

LA "VÍA EN PLACA" EN LA DB AG

José Escolano Paul.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

RESUMEN

Los estudios realizados por la DB AG en los últimos años de la década de los sesenta, mostraron que la superestructura tradicional en la vía, parejas asentadas sobre balasto, había alcanzado su límite cuando la marcha de los trenes superaba los = 160 km/h. Ello dio lugar a un nuevo concepto y modelo de superestructura que designaron con el nombre de "Feste Fahrbahn" (FF). La FF (vía en placa) para que pueda ser considerada como alternativa, rentable económicamente, de la vía tradicional, debe alcanzar una vida útil larga, semejante a la de los puentes. Esto exige el empleo de estructuras suficientemente ensayadas y procesos constructivos sin fallos y con efectivo control.

La DB AG, basándose en los buenos resultados obtenidos en el tramo de ensayo de la estación de Rheda -1972-, ha puesto en servicio durante los últimos años diversos tramos, en líneas en explotación, con este nuevo concepto de superestructura.

ABSTRACT

Studies made by DB AG at the end of sixties showed that the resistance limit of the track superstructure then in use, double mounting on gravel bed, was reached at a train speed of 160 km/h. A new model and concept of the superstructure was developed, known as "Feste Fahrbahn" (FF). This FF -fixed track- to be seen as an economically feasible alternative, must have as long a period of service as, for example, the bridges. This calls for well-trying structures and foolproof construction methods and for adequate control. The good results obtained in the tests at the Rheda station in 1972 have allowed the DB AG to exploit further stretches of this new track in recent years.

0. INTRODUCCIÓN

Las exigencias que se han planteado en la vía como consecuencia de:

- ▼ La alta velocidad -A.V.-
- ▼ La adaptación de un trazado existente a los condicionantes exigidos por una circulación más rápida (160-200 km/h)
- ▼ La mayor disponibilidad del vial exigida por el servicio
- ▼ La protección medioambiental

Sólo son satisfechas en parte por la superestructura tradicional, constituida por parejas de vía asentadas sobre balasto. Ello ha dado lugar a que la vía sin balasto o vía en placa (Feste Fahrbahn)

se convierta en un tema actual de capital importancia.

En el estudio HSB (Hochleistungsschnellbahn = vía rápida de alto rendimiento) realizado por la DB en 1971, ya se puso de manifiesto la necesidad de un sistema de vía distinto del tradicional para velocidades superiores a los 200 km/h. Recientemente (julio 1994) la DBAG adoptó la decisión de partir de la vía sin balasto (FF), como solución inicial, en todos los proyectos que se refieran a obras a realizar en líneas de nuevo trazado (NBS) o en líneas objeto de modernización (ABS) por las que se prevea circular a más de 200 km/h, salvo que la superestructura tradicional sobre balasto se manifieste como la solución más adecuada, fuera de toda duda, por circunstancias o condicionantes locales.

Se admiten
comentarios a este
artículo, que deberán
ser remitidos a la
Redacción de la ROP
antes del 30 de
febrero de 1999.

Recibido en ROP:
noviembre de 1998

Esta decisión obedece a un hecho de sobra conocido en la vía tradicional: el esfuerzo dinámico aumenta con la velocidad y depende de la calidad posicional de la vía (Fig. 0).

Respecto a esto último dos son los hechos causales que en esencia la alteran; uno, las irregularidades en el asentamiento de las traviesas; el otro, las diferentes elasticidades que va presentando el apoyo del balasto y la subbase a lo largo de la traza. Ante una deformación crece el esfuerzo dinámico, lo que provoca un incremento de la deformación y el proceso sigue en una espiral sin fin.

Bases fundamentales para estudiar y profundizar en las causas que provocan una degradación posicional de la vía, con sus correspondientes influencias en el entorno son:

- ▼ Características estáticas y dinámicas de la superestructura
- ▼ La evolución de las tensiones en la infraestructura
- ▼ Las vibraciones provocadas en el terreno
- ▼ La deformabilidad del subsuelo

1. OBJETIVOS PRIORITARIOS

En la ejecución de la vía en placa han de fijarse como objetivos prioritarios los siguientes:

- ▼ Posicionado permanente y estable de la superficie de rodadura
- ▼ Unidad conceptual y de diseño ya se utilice sobre explanación térrea, en túnel o en puente
- ▼ Costes de mantenimiento bajos
- ▼ Posibilidad de ajuste en caso de asentamiento del subsuelo
- ▼ Posibilidad de rápida reparación y transitabilidad en caso de rotura inducida por accidente ferroviario
- ▼ Renovabilidad al término de su vida útil (60 años)
- ▼ Compatibilidad con las exigencias que se derivan de las instalaciones eléctricas y de señalización
- ▼ Emisión acústica similar a la de una vía asentada sobre balasto

Estos objetivos prioritarios se verán complementados con los que procedan de la:

- ▼ Adopción de características constructivas adecuadas para el diseño conjunto de la vía o alguno de sus componentes en la totalidad del tramo

▼ Mecanización del proceso constructivo aprovechando los métodos de acabado existentes en la industria (carreteras y aeropuertos) con objeto de minimizar los costes manuales pero atendiendo a las exigencias del ferrocarril en materia de tolerancias

▼ Detallada gestión para una conservación mínima

▼ Implantación de un sistema de inspección y control "inteligente" basado en las más modernas tecnologías

2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Antes de enumerar los elementos genéricos constitutivos de una vía en placa conviene destacar y hacer resaltar que la necesaria elasticidad de la superestructura "vía en placa" ha de quedar asegurada casi exclusivamente por los elementos elásticos integrados en el sistema de sujeción del carril. Es una característica conceptual de este tipo de superestructura, que en todo momento ha de tenerse presente.

A continuación se enumeran los elementos constitutivos esenciales de este modelo de superestructura:

▼ **Plataforma:** Es el elemento portante sobre el que descansa o se cimenta la superestructura, su naturaleza y características geotécnicas condicionan el diseño de los restantes elementos constitutivos de la misma. En general es-

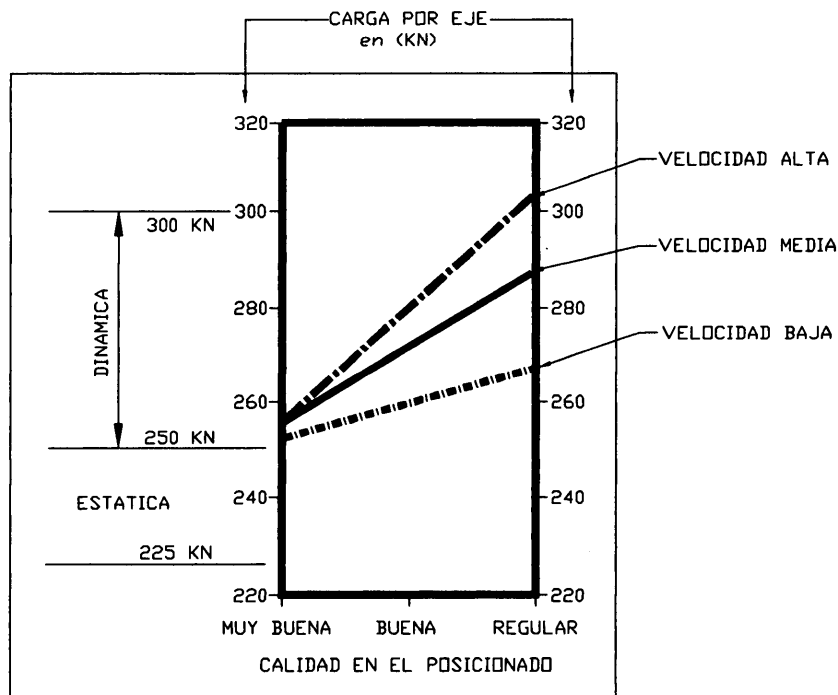


Figura 0. El esfuerzo dinámico y el estado de la vía.



Traviesas bibloque empotradas con la placa de asiento del carril instaladas.



tará constituida por la subbase del terreno, una capa protectora de la subbase (PSS) y la capa antihelada (FSS).

▼ **Solera:** Es el elemento sobre el que descansa la vía en placa propiamente dicha. Va inmediatamente encima de la plataforma. Puede ser un suelo grava cemento (HGT) o una solera de hormigón en masa o armado. En caso de emplearse un HGT, su espesor mínimo es de 30 cm y vuela a ambos lados de la placa soporte sobre ella colocada.

▼ **Placa soporte:** Es la capa de hormigón armado o asfalto sobre la que descansan las parejas (carriles y traviesas).

En unos sistemas (sistemas BTB y ATD) la parrilla de vía se deposita directamente, con precisión milimétrica, sobre la capa soporte, procediéndose a continuación a su anclaje en la misma mediante sistemas diferentes (macho, pieza de hormigón, bulón de anclaje....)

En otros sistemas –Rheda y Züblin– una vez depositada la parrilla sobre la placa soporte, se nivelan y alinean al milímetro las traviesas y a continuación se hormigona el conjunto (Rheda) o bien las traviesas se introducen, mediante un proceso de empuje y vibrado con maquinaria especial, en la capa soporte de hormigón fresco previamente tendida, con la precisión requerida (Züblin).

▼ **Fijación del carril:** El sistema de fijación del carril ha de estar diseñado según el modelo de placa. Debe permitir regular el posicionado del carril en planta y alzado, con unos márgenes en alzado de (-4 mm) a (+20 mm) y de ($\pm$ 5 mm) en planta. De esta manera se pueden corregir posibles fallos de montaje o desviaciones debidas a posteriores asentamientos. La elasticidad de la vía se consigue a través del asiento elástico del carril previsto en el sistema de sujeción

y debe garantizar un nivel semejante al obtenido, al paso de los trenes, con una superestructura tradicional (1.0 a 1.5 mm).

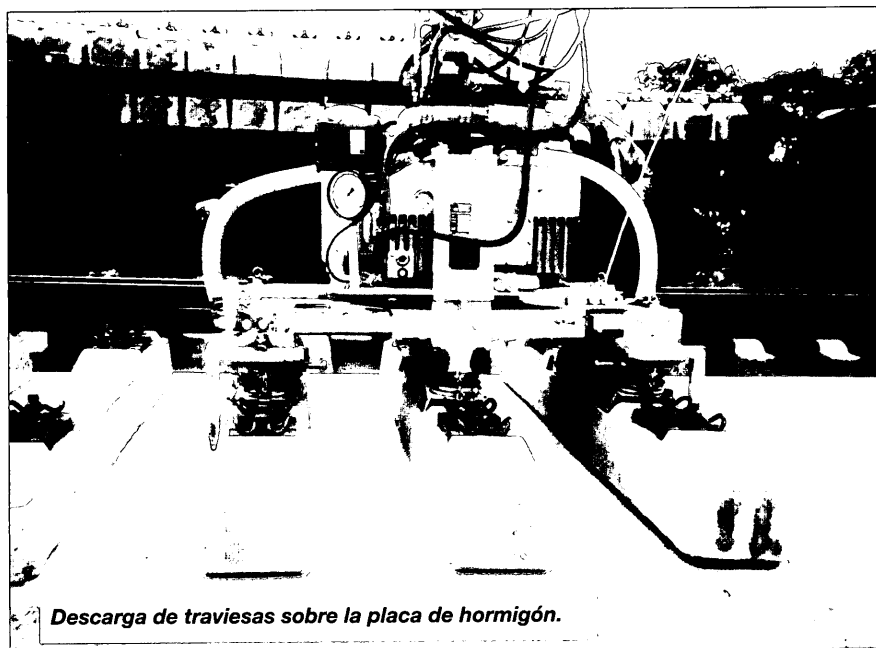
▼ **Soldadura en barra larga:** Conservan su validez las normas y tolerancias vigentes para la vía tradicional.

▼ **Elementos adicionales:** El aislamiento acústico tiene como función absorber parte del nivel de ruido provocado, reduciéndolo de forma que la sonoridad alcanzada sea semejante a la de una vía asentada sobre balasto. (En general la reducción necesaria es de unos 5 dB).

Las corrientes de retorno y las que se originen por cortocircuitos, en caso de avería, tienen asegurada su normal circulación mediante barras de puesta a tierra y cable enterrado o aéreo.

3. EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE UN MODELO

Como consecuencia de la disposición de 1993 por la que se delega en la EBA (Eisenbahn Bundesamt) la planificación y comprobación de la red viaria de los ferrocarriles del Estado Federal y su inspección, tanto en el aspecto técnico como en el de ejecución de sus obras, y del acuerdo de julio 1994, en el que se establece que todos los proyectos, que se refieran a obras en líneas de nuevo trazado (NBS) o en líneas objeto de modernización (ABS) por las que se vaya a circular a más de 200 km/h, han de partir de la vía sin balasto (FF), como solución inicial, la aceptación de un modelo de vía en placa por dicho organismo pasa por tres fases perfectamente definidas:



Descarga de traviesas sobre la placa de hormigón.



Cambio instalado sobre vía en placa.

▼ *Homologación previa.*- Los nuevos modelos de FF, partes esenciales de ellos o las modificaciones importantes en los tipos constructivos existentes, antes de su instalación en vías de servicio ha de ser objeto de homologación previa por la EBA. Para esta homologación ha de presentarse una información que contenga:

- una descripción del sistema detallada, acompañada de planos, cálculos y demás documentación que se considere necesaria.
- Informes con los resultados de las pruebas llevada a cabo con el mismo en un centro de ensayos reconocidos por la EBA, por ejemplo una Universidad Técnica, que incluya la valoración de las pruebas realizadas, bajo oscilación permanente, en los componentes aislados y en un pequeño tramo montado del sistema en cuestión.

▼ *Ensayo en vía en servicio.*- Una vez que el sistema ha sido objeto de homologación previa, pasa a ser ensayado en vía general, en un tramo de características (velocidad superior a los 160 km/h e intensidad de tráfico mayor a las 50.000 t/día en tráfico mixto) y longitud adecuadas (unos 400 m, en recta y/o curva de radio mayor de 1200 m) para contrastar su comportamiento.

Durante el ensayo se realizan periódicamente inspecciones y se comprueba el posicionado de la vía a través de mediciones realizadas sobre una red de puntos y referencias previamente establecidos.

Todas las pruebas y controles realizados, así como cualquier tipo de trabajo ejecutado en la superestructura durante ese tiempo, quedan registrados y documentados en un cuaderno de acompañamiento del ensayo.

La duración del ensayo oscilará entre los 5 y 7 años de forma que el tramo se haya visto sometido a un tráfico de más de $150 \cdot 10^6$ t y a condiciones climatológicas rigurosas, (2 inviernos al menos).

▼ *Homologación general.*- Después de varios años (5) de prueba con resultados positivos en vía en servicio, unos seis meses antes del fin del periodo de ensayo fijado por la EBA puede iniciarse el proceso de homologación general del sistema.

Tras el análisis y la valoración de todos los resultados obtenidos en el ensayo, incluidos los

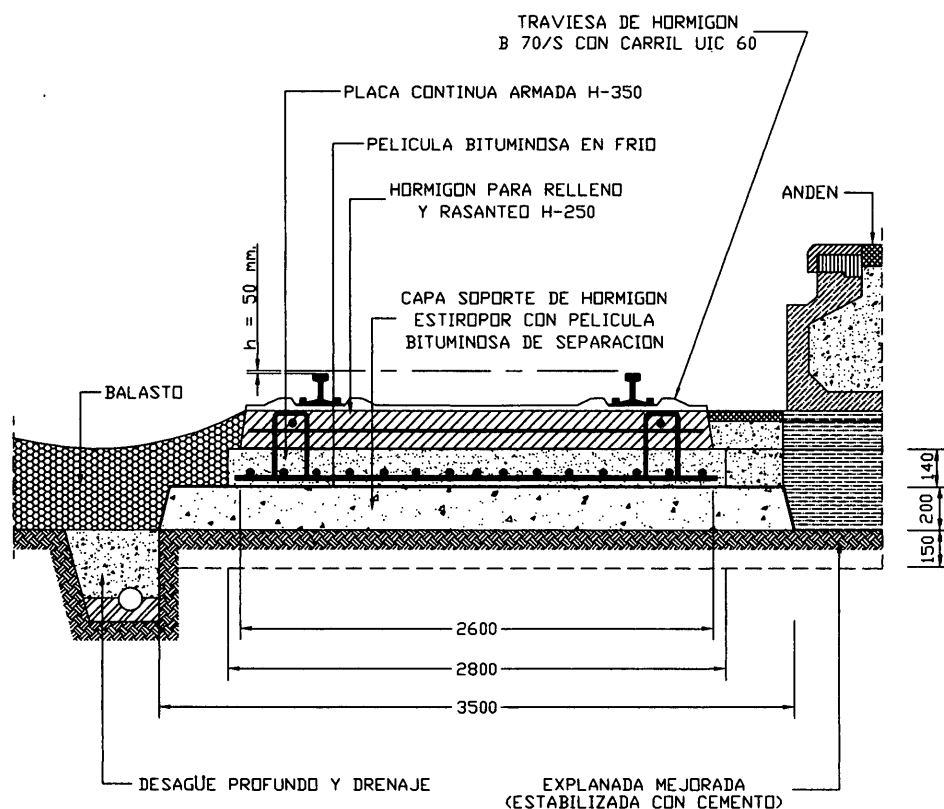


Figura 1. Sección transversal del tramo en curva con peralte de 50 mm. Modelo Rheda en su versión original.



realizados a pie de obra, se procede al dictamen definitivo, sobre la homologación del sistema, por la EBA.

4. MODELOS DE VÍA EN PLACA

La vía en placa se caracteriza, como es sabido, porque frente a la rodadura el sistema posee una elasticidad y amortiguación claramente definida, independiente de la climatología e invariable en el tiempo, por una alta disponibilidad para el servicio del vial con ella dotado y por su buen comportamiento ante la dinámica de la marcha, lo que arrastra y provoca un reducido coste de mantenimiento.

Teniendo en cuenta el amplio campo de uso que para la vía en placa existe en los tramos de Velocidad Alta, se ha visto la necesidad de optimizar este tipo de superestructura desde un punto de vista económico, de forma que se haga realidad en este campo una superioridad ya manifiesta y real en el campo técnico.

Hace más de 25 años que el tramo de ensayo construido en RHEDA viene satisfaciendo, técnica y económicamente, las condiciones exigidas (Fig. 1 Modelo Rheda Primitivo). En los últimos años se han intensificado las actividades y ensayos para el empleo de la vía en placa en tramos de A.V., y actualmente se tienen cuatro modelos constructivos en condiciones de empleo y uso inmediato:

- ▼ Modelo Rheda A.V. (Alta Velocidad > 250 km/h)
- ▼ Modelo Züblin A.V. (Alta velocidad > 250 km/h)
- ▼ Modelo ATD S.B. (Vía rápida > 160 km/h)
- ▼ Modelo BDT S.B. (Vía rápida > 160 km/h)

Con independencia de ello y como resultado de la competencia surgida en la industria del ramo, a raíz de la decisión adoptada por la DBAG en julio del 94, se ha montado un tramo Waghäusel-Neulussheim, de la línea Mannheim-Karlsruhe-Rastatt, que acoge siete modelos constructivos propuestos por las empresas y admitidos en principio por la EBA, pero sujetos a los resultados que se obtengan en el tramo de ensayo citado una vez hayan circulado por el 150.10⁶ t.

A continuación se exponen brevemente las características elementales de los cuatro modelos constructivos en condiciones de empleo y uso inmediato.

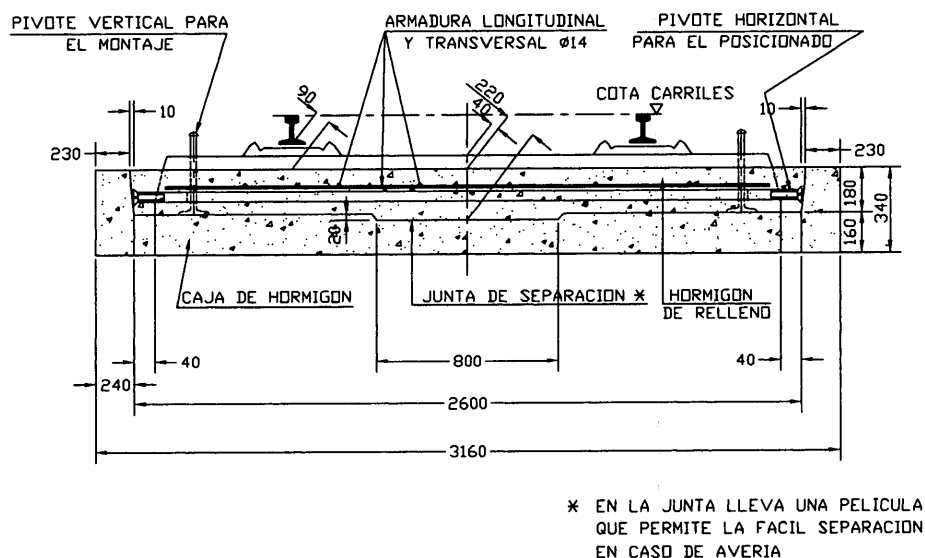


Figura 2. Sección transversal de la vía en recta. Modelo Rheda en el túnel de Sengeberg.

4.1. MODELO RHEDA

Este modelo se prueba desde 1972 en diversos tramos de ensayo, que en total suman unos 37 km de vía. Se enumeran a continuación los tramos de este modelo, con más de cinco (5) años en servicio, sobre vía general; su conservación no ha exigido adoptar medida alguna, fuera de la sustitución de alguna pieza aislada del pequeño material o esmerilado de la superficie de rodadura de los carriles.

▼ Estación de Rheda	640 m	1972
▼ Tramo de ensayo de Dachau	400 m	1971
▼ Túnel de Einmalberg (doble vía)	4700 m	1985
▼ Túnel de Mühlberg (doble vía)	7000 m	1986
▼ Túnel de Sengeberg (doble vía)	5500 m	1989
▼ Puente de Amper	90 m	1990

En el túnel de Sengeberg, del tramo de nueva construcción Hannover-Wüzburg (NBS-H/W), se construyeron los 5,5 km mediante un sistema de montaje mecanizado de nuevo diseño según el siguiente proceso (Fig. 2. Modelo RHEDA Actual): Una vez construida la placa soporte en forma de artesa mediante un sistema de encofrado deslizante, adaptado para este trabajo, se introducen en ella parejas de 180 m de longitud. A medida que se lleva a cabo el posicionado vertical mediante husillos, del modo habitual, se procede al posicionado en planta, gracias a los tornillos situados en los extremos de las traviesas que apoyan contra los rebordes laterales de la artesa, en un futuro esto ha de simplificarse y mejorarse notablemente. Hoy en día este último trabajo se desarrolla necesariamente a mano. El proceso de ajustado abarca varias fases que van aproximando de forma progresiva la vía a su posición ideal. Se logró una clara mejora en la puesta en obra del hormi-

gón, al emplear un equipo especialmente diseñado para ello. El replanteo de la vía mediante puntos de referencia es perfecto.

Ventajas que presenta este modelo:

- ▼ Posibilidad de un alto rendimiento en la producción mediante un alto grado de mecanización.
- ▼ Posibilidad de corregir el posicionado de la vía en alzado no solo a través del sistema de sujeción del carril, sino también durante el proceso de hormigonado hasta un total de 120 mm.
- ▼ Puede repararse y renovarse, mediante la disposición de juntas simuladas, con un coste razonable en tiempo.

Inconvenientes que presenta este modelo:

- ▼ La introducción de la armadura que pasa a través de traviesas y hormigón de relleno. No es mecanizable.

La colocación de un elemento que absorba el ruido, en los espacios entre traviesas, en la caja de vía, presenta inconvenientes por poco espacio. Puede subsanarse con traviesas más altas.

4.2. EL MODELO ZÜBLIN

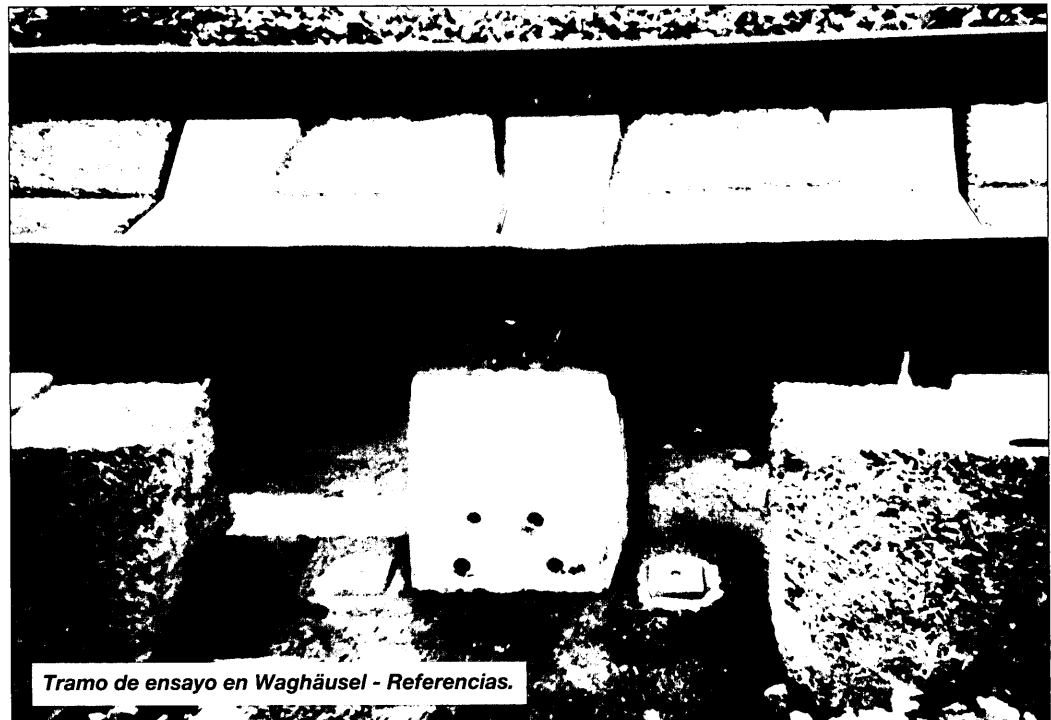
El modelo Züblin sintetiza la versión perfeccionada de las variantes ensayadas en la circunvalación norte de München en 1977 a partir de puntos de apoyos aislados.

El principio constructivo –parrilla de vía empotrada en placa de hormigón– es similar al Rheda. Sin embargo, aquí el hormigón no se introduce entre y bajo las traviesas de una parrilla

de vía exactamente tendida, sino que las traviesas se empotran en el hormigón fresco de una placa hecha "in situ".

Por medio de un equipo de trabajo, especialmente diseñado para ello, las traviesas de hormigón se introducen a presión y vibrando en el hormigón fresco, se pueden ajustar correcciones en altura hasta una cifra del orden de 50 mm. Entre traviesas queda espacio suficiente para colocar un elemento que absorba el ruido, cuya eficacia ya ha sido comprobada.

En 1988 se montó un tramo de ensayo de 200 m de longitud en la estación de Oberesslingen, de la línea Ulm-Stuttgart (noviembre 1989). Se estudiaron las posibilidades de mejora basándose en una mayor exactitud en el tendido y se aplicaron en el montaje del tramo piloto de 5,5 km en el túnel de Markstein de la línea de nueva construcción Mannheim-Stuttgart. El proceso de montaje en el túnel de Markstein se desarrolló en general sin problemas. Ha de hacerse constar que fue muy buena la evolución del ancho en el posicionado de la vía. En lo que respecta a la alineación y nivelación longitudinal hubo por el contrario que efectuar correcciones. Se cambiaron un total de 500 placas intermedias ZW692 (el 3,4% en Mannheim-Stuttgart y el 2,2% en Stuttgart-Mannheim) y 700 placas angulares Wfp 15 (un 2,2%). La causa de ello estuvo en el sistema de tendido que aún no estaba suficientemente conseguido, pero sobre ello se ha estado trabajando para perfeccionarlo (Fig. 3 Modelo Züblin) y se ha conseguido.



Ventajas que presenta este modelo:

- ▼ Posibilidad de un rendimiento en la producción alto, por su mecanizado total.
- ▼ Posibilidad de ajustar la altura con la sujeción del carril del orden de 25 mm y durante la construcción, mediante husos de elevación y presión inferior, de una traviesa a otra del orden de 50 mm.
- ▼ Se puede mecanizar el tendido de la armadura longitudinal en la placa soporte.

Inconvenientes que presenta este modelo:

- ▼ La construcción de la vía sólo se puede hacer con un equipo especialmente diseñado por lo que se reduce su ámbito de aplicación.
- ▼ Es problemático embutir las traviesas con un peralte igual o mayor a 150 mm.

4.3. MODELOS ATD Y BTD

En ambos modelos la parrilla de vía se deposita directamente sobre una placa soporte de asfalto (ATD) u hormigón (BTD).

Previamente se han desarrollado cálculos para dimensionarla y estu-

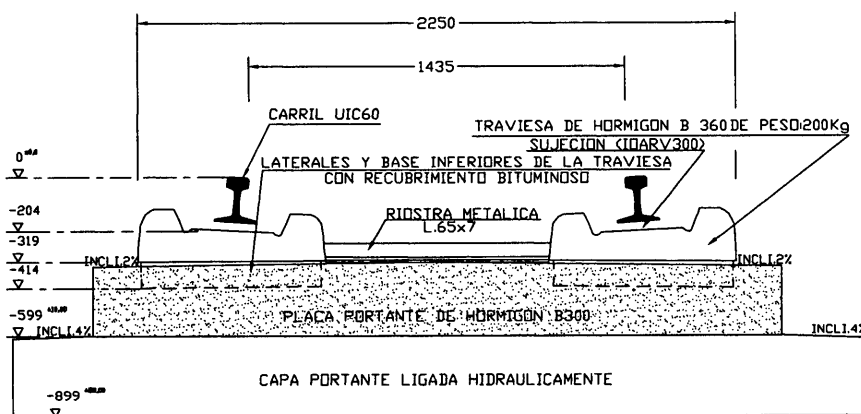


Figura 3. Vía en placa tipo Züblin.

dios sobre la técnica de tendido de la placa. Ello ha permitido alcanzar una exactitud en alzado de la misma de ± 2 mm, empleando la maquinaria usual en carreteras para este tipo de obra (Hösbach 1987). Una vez situada la parrilla de vía sobre la placa soporte se ancla o sujeta a ella por diferentes procedimientos (Fig. 4 y Fig. 5).

El sistema presenta las siguientes ventajas:

- ▼ Evolución favorable de los costes constructivos.
- ▼ Ejecución con maquinaria usual en obra de carreteras y vías.
- ▼ Permite introducir material de relleno para absorción del ruido entre las traviesas.

Frente a claras ventajas presenta algunos inconvenientes:

- ▼ En los tramos sobre asfalto han de preverse medidas adicionales de puesta a tierra.
- ▼ El sistema de anclaje ha de ser objeto de un profundo estudio y posterior ensayo en obra para comprobar su comportamiento a bajas temperaturas.
- ▼ Adopción de medidas complementarias para impedir vuelco de traviesas en zonas críticas.
- ▼ Los resultados obtenidos hasta la fecha son satisfactorios pero aún no se cuenta con experiencia suficiente, según normativa de EBA (5 años).

Conviene resaltar que el sistema ATD con una base central en resalto (espaldón) para absorber las fuerzas transversales, es un sistema seguro y económico sobre el que hay fundadas esperanzas de éxito (Querkraftsockel).

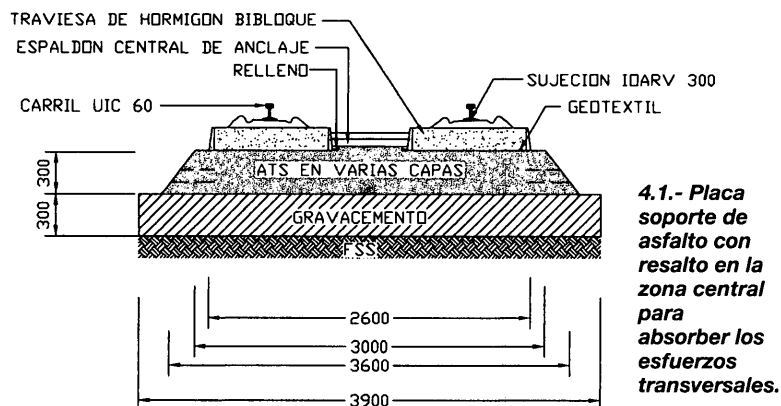
4.4. LA SUJECIÓN LOARV 300

La sujeción loarv 300 que enlaza y sujeta el carril a la traviesa, es parte esencial en el sistema. Surgió con motivo de los problemas que se plantearon al emplear los anteriores sistemas loarv 180 y 207 sobre vía en placa (Mühlberg).

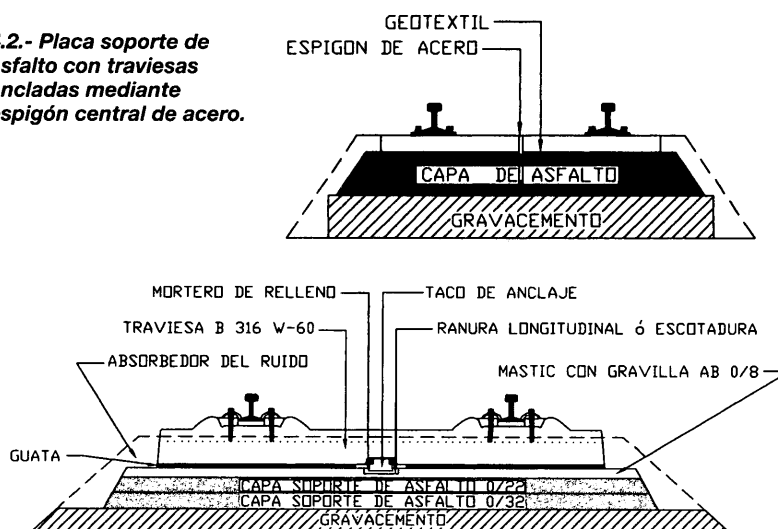
Esta sujeción consta de dos placas angulares (bridas de ángulo) de centrado, de una placa intermedia elástica bajo una placa de asiento rígida y de los usuales componentes para el atornillado y la fijación (Fig. 6).

La placa de asiento distribuidora de cargas y la placa intermedia elástica se sitúan dentro de la escotadura de los dos angulares, con ello la resistencia al giro en el eje del carril aumenta longitudinalmente y de esta forma se evita el vuelco del

Figura 4.- ATD (Vías apoyadas directamente sobre placa soporte de asfalto)



4.2.- Placa soporte de asfalto con traviesas ancladas mediante espigón central de acero.



carril bajo el efecto de las cargas. Al mismo tiempo se transmiten las considerables fuerzas de las grapas de sujeción por las bridas de ángulo autocentradas a la traviesa de forma que se impide una deformación no uniforme de la placa intermedia elástica durante el montaje.

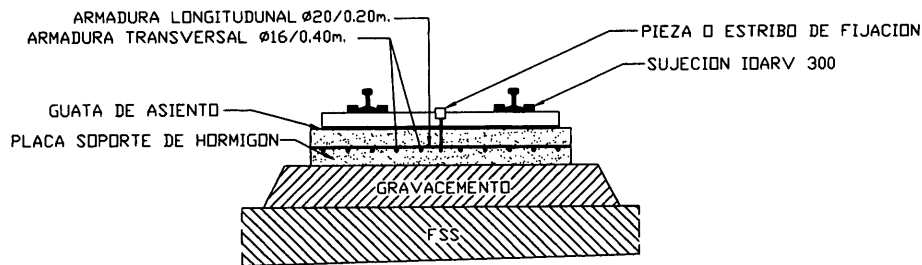
La regulación del posicionado en planta en ± 5 mm puede efectuarse cambiando las bridas angulares por otras de mayor o menor ancho, variando de mm en mm escalonadamente. La regulación del posicionado en alzado se realiza en principio de -4 mm a $+6$ mm por medio de placas intermedias de gruesos diferentes y se aumenta con ayuda de placas de 10 mm y 6 mm de grueso para correcciones de -4 mm a $+22$ mm.

La resistencia eléctrica exigida (2,3 Ohm/km) se logra.

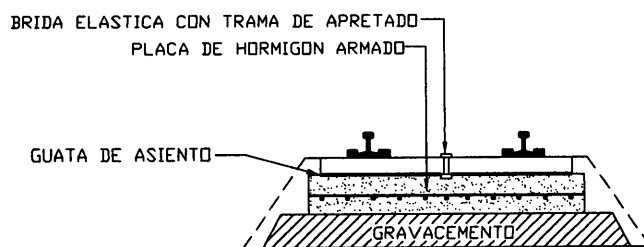
Este tipo de sujeción se ha empleado en los túneles de Sengeberg y Maskstein-Stuttgart.

Figura 5.- BTD (Vías apoyadas directamente sobre soporte de hormigón).

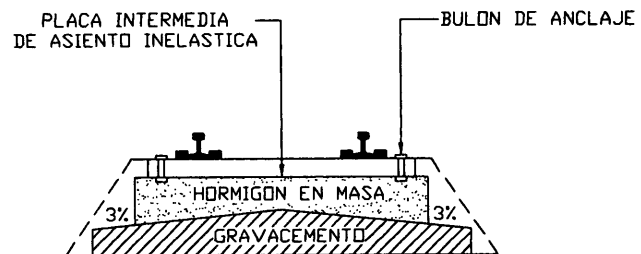
5.1.- Placa soporte de hormigón armado con las traviesas ancladas con espigón de acero.



5.2.- Placa soporte de hormigón armado con las traviesas ancladas con un resorte en forma de espiga y placa de sujeción.



5.3.- Placa soporte de hormigón en masa con sendos anclajes laterales de acero y superficie biselada.



EN ESTADO MONTADO

EN ESTADO PREMONTADO

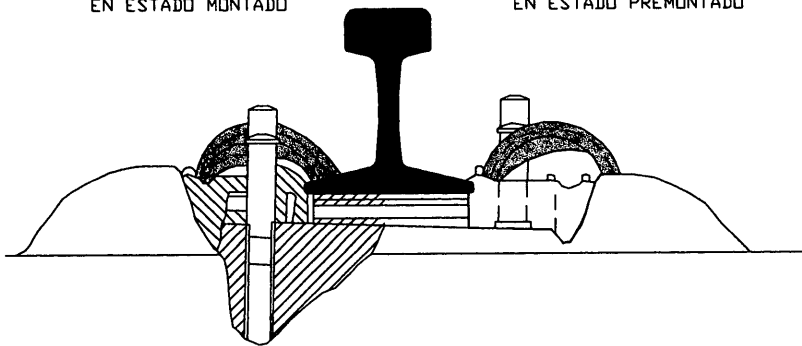


Figura 6.- IOARV-300 (Sistemas de fijación de raíles para vías sobre placa Sistema 300)

Las vías sobre placa cumplen con todas las exigencias planteadas por el tráfico combinado de alta velocidad y de transportes pesados. El sistema de sujeción de raíles 300 de tipo premontable es especialmente idóneo para traviesas de hormigón embebidas o placas portadoras de hormigón. Una placa intermedia de gran elasticidad sustituye la elasticidad propia del lecho de balasto. Para que las cargas queden mejor repartidas sobre esta placa, se utiliza una placa de acero distribuidora de presión, sobre la cual se apoya el rail, incorporando los elementos intermedios corrientes. Los raíles se mantienen en su posición lateral mediante unas placas guía angulares sintéticas. Gracias al gran recorrido del clip elástico Skl13, el rail se encuentra en todo momento bajo una presión suficiente. El sistema de sujeción de raíles 300 permite una regulación en altura y en el ancho de vía de 30 y 20 mm, respectivamente.

5. EXIGENCIAS BASICAS EN LOS ELEMENTOS COMUNES DE LOS DIFERENTES MODELOS

Como resultado de los ensayos y experiencias llevadas a cabo se pueden enumerar una serie de condiciones básicas comunes a todos los modelos.

▼ En todos los modelos se prevén uniones elásticas del carril con la traviesa, con asentamientos a plena carga de 1,0 mm a 1,5 mm.

▼ El apoyo de los carriles se llevará a cabo mediante elementos prefabricados (traviesa o elemento de apoyo), esto permite obtener y fijar en fabrica, con independencia de las técnicas de montajes y de las tolerancias exigidas en obra, importantes parámetros geométricos como son el ancho de vía y la inclinación del carril.

▼ El empleo de traviesas (elemento prefabricado) permite por un lado ajustar fácilmente en las curvas los peraltes necesarios en cada punto y por otro garantizar que la sujeción del carril no se vea afectada por la aparición de grietas en la estructura. La traviesa es un elemento complementario de seguridad.

▼ La normativa de la DB para las obras de tierra no contiene, por ahora, disposiciones especiales para el empleo de la vía en placa. En

tanto esto ocurra, se utilizarán las prescripciones más altas o estrictas formuladas para las mismas en tramos de A.V. (>200 km/h) dotados con la superestructura tradicional reforzada. Se ha elaborado un "Catalogo de requisitos".

▼ En los informes previos sobre geotecnia y forma de ejecutar las obras de tierra se exigirá un alto nivel de calidad y precisión. Los criterios de exigencias han de ser neutrales respecto al sistema constructivo empleado. Sondeos cada 50-100 m.

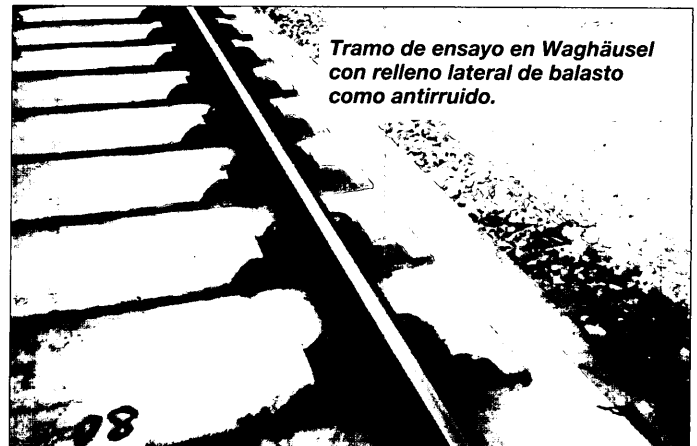
▼ En los condicionantes y dimensionados de las capas portantes se han de tener muy en cuenta las normas de carreteras y pistas de aterrizaje.

▼ Los espesores de la HGT y de la FSS serán como mínimo de 30 cm y 40 cm respectivamente bajo el eje del hilo bajo de cada vía. La HGT sobrevolará 30 cm por ambos lados de la placa soporte y su superficie tendrá la inclinación que el peralte exija. La FSS cubrirá toda la explanación, irá cuidadosamente compactada y su módulo de deformación será mayor o igual a 100 N/mm². La superficie superiores tendrá la inclinación que el peralte exija, la inferior descansa sobre la subbase cuya superficie está inclinada 1/20, entre ambas puede ir un geotextil.

▼ Hay que conceder alta calidad y control al sistema de drenaje y evacuación de aguas, para eliminar toda posibilidad de encharcamiento de la FSS.



Transición de la zona de ensayos con césped a la zona equipada con bloques antiruido.



Tramo de ensayo en Waghäusel con relleno lateral de balasto como antiruido.

6. IMPACTO AMBIENTAL

Para eliminar el impacto ambiental se están desarrollando ideas que van desde la vía no contaminante con superficie de césped, a la incrustación de los carriles con piezas de caucho. En los tramos de Wittemberg-Dergenthin y Glöwen-Breddin se están realizando ensayos.

Mediciones efectuadas, para comparar la emisión de ruidos entre la vía en placa sobre explanación térrea (estación de Hösbach) y la vía tradicional, han demostrado que los trenes de mercancías cuando circulan sobre la vía en placa con revestimiento absorbente emiten ruidos a nivel más alto que cuando circulan sobre una vía con balasto.

Los estudios teóricos y las mediciones técnicas llevadas a cabo en los trabajos encaminados a optimizar, en el aspecto

acústico, el comportamiento de las placas elásticas intermedias, han demostrado que no se logra una aportación notable en la reducción del nivel de emisión por este camino.

La vía en placa precisa una cubierta absorbente de ruidos para llegar a alcanzar unas intensidades emisivas similares a las de vía tradicional y en este sentido se están desarrollando mejoras.

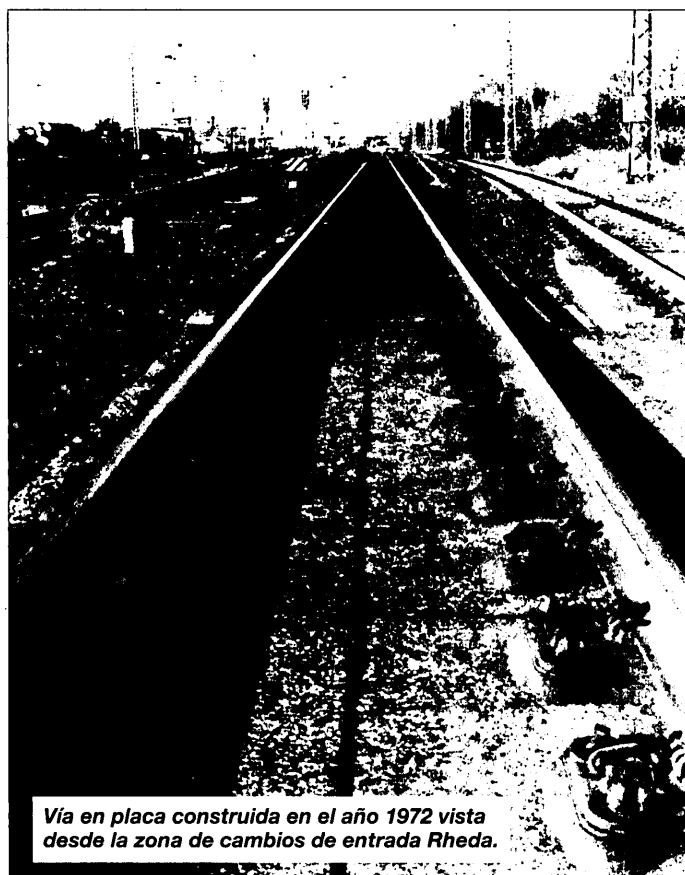
En los túneles de nueva construcción se ha colocado un recubrimiento de hormigón poroso, que ha reducido notablemente el nivel de la emisión, sin llegar a alcanzar los niveles de la vía sobre balasto. Este tipo de revestimiento presenta la ventaja de poder ser utilizado como vía de tránsito para personas y vehículos ligeros en caso de emergencia.



Vía en placa equipada con bloques antiruido.



Referencia para definir la posición de la vía en planta y alzado.



Vía en placa construida en el año 1972 vista desde la zona de cambios de entrada Rheda.

7. EXIGENCIAS Y MEDIDAS A ADOPTAR A REQUERIMIENTO DE OTROS SERVICIOS

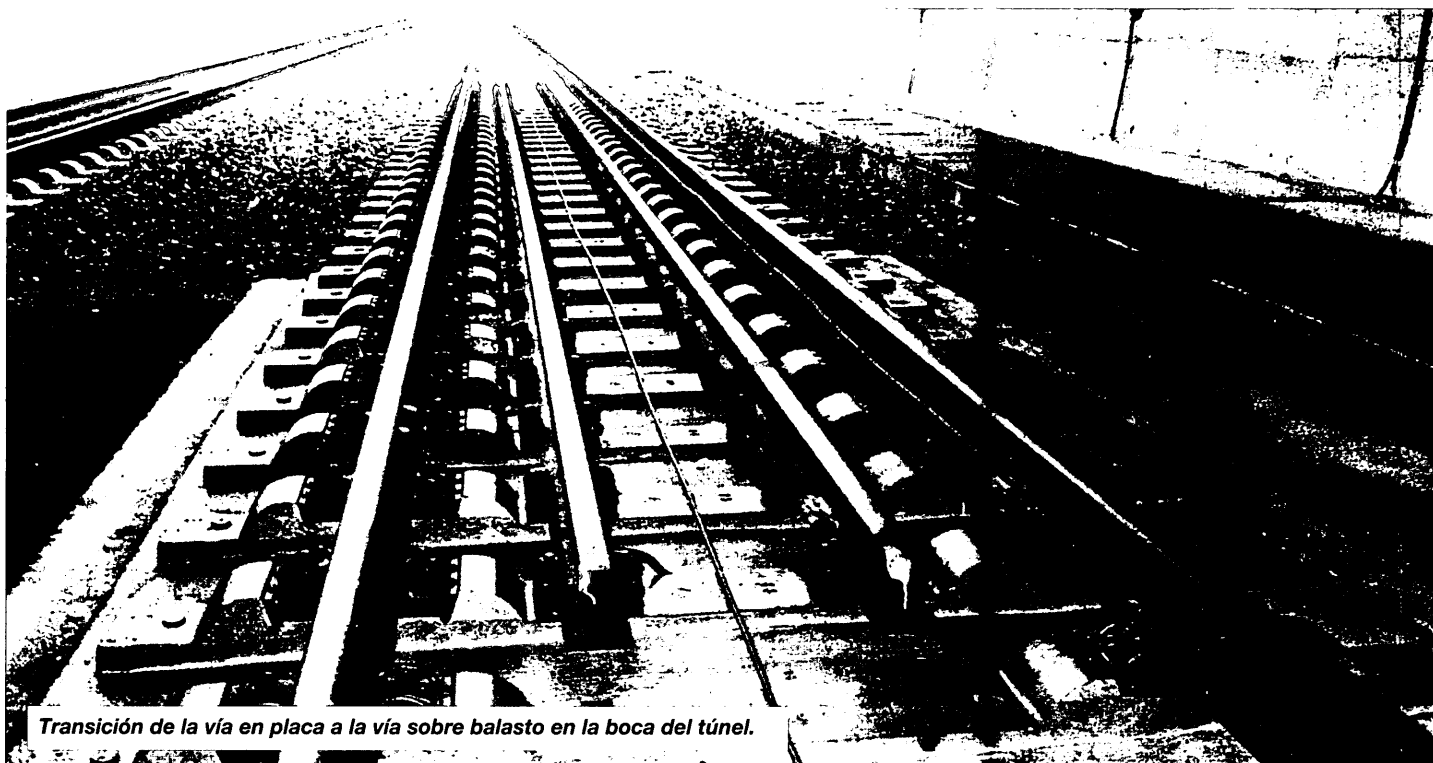
En lo que respecta a los servicios técnicos de electricidad las vías en placa Rheda y Züblin han de ser consideradas como estructuras de hormigón armado, por lo que han de circular las corrientes de retorno y las que se originan por cortocircuitos en caso de avería.

Respecto a las derivaciones de los carriles a tierra, todas las variantes de vías en placa ponen de manifiesto una alta resistencia y en consecuencia sólo pueden esperarse pequeñas derivaciones.

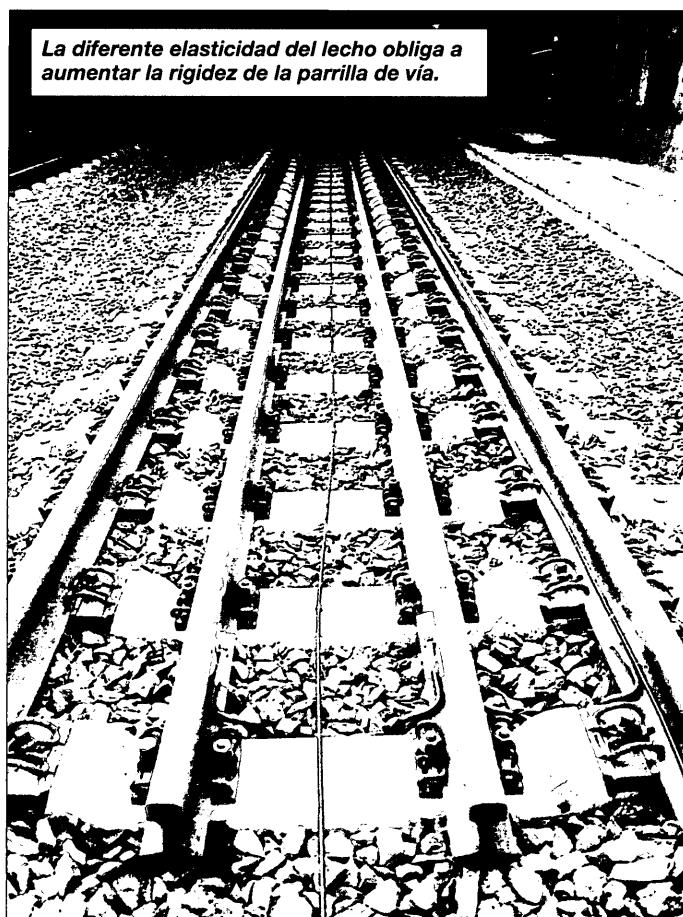
Para mejorar la circulación de las corrientes de retorno hay dos posibilidades, emplear cable enterrado o cable aéreo que forme parte integrante de la nueva catenaria. Técnicamente cualquiera de las dos soluciones es buena para las diferentes variantes. Para aislar un tramo se hace alternativamente discontinua la armadura longitudinal y se aíslan los puntos de contacto con la armadura transversal.

8. VENTAJAS DE LA VIA EN PLACA

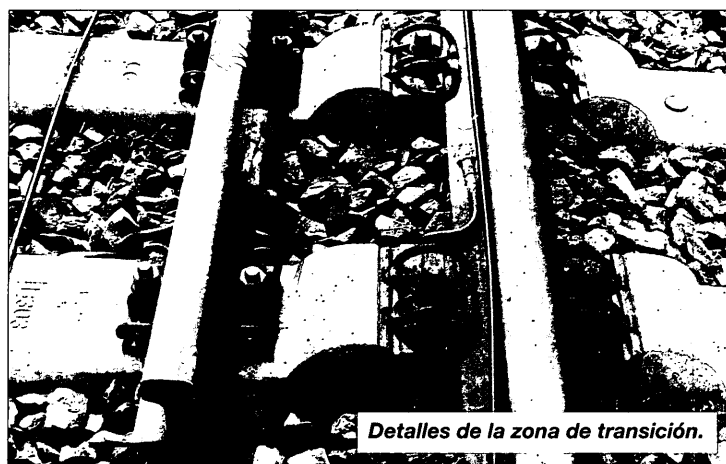
Las características específicas de este sistema, posición estable del carril y reducido mantenimiento, hacen que sea atractivo para vías de alta velocidad y de cercanías.



Transición de la vía en placa a la vía sobre balasto en la boca del túnel.



La diferente elasticidad del lecho obliga a aumentar la rigidez de la parrilla de vía.



Detalles de la zona de transición.

Como toda ventaja tiene un precio a cambio, el rectificado y ajustado del posicionado del carril se mueve dentro de límites más estrictos.

Una altura total de la superestructura más reducida del orden de 25 cm, que la de la superestructura tradicional supone una gran ventaja en zona de túnel ya sea para aumentar su gálibo con vista a la electrificación en túneles existentes, ya sea para reducir la sección en túneles de nueva construcción.

La resistencia que la vía en placa manifiesta al desplazamiento transversal hace que en las curvas puedan emplearse menores radios, adaptándose mejor al terreno.

Las pruebas realizadas para reparar tramos dañados por descarrilamientos simulados o provocados han dado resulta-



Detalle de la sujeción del carril y de la placa de apoyo Rheda.



Detalle de la sujeción en el cruzamiento.

dos satisfactorios y en el segundo de los casos los daños fueron menores que los causados en vía tradicional.

Se han hecho estudios y ensayos de montaje, con equipos proyectados al efecto, que garantizan rendimientos por encima de los 500 m/día.

La comparación entre la rentabilidad de la vía en placa y la vía tradicional, realizada reiteradamente en los últimos años,

no se decanta hacia un resultado claro a favor de la vía en placa. No obstante son circunstancias de carácter técnico y derivadas de la propia explotación las que llevan hacia una decisión a favor de la vía en placa en las líneas de nueva construcción o que son objeto de modernización.

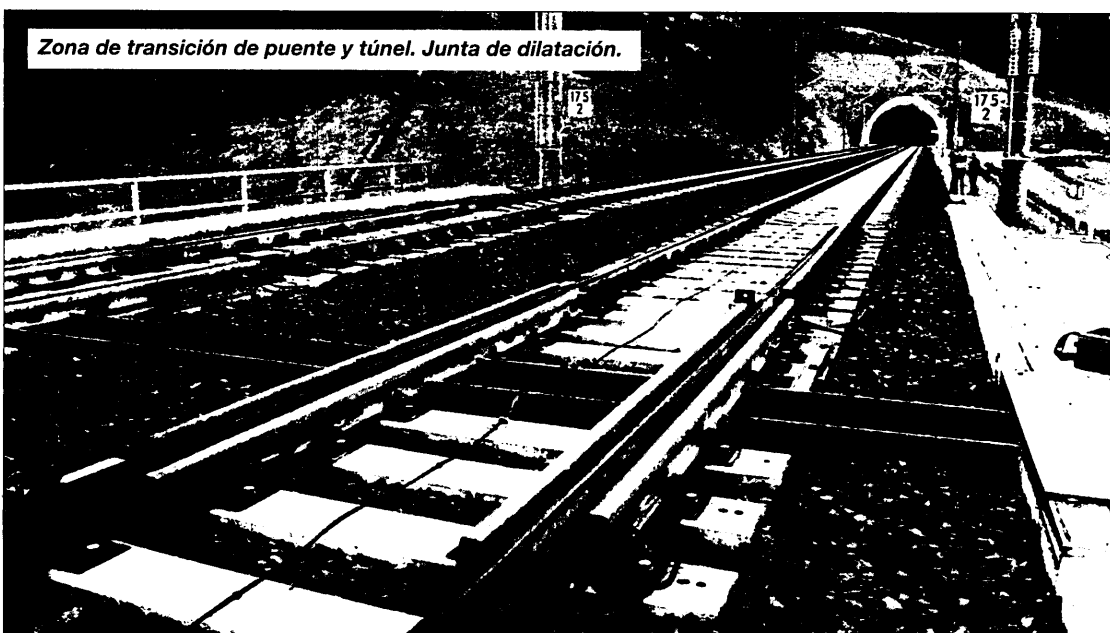
A continuación se enumeran y exponen brevemente casos y razones que hacen aconsejable el empleo de vía en placa (FF):

▼ En túnel, para longitudes superiores a los 300 m ha de preverse FF porque:

- Los trabajos de mantenimiento de la vía con balasto son difíciles (fuerte impregnación de polvo y mala visibilidad) y peligrosos (circulación por vía contraria en condiciones de gálibo estricto).
- Los gastos de primer establecimiento son sólo algo más elevados que los exigidos por una vía tradicional (110%). El gálibo puede quedar con mayor amplitud en altura.

▼ En largas rasantes en pendiente, ante estaciones de parada obligada sería necesario además del freno de discos el freno por uso de corriente de Foucault. El sobrecalentamiento por ello provocado en los carriles puede crear problemas de estabilidad en una vía tradicional.

▼ En el tráfico mixto de trenes circulando rápida y lentamente ha de aspirarse a un peralte en el que mantenga un nivel entre el exceso y la falta de



Zona de transición de puente y túnel. Junta de dilatación.

peralte. La FF permite adoptar el peralte máximo permitido para cada radio y en consecuencia la máxima velocidad permitida por la traza. El gasto de primer establecimiento es el 140% del gasto de la vía tradicional.

▼ En una línea con gran densidad de túneles parece lógico instalar FF entre túneles sucesivos, para minimizar las transiciones de un modelo de vía al otro.

▼ En los tramos con intensa circulación (cercañas) donde no es fácil planear intervalos de bloqueo de suficiente amplitud para los necesarios trabajos de conservación, control y medición o de cualquier otra naturaleza, es lógico el empleo de vía en placa.

La decisión de adoptar un modelo u otro de superestructura debe ir avalada desde el principio por un proceso objetivo de análisis que abarque desde el coste económico de la inversión inicial, al conjunto de los hechos concurrentes en el entorno y costes de mantenimiento.

9. CONCLUSIONES

En los apartados anteriores se ha tratado de exponer de forma breve y concisa el proceso seguido, a lo largo de las tres últimas décadas, por la DB AG para desarrollar un sistema de vía capaz de hacer frente a las exigencias que la alta velocidad y la densidad del tráfico planteará –máximo aprovechamiento de las características geométricas del trazado, estabilidad en el posicionado de la vía y como consecuencia reducción al mínimo de los trabajos y costes de mantenimiento, máxima disponibilidad del vial para la explotación comercial del mismo–.

La superestructura tradicional, con independencia de los logros conseguidos o en vías de consecución para adaptarse lo más posible a estas exigencias, ha llegado al límite de sus posibilidades cuando las velocidades superan los 160 km/h. Las experiencias en esta materia de los Ferrocarriles Japoneses, en la línea Tokaido-Shinkansen, han demostrado que al cabo de 30 años –la citada línea entró en servicio en 1964 con la tradicional superestructura de balasto– el balasto ha tenido que cambiarse mas de una vez en la mayoría del trazado. Por otro lado en los Ferrocarriles Franceses se ha saneado en la línea del TGV/Sud-Est, al cabo de 15 años de su entrada en servicio (entró en servicio en 1981 con tráfico de 170 kN/eje), aproximadamente el 40% de la superestructura, equipada con balasto, de la línea, recubriéndola con una capa de balasto nuevo de 15 cm de espesor, con independencia de los trabajos usuales de revisión y mantenimiento.

Actualmente, en diferentes líneas de la DB AG, hay montados unos 300 km de vía con este tipo de superestructura, de



Vías sobre el puente. Pantallas acústicas laterales.

los que unos 80 km lo están sobre capa soporte de asfalto. La DB AG considera que ha de aumentarse la construcción de vías según estos “sistemas de vía en placa” en la NBS Berlín-Hannover (265 km) actualmente en construcción y en los 1500 km de nuevas líneas que hay proyectados construir hasta el año 2001.

BIBLIOGRAFÍA

- Prof. Dr. Ing. L. Fendrich Vía en placa – EBI. Mayo 1994
- Dr. Ing. D. Hilliges München Empleo de la vía en placa en los nuevos tramos de la DB – EBI. Julio 1987 y Construcciones de Vía en placa – Der Oberbau. Marzo 1988
- Prof. Dr. Ing. J. Eisenman Superestructura con losas como alternativa a la superestructura de balasto. Conferencia
- Dr. Ing. D. Hilliges y Dipl. Ing. W. Bittner – Vía en placa según el modelo Rheda – Sengeber – ETR. Marzo 1990.
- Dr. G. Oberweiler y Dipl. Ing. R. Oswald – La investigación en el desarrollo de la vía en placa – ETR. Noviembre 1992.
- Dipl. Ing. K. Siebekce, Asesora Jur. Lucia Korth y Dipl. Kfm. V. Jedanski La vía en placa vista desde el “Centro de Inspección del Servicio Federal de Ferrocarriles”. ETR. Mayo 1996.
- Dr. H. Widmann Vía en placa modelo Züblin – Ed. Züblin AB
- Dr. Ing. W. Henn Tramo de ensayo para los nuevos modelos de Vía en placa – ETR. Octubre 1996
- Dr. Ing. E. Darr y Baning B. Schaaf – Tramo de ensayo para la Vía en placa entre Mannheim y Karlsruhe – ETR. Diciembre 1996.
- Dentsche Asphalt S.L. ATD – Vía en placa con capas soporte de Asfalto
- Prof. Dr. Ing. G. Leykauf y Dr. Ing. L. Mattner – Vía en Placa sobre capa soporte de asfalto – EBI Agosto 1998. ●