ejecución de las mismas.



4. NUEVAS PERSPECTIVAS DE LA VÍA SIN BALASTO

4.1. REQUERIMIENTOS

La vía sin balasto puede encontrar su campo de aplicación a la hora de afrontar las nuevas líneas a altas velocidades, que requieren tolerancias estrictas de construcción y de geometría de la vía, con porcentajes elevados de viaductos y túneles en los que una subbase rígida está ya presente, en las que se exige un elevado confort, y con elevados gastos de mantenimiento.

El posible deterioro del balasto puesto de manifiesto en algunas líneas de velocidad alta y tráfico mixto o de alta velocidad en curso de explotación (“fenómeno de licuefacción”) es otro factor que puede impulsar el despegue de la vía sin balasto como superestructura de vía a considerar en el futuro.

Las cada vez más exigentes prescripciones medioambientales pueden encontrar en la vía sin balasto una solución para una mejor inserción de la obra lineal en el territorio que atraviesa por su posibilidad de admitir peraltes elevados. Por el contrario, es necesaria una profundización en los aspectos de absorción de emisiones sonoras reflejadas por las losas y de las vibraciones producidas al paso de las circulaciones.

4.2. TENDENCIAS

Dos caminos se abren en el desarrollo de modelos, siempre manteniendo los principios básicos de toda construcción sobre losa, a saber, alta exactitud en su construcción y poco mantenimiento: estructuras sobre hormigón o estructuras sobre asfalto.

Ambos sistemas se basan en métodos mecanizados de construcción, si bien y en España sobre asfalto la experiencia ferroviaria es nula.

Dentro de los principios básicos arriba enunciados, la obtención y el mantenimiento de unas muy altas exigencias geométricas en la vía han impulsado el desarrollo de sistemas que permitan garantizar ambos principios. Entre ellos y como más destacado se encuentra el de la sujeción reglable desarrollada por STEDEF que permite, con unas muy pequeñas y sencillas operaciones corregir en planta y en alzado, es decir en ancho de vía y en altura del carril, la posición de la vía. Se trata de un sistema de alta exactitud y fácil funcionamiento desarrollado y probado hasta altas velocidades por la administración francesa y con buenos resultados hasta este momento.

Como ventajas del asfalto, éste conforma una sección en la que no se producen fisuras y las capas soporte poseen mayor elasticidad. Se utiliza la maquinaria convencional de



carreteras. Una vez enfriado el asfalto puede circularse sobre él. Permite la consecución de peraltes elevados.

En cuanto a inconvenientes, por apoyarse las traviesas directamente sobre la capa de asfalto los modelos tienen una elevada altura de construcción. Se recomienda el empleo de modelos sobre hormigón en puentes largos. El ancho español podría requerir losas más anchas, lo que supondría mayor coste. Sometido a altas temperaturas y con tiempos de aplicación de cargas elevadas, el asfalto puede perder sus condiciones elásticas. En los espacios entre traviesas es posible la introducción de material fonoabsorbente. Es necesario un anclaje de las traviesas a la capa portante de asfalto.

El hormigón permite concebir modelos sin traviesas o con ellas embebidas en el mismo, reduciendo las alturas de construcción. Los encofrados deslizantes permiten rendimientos de trabajo elevados, alto grado de mecanización y correcciones en el posicionado de la vía durante la construcción.

Por el contrario, en los modelos en los que el sistema de fijación se ancla directamente al hormigón, el espacio para colocar algún elemento absorbente de emisiones sonoras se reduce drásticamente.

No obstante, la principal ventaja, o desventaja en algún caso del hormigón radica en las experiencias que con él se tienen, contrastando con la esperanza que las nuevas investigaciones con el asfalto aportan al desarrollo de éste material.

4.3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES COMO DOCUMENTO BASE PARA FUTURAS REALIZACIONES DE VÍAS SIN BALASTO

En el marco del Grupo de Trabajo para el Desarrollo de la vía sin balasto en España se trabaja en la redacción de un Pliego de Prescripciones para la Construcción de vías sin balasto, adaptación a las características de la red española del documento alemán vigente, encontrándose en fase de borrador.

En él se definen las exigencias que deberá cumplir cualquier construcción de vía sin balasto desde la fase de proyecto, pasando por la ejecución y su conservación final. Incluye referencias a las características geotécnicas de la infraestructura, de la superestructura, características de los materiales hormigón y asfalto, detalles constructivos para vía en placa en puentes, túneles y sobre obras de tierra, configuración de las transiciones entre vía sin balasto y con balasto y entre diferentes modelos constructivos, exigencias en señalización y electrificación y medidas de absorción de vibraciones y ruido.



5. FUTUROSTRAMOS DE ENSAYO

Del mismo modo, dentro del Grupo de Trabajo para el Desarrollo de la vía sin balasto en España se pretenden implantar en nuestra red diversos tramos de ensayo a diferentes modelos de vía sin balasto para someterlos a una extensa campaña de mediciones para estudiar su comportamiento.

Previo a esta fase de implantación se ha llevado a cabo un amplio estudio de las diferentes tipologías existentes, principalmente en Europa, analizando todas y cada una de ellas, con sus puntos fuertes y débiles y las posibilidades de cada una de instalarse en nuestra Red. Esta fase de investigación ha dado lugar a una primera elección de 4 tipologías distintas, de las cuales se montarán en los próximos meses los tramos de ensayo en condiciones de explotación y que se resumen básicamente en las siguientes: construcción monolítica tipo Rheda, construcción con traviesas recubiertas de elastómero tipo STEDEF con sujeción reglable, construcción sobre asfalto y construcción especial tipo carril embebido.

En el momento actual, los fabricantes/constructores/representantes de modelos de vías sin balasto están desarrollando una serie de puntos clave señalados por el Grupo de Trabajo que deberán remitir al mismo, para proceder a la selección de modelos, localización y definición de los tramos, proyecto de instrumentación de los mismos, etc.

6. CONCLUSIONES

El impulso definitivo a la implantación de la vía sin balasto en España vendrá dado por los resultados de los tramos de ensayo a implantar en breve plazo. Debe comprobarse la aptitud y adaptación de modelos en uso en otras Administraciones, principalmente europeas, a las características de nuestra red (ancho de vía, cargas por eje, temperaturas para el caso del asfalto, etc.) y confirmar las escasas labores de mantenimiento previsibles en este tipo de superestructuras.

Tras la certificación técnica, serán los estudios económicos de rentabilidad los que decidan en cada caso la construcción de vía sin o sobre balasto.

