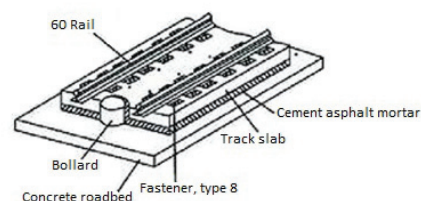
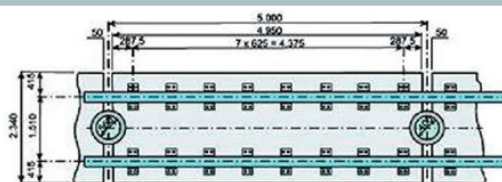


Vía en placa mediante losa portante de hormigón para el ferrocarril



1. Introducción

Se puede definir la vía en placa, como la vía en la que se han sustituido las capas de asiento (balasto y subbalasto) por una o varias capas de materiales más o menos rígidos, constituida por una losa de hormigón, o de asfalto, y una base también de hormigón o metálica). La losa de hormigón puede estar construida "in situ", o mediante piezas prefabricadas. La losa de asfalto se construye mediante su compactación de forma continua. En algunas patentes se han suprimido también las traviesas. Todas las funciones de las capas de asiento, y en particular las características de elasticidad de la vía, deben ser asumidas por algún/os componente/s de la vía en placa.

Su origen surge en Japón como una solución para disminuir las necesidades de mantenimiento de la vía y poder disponer de la misma durante las 24 horas del día, posibilitando la circulación de trenes de diverso tipo: alta velocidad, trenes convencionales y trenes de mercancías, optimizando su uso y dando un mayor y mejor servicio.



Ventajas resaltables de la vía en placa

- **Comportamiento mecánico:** se logra una gran uniformidad de rigidez vertical (rigidez homogénea y una rodadura uniforme, con menores aceleraciones), mayor resistencia lateral (que supone mayor estabilidad) y menor transmisión de tensiones a la base y la plataforma (permitiendo mayores cargas por eje y velocidades).
- **Durabilidad:** se asegura una mayor vida útil de la superficie o losa portante (60 años) y la mejora de la de otros elementos (carril y subbase) respecto a la vía sobre balasto.
- **Mantenimiento:**
 - La conservación de la geometría de vía es buena y prácticamente invariable con el paso del tiempo a casi cualquiera que sea la velocidad de explotación.
 - Los costes son menores a lo largo de toda la vida útil.
 - Se reduce la necesidad de intervalos dedicados al mantenimiento de forma diaria (bandas), por lo que aumenta el tiempo disponible para la explotación de la línea.
- **Altura de construcción y gálibo:** se logra una disminución significativa respecto a la vía en balasto. La solera en los túneles y la placa superior del tablero en los viaductos forma parte de la vía en placa, reduciendo la excavación en los primeros y logrando estructuras más esbeltas y baratas en el segundo caso.

- **Se elimina el problema del "vuelo del balasto"** que aparece a velocidades superiores a los 270 km/h y daña la vía y los vehículos
- **Practicabilidad:** la transitabilidad con vehículos de ruedas neumáticas es posible en algunos casos (siendo accesibles al paso de vehículos de auxilio, como ambulancias y bomberos para colaborar y auxiliar en casos de accidentes o incendios).
- **Limpieza y saneamiento:** por su facilidad de limpieza se logra una mejora estética y eficacia de los elementos habilitados y una mayor salubridad en estaciones y Túneles.
- Hay otras **ventajas económicas** derivadas de la posibilidad de utilizar la vía, incluso por la noche, para transportar mercancías pesadas, peligrosas o contenedores, y por necesitar menos terreno, con el consiguiente ahorro en las expropiaciones

Inconvenientes reseñables de la vía en placa

- **Rigidez:** pudiera resultar excesiva, teniendo cierta incidencia sobre el confort a altas velocidades, aunque hoy día se ha resuelto en todos los modelos y patentes con la incorporación de elementos elásticos, llegando en muchos casos a una vía algo más flexible que la tradicional de balasto.
- **Transiciones:** es necesaria la construcción de transiciones de rigidez entre vías sobre balasto y vía en placa, por las reacciones dinámicas que generan cambios súbitos.
- **Tolerancias de construcción:** son muy exigentes ya que las correcciones de la geometría de vía en algunos sistemas es limitada.

- **Económico:** la inversión inicial para la construcción de la vía en placa es superior a la vía en balasto, aunque se amortice en mucho menos tiempo y el coste global de su vida útil (construcción y mantenimiento) resulte muy inferior.

2. Contribución a la sostenibilidad

Las relaciones entre diseño de la infraestructura (plataforma) y la superestructura (vía) son muy importantes para garantizar una explotación sostenible en el delicado equilibrio calidad del servicio - costes de mantenimiento.

Estas relaciones inciden directamente en:

- La calidad geométrica de la vía
- Costes de mantenimiento

La vía en placa:

- Permite conciliar factores como calidad y disponibilidad en la vía con una minimización de entre un 40 a un 60 % en costes de mantenimiento. Esto se traduce también en una reducción del consumo energético debido a estas operaciones de mantenimiento.
- Por otra parte disminuye la presión transmitida a la plataforma.
- Otro de los aspectos positivos es la mayor seguridad y fiabilidad de su comportamiento mecánico y dinámico en general, pudiendo usar también elementos prefabricados que aumenten los parámetros anteriores.
- Además la vía en placa realizada con losa portante de hormigón permite el empleo de áridos locales (de menor calidad que en otras alternativas) prácticamente inagotables, eliminando en parte la necesidad del uso de canteras y transportes a obra y a vertederos, lo que se traduce en una mayor contribución a la sostenibilidad
- Es reciclable en su totalidad al final de su vida útil, posibilitando el ahorro de áridos naturales.
- El hormigón puede capturar CO₂ en las zonas periurbanas, lo que contribuye a mejorar el balance de emisiones a lo largo de su vida útil.
- Es una técnica especialmente adaptada al empleo de cementos con alto contenido de adiciones. Ello se traduce en una disminución de las emisiones durante su fabricación.

De esta forma, se reducen los tiempos de intervención y, por tanto, se incrementa la disponibilidad de la infraestructura, permitiendo una explotación sostenible.



3. Tipología

Existen varios condicionantes a tener en cuenta para la elección del sistema de vía en placa a emplear. Los más destacables son los siguientes:

- **Tipo de línea:** ferrocarril, metro, metro ligero, tranvía.
- **Velocidad de explotación:** ferrocarril convencional, alta velocidad
- **Infraestructura sobre la que se apoye la vía en placa:** túnel, viaducto, plataforma natural.

Los criterios empleados hasta ahora para definir el sistema de vía en placa son los siguientes:

- Velocidades de explotación superiores a 220 Km/h
- Estaciones y túneles
- Vibraciones
- Ferrocarriles urbanos y Sistemas metropolitanos
- **Velocidades de explotación superiores a 220 Km/h**

Los sistemas de vía en placa disponibles que se están utilizando en esta situación son los siguientes:

- Los sistemas de vía en placa a utilizar serán:

- Rheda 2000
- VPP de Aftrav
- Stedef
- OBB

- Carril embebido
- Shinkansen

El más empleado actualmente en España en las líneas de Alta Velocidad, es el sistema Rheda 2000.

• Estaciones

Los posibles sistemas de vía en placa a utilizar son:

- Vía en placa de sujeción directa (EDF, Elastipius, DFF).
- Carril embebido o enchaquetado (Edilon, CDM).
- Bloques o tacos (Tranosa, LVT, Viesa).

Para permitir el acceso y circulación de vehículos de ruedas de neumáticos por los túneles de las líneas urbanas a las estaciones en caso de emergencia en España, el sistema más utilizado es el sistema Edilon, como por ejemplo en el túnel Atocha-Chamartín de la línea de cercanías de Madrid.

• Vibraciones

En el caso de zonas en las que haya que limitar al máximo las vibraciones (zonas urbanas, zonas naturales con especies protegidas,...), se recomienda utilizar los siguientes sistemas de vía en placa.

- Losas flotantes (apoyos continuos o discretos)
- Bloques o tacos (Tranosa, LVT, Viesa)
- Carril embebido o enchaquetado (Edilon, CDM)

Como unos emiten menos vibraciones que otros, se debe estudiar en cada caso el sistema elegido. El sistema que más vibraciones absorbe es el sistema Edilon, aunque con la incorporación de elementos complementarios que absorban las vibraciones son posibles algunos otros. Entre estas soluciones se pueden citar las mantas elastoméricas, las sujeciones Vanguard, et.



• Sistemas metropolitanos

- Vía en placa de sujeción directa (EDF; Elastipius, DFF; Ironless).
- Carril embebido o enchaquetado (Edilon, CDM).
- Bloques o tacos (Tranosa, LVT, Viesa).

4. Ejecución

Los sistemas de vía en placa más utilizados actualmente en España son los siguientes:

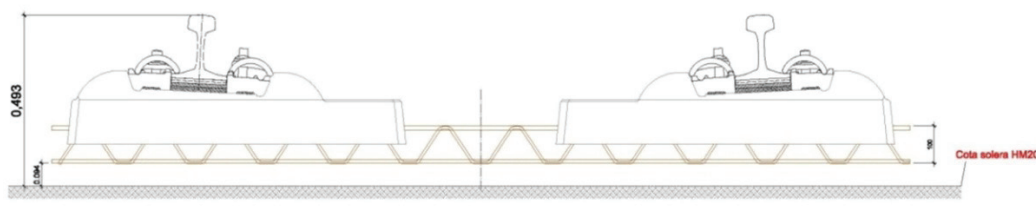
- **Monolítica con traviesa.** Rheda 2000 en túneles de líneas de alta velocidad
- **Vía en placa prefabricada.** AFTRAV patente desarrollada recientemente en España y colocados unos 400 m en un túnel de la línea de alta velocidad Madrid-Levante
- **Monolítica con fijación directa.** SFC, DFF, Hilti. En el viaducto del Turia de los accesos a Valencia de la línea de alta velocidad Madrid-Levante se ha ejecutado el sistema DFF
- **Carril embebido.** Edilon en Estaciones y túneles urbanos de cercanías
- **Bloques prefabricados recubiertos de elastómeros en líneas de ferrocarril metropolitano**

4.1. Monolítica con traviesa. Rheda 2000

Consiste en una parrilla de traviesas hormigonadas dentro de una losa portante. La principal característica de esta tipología es el comportamiento solidario respecto a la capa portante de hormigón y las traviesas. La familia de sistemas monolíticos con traviesa empotrada en losa de hormigón "in situ" es la que ofrece la referencia más conocida en su aplicación en Alta Velocidad.

Sección tipo

- Espesor sistema: 0,493 m desde solera a C.C.C. (cota cabeza carril).
- Ancho de losa: 2,80 m.
- Canto de losa: 0,250 m.
- Hormigón solera: HM-20 de 20 MPa de resistencia a compresión a 28 días de edad
- Hormigón losa de vía: HA-30 (hormigón armado de 30 MPa de resistencia a compresión a los 28 días). En el algún caso se ha eliminado la armadura longitudinal añadiendo fibras

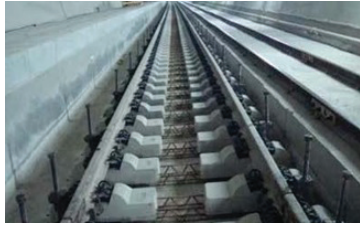


de polipropileno al hormigón, estudiándose la dosificación en cada caso.

- El asiento del carril en la traviesa está formado por 2 placas de apoyo de diferente rigidez (una de 22,5 kN/mm y otra de 450 kN/mm) además de utilizar la sujeción reglable IOARV-300,

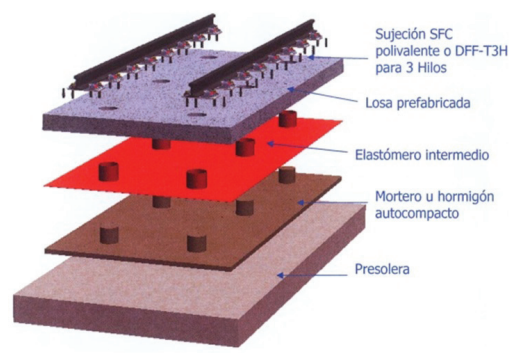
consiguiendo una elasticidad global de la vía bajo carril algo mayor a la de la vía convencional sobre balasto.

Las principales unidades para el montaje de la vía en placa Rheda 2000 son las siguientes:

MONOLÍTICA CON TRAVIESA. RHEDA 2000		
TOPOGRAFÍA PREVIA	PREPARACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	MONTAJE DE VÍA
- Colocación y toma de datos bases de replanteo y puntos de marcaje - Levantamiento topográfico de la solera existente y encaje de trazado en planta ya alzado 	Ejecución de la solera con hormigón HM-20 en los casos necesarios (si el espesor entre infraestructura y C.C.C. superior a 0,593 m) 	- Posicionado de traviesas a 0,65 cm entre ejes - Montaje de la armadura en los casos necesarios - Montaje de los dos carriles sobre la traviesa - Colocación de los elementos para alineación y nivelación 
COLOCACIÓN DEL TRAMO DE VÍA	AJUSTE DEL TRAMO DE VÍA	HORMIGONADO DE LA LOSA
Colocación aproximada de la vía por medio de dispositivos de elevación y colocación automáticos controlados por instrumentos de medición electrónicos 	Mediante carro de control geométrico se ajustan los parámetros de vía (nivelación, alineación, peralte y alabeo) 	Hormigonado de la losa de vía en placa con hormigón HA-30 con fibras de polipropileno (en cada proyecto se analiza y determina la dosificación concreta) 

4.2. Vía en placa prefabricada. AFTRAV

Se trata de módulos prefabricados que tienen su origen en el desarrollo de la Alta Velocidad japonesa mediante el sistema Sinkansen. Existe en la actualidad un desarrollo realizado por la Asociación nacional de Fabricantes de Traviesas para ferrocarril (AFTRAV), conjuntamente con Railtech y la colaboración de Ineco. Se trata de un sistema de vía en placa prefabricado polivalente (ancho ibérico y UIC), en el que como característica funcional destaca su doble nivel de elasticidad: uno superior proporcionado por la fijación y otro inferior, bajo losa prefabricada.



Sección tipo:

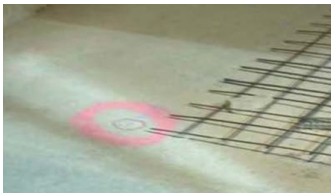
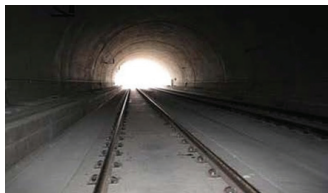
Solera: Ancho mínimo 3 m y espesor mínimo 0,200 m de hormigón HM-20.

Losas: Ancho 2,500 m, largo 5,100 m y espesor 0,200 m. Están fabricadas con HP-60 (hormigón pretensado de 60 MPa de resistencia a compresión a los 28 días).

Las principales unidades para el montaje de la vía en placa AFTRAV son las siguientes:

El sistema consiste en:

- Presolera
- Mortero y hormigón autocompacto
- Elastómero intermedio.
- Losa prefabricada
- Sistema de fijación específico para cada solución (polivalente o 3 hilos).

VÍA EN PLACA. AFTRAV		
TOPOGRAFÍA PREVIA	PREPARACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	COLOCACIÓN DE LAS LOSAS
• Colocación y toma de datos de base de replanteo y puntos de marcaje • Levantamiento topográfico de la solera existente y encaje de trazado en planta y alzado 	• Replanteo de la solera de cada 10 m y ejecución de la misma 	• Posicionado de las losas sobre la solera • Nivelación y alineación de las losas mediante pórtico o manualmente 
MORTERO Y HORMIGÓN AUTOCOMPACTO	COLOCACIÓN DEL CARRIL	TRABAJOS FINALES
• Asegurar las losas sobre la solera con los tornillos de nivelación • Colocación de la armadura en los huecos de inyección • Encofrado de los bordes • Inyección del mortero de hormigón autocompacto 	• Montaje de los carriles definitivos sobre las sujeciones y apretado de los clips • Ajuste de vía mediante carro de control geométrico 	• Soldaduras y neutralización de tensiones • Limpieza 

4.3. Monolítica con fijación directa

En esta tipología, el carril está fijado por una sujeción en forma de placa, que conecta a la losa portante de hormigón por medio de unos injertos de acero. La instalación exige el uso de falsas traviesas para mantener el ancho, la alineación y nivelación de la vía antes del hormigonado.

Existen varios fabricantes de fijaciones. Los más utilizados son: Railtech, con los sistemas DFF-T y SFC y Hilti. En ambos sistemas la construcción de la losa de vía es monolítica y el carril se fija a la losa mediante sistema de fijación directa. Por ser uno de los más empleados, nos referiremos al sistema DFF-T.

Sección tipo

- Espesor sistema: 0,277 m desde solera a C.C.C.
- Ancho de losa: 2,800 m.
- Canto de losa: 0,150 m.
- Hormigón solera: HM-20



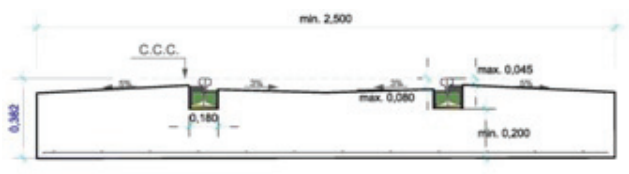
- Hormigón losa de vía: HA-25. La losa va armada con un mallazo de acero corrugado de dimensiones adecuadas a la infraestructura sobre la que se coloca, aunque puede sustituirse parcialmente la armadura longitudinal incorporando fibras de polipropileno al hormigón, con una dosificación específica para cada caso.

Las principales unidades para el montaje de este sistema son las siguientes:

FIJACIÓN DIRECTA. DFF-T		
TOPOGRAFÍA PREVIA	PREPARACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	ENSAMBLAJE DE VÍA
• Colocación y toma de datos de base de replanteo y puntos de marcaje • Levantamiento topográfico de la solera existente y encaje de trazado en planta y alzado 	• Ejecución de la solera con hormigón HM-20 en los casos necesarios (espesor entre presolera y c.c.c. superior a 0,377 m) 	• Posicionado de fijaciones a 0,60 m entre ejes • Montaje de la armadura en los casos requeridos • Montaje de los carriles sobre las sujeciones 
COLOCACIÓN DE FALSAS TRAVIESAS	AJUSTE DEL TRAMO DE VÍA	HORMIGONADO DE LA LOSA
• Colocación de las falsas traviesas (elementos de regulación en nivelación y alineación) 	• Ajuste topográfico de los parámetros geométricos de vía (alineación, nivelación, peralte, alabeo e inclinación del carril 1:20) 	• Hormigonado de la losa de vía en placa con hormigón HA-25 con fibras de polipropileno 

4.4. Carril embebido. Edilon

Se trata de un sistema de sujeción del carril sin fijaciones mecánicas. Dispone de una losa de hormigón sobre la solera, dentro de la cual se localizan unas acanaladuras en las que se coloca el carril, que queda solidarizado con la losa mediante el vertido de un material con propiedades elásticas que caracteriza al sistema y que ofrece amortiguación frente a ruido y vibraciones. El elemento característico del sistema es el elemento de fijación, Corkelast VA-60.

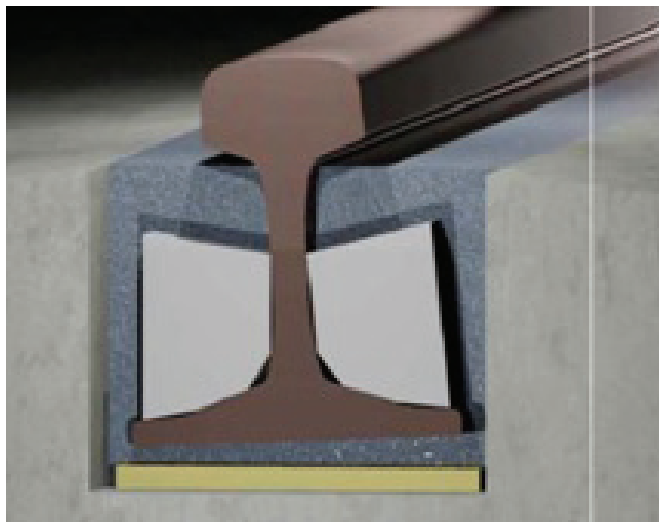


Los elementos que componen este sistema son:

- Material elastomérico Edilon Corkelast VA-60.
- Producto de imprimación de pre-tratamiento Edilon Primer U90WB.
- Producto de imprimación de adherencia Edilon Primer 21.
- Bloque de relleno Edilon Fillerblock 010.
- Cuña de inclinación 1:20 Edilon wedge.
- Galgas de nivelación Edilon shims.
- Los dos últimos elementos no serán necesarios, si se utilizan pórticos de montaje.

Sección tipo:

- Espesor sistema: 0,382 m desde solera a C.C.C. (cota cabeza carril). Se estudia para cada proyecto.
- Ancho de losa: mínimo 2,500 m.
- Espesor de losa bajo canaleta: 0,200 m.
- Hormigón solera: HM-20



- Hormigón losa de vía: HA-30 (hormigón armado de 30 MPa de resistencia a compresión a los 28 días).

5. Realizaciones en España

La primera realización de vía en placa en España data del año 1975 en el tramo entre Ricla y Calatorao. Se trataba de una placa de hormigón armado ejecutada in situ siguiendo un modelo inglés y que estuvo en funcionamiento hasta el año 1993, aunque con restricciones de velocidad por diversos fallos que fueron apareciendo a lo largo de los años.

En el año 1996 se creó un Grupo de trabajo en el que participaron la Dirección General de Ferrocarriles, Renfe, Tifsa y el IECA, analizando los diversos modelos que estaban en funcionamiento por el mundo y seleccionando una serie de ellos para elegir los más adaptables al caso español. Se construyó a finales de los años 90 un tramo de ensayos de seis sistemas de vía en placa en la línea del Corredor Mediterráneo Barcelona-Valencia, entre Las Palmas de Castellón y Oropesa del Mar. La comprobación de la vía permitió obtener información sobre su comportamiento en condiciones de intenso tráfico mixto, realizado a velocidades de hasta 220 Km/h.

El sistema de carril embebido Edilon y el sistema Rheda 2000 fueron alguno de los sistemas de vía en placa que se realizaron en este tramo de pruebas y cuyo comportamiento resultó más adecuado al caso español.

Rheda 2000

Túnel de Queixas: 2007

Túnel de Guadarrama: 2007

Después de la construcción de vía en placa en estos túneles, se ha montado vía en placa con este sistema, en todos los túneles de las líneas de Alta Velocidad (LAV) cuya longitud supera los 2.000 m.

AFTRAV

La primera vez que se instala en España es en LAV Madrid-Levante, tramo Villarrubia-Cuenca en el túnel de Horcajada. Se realiza un tramo de pruebas de 400 m en la salida del túnel. La velocidad máxima por trazado en esta línea es de 350 Km/h, aunque en el túnel es de 250 km/h.

Sujección directa

Se lleva instalando en España desde hace aproximadamente 40 años. Sus principales aplicaciones han sido en líneas de metro y líneas de cercanías. Por primera vez en España, en

CARRIL EMBEBIDO. EDILON		
TOPOGRAFÍA PREVIA	LOSA PORTANTE DE VÍA	
- Colocación y toma de datos de bases de replanteo y puntos de marcaje - Levantamiento topográfico de la solera existente y encaje de trazado en planta y en alzado 	- Armado de la losa portante - Colocación, nivelación y alineación de los encofrados - Hormigonado de la losa  	
PREPARACIÓN DEL CARRIL	CONTROL GEOMÉTRICO	VERTIDO DEL PRODUCTO
- Ejecución de soldaduras de carril - Limpeza de canaleta y carril - Amolado manual de carril - Aplicación imprimación Primer U90WB - Colocación Fillerblock cada lado del carril 	- Sustentación del carril mediante pórticos de nivelación-alineación - Comprobación de la geometría de vía (nivelación, alineación, peralte, alabeo e inclinación del carril 1:20) 	- Protección del carril y de la losa frente a los derrames de material - Aplicación Edilon Primer 21 al alma del carril y paredes de la canaleta - Vertido de Corkelast VA-60 

una Línea de Alta Velocidad, se ha instalado en el Viaducto del Turia en la LAV Madrid-Levante, que tiene una velocidad máxima de 130 Km/h.

Carril Embebido Edilon

Se lleva instalando en España desde hace aproximadamente 35 años, tanto en líneas de cercanías como de metro. En la Alta Velocidad se ha instalado principalmente en las estaciones: Madrid-Atocha, Zaragoza-Delicias, Barcelona-Sants, Toledo, Segovia, Valencia-Joaquín Sorolla. Una de sus aplicaciones más relevantes ha sido su empleo en el túnel Atocha-Chamartín del tráfico ferroviario de las líneas de cercanías de Madrid.

6. Normativa de aplicación

- UNE-EN 13231-1 Aplicaciones ferroviarias – Vía – Recepción de los trabajos – Parte 1: Recepción de los trabajos de vía normal.
- Especificación técnica de Interoperabilidad de Infraestructura. DOCE 12.9.2002.
- UNE-EN 13481. Aplicaciones Ferroviarias. Vía. Requisitos para los sistemas de sujeción.
- E.H.E. Instrucción de hormigón estructural.



- Normas NAV.
- UNE-EN-13481-5. Requisitos de funcionamiento de los sistemas de sujeción. Parte 5. Sistemas de sujeción para vía en placa.
- UNE-EN-13481-6. Requisitos de funcionamiento de los sistemas de sujeción. Parte 6. Sistemas de sujeción especiales para la atenuación de vibraciones
- UNE-EN-13481-7. Requisitos de funcionamiento de los sistemas de sujeción. Parte 7. Sujeciones especiales para desvíos, travesías y contracarriles.
- UNE-EN-13146. Métodos de ensayo de los sistemas de sujeción.
- UNE-EN-13674. Carriles.
- UNE-EN-13230-5. Traviesas y soportes de hormigón.
- ETIS de Infraestructura y vía.
- ET de las Administraciones sobre sujeciones, elementos, montaje y recepción.

7. Conclusiones

Se puede concluir los siguientes aspectos:

- La elección de construcción de una vía en placa vendrá dada por aspectos funcionales. Es necesario realizar un

estudio de selección de tipo de vía en placa a utilizar en cada situación.

- Los principales campos de aplicación en España son las vías de alta velocidad, las estaciones de ferrocarril y los sistemas metropolitanos.
- Las ventajas citadas (constructivas, económicas, de salubridad y limpieza, etc.) en lugares como estaciones, viaductos y, sobre todo, en túneles se ha traducido en considerar la vía en placa como la solución idónea para el ferrocarril actual y futuro.
- La vía en placa tiene menos mantenimiento que la vía en balasto, lo que hace que resulte claramente una solución más económica a largo plazo.



8. Bibliografía

- Oliveros, F.; Celades, L. "El tramo de ensayo Ricla-Calatorao en la investigación de la vía en placa". Revista Hormigón, nº 17. Madrid, 1976.
- Alias, J. "La voie ferrée". Éditions Eyrolles. París, 1977.
- Oliveros, F.; Rodríguez, M.; Megía, M.: "Tratado de Ferrocarriles. Ingeniería Civil e Instalaciones". Editorial Rueda. Madrid, 1980.
- Esveld, C. "Modern railway track". MRT Productions. Duisburg, 1989.
- Alias, J.; Valdés, A. "La vía del ferrocarril". Editorial Bellisco. Madrid, 1990.
- Estradé, J.M. "La superestructura de vía sin balasto: perspectivas de su aplicación en las nuevas líneas de alta velocidad". Revista de Obras Públicas. Septiembre, 1991.
- Eisenmann, J. "La vía sobre placa: una alternativa a la vía clásica sobre balasto". Rail International. Noviembre, 1995.
- Sato, Y. "La voie au Japon". Revista Le Rail, 1996.
- Escolano, J. "La vía en placa en la DB AG". Revista de Obras Públicas. Diciembre, 1998.
- Estradé, J.M. "La Superestructura de Vía en los Sistemas Ferroviarios. La Rueda-Carril y la Sustentación Magnética". Revista de Obras Públicas, nº 3398, 2000.
- Puebla, J.; Gilaberte, M.; Fernández, A. "Para altas velocidades, ¿vía sin o con balasto?". Revista de Obras Públicas nº 3401, 2000.
- Fiebig, W. "Slab track in Berlin-Brandenburg". Eisenbahningenieur, 6, 2002.
- Grupo RENFE - Ministerio de Fomento-IECA. "Informes de selección y aplicación de la vía en placa en España". 1996-2002.
- Catálogo de requisitos para la construcción de vía en placa. "Anforderungskatalog zum Bau der Festen Fahrbahn". Deutsche Bahn AG, 2002.
- Peña, M. "Tramos de ensayo de vía en placa en la línea del corredor mediterráneo para su explotación a alta velocidad". Revista de Obras Públicas, nº 3431, 2003.
- López Pita, A. "Infraestructuras Ferroviarias". Barcelona. Ediciones UPC
- Instituto Eduardo Torroja. "Ensayos sobre la sujeción reglable loarv 300-1 de Vossloh" y "Ensayos sobre un sistema de fijación para la vía en placa". Madrid, 2006.
- Esveld, C. "Slab track design for high speed". 1st International Forum, Nonballasted track. Bilbao
- López Pita, A. "La utilización de vías sin balasto en líneas de Alta velocidad". I Jornadas Internacionales sobre Nuevas Tecnologías y Técnicas constructivas en el Sector Ferroviario. Bilbao, 2007.
- Lozano, A. "Vía con balasto versus vía en placa: Criterios técnico-económicos para una decisión". Ineco-Tifsa. Madrid, 2007.
- López Pita, A. "Explotación de líneas de ferrocarril". Barcelona. Ediciones UPC, 2008.
- Albajar, L. "La vía sin balasto a partir de placas prefabricadas de AFTRAV". V Congreso de Innovación Ferroviaria. Gijón, 2010.
- Quereda, J. "La vía en placa: Una solución contrastada y necesaria en el ferrocarril en España". Jornada Técnica Aplicaciones del cemento en el Ferrocarril. Granada, 2010.
- Ferreiro, M.; Quereda, J.; Villalmanzo, D. "Vía en Placa versus Vía en Balasto". Seminario iIR. Madrid, 2011.
- Esveld, C. "High speed railways in the world in 2011. Seminario de Alta velocidad ferroviaria en Asia y Europa". Madrid, 2011.

Esta Guía ha sido elaborada con la colaboración de José Quereda Laviña, profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid y Emilia Mendez Martínez de INECO.



Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

C/ José Abascal, 53 - 1º

28003 Madrid

T.: +34 91 442 93 11

tecnologia@ieca.es

www.ieca.es