



# Vía en placa

Ferrocarriles  
Grado en Ingeniería Civil

**Luigi dell'Olio**  
**Borja Alonso Oreña**  
**José Luis Moura Berodia**

Este tema se publica bajo Licencia:  
Creative Commons BY-NC-SA 4.0.



# Índice

---

- Introducción
- Sistemas
- Montaje de vía en placa
- Procedimientos constructivos
- La vía en placa en España
- Comparativa frente a vía en balasto

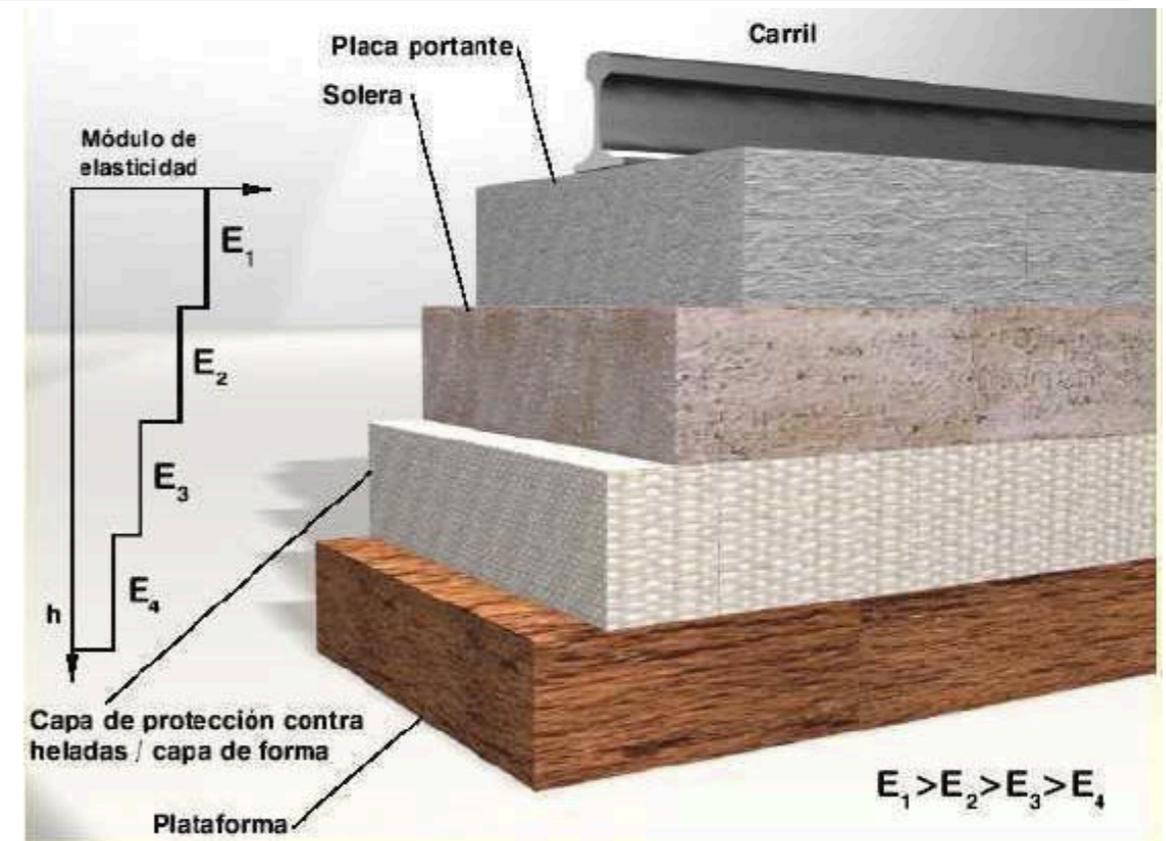
# Índice

---

- **Introducción**
- Sistemas
- Montaje de vía en placa
- Procedimientos constructivos
- La vía en placa en España
- Comparativa frente a vía en balasto

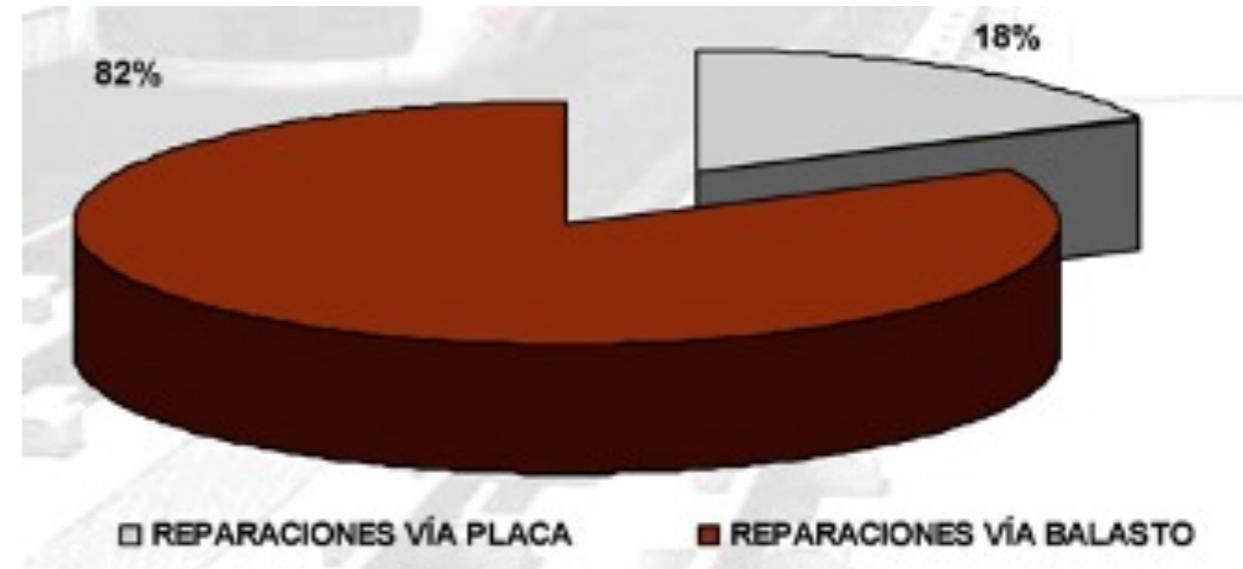
# Introducción

- Se puede definir la vía en placa, como la vía en la que el balasto se ha sustituido por una o varias capas de materiales más o menos rígidos (losa de hormigón, una base de asfalto o una base metálica).
- La losa de hormigón puede estar construida “in situ”, o mediante piezas prefabricadas. La base de asfalto es construida mediante su compactación de forma continua.
- En algunos casos no solo ha sido sustituido el balasto, sino también las traviesas.
- Todas las funciones del balasto y/o las traviesas, deben ser asumidas por algún/os componente/s de la vía en placa.



# Introducción

- Objetivo-Obtener una alta calidad de la vía ¿Cómo?
  - Disminuyendo los costes y el tiempo de mantenimiento.
  - Menos intervenciones , mayor capacidad de explotación.
- Requiere unas inversiones iniciales elevadas.
- Los costes de mantenimiento suponen un 15-20% los gastos de explotación.
- Amortización a largo plazo.

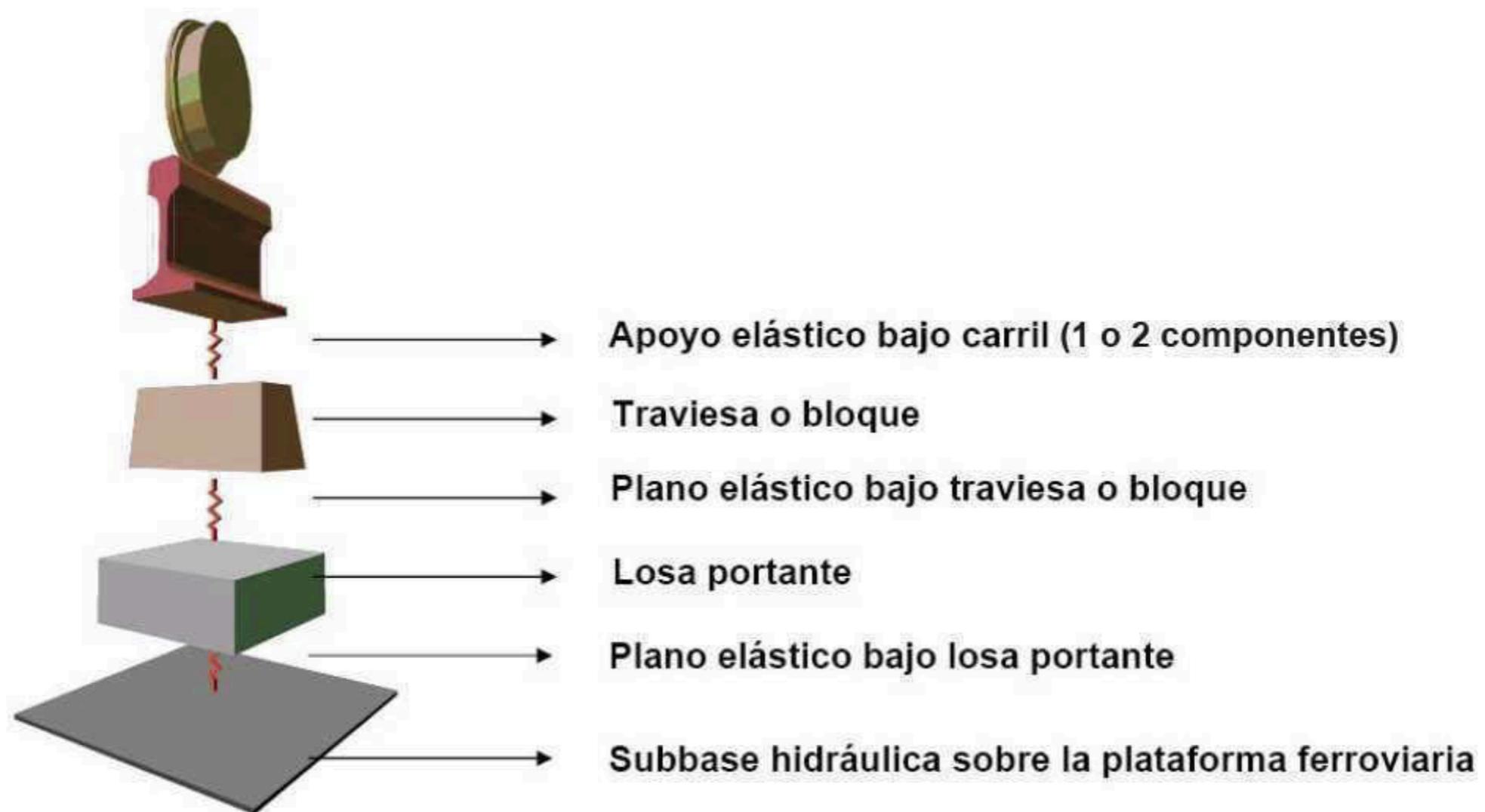


- Como datos indicativos de la diferencia de coste de mantenimiento de uno u otro tipo de vía, el 85% de reparaciones anuales de vía de metro de Bilbao se realiza en tramos de vía sobre balasto, pese a que esta supone un 39% de la longitud de la red.

# Introducción

---

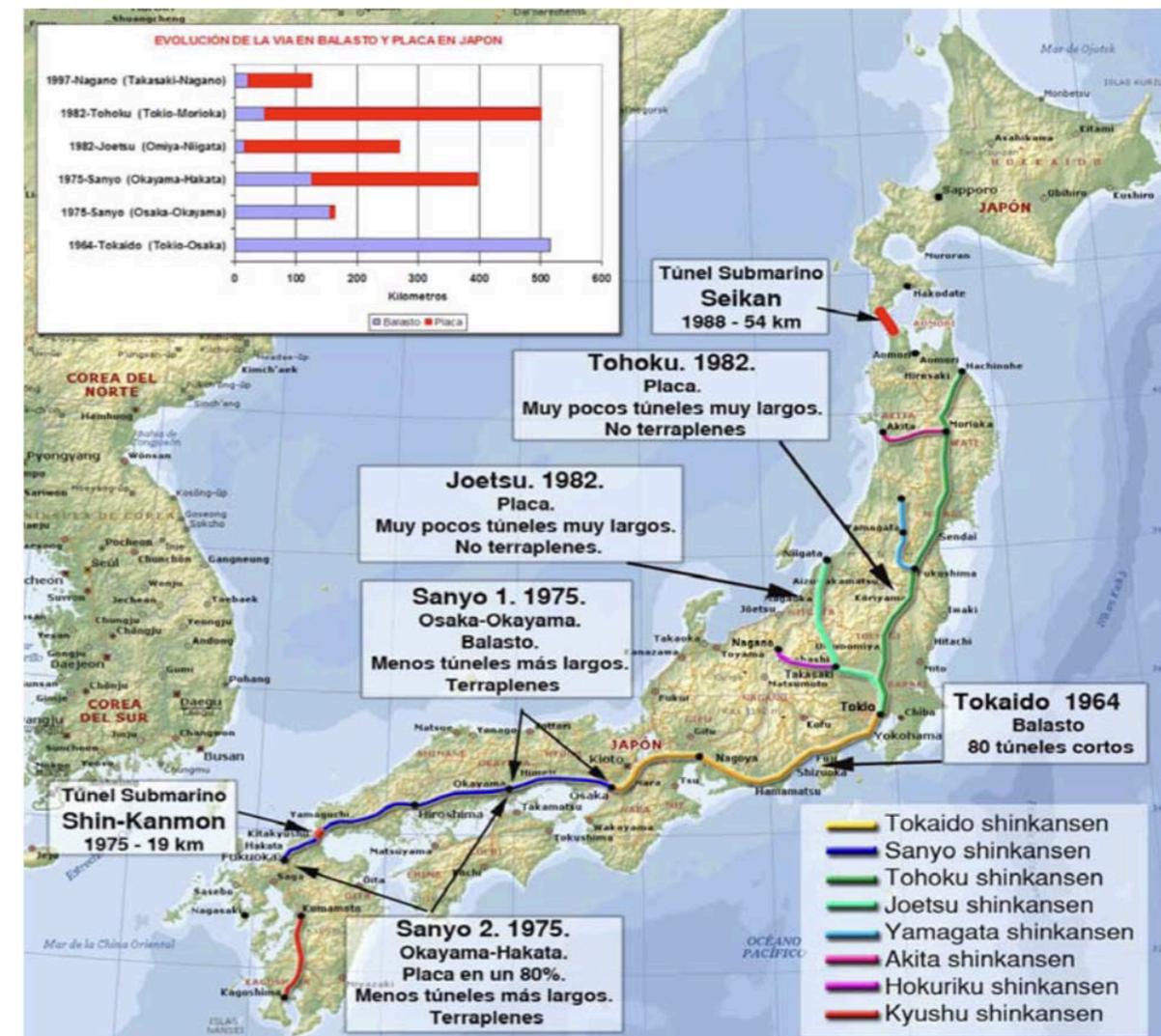
- Componentes fundamentales:



Nota: todas las partes pueden ser prescindibles excepto el apoyo elástico bajo carril y la losa portante

# Antecedentes

- 1924 Japón - primeras experiencias
- 1972 Alemania - en la estación de Rheda: traviesas unidas por armadura longitudinal anclados a una losa de hormigón sobre dos subbases rígidas.
- Años 70 Francia y Gran Bretaña - sistemas Stedef y PACT respectivamente
- Años 80 - desarrollo teórico y experimental de la vía en placa. Implantación en Cercanías, puentes, túneles, metro, estaciones...
- Años 90 - desarrollo de sistemas para la alta velocidad. Alemania decide construir AV en vía en placa. En España se crea grupo de trabajo.



# Beneficios

---

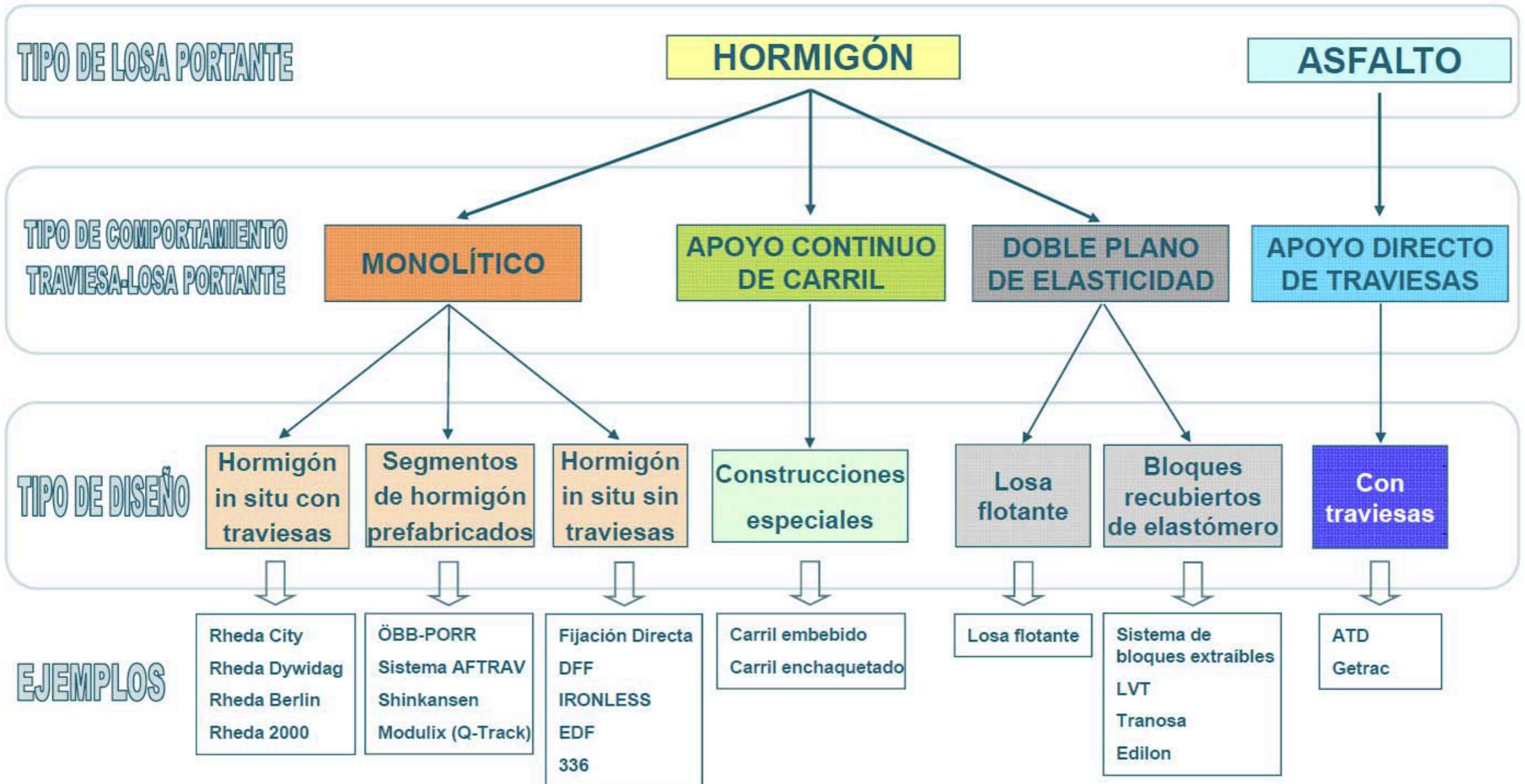
- La vía en placa ofrece :
  - **Comportamiento mecánico:** Gran uniformidad de rigidez vertical, fuerte resistencia lateral y mejor transmisión de tensiones a capas de asiento (entre 1 y 3 N/cm<sup>2</sup>)
  - **Durabilidad:** Mayor vida útil de la superficie o losa portante (60 años) y mejora de la de otros elementos (carril y sub-base) respecto a la vía sobre balasto
  - **Mantenimiento:** Conservación de la geometría de vía buena y prácticamente invariable con el paso del tiempo a casi cualquiera que sea la velocidad de explotación. Menores costes a lo largo de toda la vida útil. Reduce la necesidad de intervalos dedicados al mismo de forma diaria (bandas) y por tanto la disponibilidad de tiempo para la explotación pura (circulación de trenes)
  - **Altura de Construcción y Gálibo:** Disminución significativa respecto a balasto
  - **Practicabilidad:** La transitabilidad con vehículos de ruedas neumáticas posible en algunos casos
  - **Limpieza:** Mejora estética y eficacia de elementos habilitados

# Índice

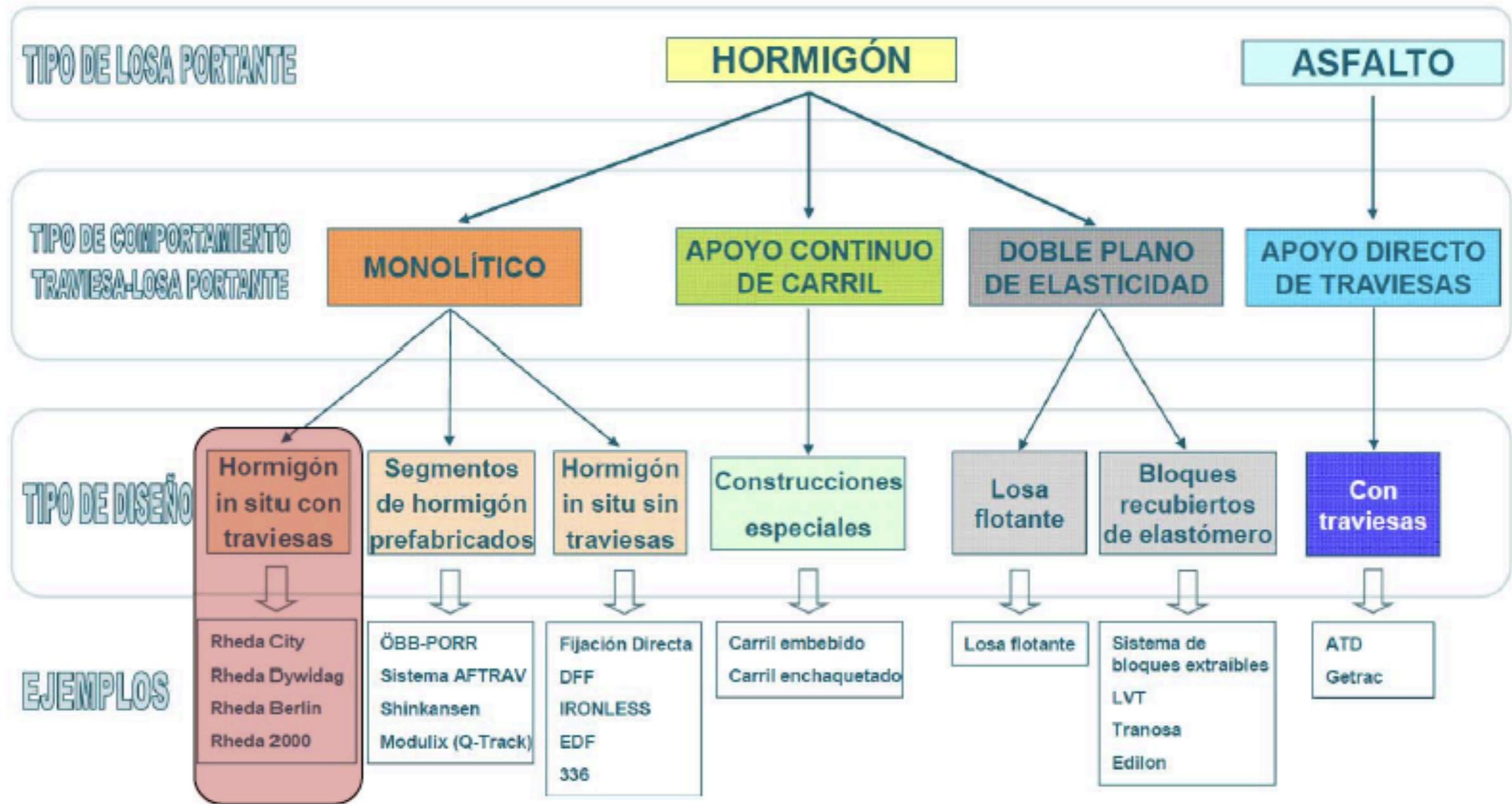
---

- Introducción
- **Sistemas**
- Montaje de vía en placa
- Procedimientos constructivos
- La vía en placa en España
- Comparativa frente a vía en balasto

# Clasificación



# Clasificación

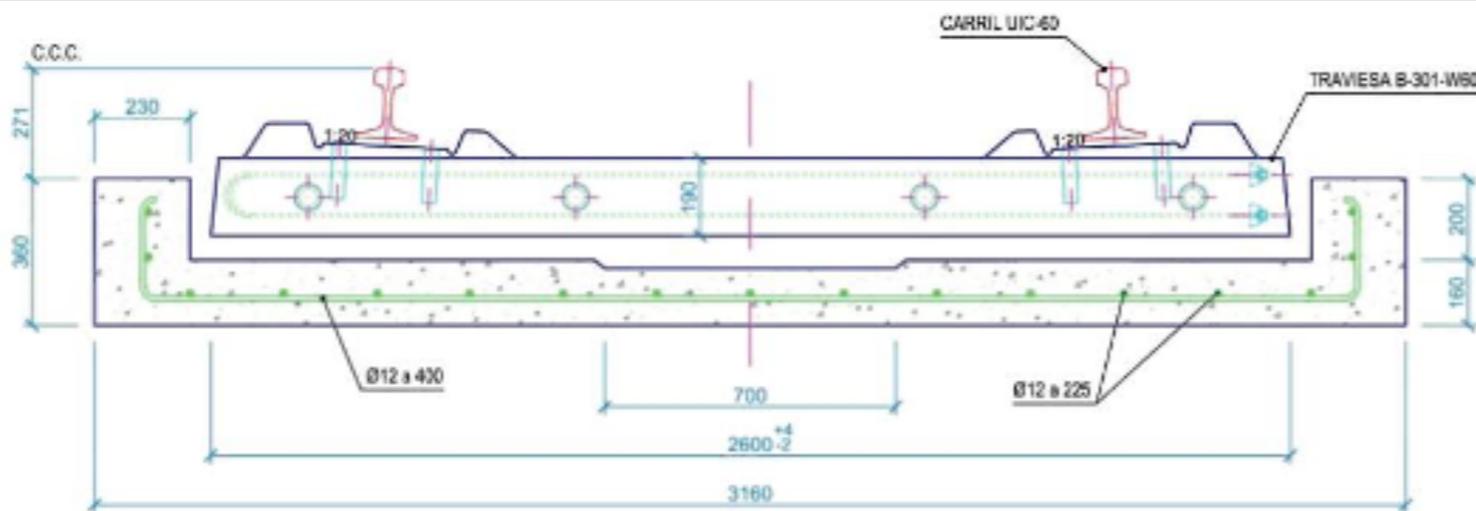
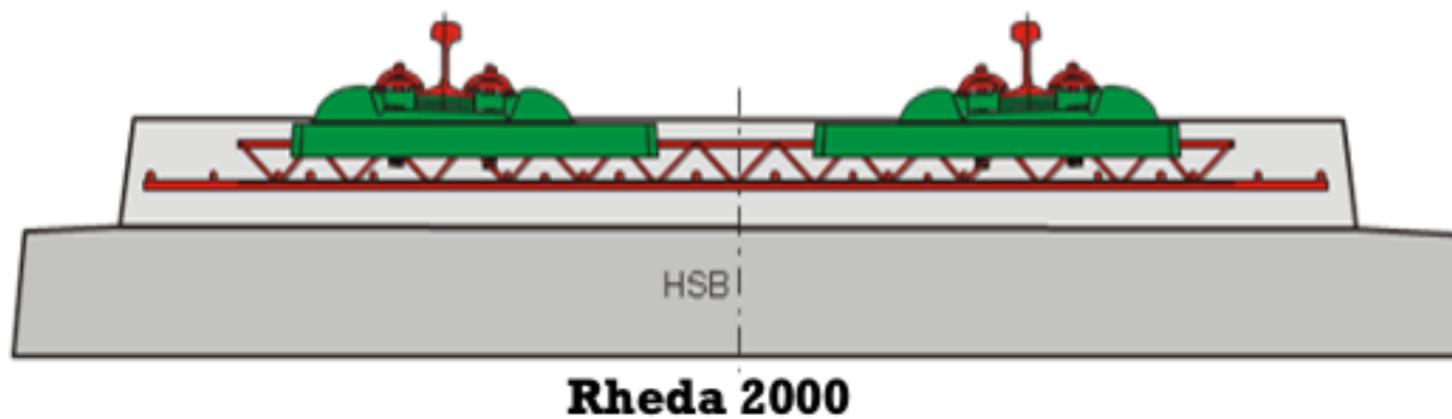


# Hormigón in situ con traviesas: Sistema RHEDA

---

- SISTEMA COMPACTO CON TRAVIESAS O MONOLITICO CON TRAVIESAS
- El sistema Rheda 2000 se basa en el embebido de una traviesa prefabricada de hormigón en una losa de hormigón ejecutada in situ, existe una variante el rheda dywidag.
- Consiste en el empotramiento de traviesas monobloque dentro de una losa de hormigón armado que a su vez viene confinada dentro de una artesa soporte, inexistente en el modelo RHEDA 2000, así se elimina la junta entre el hormigón de calado de losa y hormigón de artesa que a medio plazo deriva en grietas y problemas de durabilidad y se disminuye la altura de construcción.
- Entre la artesa soporte y la losa de hormigón que contiene a las traviesas se dispone de una fina capa bituminosa, la artesa puede ser construida mediante un hormigón armado y con juntas de dilatación para producir una fisuración controlada a su vez se apoya sobre una capa de grava cemento de 30 cm de espesor.
- Hay varios modelos rheda, además del dywidag y el 2000 están el city para el tráfico de tranvías otra construcción monolítica de la losa y uso de traviesas bloque de hormigón, el MRT ,usado para el trafico de cercanías y para el metro, este sistema esta aligerado respecto al rheda 2000 es otra construcción monolítica con traviesa bloque sin artesa.

# Hormigón in situ con traviesas: Sistema RHEDA

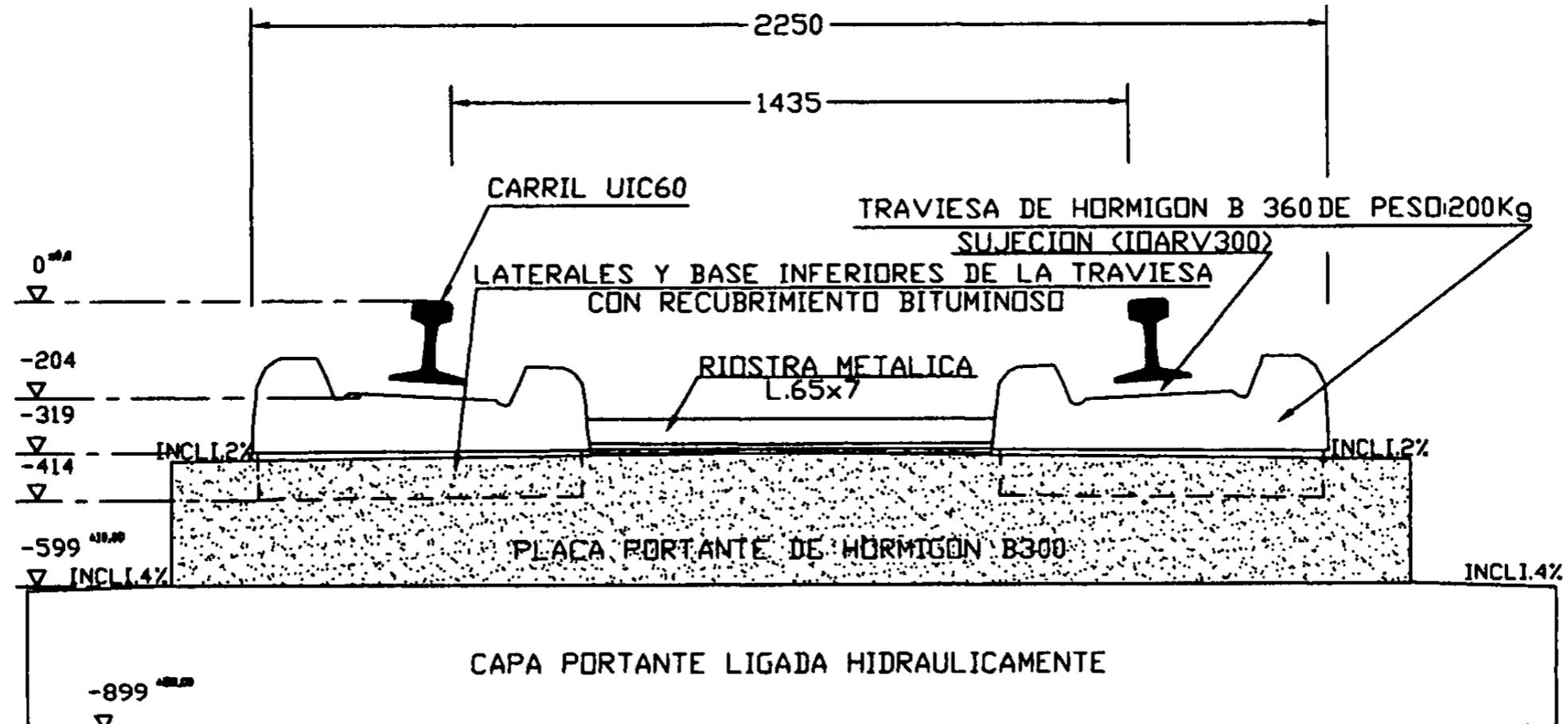


**Rheda Dywidag**

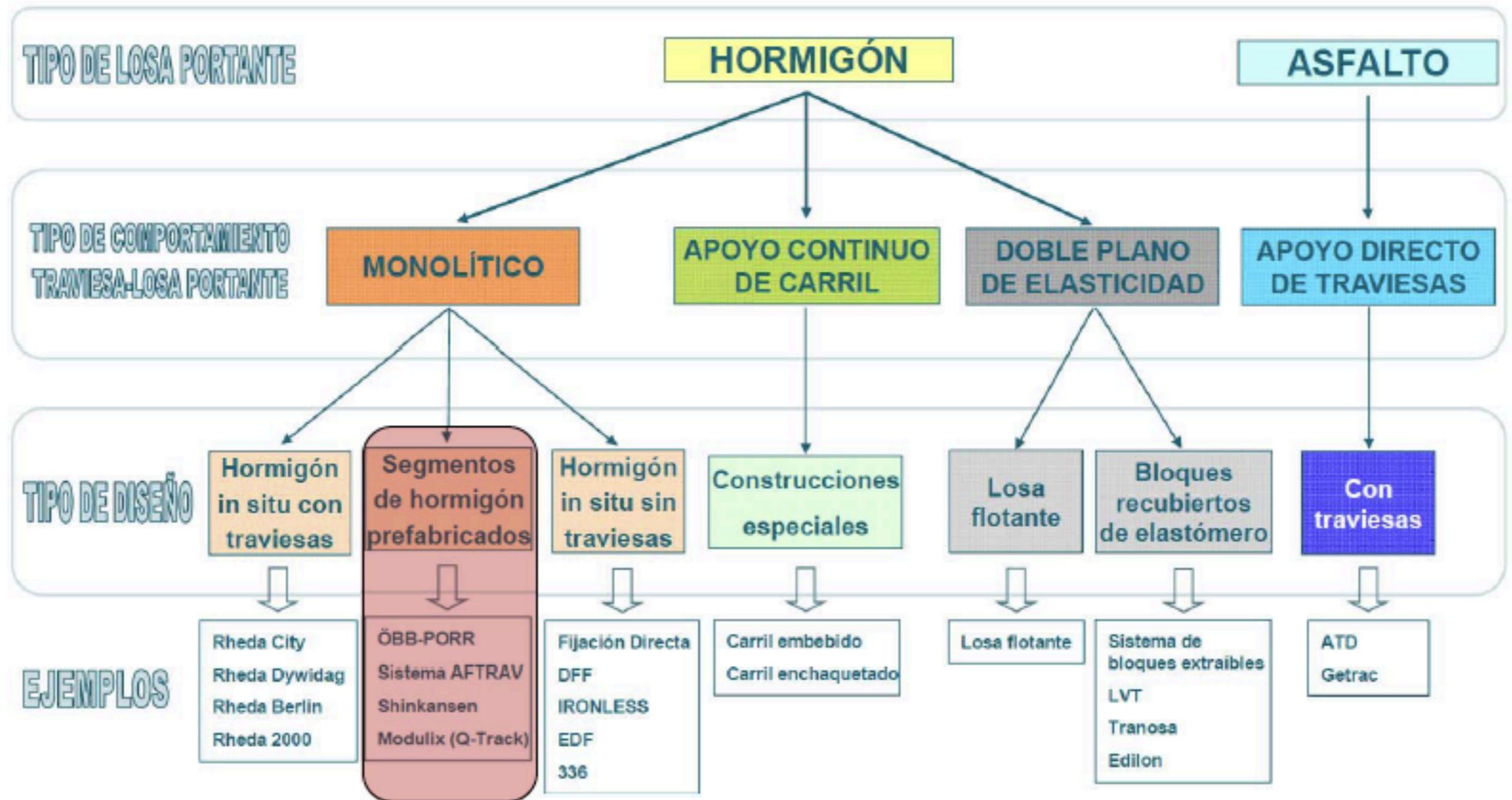


# Hormigón in situ con traviesas: Sistema ZÜBLIN

- Existe un modelo similar al rheda, es el modelo Züblin, en este caso el hormigón no se introduce entre y bajo las traviesas de la parrilla de vía ya montadas sino que las traviesas se empotran en el hormigón fresco de la placa principal hormigonada in situ, de forma que, por medio de un equipo de trabajo especialmente diseñado para ello, las traviesas de hormigón se introducen a presión vibrando el hormigón fresco.



# Clasificación



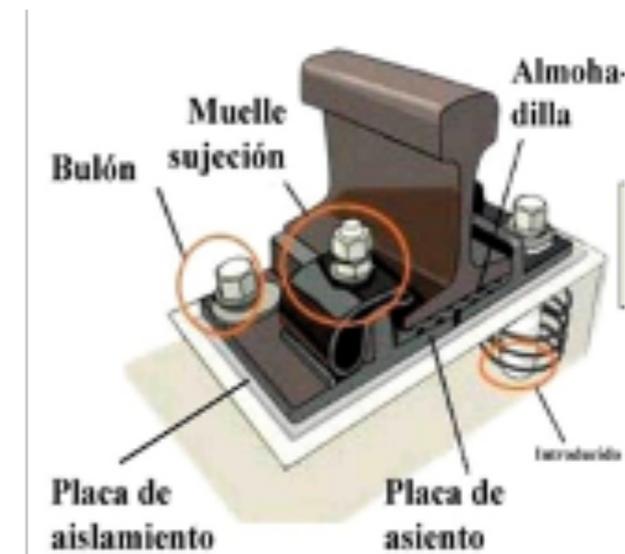
# Segmentos de hormigón prefabricados: Sistema SHINKANSEN

---

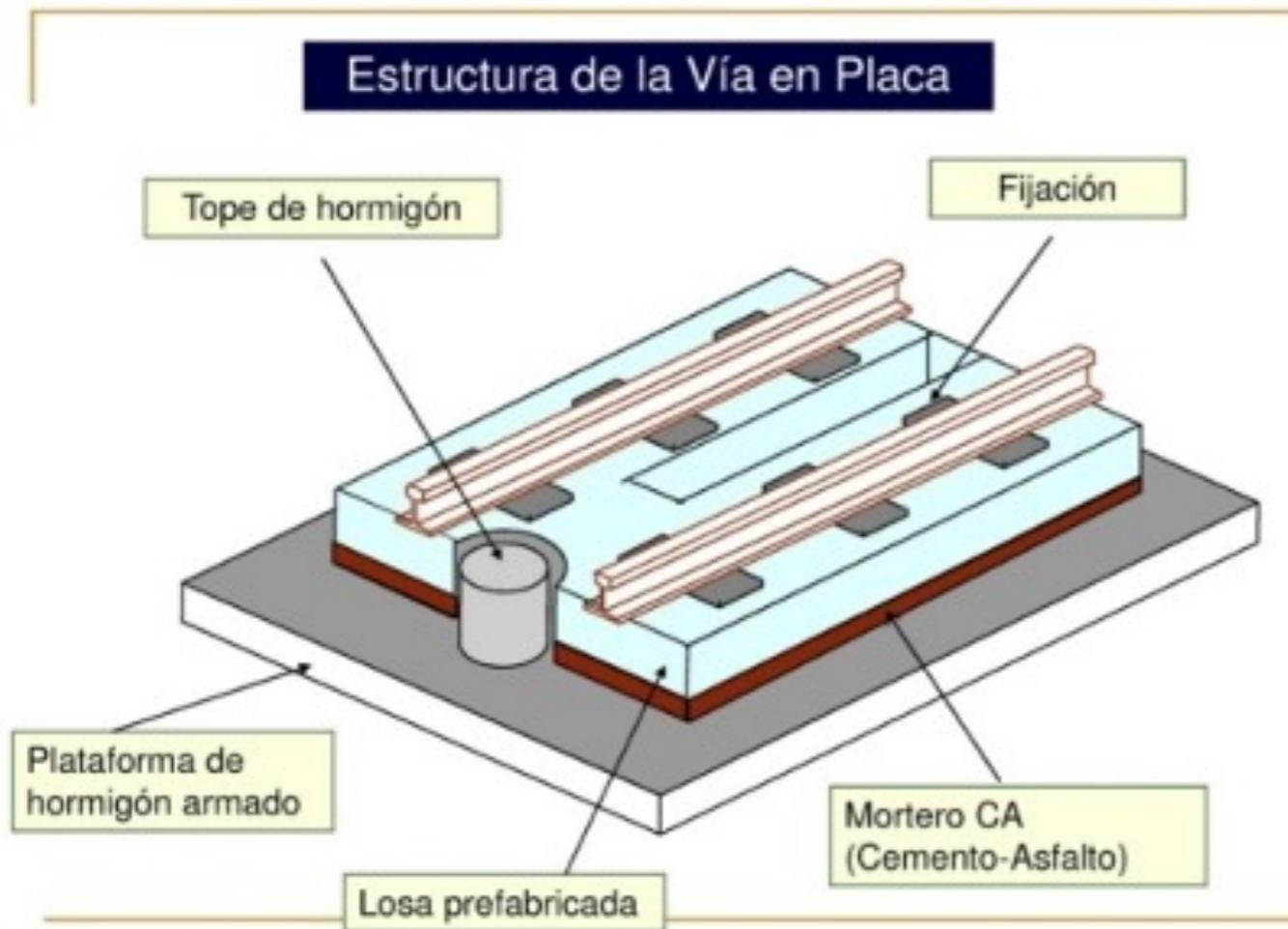
- El sistema consta de una placa prefabricada que apoya sobre una solera de hormigón.
- Las placas prefabricadas en sus inicios de hormigón armado de grandes dimensiones, hoy en día han evolucionado, y son ya de hormigón pretensado bastante aligerado.
- Hay varios tipos en función de sus dimensiones o de la forma de unión con la solera. Algunos de estos por ejemplo:
  - Tipo M: son placas de 2,3 m de largo por 2,4 m de ancho, apoyada sobre topes y juntas de goma.
  - Tipo A: placas de 4,95 m de largo por 2,34 m de ancho, en este caso en toda su superficie mediante un mortero en frío mezcla de betún asfáltico y cemento.
- Entre la solera y la placa prefabricada se introduce un mortero autonivelante se genera un aislamiento del suelo y se gana mayor resistencia frente a las heladas.

# Segmentos de hormigón prefabricados: Sistema SHINKANSEN

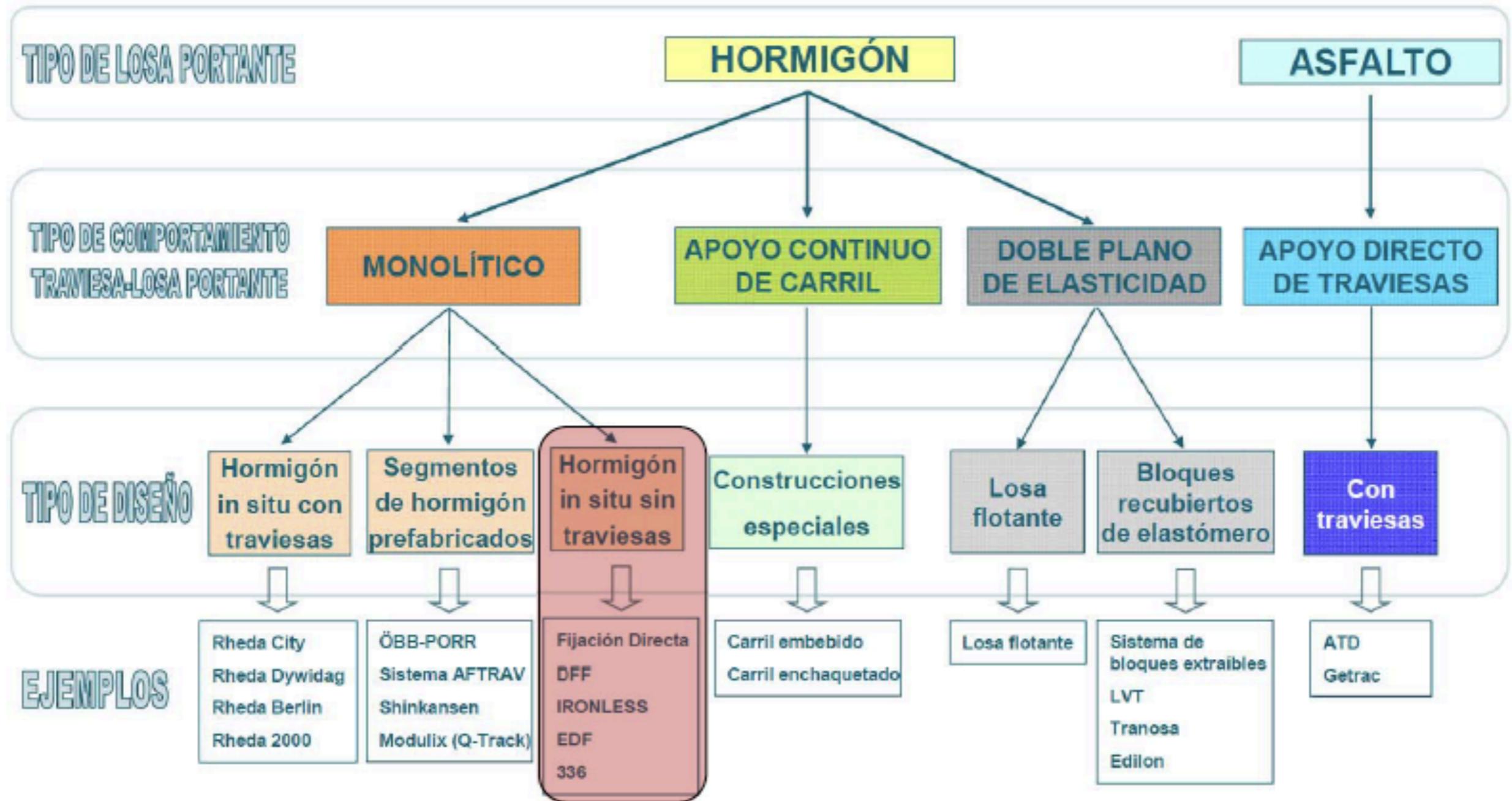
- Las placas se colocan encajadas entre los cilindros verticales de hormigón que sobresalen de la solera “los stoppers” estos unen las losas entre sí y con la solera. Estos cilindros están recubiertos de mortero de resina y sirven como juntas de dilatación del hormigón.
- El carril se coloca sobre una almohadilla de asiento colocada sobre una placa de asiento que a su vez se fija directamente a la losa.



# Segmentos de hormigón prefabricados: Sistema SHINKANSEN

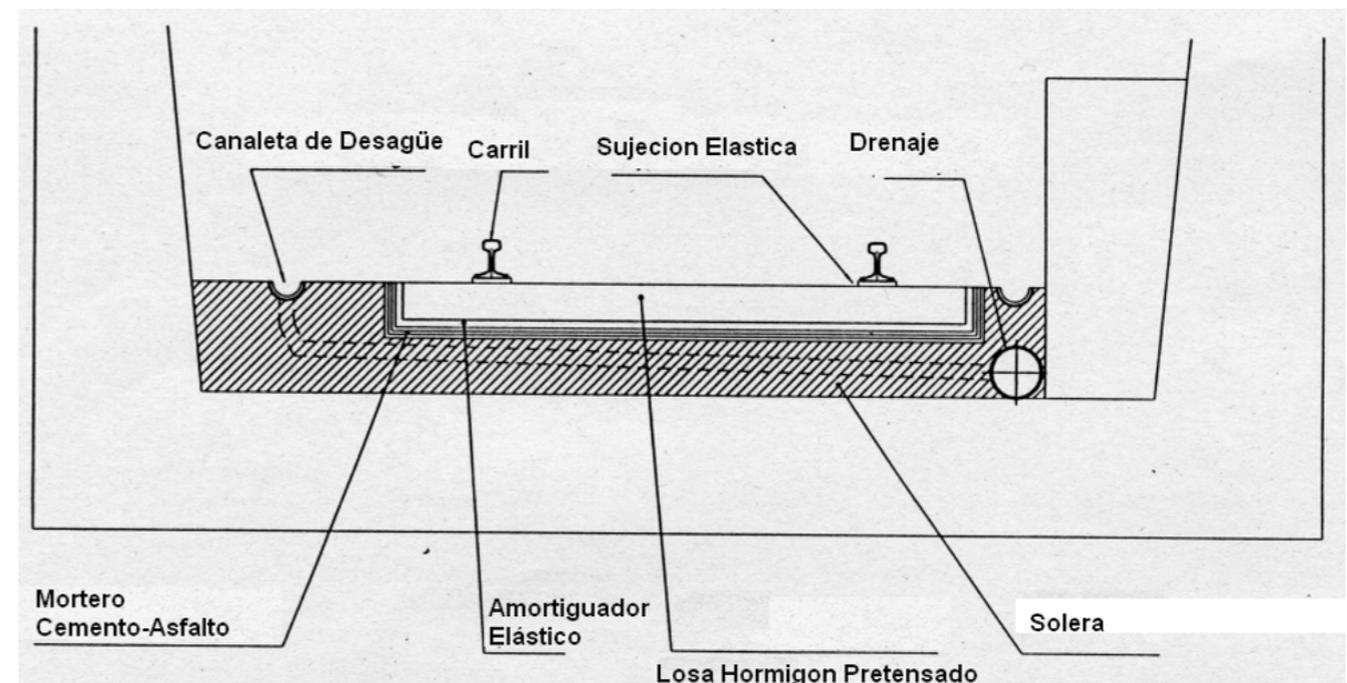


# Clasificación



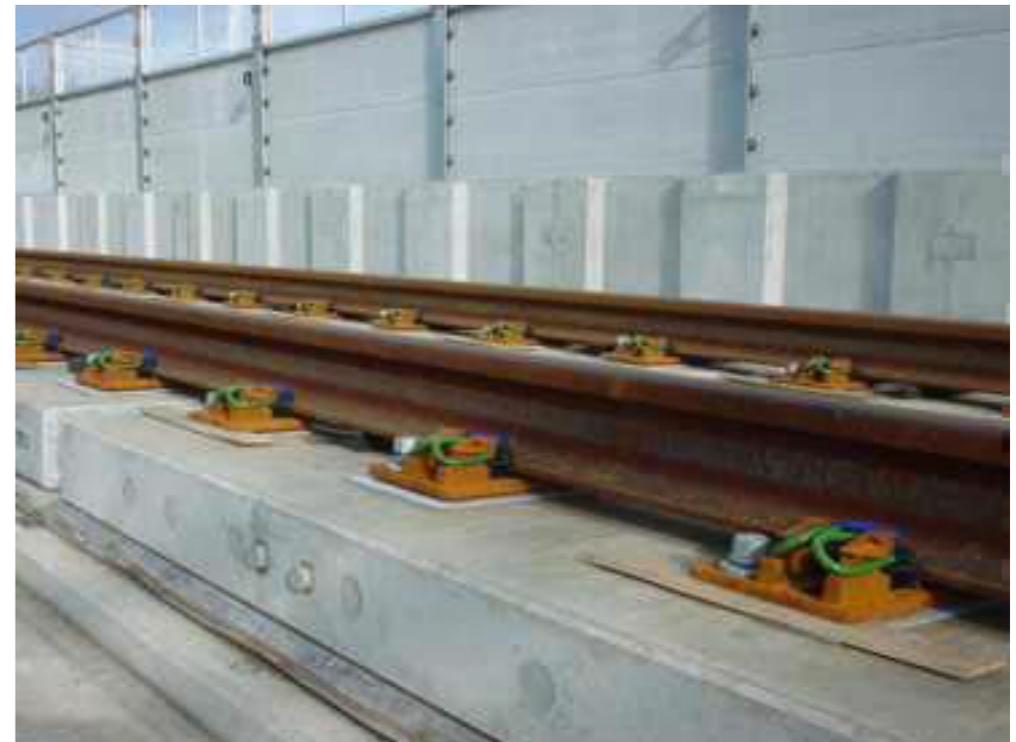
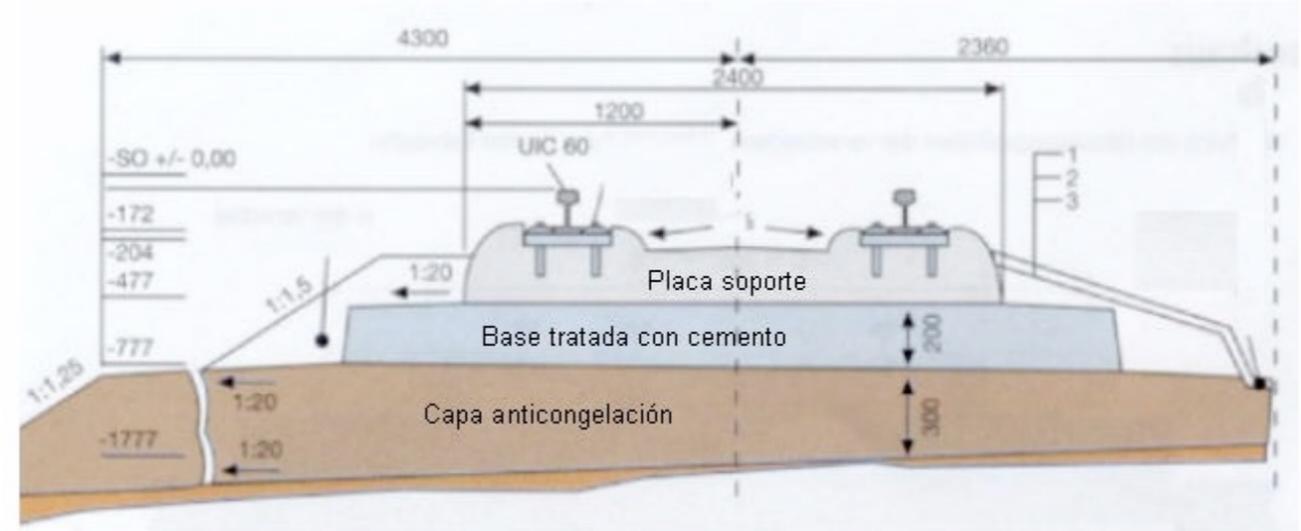
# Segmentos de hormigón in situ sin traviesas

- Similar al japonés, sobre una plataforma de hormigón que descansa sobre la cimentación (también de hormigón armado, in situ con juntas de dilatación cada 30 m) por medio de una capa de 5 cm de mortero bituminoso, se disponen unas placas de hormigón pretensadas de menor espesor que las japonesas (15 cm frente a las japonesas de 16-22cm).
- Se rellena con balasto la sección transversal de la vía en placa reconstituyendo las dos banquetetas. La sección en túnel se completa con elementos prefabricados en la entrevía y a cada lado, para obtener un plano de rodadura adecuado al tráfico de vehículos con neumáticos.

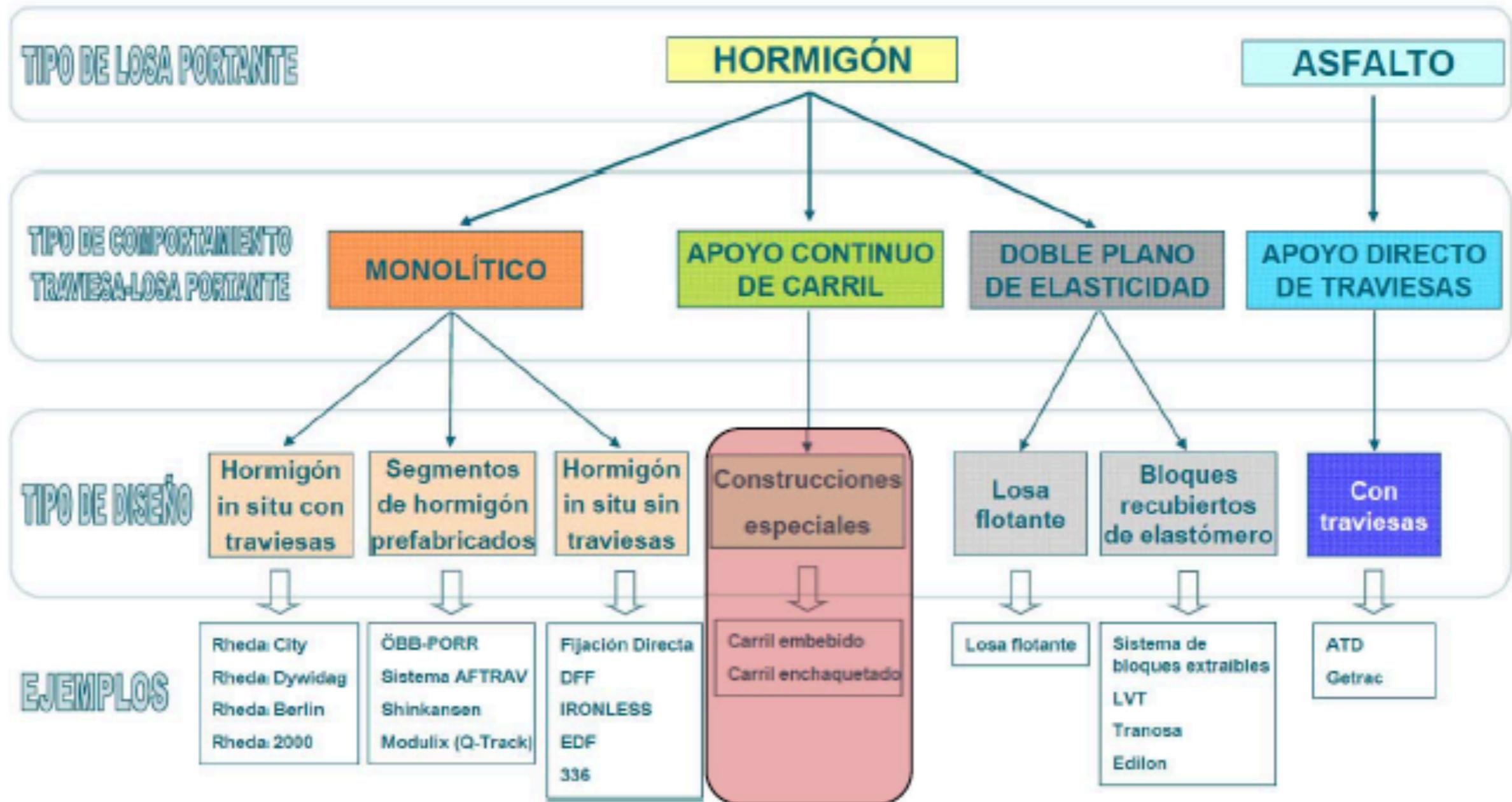


# Segmentos de hormigón in situ sin traviesas: fijación directa

- Consiste en el hormigonado in situ de la vía y la utilización de un sistema de anclaje directo. La rigidez es elevada en este tipo de sistema y toda la elasticidad es proporcionada por la sujeción.
- Sobre una capa de hormigón pobre se ejecuta otra de hormigón armado sin juntas, el carril apoya sobre una placa elastomérica. La sujeción formada por un soporte anclado en el hormigón con mortero de resinas epoxi, un clip elástico y un aislante compuesto por una placa de fundición, y una funda de nylon que envuelve la grapa elástica y queda en contacto con el patín del carril.

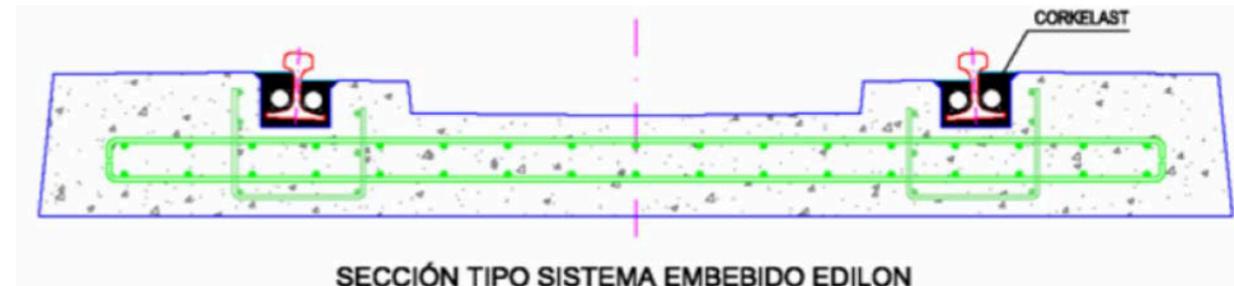


# Clasificación



# Sistemas de carril embebido

- En estos sistemas el carril carece de traviesa y apoya en toda su longitud, se elimina la flexión del carril entre apoyos por lo tanto se reducen las tensiones en el mismo y mejora el reparto de las cargas tanto estáticas como dinámicas.
- El esquema consiste en una losa de hormigón armado sobre las que se ejecutan unas canaletas donde irán los carriles. El carril se introduce en unas acanaladuras y se ajusta con tacos de madera a estas, tras darle la inclinación necesaria (1/20) se embebe en un material elastomérico que lo ajusta proporcionando elasticidad y amortiguamiento necesarios para un correcto funcionamiento en servicio, para ahorrar material elastomérico se meten tubos de pvc a ambos lados del alma del carril.

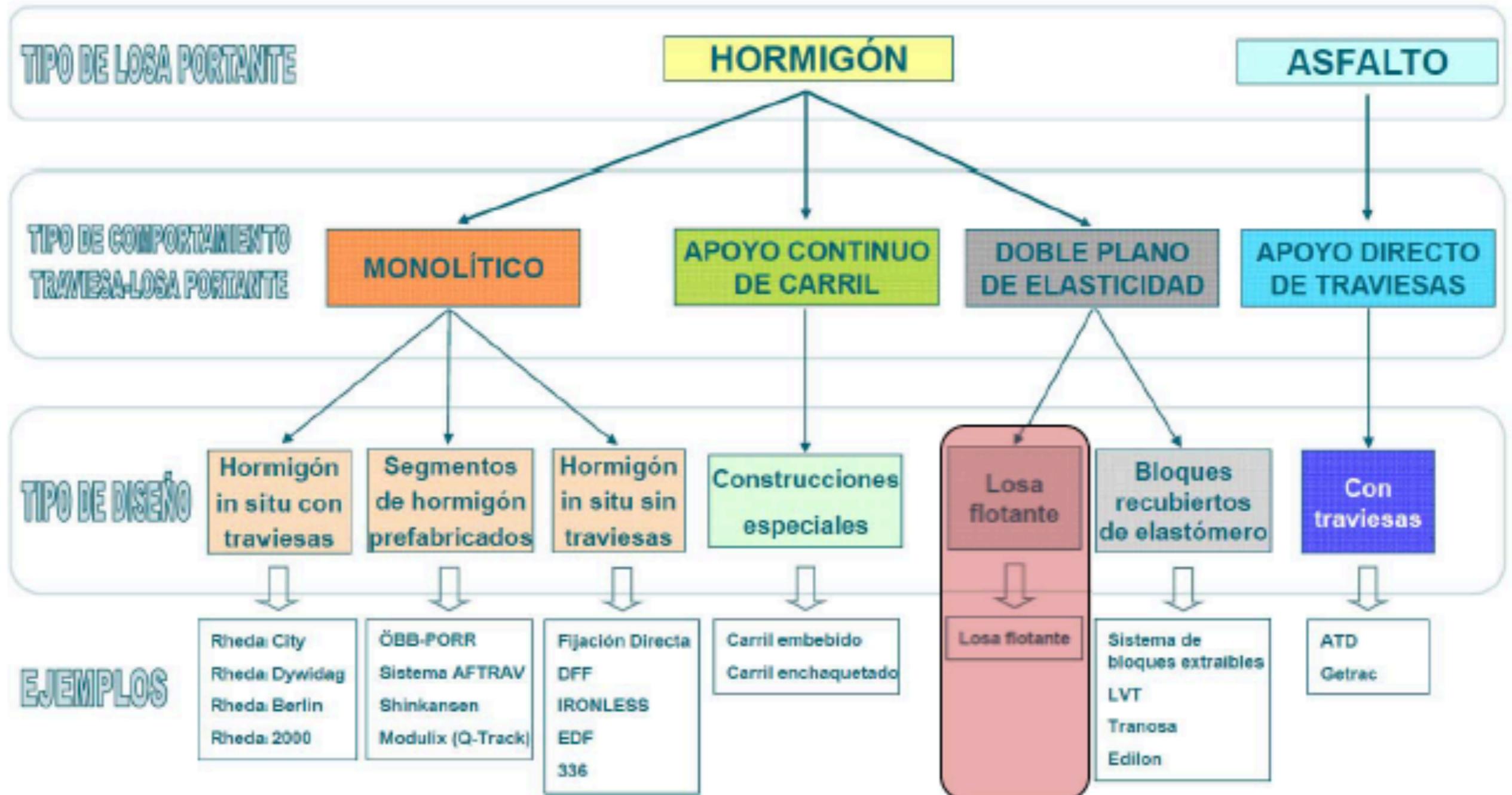


# Sistemas de carril embebido

---

- En función de las dimensiones de cada elemento constitutivo del sistema desde la placa de asiento del carril, el dado de hormigón, el material elastomérico hay varios tipos de sistemas de bloques unidos con elastómero (modelos LTV, Coopsette, Walo etc.), incluso se puede llegar a este método con traviesas RS si se prescinde de la riostra metálica central, lo que ocurre en el sistema coopsette o en el walo.
- En principio se suelen utilizar carriles de garganta y el vignole pero se pueden utilizar para todo tipo de carriles.
- El sistema comercial más famoso de este tipo es el Edilon (Famoso por su mezcla elastomérica con partículas de corcho que se vierte de forma líquida y adopta la forma sólida final. Es un producto muy usado por la facilidad de puesta en obra.
- En el sistema Edilon el elastómero (corkelast) es vertido como líquido en la bandeja de hormigón sobre la que descansa el bloque.
- En función del tráfico de la línea las dimensiones del taco varían y el elastómero tiene una flexibilidad regulable en función del tipo de tráfico que va a soportar.

# Clasificación

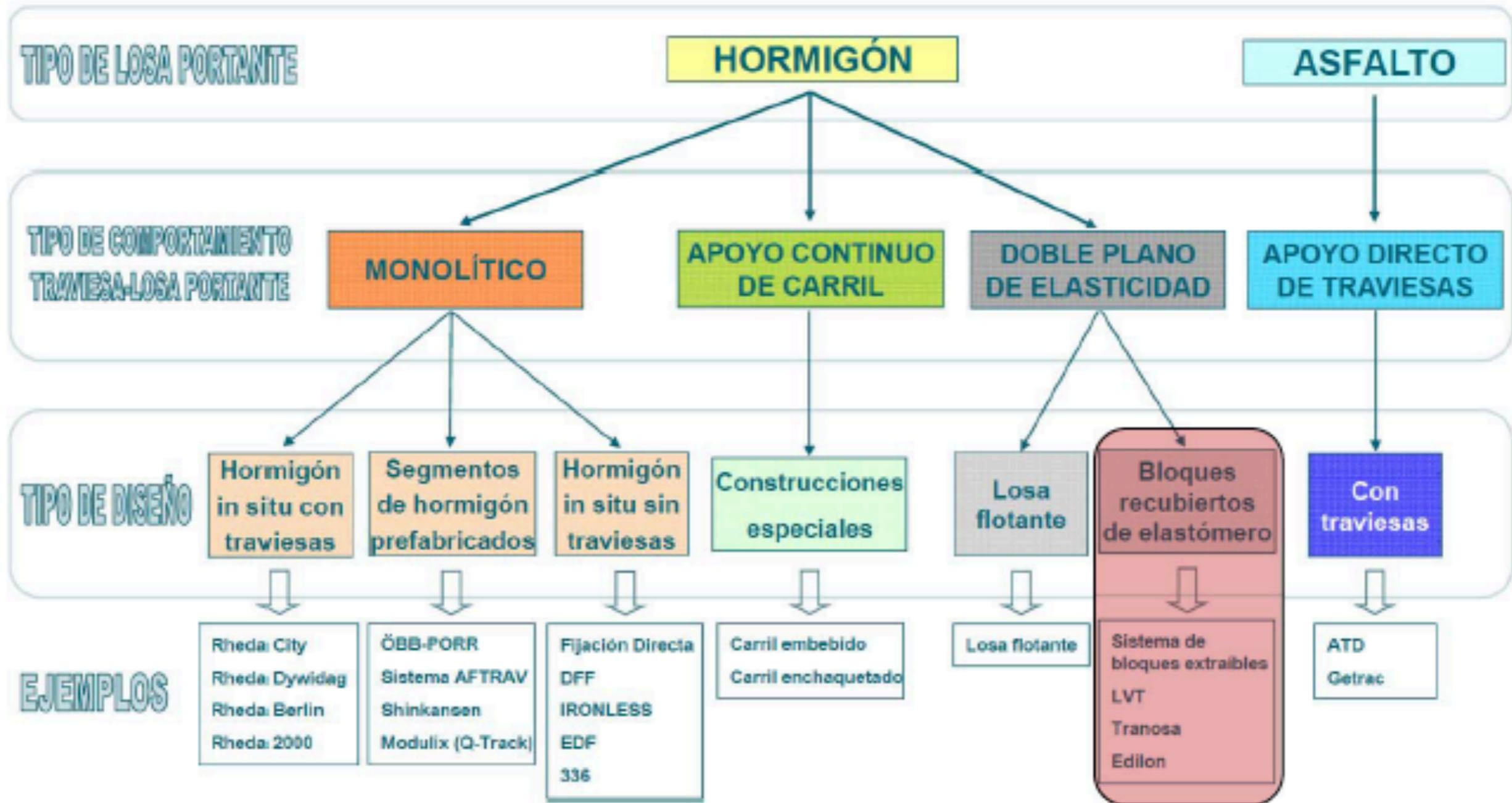


# Losa flotante: FST

- Este sistema consta de una placa postensada que reposa sobre cuatro gomas circulares a la vez que se encuentra confinada lateralmente mediante topes de hormigón. Las losas son pequeñas de 1,25 m de largo por 2,85 m de ancho, el espesor al menos de 20 cm. En la parte superior existen dos topes de acero o de hormigón para evitar descarrilamientos.
- Los carriles se sitúan perfectamente en la posición adecuada sobre la losa soporte y entonces se fijan en esa posición, el nivel correcto es alcanzado por unas almohadillas situadas en la sujeción, bajo el carril, de unos 12 mm de espesor. Las sujeciones fijan el carril, pero no restringen sus movimientos longitudinales.

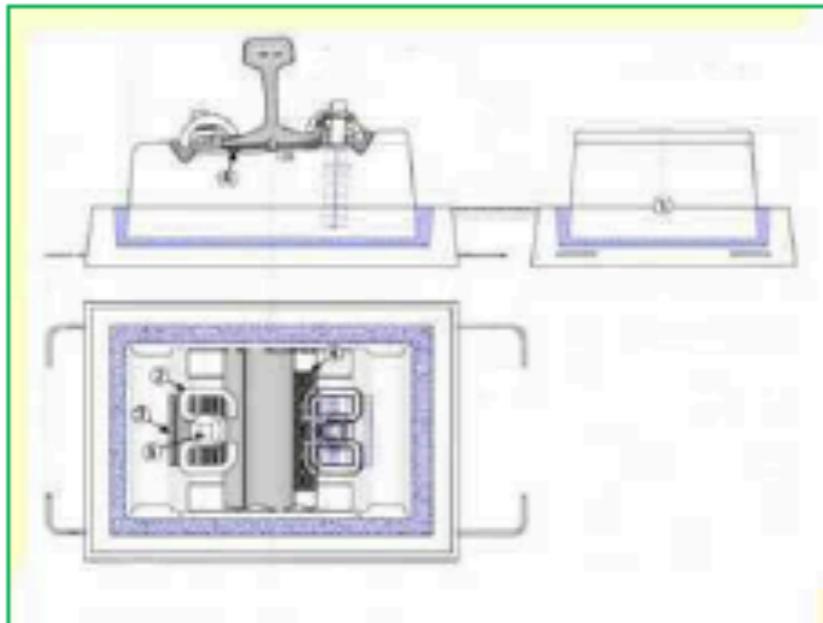
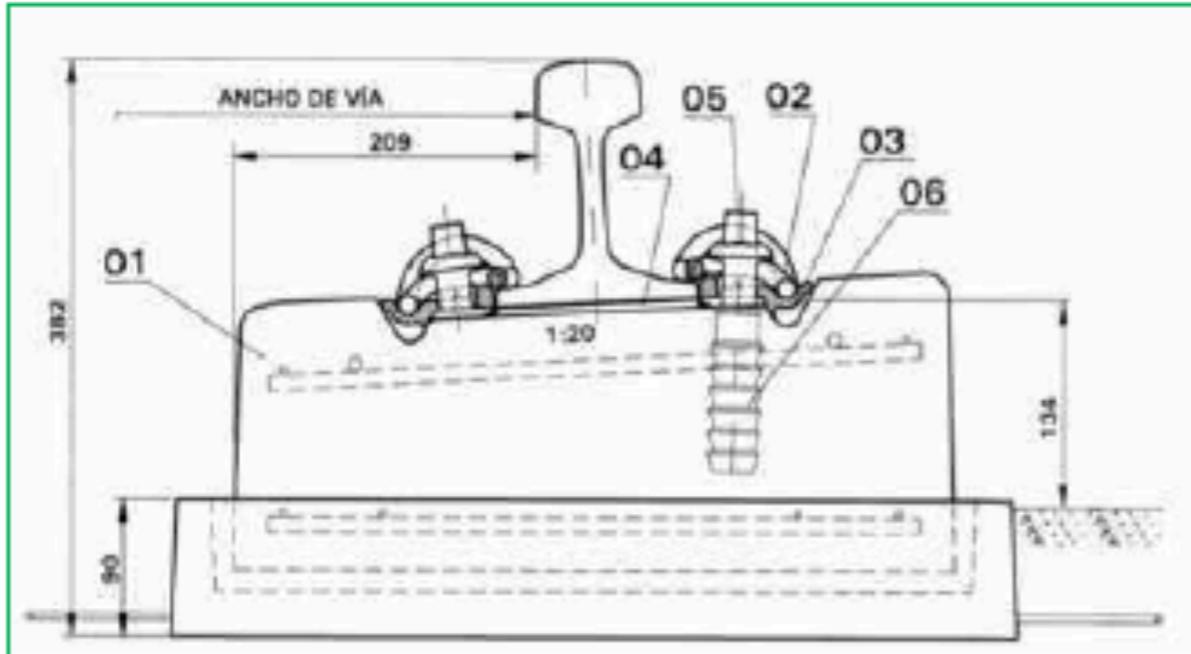


# Clasificación

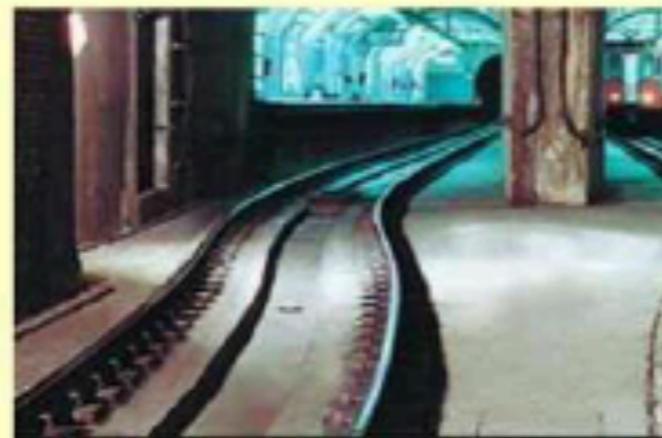


# VIESA

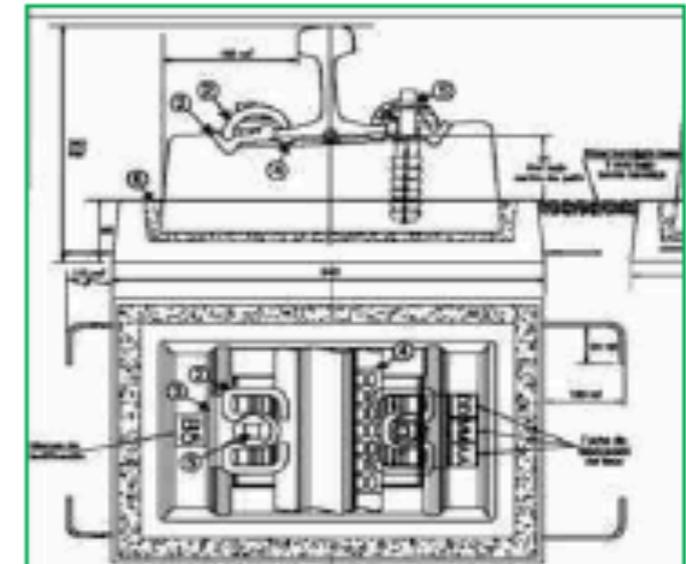
## BLOQUES (VIESA).



Esquema del sistema



Vista del sistema en Metro de Madrid



# TRANOSA

## BLOQUES (TRANOSA).



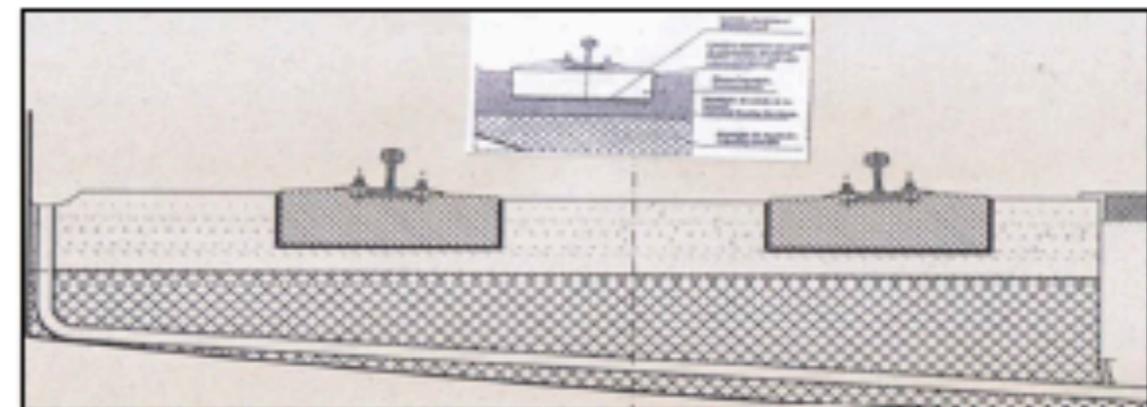
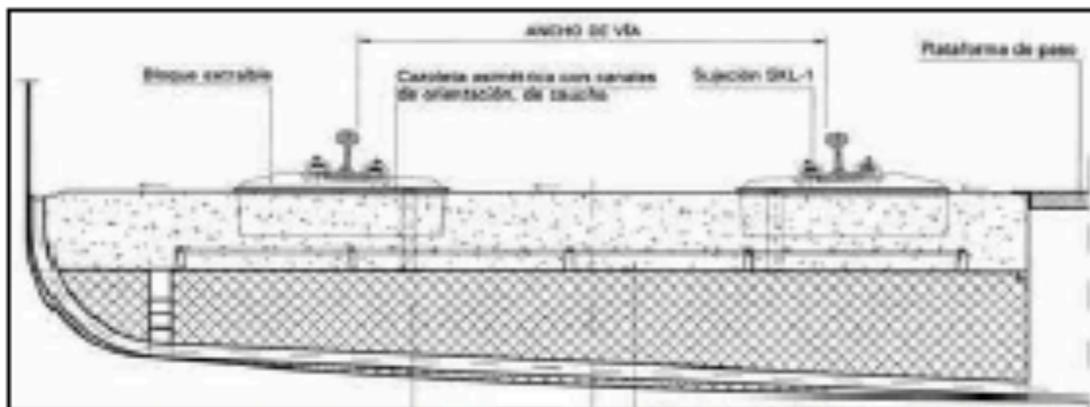
Parrilla de vía antes del hormigonado



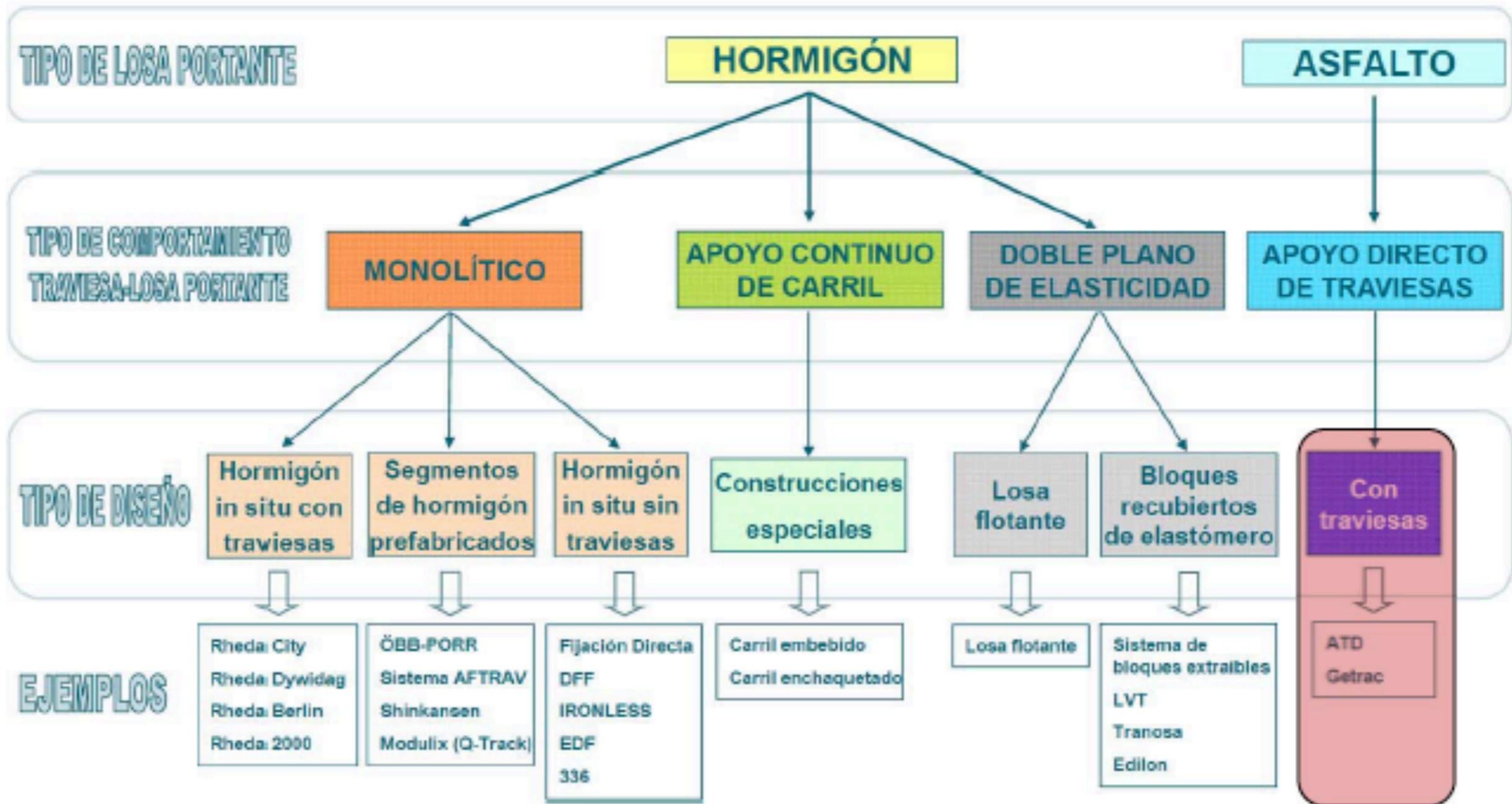
Bloque con cazoleta elástica



Construcción del sistema

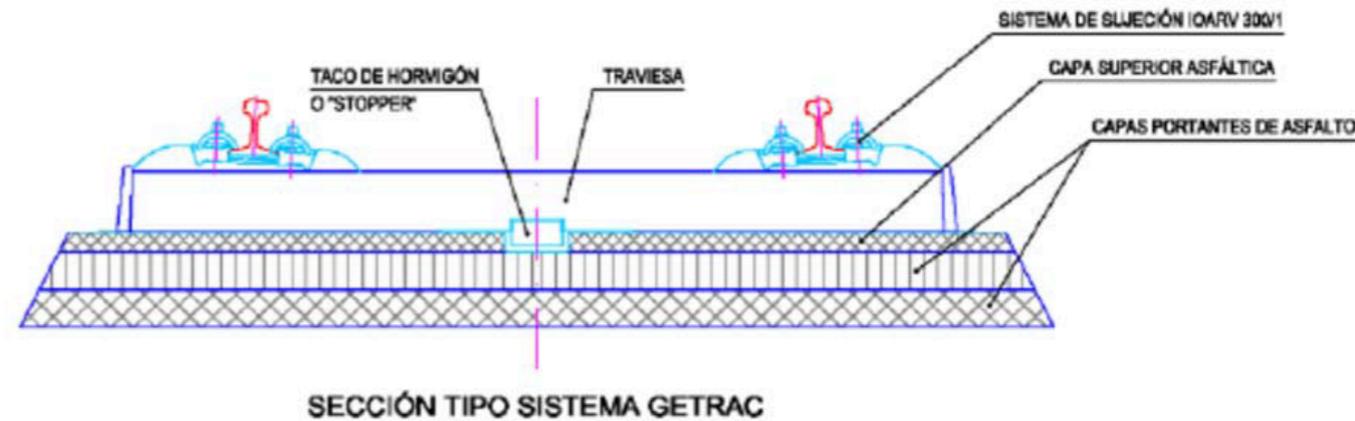


# Clasificación



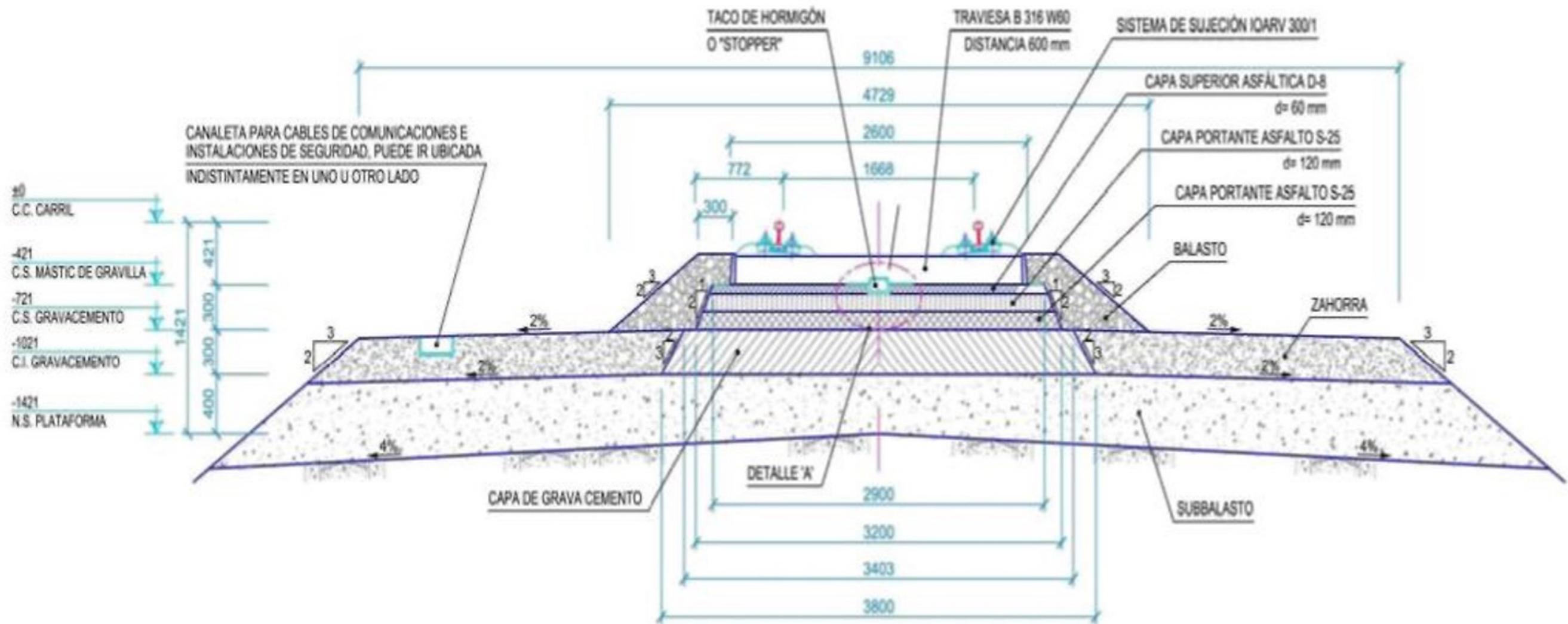
# Getrac

- En este sistema la placa soporte es de aglomerado asfáltico, sobre la cual se sitúa una traviesa monobloque. El paquete de aglomerado, está situado sobre una base de grava cemento, tiene unos 30 cm de espesor.
- La primera capa sirve de unión con la explanada y reparte las cargas a esta, la segunda capa es un muelle permite amortiguar las tensiones que se producen en la capa superior, la capa soporte donde van colocadas las traviesas.
- La unión entre la traviesa y la capa soporte se realiza a través de una pieza de hormigón en forma de taco, denominado “stopper”.



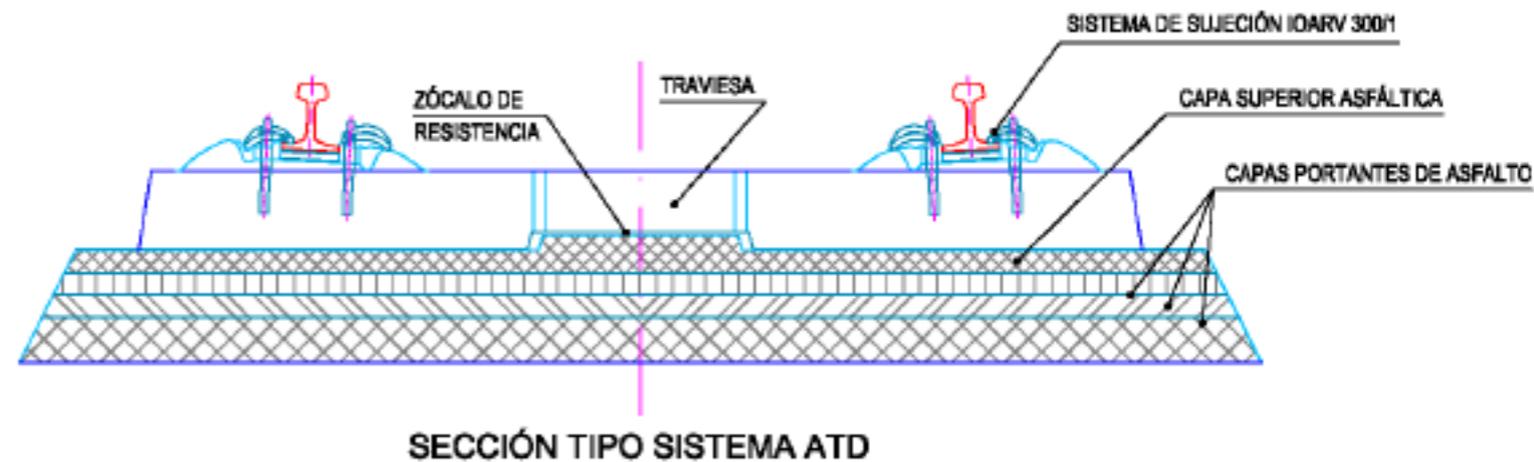
# Getrac

## SECCIÓN TIPO SISTEMA GETRAC



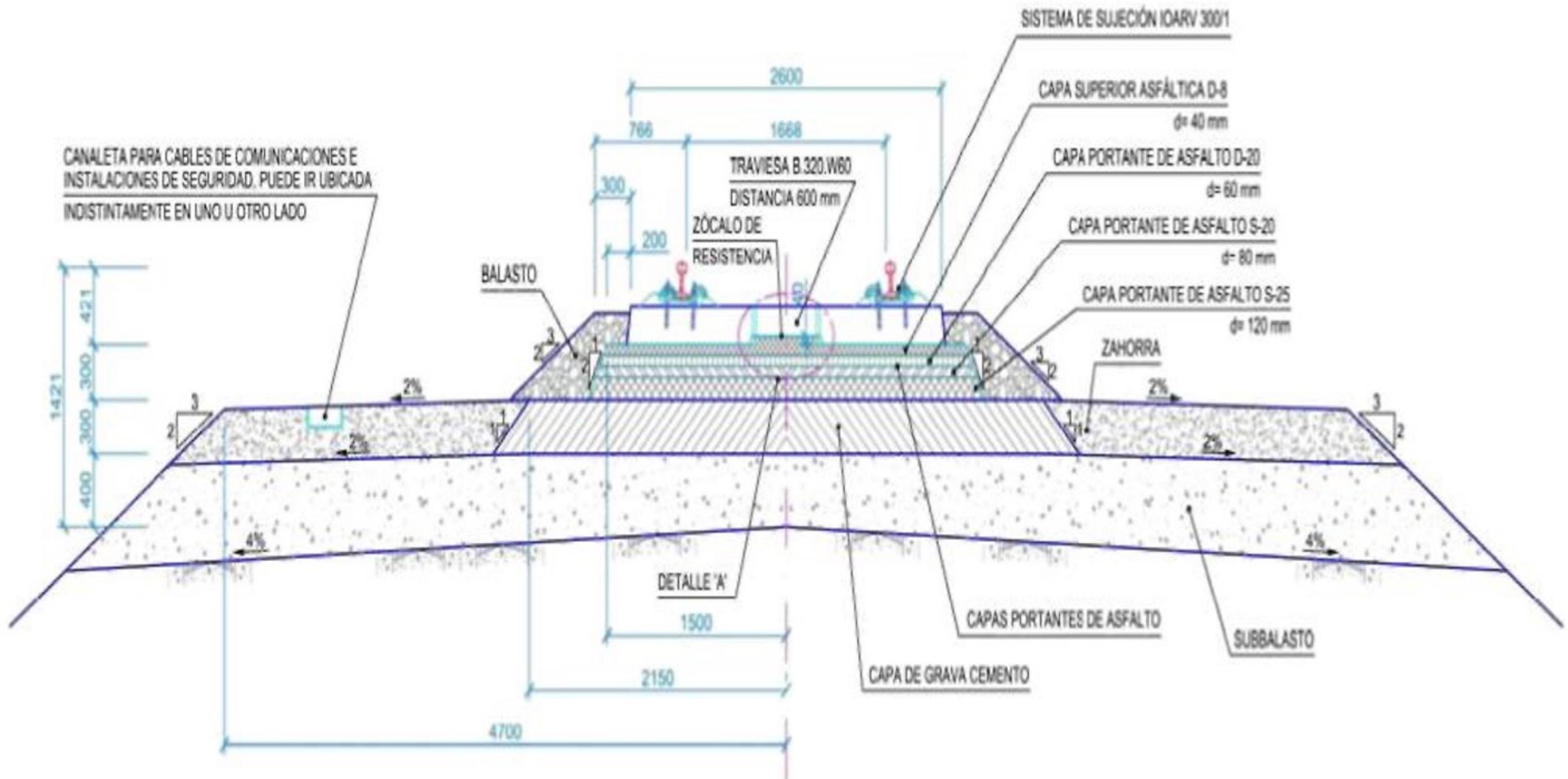
# ATD

- La Vía en asfalto ATD, consiste en una capa de 40 centímetros de subbalasto sobre la que se extiende una capa uniforme de 30 centímetros de gravacemento. A continuación, se extienden cuatro capas de asfalto, la superior con polímeros. Después se posicionan las traviesas sobre el asfalto. Una vez colocadas, se fijan con una masilla sintética que se inyecta por unos taladros existentes en su parte superior.

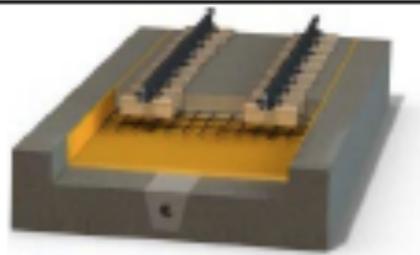


# ATD

## SECCIÓN TIPO SISTEMA ATD



# Comportamiento

TIPOLOGÍA		CONSIDERACIONES
<i>CONSTRUCCIONES EN CAPAS o MONOLÍTICAS</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduce las tensiones derivadas de las cargas.</li><li>• Facilidad de cara a la reparación de vía.</li><li>• Sistemas con un solo plano de elasticidad (ruido).</li></ul>
<i>BLOQUES</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducciones considerables de ruido a baja frecuencia.</li><li>• Problemas a cielo abierto por durabilidad (agua en cazoleta, ciclos hielo-deshielo,...)</li><li>• Amortiguación considerable de vibraciones.</li></ul>
<i>EMBEBIDOS</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción de tensiones minimizando la fatiga del carril, quedando éste totalmente protegido de fenómenos atmosféricos.</li><li>• Posibilidad de paso rodado sobre el mismo.</li><li>• Cargas distribuidas homogéneamente.</li><li>• Reparación muy complicada.</li></ul>
<i>LOSA FLOTANTE</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor reducción de ruido y vibraciones (planos de elasticidad).</li><li>• Elementos prefabricados (sistematización del tajo).</li><li>• Estricto control del posicionado.</li><li>• Muy caro.</li></ul>

# Índice

---

- Introducción
- Sistemas
- **Montaje de vía en placa**
- Procedimientos constructivos
- La vía en placa en España
- Comparativa frente a vía en balasto

# Vía en placa en explanaciones

---

- La vía en placa necesita unas condiciones de soporte muy superiores a la vía sobre balasto, dado que por su rigidez, corre peligro de descalce o de rotura por flexión si tiene falta de superficie de apoyo en algún punto
- Han de evitarse:
  - las deformaciones o deflexiones fuertes, así como los asientos continuos o irregulares
  - el lavado o lixiviado de materiales, o su posibilidad de colapso
  - el control de hinchamiento, desecado o formación de hielo en el terreno
- Siempre se ha de tratar que los asientos residuales naturales de la explanación que queden antes del montaje de la vía en placa, tras su montaje y durante su explotación sean los menores posibles,
- Por lo expuesto, **cuando hay riesgos geotécnicos, es preferible casi siempre montar vía sobre balasto.**

# Vía en placa sobre terraplén

---

- Si se quiere montar vía en placa sobre terraplén, hay varias medidas a tomar:
  - Limitar la altura del terraplén (no relación biunívoca entre altura y asiento).
  - Sanear el cimiento si es un suelo con cierta capacidad portante, mejorando impermeabilidad y estabilidad del terreno.
  - Realizar obras especiales de apoyo en cimientos de suelos con escasa o nula capacidad portante o bien muy deformables (Ej: Holanda y Japón).
  - Mejorar los materiales que se usan actualmente en los terraplenes y capas de asiento (si es posible).
  - Mejorar los procesos de compactación de los materiales si es posible.

Tipo de Material	Compactación	Rigidez Vertical
<b>SUBBALASTO</b>	<b>No Aplica</b>	<b><math>E_{v2} &gt; 1.200 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>CAPA DE FORMA (Material QS3)</b>	<b>100% Proctor Modificado</b>	<b><math>E_{v2} &gt; 800 \text{ kg/cm}^2</math></b>
<b>SUELO CALIDAD QS3/QS2 (Terraplén)</b>	<b>95% Proctor Modificado</b>	<b><math>E_{v2} &gt; 600 \text{ kg/cm}^2</math></b>

# Vía en placa sobre desmonte

- Si se quiere montar vía en placa sobre desmontes, hay dos medidas a tomar:
  - 1. Sanear el cimiento si es un suelo con cierta capacidad portante, mejorando impermeabilidad y estabilidad del terreno.
  - 2. Realizar obras especiales de apoyo en cimientos de suelos con escasa o nula capacidad portante o bien muy deformables (Ej: Holanda y Japón).
- También es recomendable exigir materiales de soporte de gran calidad (suelos QS3/QS2/QS1 y subbalasto), seguir el cumplimiento estricto de las rigideces y compactación de las capas y sus materiales e intensificar el control sobre los mismos.



Tipo de Material	Compactación	Rigidez Vertical
SUBBALASTO	No Aplica	$E_{v2} > 1.200 \text{ kg/cm}^2$
CAPA DE FORMA (Material QS3)	100% Proctor Modificado	$E_{v2} > 800 \text{ kg/cm}^2$
SUELO CALIDAD QS3/QS2 (Desmonte) / QS1 (Desmonte)	95% Proctor Modificado	$E_{v2} > 600 \text{ kg/cm}^2$ $E_{v2} > 450 \text{ kg/cm}^2$

# Vía en placa sobre viaductos

---

- La vía en balasto sobre viaductos presentan una serie de problemas:
  - Se acrecientan las tensiones sobre el balasto en la explotación al establecer un contacto rígido con las superficies de hormigón aumentado por el confinamiento.
  - Asimismo, las labores de bateo habitual para nivelación o alineación pueden contribuir a que el deterioro del balasto sea mayor en estas zonas.
- Con altas exigencias de explotación puede ser necesario colocar bajo traviesa, o sobre la superficie de la losa elementos elastoméricos que propicien la bajada de la rigidez, así como de la dureza del contacto, para bajar el desgaste y tensiones de las partículas de balasto. En circunstancias especiales se pueden colocar sistema de sujeción más elásticos.



# Vía en placa sobre viaductos

---

- Se puede proyectar específicamente el viaducto para un sistema de vía en placa y para una tipología en concreto, teniendo en cuenta el peso propio (carga muerta) que incrementan estos sistemas.
- Además se puede disminuir el factor de amplificación dinámico admisible para la estructura debido a la mejor calidad continua de la geometría de vía.
- Sin embargo, hay que tener en cuenta que se debe asegurar entre el sistema de vía y el viaducto:
  - Compatibilidad de los movimientos verticales tablero-losa portante vía en placa (por libertades de giro y movimientos relativos).
  - Compatibilidad de los movimientos longitudinales tablero-carril por efecto térmico.
  - Limitación de movimientos transversales del tablero respecto a estribos o de tableros independientes entre sí.
  - Correcta transmisión de esfuerzos transversales y longitudinales a la estructura.

# Vía en placa en túneles

---

- La altura constructiva de la vía sobre balasto es mucho mayor que la de la vía en placa, con lo que es mayor la sección de excavación.
- Se tiene las actividades de mantenimiento de vía con balasto dentro del túnel, las cuales (bateo y desguarnecido) poseen grandes dificultades de ejecución.
- La estabilidad y disponibilidad de la vía será más difícil, y además el acceso al túnel siempre suele ser complicado.
- Hay dificultades de evacuación a pie de los viajeros en caso de incidencia, así como de acceso a los vehículos de emergencia.
- Suele haber asientos debidos a la inestabilidad del balasto, y contaminación de las capas y presencia de agua, dado que suelen colmatarse los medios de drenaje de la vía dentro del túnel.

# Vía en placa en túneles

---

- Es la infraestructura más compatible para el montaje de vía en placa.
- Se puede proyectar específicamente la contrabóveda del túnel para un sistema de vía en placa y para una tipología en concreto, teniendo en cuenta el peso propio (carga muerta) que incrementan estos sistemas.
- Se puede considerar si es losa portante de hormigón, como colaborante estructural, si se han dispuesto armaduras transversales de cosido losa-estructura resistente de contrabóveda.
- Lo normal es que no haya movimientos transversales ni longitudinales (debido a la estabilidad térmica en el interior del túnel) que haya que compatibilizar.
- Debe disponerse un sistema de impermeabilización y drenaje adecuado para la vía en placa



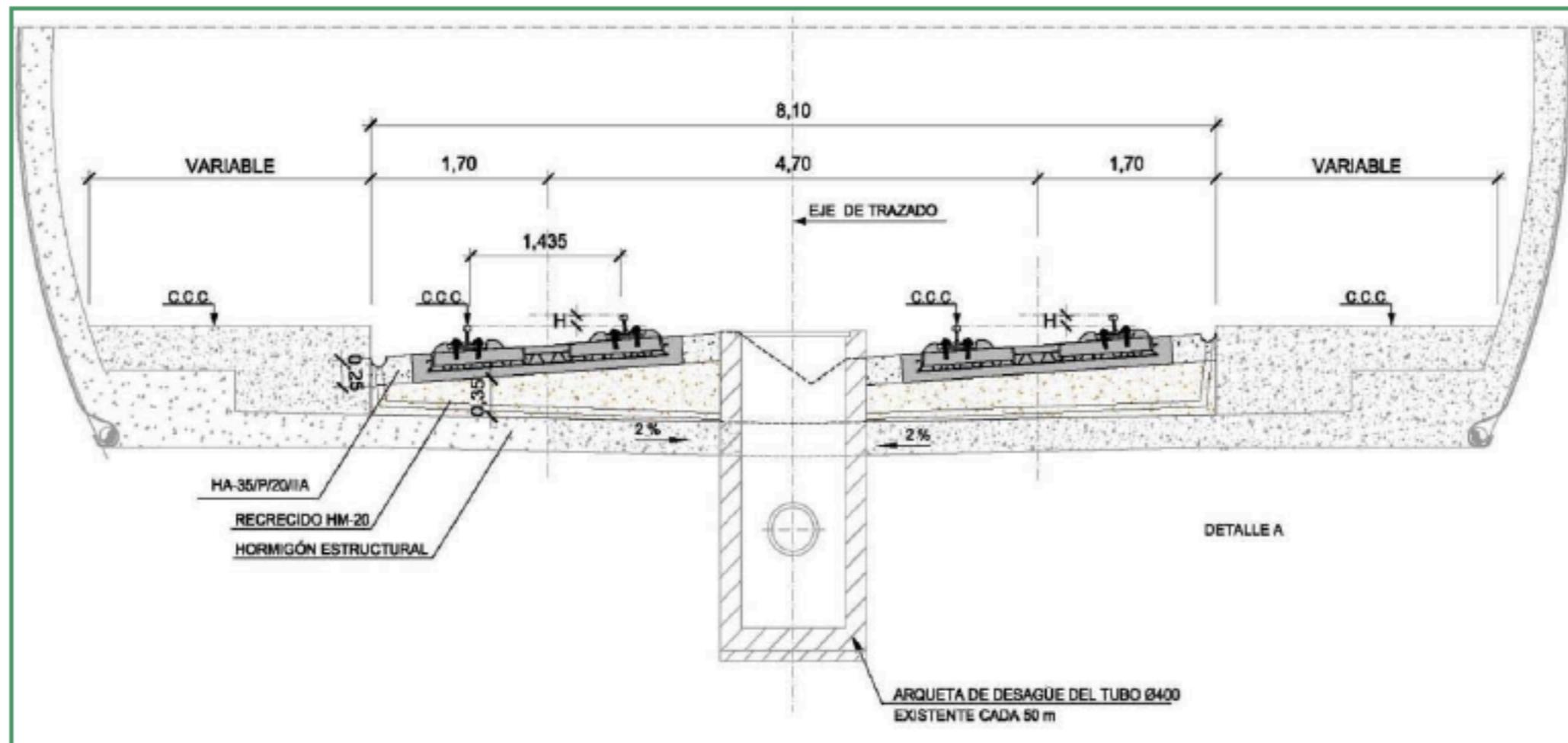
# Índice

---

- Introducción
- Sistemas
- Montaje de vía en placa
- **Procedimientos constructivos**
- La vía en placa en España
- Comparativa frente a vía en balasto

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

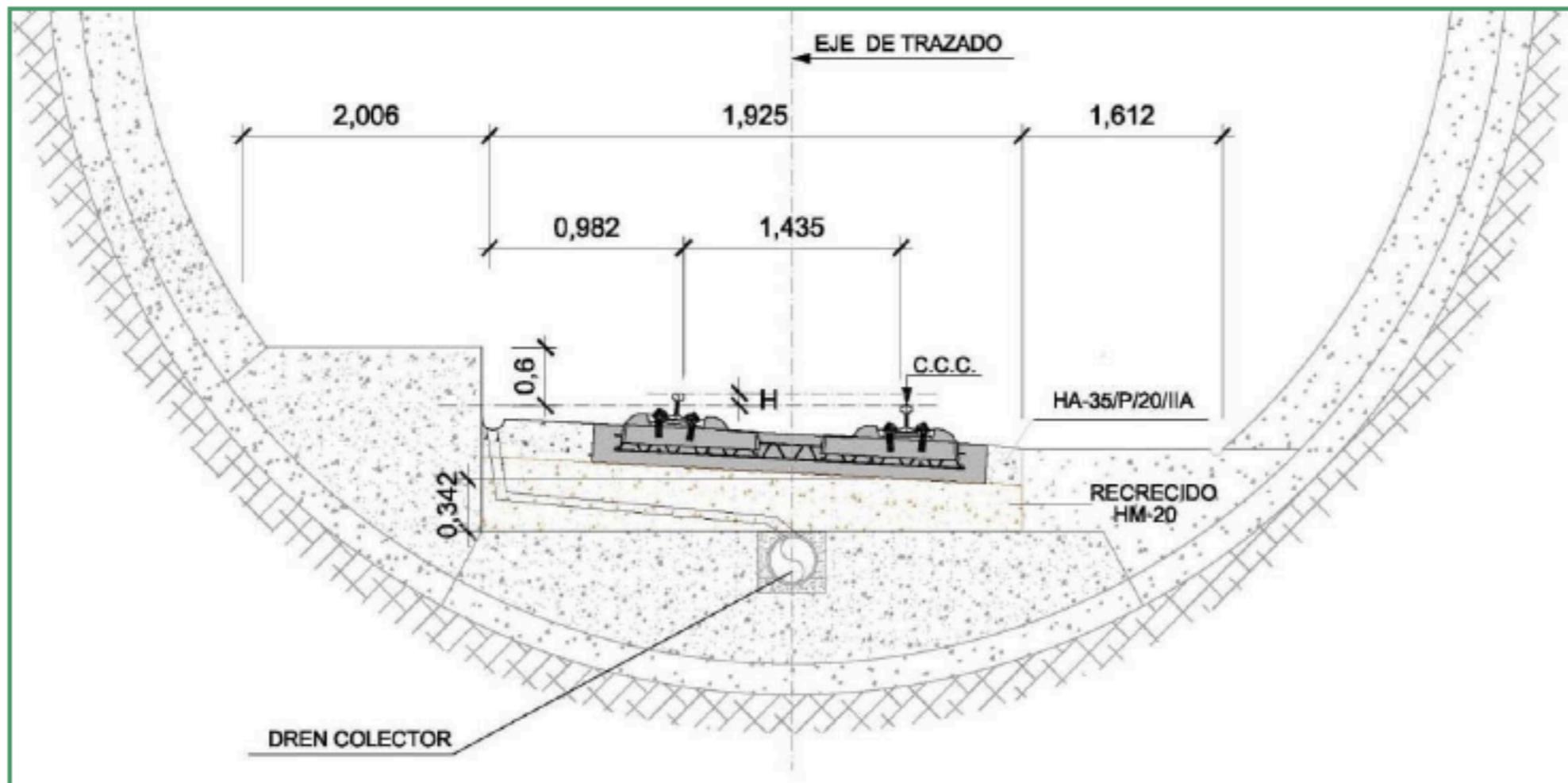
## Secciones tipo (1).



SECCIÓN TIPO VÍA DOBLE

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

## Secciones tipo (2).



SECCIÓN TIPO VÍA ÚNICA

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

Topografía previa (1).

Bases de Replanteo



Bases cada 125 m



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

Topografía previa (2).

Puntos de marcaje



Piquete cada 5 m

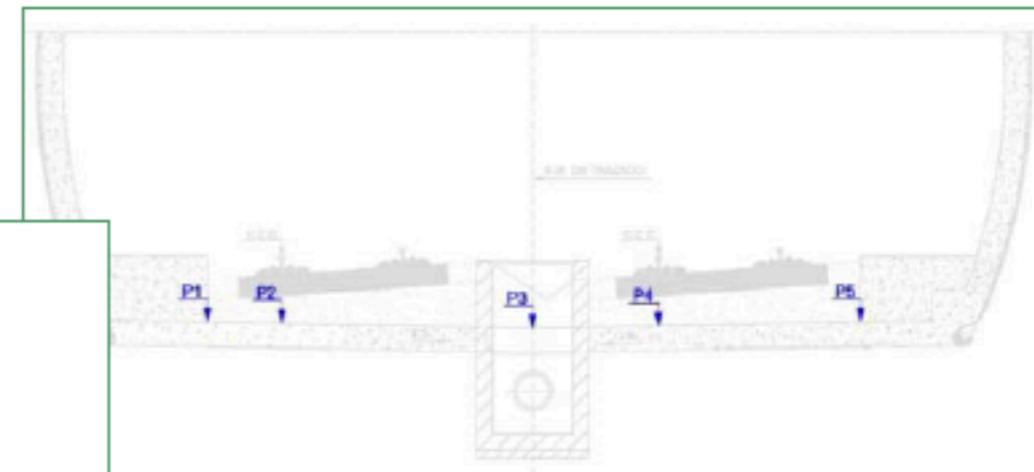
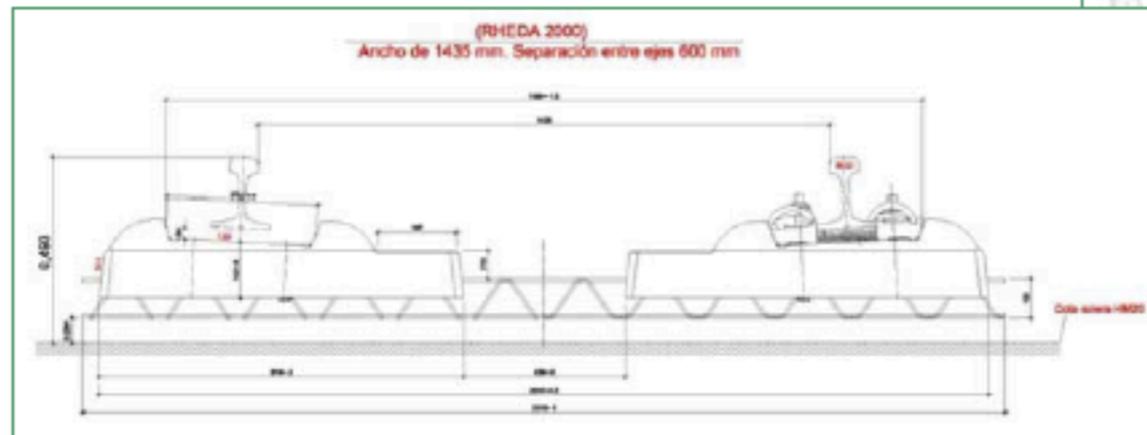


Bulón cada 40 m

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

## Levantamiento de la solera existente.

- Levantamiento solera. 5 puntos por perfil cada 10 m.
- Ajuste trazado de vía. Espesor 0,493 mm entre solera y C.C.C. del hilo bajo.
- Encaje de trazado en planta y alzado:
  - *Parámetros geométricos*
  - *Parámetros funcionales*
- Comprobación de gálibos según normativa vigente.



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Solera HM-20.

- Hormigón en masa HM-20
- Dado central
- Solera peraltada

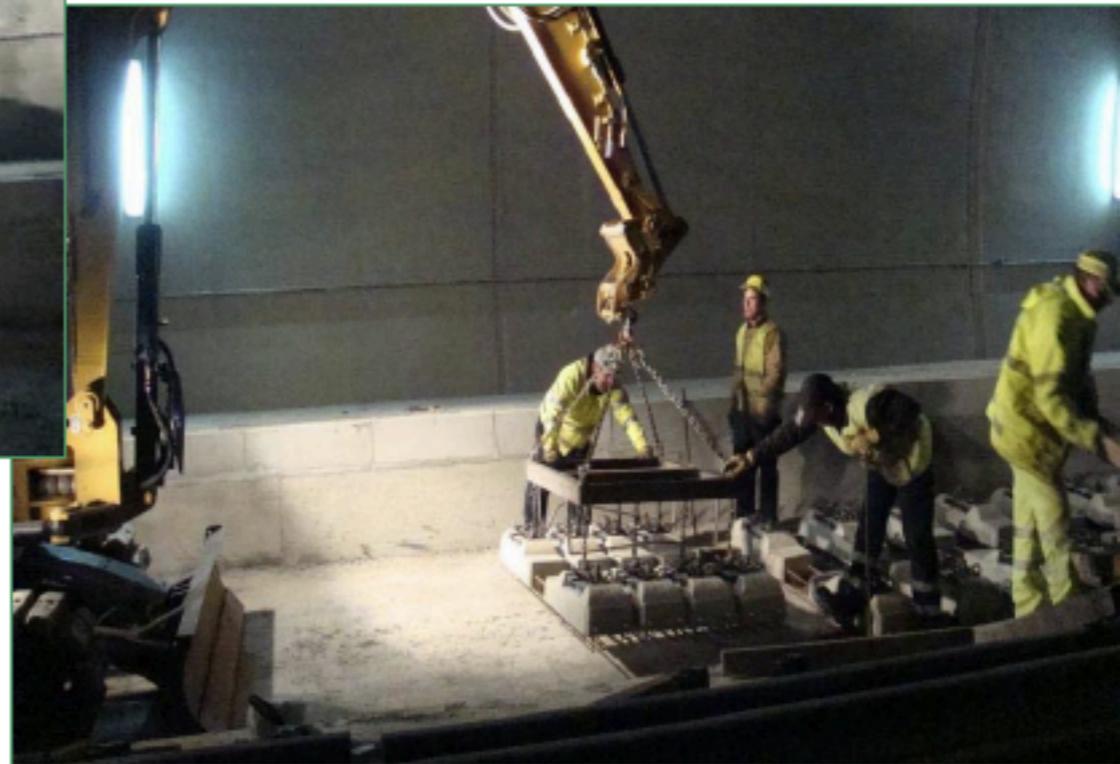


Conexión drenajes de vía al colector central

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Posicionamiento de traviesas.



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Montaje de vía (1).

- Descarga de carril en tajo. Barra corta / barra larga
- Montaje de carril sobre traviesas.
- Clavado de vía.



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

## Montaje de vía (2).

### Colocación de husillos

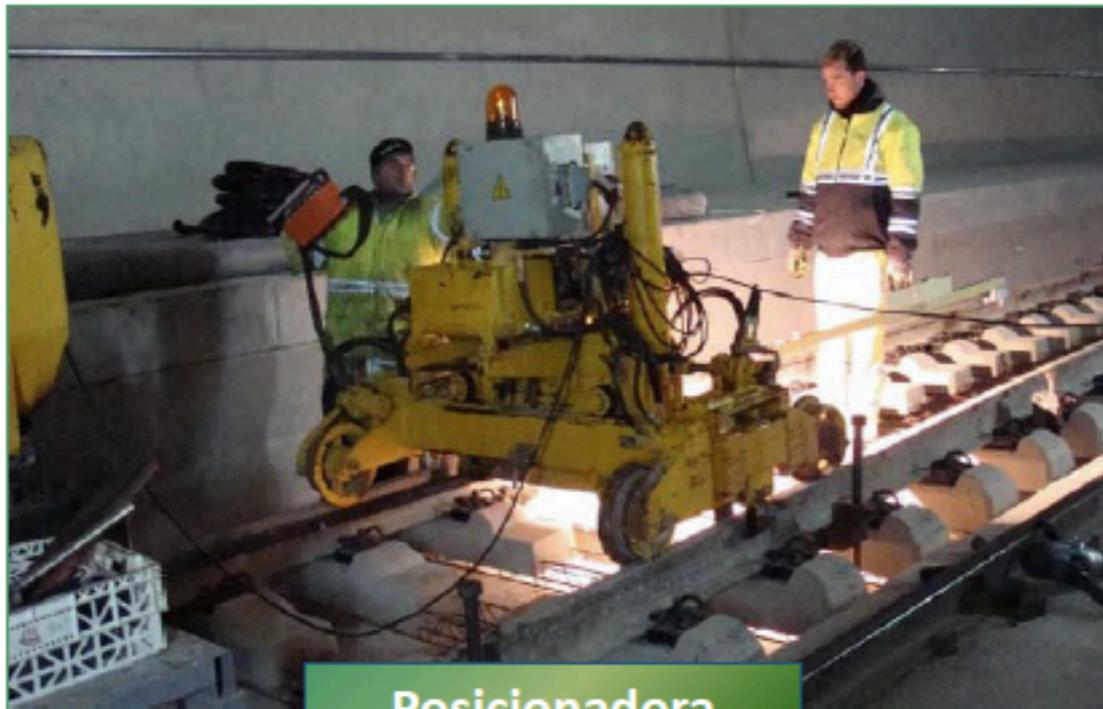
- Alineación y nivelación.
- Cada 1,80 m.



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

## Nivelación de la vía.

Aproximación de la vía a su posición teórica tanto en planta como en alzado.

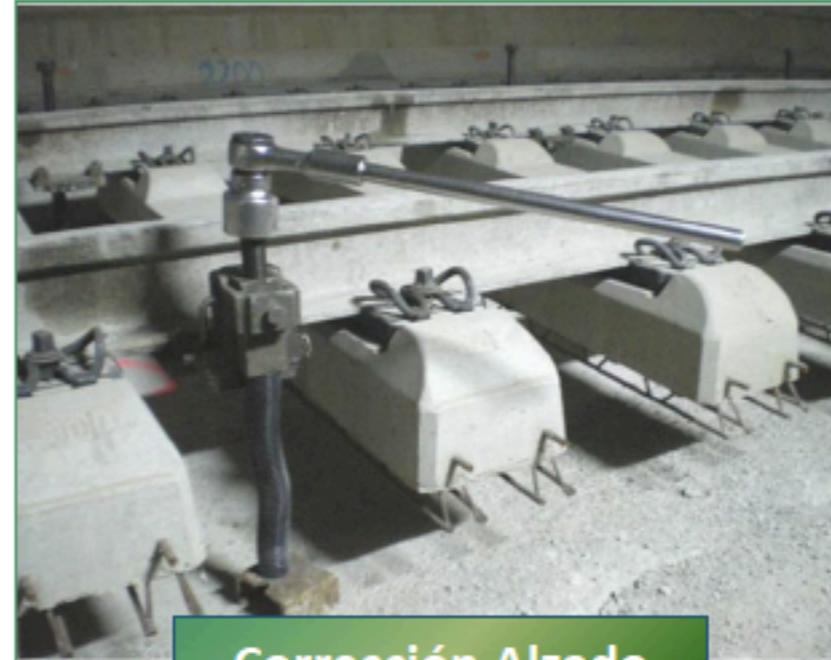


Piquete de vía



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

Ajuste topográfico (1).



Corrección Alzado



Corrección Planta

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Hormigonado de vía (1).

### ARMADO

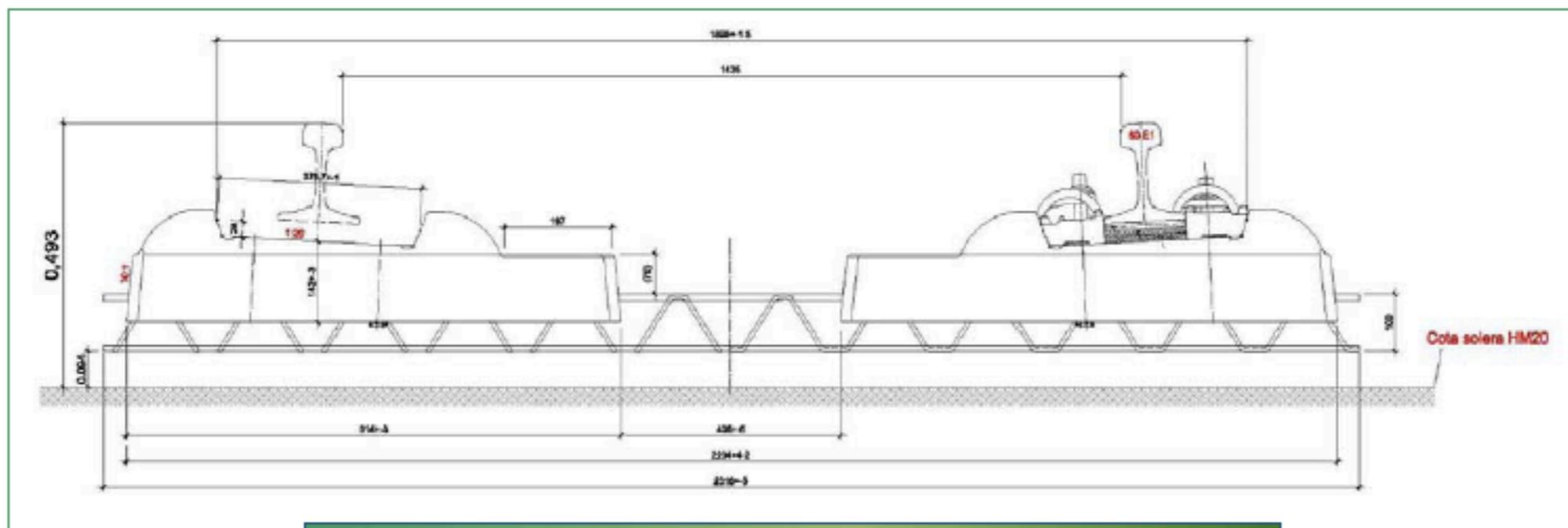
- Se sustituye el armado de interior de túnel por fibras de polipropileno.
- Únicamente se arman las bocas de los túneles por variaciones bruscas de temperatura.
- El armado es el siguiente:
  - *Armadura longitudinal. - 8 f 20 mm.*
  - *Armadura transversal. - 1 f 20 mm de L = 2,70 m.*
  - *Solapes 1,20 m. Al menos 3 de las barras deberán estar soldadas.*
- Toma a tierra cada 100 m máximo.
- Conectores en las últimas 10 traviesas.

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

## Hormigonado de vía (2).

### LOSA HM-20

- Espesor losa: 0,250 m.
- Dosificación fibras polipropileno: 900 gr/m<sup>3</sup>.



**RHEDA 2000**

**Ancho de 1435 mm. Separación entre ejes 600 mm.**

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Hormigonado de vía (3).

### LOSA HM-35

- Riego de traviesas.
- Buen vibrado.



Juntas de fisuración

# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Soldaduras aluminotérmicas.

- Formación de Barras Largas Soldadas.



# Ejemplo para vía en placa RHEDA 2000

---

## Transiciones Placa-Balasto (4).

**Riostra**: Rigidizar el conjunto para evitar desplazamientos de traviesas al paso de las circulaciones.



# Índice

---

- Introducción
- Sistemas
- Montaje de vía en placa
- Procedimientos constructivos
- **La vía en placa en España**
- Comparativa frente a vía en balasto

# La vía en placa en la red Adif



# La vía en placa en la red Adif

---

- En la Red Convencional de ADIF en ancho ibérico, hay 58 Km. de línea sobre vía en Placa (apenas un 0,5% del total) y en su mayor parte están en túneles y estaciones.
- De estos, 2,5 Km. son tramos situados en el Corredor Mediterráneo (Línea Valencia-Barcelona, tramo Las Palmas-Oropesa) a 220 Km/h., que han servido para validar los modelos de vía en placa de altas prestaciones utilizados con posterioridad a su instalación en el año 2003, para las Redes de Alta Velocidad y Convencional de altas prestaciones.
- Se espera con la finalización de las obras del denominado Eje Atlántico (Vigo-La Coruña), llegar a un total de 70 Km. de línea de vía en placa en explotación para la Red Convencional.
- En cuanto la Red de Alta Velocidad de ADIF en ancho internacional, hay 75 Km. de línea sobre vía en Placa (aproximadamente un 3% del total), situados en túneles, accesos a estaciones y estaciones. Hay un tramo experimental a 220 Km/h. situado entre Medina y Olmedo en la LAV Madrid-Valladolid.
- Creación en los primeros años de 2000 del GRUPO DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LA VIA SIN BALASTO.

# Criterios

---

- **ORDEN FOM/3317/2010** de 17 de Diciembre por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento. (BOE 23 de Diciembre de 2010).

Se instalará vía en placa en todos los túneles de más de 1.500 m de longitud, siempre que no existan otras circunstancias que puedan desaconsejar ese tipo de vía. En esos casos, así como en aquellos trayectos en que la sucesión de túneles y viaductos alcance esa longitud, en los túneles entre 500 y 1.500 m, o cuando otras consideraciones así lo aconsejen, para adoptar la decisión entre vía en placa o vía en balasto se realizará un estudio técnico-económico, que incluya el tipo de tráfico, las condiciones y costes de construcción, explotación y mantenimiento y el coste asociado a la transición placa-balasto.

- **RESOLUCION CIRCULAR 2/2012** de la Dirección General de Ferrocarriles sobre recomendaciones para el diseño de la superestructura de vía en túneles.

En aquellas **actuaciones de renovación, rehabilitación o acondicionamiento** que se planteen sobre túneles existentes con condiciones geométricas muy estrictas (gálibos reducidos, radios en planta muy pequeñas, peraltes máximos, entrejes reducidos etc) con vía sobre balasto, se analizará la viabilidad de la sustitución de la superestructura por vía en placa. Se optará por este sistema siempre y cuando se considere razonablemente viable desde el punto de vista constructiva, económico y geométrico.

- **Estaciones .**
- **Emplazamientos singulares** con el fin de uniformizar la superestructura de vía y por tanto su mantenimiento a lo largo de la línea. *Ej: Sucesión de Túneles largos, túneles y viaductos, etc.*

# La vía en placa en la red Adif

---

## Kilómetros de vía sin balasto instalados en España

### En túneles:

- SISTEMA RHEDA 2000 = 79,99 KM
- SISTEMA RHEDA 2000 POLIVALENTE = 34,4 KM
- SISTEMA VPA/A = 405,6 KM



### En estaciones:

- SISTEMA CARRIL EMBEBIDO EDILON = 2,66 KM
- SISTEMA STEDEF = 900 M
- SISTEMA EDILON EDF-FF = 450 M
- SISTEMA BLOQUES TRANOSA = 450 M
- SISTEMA DFF = 900 M



# La vía en placa en la red Adif

---

## Kilómetros de vía sin balasto instalados en España

### En viaductos:

- SISTEMA DFF = 450 M
- SISTEMA SFC = 573 M



### En desmonte/terraplén (tramos de pruebas):

- SISTEMA CARRIL EMBEBIDO EDILON = 432 M
- SISTEMA RHEDA DYWIDAG = 432 M
- SISTEMA RHEDA 2000 = 432 M
- SISTEMA STEDEF = 432 M
- SISTEMA GETRAC = 432 M
- SISTEMA ATD = 432 M



# Índice

---

- Introducción
- Sistemas
- Montaje de vía en placa
- Procedimientos constructivos
- La vía en placa en España
- **Comparativa frente a vía en balasto**

# Ventajas e inconvenientes

---

- Comportamiento mecánico: Gran uniformidad de rigidez vertical, fuerte resistencia lateral y mejor transmisión de tensiones a capas de asiento (entre 1 y 3 N/cm<sup>2</sup>)
- Durabilidad: Mayor vida útil de la superficie o losa portante (60 años) y mejora de la de otros elementos (carril y subbase) respecto a la vía sobre balasto
- Mantenimiento: Conservación de la geometría de vía buena y prácticamente invariable con el paso del tiempo a casi cualquiera que sea la velocidad de explotación. Menores costes a lo largo de toda la vida útil. Reduce la necesidad de intervalos dedicados al mismo de forma diaria (bandas)
- Altura de Construcción y Gálibo: Disminución significativa respecto a balasto
- Practicabilidad: La transitabilidad con vehículos de ruedas neumáticas posible en algunos casos
- Limpieza: Mejora estética y eficacia de elementos habilitados

# Ventajas e inconvenientes

---

- **Rígidez:** Es excesiva, teniendo cierta incidencia sobre el confort a altas velocidades
- **Transiciones:** Necesaria la construcción de transiciones de rigidez entre vías sobre balasto y vía en placa, por las reacciones dinámicas que generan cambios subitos
- **Tolerancias de Construcción:** Muy exigentes y difícilmente corregibles una vez ejecutada al ser de construcción monolítica
- **Necesidad de asiento “nulo”:** Al haber peligros de falta de apoyo y esfuerzos de flexión que provoquen fisuración e incluso rotura de la losa portante, y supone limitaciones de altura si su construcción se realiza sobre terraplén (no mayor de entre 2 a 5, o bien de 5 a 10 metros, si las condiciones son muy buenas entre cimiento y capa de subbalasto)
- **Fuertes requisitos calidad plataforma de apoyo:** Van unidos al aspecto anterior y en plataforma natural exigen al menos suelos de tipo QS2 y QS3, lo que exige mejoras del terreno u obras extraordinarias de infraestructura.

# Ventajas e inconvenientes

---

- Exigencias materiales soporte y tratamientos capas de asiento: Suelen exigir una mayor contribución de rigidez para soporte de la losa, teniendo que configurar bajo la losa capas hidráulicamente ligadas (con cemento HGT-gravacemento) o cal) de al menos 30 cm. de espesor, y en explanaciones también capas más rígidas (subbalasto  $E_{v2} > 1.200 \text{ kg/cm}^2$  y capas de forma ( $E_{v2} > 600-800 \text{ kg/cm}^2$ ))
- Costes de Inversión en Materiales e Instalación: Suelen ser superiores a los de la vía sobre balasto, y muy variables dependiendo del sistema a montar y su situación Falta general de experiencia y mecanización de los procesos constructivos.
- Tiempos de reparación: En principio, las incidencias sobre el sistema de vía supondrían mayor tiempo que sobre balasto.
- Drenaje e Impermeabilización: Exigen mejoras del terreno (tratamientos).
- Emisiones acústicas: Problemas de ruido en túneles largos, pueden acentuarse junto a vibraciones al terreno por homogeneidad de materiales. Se pueden poner medidas (materiales y dispositivos especiales) para conseguir atenuarlo a niveles inferiores incluso por debajo de vía sobre balasto.

# Criterios

---

## • VELOCIDAD MAYOR A 220 KM/H

- RHEDA 2000
- VPP
- STEDEF
- OBB
- BOGL
- SHINKASEN

## • ESTACIONES

- VIA EN PLACA DIRECTA (EDF, ELASTIPLUS, DFF,...)
- CARRIL EMBEBIDO O ENCHAQUETADO (EDILON, CDM,...)
- BLOQUES O TACOS (TRANOSA, LVT, VIESA,...)

## • VIBRACIONES

- LOSAS FLOTANTES (APOYOS CONTINUOS O DISCRETOS)
- BLOQUES O TACOS (TRANOSA, LVT, VIESA,...)
- CARRIL EMBEBIDO O ENCHAQUETADO (EDILON, CDM,...)
- VIA EN PLACA DIRECTA (EDF, ELASTIPLUS, DFF, IRONLESS...)
- SISTEMAS MONOLÍTICOS (RHEDA, VPP,...)

## • SISTEMAS METROPOLITANOS

- VIA EN PLACA DIRECTA (EDF, ELASTIPLUS, DFF, IRONLESS...)
- CARRIL EMBEBIDO O ENCHAQUETADO (EDILON, CDM, THYSSENKRUPP,...)
- BLOQUES O TACOS (TRANOSA, LVT, VIESA,...)

# Criteria

---

- Exigencias materiales soporte y tratamientos capas de asiento: Suelen exigir una mayor contribución de rigidez para soporte de la losa, teniendo que configurar bajo la losa capas hidráulicamente ligadas (con cemento HGT-gravacemento) o cal) de al menos 30 cm. de espesor, y en explanaciones también capas más rígidas (subbalasto  $E_{v2} > 1.200 \text{ kg/cm}^2$  y capas de forma ( $E_{v2} > 600-800 \text{ kg/cm}^2$ ))
- Costes de Inversión en Materiales e Instalación: Suelen ser superiores a los de la vía sobre balasto, y muy variables dependiendo del sistema a montar y su situación Falta general de experiencia y mecanización de los procesos constructivos.
- Tiempos de reparación: En principio, las incidencias sobre el sistema de vía supondrían mayor tiempo que sobre balasto.
- Drenaje e Impermeabilización: Exigen mejoras del terreno (tratamientos).
- Emisiones acústicas: Problemas de ruido en túneles largos, pueden acentuarse junto a vibraciones al terreno por homogeneidad de materiales. Se pueden poner medidas (materiales y dispositivos especiales) para conseguir atenuarlo a niveles inferiores incluso por debajo de vía sobre balasto.

# Costes de vía sobre balasto

▶ <b>Traviesa + Sujeción</b>	67,00 €
▶ <b>Suela</b>	30,00 €
▶ <b>Carril (m)</b>	40,00 €
▶ <b>BLS</b>	17.000,00 €
▶ <b>Aparatos de vía</b>	
TIPO 17000 / 7300	740.500,00 €
TIPO 10000 / 4000	644.500,00 €
TIPO 3000	430.000,00 €
▶ <b>Balasto</b>	
Material (9 T/ml)	8,54 €/tonelada
Transporte	0,112 €/t×km

## Precio de sujeción traviesa AI – 04

ELEMENTOS DE SUJECIÓN	TRAVIESA AI-04	PRECIO UNITARIO	POR TRAVIESA
PLACA DE ASIENTO	PAE 7 mm (ELÁSTICA)	1,0100 €	2,0200 €
PLACAS ACODADAS LIGERA	A - 2	0,5500 €	2,2000 €
TIRAFONDOS	TORNILLO	1,1600 €	4,6400 €
VAINAS	VAINA	0,8150 €	3,2600 €
CLIP	CLIP ELASTICO SKL 1	1,0500 €	4,2000 €

<b>Precio sujeción AI-04</b>	<b>16,32 €</b>
------------------------------	----------------

PRECIO	TRAVIESA AI-04 (INCLUIDA SUJECION)
	67,00 €

# Costes de vía en placa

---

- Costes de los sistemas de sujeción para vía en placa

 DFF / T



**69 ,00 €**

 SFC



**65 ,00 €**

 M3H



**57 ,00 €**

 BLOQUE IT



**70,00 €**

 VANGUARD

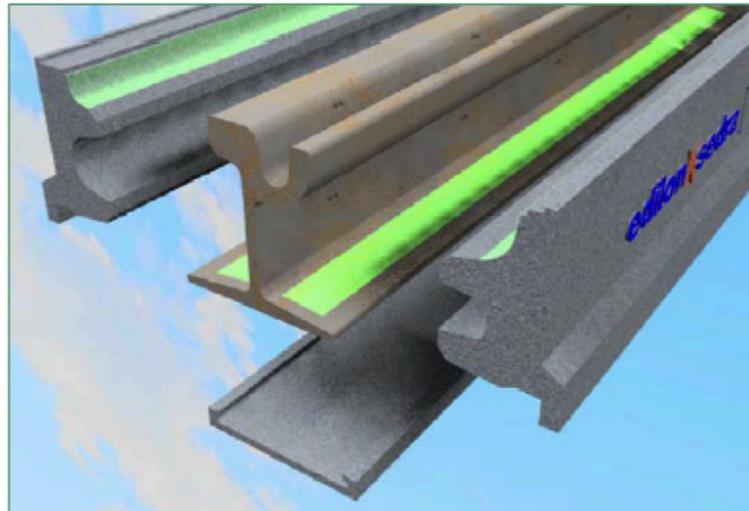


**180 ,00 €**

# Costes de vía en placa

---

**Sistema de carril enchaquetado: 450 €/m**



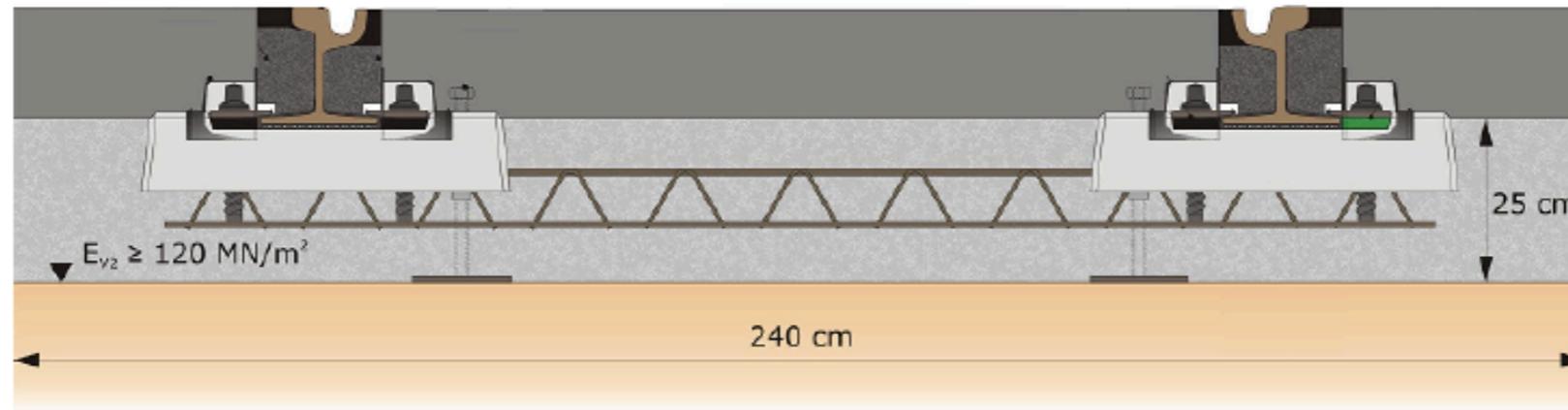
Se incluyen en este coste todas las operaciones de montaje necesarias

**Sistema de Carril enchaquetado prefabricado: 1.000 €/m**  
(incluye losa prefabricada de hormigón)

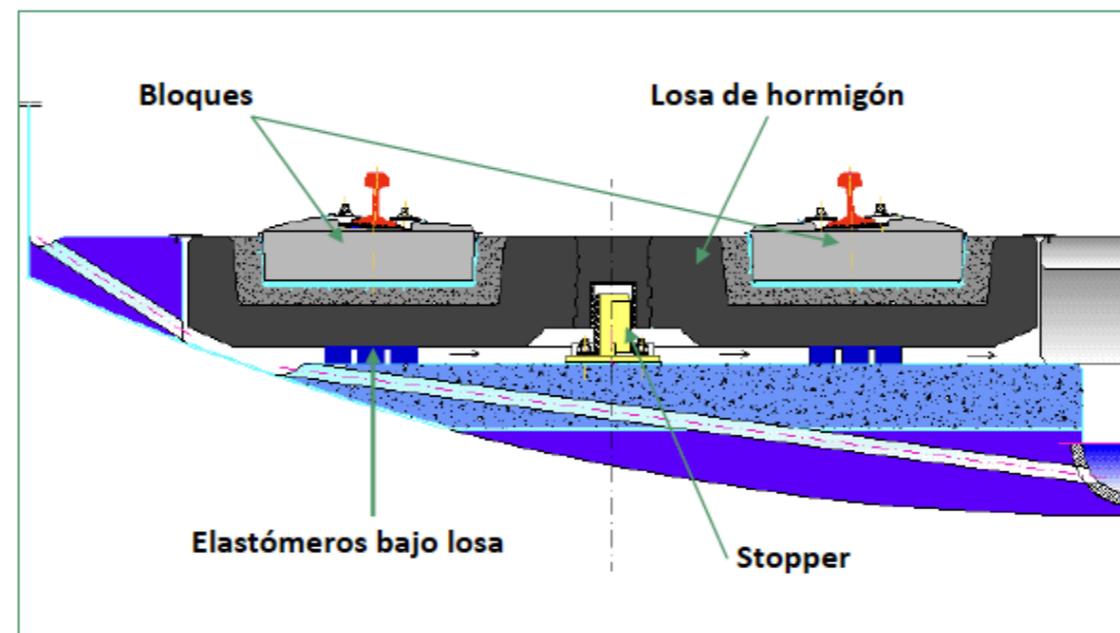


# Costes de vía en placa

**Sistema RHEDA CITY: 500 €/m**



**Sistema de losa flotante sistema: 1.400 €/m**  
(prefabricado de hormigón)



# Comparativa costes medios

---

## Vía sobre balasto

➡ Coste €/km plataforma	4M € /km
➡ Coste €/km superestructura	980.000 €
▶ Montaje (15%)	150.000 €
▶ Materiales (85%)	830.000 €
<i>Traviesa + sujeción</i>	<i>215.000€</i>
<i>Carril</i>	<i>160.000€</i>
<i>Balasto</i>	<i>270.000€</i>
<i>Desvíos</i>	<i>185.000€</i>
➡ Coste €/km Líneas convencionales	834.000 €

## Vía en placa

➡ Coste €/km superestructura	1.307.000,00 €
▶ Montaje (71%)	927.000 €
▶ Materiales (29%)	380.000 €

# Costes de mantenimiento

---

- La inversión inicial puede verse compensada por unos menores costes de conservación o mantenimiento a lo largo de su vida útil, por lo que es conveniente plantearse cuales son los costes anuales de mantenimiento estimados para la superestructura finalmente dispuesta.
- Igualmente se debieran incluir aquí los retornos a considerar, sobrecostes por mayor disponibilidad de la instalaciones e intervenciones no planificadas o bien externalidades que supongan ahorros o costes sociales o medioambientales.
- Estos datos serán los fundamentales en los que debiéramos basar los criterios de implantación de una solución u otra de vía (balasto o placa), aunque esto podría trasladarse también al campo de que soluciones optimizadas de balasto pudieran utilizarse frente a las convencionales.
- Influyen en estos costes: localización geográfica en relación con los centros de producción y transformación de los materiales, homogeneidad del sistema de vía, disponibilidad de medios, etc.

# Costes de mantenimiento

---

- Los datos varían mucho según la región estudiada y el grado de extensión de las soluciones de vía. Citando algunas cifras que tiene referencias bibliográficas:
  - Japón: Se documenta que los costes de mantenimiento de la vía en placa tipo J usada en las líneas Shinkansen es del 20-30% de los costes de mantenimiento de la vía sobre balasto, siendo los principales de amolado de carril y cambio/sustitución de los elementos elásticos.
  - Alemania: Se tienen referencias de que los costes de mantenimiento de la solución Rheda 2000 son de un 10% respecto a la vía sobre balasto, siendo el principal capítulo a tratar el amolado del carril.
  - España: Las estimaciones señalan que el la relación de coste de mantenimiento de la vía en placa respecto a la vía sobre balasto estaría en el entorno de un 40-50%.

# Coste de Ciclo de Vida

Parámetro	Caso de referencia Vía sobre balasto	Innovación Vía en Placa BB ERS
Vida útil (superestructura)	40 años	≥ 60 años
Carril Tipo Perfil, Vida útil	UIC 60 20 años	BB ERS 36 años
Apoyo del Carril	Discreto	Continuo
Construcción de vía	Balasto	Hormigón
Vida útil del apoyo elástico del carril	Cambio con traviesa después de 40 años	Cambio con el carril

*Nota: Valores estimados para modelo BB ERS*

- Tipo de Interés: 8 % *El tipo de interés variaba en el Proyecto Innotrack entre el 4 y el 9%*
- Tasa de Inflación: 2 % *La tasa de inflación debería ser estimada para los últimos años de vida útil*

# Fuentes bibliográficas

---

- Díaz de Villegas, J.M. (2003) Ferrocarriles. Apuntes de clase. E.T.S. Ing. Caminos, Canales y Puertos Santander.
- García Álvarez, A. (2022) Manual de ferrocarriles. El sistema ferroviario español. Ed. Garceta.
- Lichtberger, B. (2011) Manual de vía. Infraestructura, superestructura, conservación, rentabilidad. Eurail Press.
- Villaronte Fernández-Villa, J.A. (2009) Ingeniería y Tecnología Ferroviaria – Tecnología de la vía. Delta Publicaciones.
- Adif: normativa técnica: <http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf>