TÉCNICA FERROVIARIA

Alejandro Álvarez Stein

Editorial Tébar



© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

TÉCNICA FERROVIARIA

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Alejandro Álvarez Stein

Técnica Ferroviaria

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Datos de catalogación bibliográfica:

TÉCNICA FERROVIARIA
Alejandro Álvarez Stein
alvarezstein@movistar.es

EDITORIAL TÉBAR FLORES, S.L.

ISBN: 978-84-7360-516-8

Materias: 625: Técnicas de las vías de comunicación
656: Ferrocarriles-organización y gestión

Formato: 165 x 240 mm

Páginas: 400

www.tebarflores.com

Todos los derechos reservados. Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización expresa de Editorial Tébar Flores. La infracción de estos derechos puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y siguientes del Código Penal).

TÉCNICA FERROVIARIA
Editorial Tébar Flores S.L.
Tel.: 91 550 02 60
Fax: 91 550 02 61
pedidos@tebarflores.com
www.tebarflores.com

ISBN: 978-84-7360-516-8

Diseño editorial: Annalisa Tantini
Diseño de portada: Álvaro Tébar

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

ÍNDICE

1. La Vía **13**

Historia 14
La vía y sus componentes 20
Estabilidad de los trenes en las vías 52
Vías sin balasto 59
Trazado 87
Mantenimiento de la vía 98
Soldadura de los carriles 111
Engrase de los carriles 116
Aparatos de vía 117
Inspección de las vías 126

2. Electrificación **135**

Ventajas 137
Inconvenientes 137
Evolución de las instalaciones eléctricas 138
Motores 141
Suministro eléctrico a los convoyes 144
Generación - Transformación 146
Potencia de las subestaciones 149
Ubicación de las subestaciones 149
Seccionadores y disyuntores 150
Líneas aéreas y de contacto 154
Conductores más habituales 157
Postes 166
Cimentaciones 169
Sujección del poste en la cimentación 172
Ménsulas 173
Pórticos 175
Compensación 178
Aparatos de compensación 180
Seccionamiento 182
Puntos fijos 183
Agujas aéreas 184
Atirantados 190
Variación de vanos 192

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Brazos de atirantados 193
Reacciones dinámicas 194
Cable de guarda 195
Altura del hilo de contacto 196
Tirantes de anclaje 198
Pequeño material: Grifas 199
Péndolas 200
Aisladores 201
Aisladores de sección 203
Montaje, equipos 204
Catenaria rígida 210

3. El Material móvil 227

Órgano de rodadura 228
Aparatos de tracción y choque 243
Frenos 249

4. Instalaciones de seguridad 255

Sistemas de señalización 260
Aparatos 266
Circuitos de vía 275
Alimentación eléctrica de las instalaciones 280
Nuevas tecnologías en señalización 280
Interoperabilidad 281
Conducción automática 283

Anexo 1. Tranvías y metros ligeros 289

Los vehículos 292
Mercancías 296
Ruedas 298
Corredores 299
Trazado 301
Carriles 304

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Vías 306
Mantenimiento 316
Comportamiento de los tranvías en curva 322
Límite del desgaste de carriles de garganta 326
Vías para tranvía – tren 328
Anchos de vía 330
Aparatos de vía 330
Aparatos de maniobra de desvíos 331
Electrificación con catenaria 336
Otras formas de electrificación 337
Sistema APS 338
Talleres y cocheras 353
Talleres 353
Cuartos y dependencias de talleres 363
Vía y obras 366
Cocheras 367
Otras instalaciones 371
Plano ejemplo 372

Anexo 2. Alta Velocidad 375

Calidad 376
Otros condicionantes 376
PAET y PB 382
Proceso constructivo 390

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

PRÓLOGO

El propósito de este, no sé si llamarlo libro o apuntes, es facilitar el ingreso en el mundillo ferroviario a cualquier profano de su tecnología mecánica que sienta cierta vocación o interés por el tema. Está escrito para quienes hayan adquirido ya un cierto grado de formación, que puede ser tanto académica como autodidacta. Está pensado para aclarar conceptos, procurando cierto grado de amenidad, con la esperanza de haberlo logrado. Por ello se ha procurado no poner un excesivo número de símiles matemáticos, ya que estos, por lo general, responden a cuatro categorías:

1) Nos dan un resultado que no refleja la realidad.
2) Nos dan un resultado que ya sabíamos intuitiva o empíricamente.
3) Para aplicarlos, se necesitan parámetros muy difíciles de obtener.
4) Son ciertos, prácticos y verdaderamente necesarios.

Se expondrán entonces solamente los que vengan al caso y los de la categoría cuatro. En la exposición de los distintos temas se trata de huir de un excesivo academicismo, muy corriente en nuestros días y que difumina, a veces, los temas más apasionantes. Está pensado para quien tenga que participar en obras ferroviarias y necesite tener claros algunos conceptos, tal y como se ha dicho.

Me dirijo también a todos los que, absortos en sus pensamientos y que, caminando por una vía, tropiezan con un tirafondo mal colocado y rumian una palabra mal sonante.

Se ha estructurado por razones didácticas en forma de un cuerpo principal que trata sobre la construcción y el mantenimiento de las líneas férreas convencionales, incluyéndose en este apartado las líneas de metro que, salvo en lo tocante a la infraestructura y a alguna particularidad, son de tecnología muy semejante.

Este cuerpo principal se ha dividido en cuatro capítulos bien diferenciados que tratan respectivamente de:

1) La vía propiamente dicha, su historia, las diferentes partes que la forman, los componentes y aparatos de la vía, la estabilidad de los trenes, el trazado de la vía, las vías sin balasto, el mantenimiento de la vía, etc.

2) La electrificación de la vía, los tipos de suministro eléctrico a los trenes, la generación y transformación de la corriente, potencia y subestaciones, las líneas aéreas de contacto, su diseño y montaje (incluyendo los diferentes componentes y equipos, etc.), la catenaria rígida, ventajas del sistema, componentes, equipos, diseño y montaje.

3) El material móvil, entendiéndose como éste los órganos y elementos que permiten la circulación por la vía de los diferentes tipos de vehículos, y a su internación con ésta (centrándose principalmente en los órganos de rodadura, forma y tipos de ruedas y ejes, tipos de bogies, tipos de suspensión, etc.), los aparatos de tracción, de choque, los diferentes tipos de enganches, de frenos, etc.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

4) Las instalaciones de seguridad, sus principios básicos, los sistemas de seguridad, los aparatos de señalización, circuitos de vía, la alimentación eléctrica de éstos, la interoperabilidad entre diferentes redes, etc. y la conducción automática.

Además se han incluido en este libro dos anexos destinados a ofrecer una visión general sobre las particularidades de los otros dos tipos de líneas ferroviarias, las líneas de tranvías y las líneas de alta velocidad. El primero de ellos tiene como finalidad dar a conocer las ideas básicas sobre las vías, los vehículos y los talleres de los tranvías urbanos especificando sus diferencias respecto al ferrocarril convencional. Su objeto es transmitir experiencias que sirvan para establecer nuevas líneas y ayudar a mejorar las existentes y en él se explican los diferentes tipos de vehículos, el trazado, los tipos de vía, el mantenimiento, las formas de electrificación, los talleres y cocheras y su ubicación. El segundo de los anexos es un breve análisis sobre las diferencias existentes entre una línea férrea convencional y una proyectada para calificarse como de Alta Velocidad. En él se trata sobre las particularidades de calidad, trazado y señalización de este tipo de vías, de su proceso constructivo y de las infraestructuras necesarias para su construcción.

Sólo falta insistir en la importancia que la tecnología ferroviaria está tomando en nuestros tiempos por ser el sistema de transporte terrestre más eficiente, por economizar combustible y espacio, que funciona con todo tipo de energía (sin olvidar su respeto al medio ambiente), al que no le importan las condiciones atmosféricas y siendo también el más seguro.

Me queda entonces por agradecer a Don Leandro Estévez Suárez, gran ferroviario, gran conocedor de esta tecnología y hombre de una paciencia casi infinita, más autor que yo mismo de este librito por las veces que lo corrigió. Además hombre bueno, que es lo mejor que se puede decir de alguien. Y a mi hijo Alejandro Oscar que me ayudó mucho.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

1.

LA VÍA

INTRODUCCIÓN

Al comenzar cualquier guía o manual sobre la tecnología de las líneas ferroviarias es obligado empezar por el primero y más importante de los elementos del binomio vía-vehículo que forma un ferrocarril, nos referimos evidentemente a la vía ya que es ésta la que define un ferrocarril. Existen vehículos que circulan sin vía o calzada propia como son los barcos y aviones, otros, como el automóvil las utilizan normalmente pero pueden circular sin ellas, pero no existe ferrocarril que pueda circular sin algún tipo de vía que lo guíe.

Este primer capítulo del libro trata de la vía como camino físico por el que circulan los trenes, más concretamente, y ya que el espacio disponible en un libro es limitado, nos vamos a centrar en las vías de tipo convencional usadas para la circulación de los trenes convencionales y de los metros urbanos. Hemos dejado aparte, en sendos anexos, las vías para trenes de alta velocidad y las destinadas a la circulación de tranvías y metros ligeros ya que por sus particularidades se diferencian bastante y merecen su propio capítulo.

Tampoco se tratan aquí otros tipos de vías experimentales, como son las utilizadas para circulación con neumáticos o las de tipo monorraíl, que son de uso prácticamente anecdótico y quedan fuera del ámbito de este libro.

En este capítulo vamos a realizar un amplio recorrido por la tecnología utilizada en la construcción de este tipo de vías, tras un rápido recorrido histórico, analizaremos las partes componentes de una vía, la estabilidad de los trenes y qué condiciones debe tener el trazado de ésta, haremos un repaso de los diferentes tipos de vía sin balasto, también veremos cómo debe realizarse su mantenimiento y finalmente veremos los diferentes tipos de aparatos de vía.

La intención de este capítulo es que sirva de guía para que todas aquellas personas que estén interesadas en el tema o tengan que participar en obras ferroviarias, tanto en construcción como en mantenimiento, y deseen aclarar conceptos o adquirir una visión global de la tecnología empleada en este tipo de vías.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

HISTORIA

Existe la presunción de que las vías, como camino de rodadura que a su vez guía a los vehículos, tienen su origen en la antigüedad. En la excavación del canal de Suez se encontraron barras de bronce, presumibles carriles empleados en las obras de construcción del primitivo canal que unía el mar con el río Nilo.

En la antigua Grecia existía un carruaje sobre carriles destinado a transportar embarcaciones para cruzarlas por el istmo de la península del Peloponeso. (6 Km) Esta especie de ferrocarril, aunque debería llamársele "lito carril" en vez de ferro, pues sus carriles eran de piedra, fue construido por los griegos durante el gobierno de Periandro (658 – 588 a.C.) y transportó barcos hasta el año 395. Fue restaurado por los bizantinos y volvió a funcionar hasta el siglo IX. Su parentesco con el actual ferrocarril consiste en que, como en éste, la vía guiaba a los vehículos. Su nombre griego era "diolkos" (Fotografía 1-1).



Fotografía nº 1-1: "Diolkos".
Izquierda en 1920 aprox. Derecha, en la actualidad.

En las calles de Pompeya pueden verse pavimentos de piedra con profundos surcos destinados a guiar las ruedas de los carros, aunque esto todo lo más podría ser considerado como una "protovía".

La vía que conocemos actualmente nace probablemente en el siglo XVI en las minas de Alemania. Es fácil imaginar que sacar carbón o mineral por la galería de una mina arrastrando un saco, o una carretilla o carrito rodando por un suelo embarrado y chocando con las entibaciones de un estrecho túnel, casi a oscuras, tenía que llevar tarde o temprano a las ocurrencias de: 1º ponerle al carrito un camino de rodadura mejor que el barro, y 2º ingeniar una solución para que el carrito no se saliera de este camino.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Probablemente el documento gráfico más antiguo que se tiene de la existencia de vías es un grabado en madera, ilustración de la obra "Cosmographiae Universalis" de Sebastián Munster impreso en 1550, en la que se describen trabajos en minas, y en donde se puede ver una vagoneta rodando por un camino guiado (Figura 1-2).



Figura 1-2: Grabado sobre madera que ilustra la obra de Sebastián Munster "Cosmographie Universalis".

Las primeras vagonetas rodaban sobre carriles de madera y utilizaban ruedas del mismo material y ya disponían de pestaña. Sin embargo el uso de ésta quedó localizado sólo en algunas explotaciones del sur de Alemania, pero, por la precariedad de las comunicaciones de aquellos tiempos, la idea no se difundió. Otras instalaciones prefirieron poner las pestañas en los carriles y la idea de las pestañas en las ruedas se perdió para volverse a inventar en tiempos más cercanos (1789) (Figura 1-3).

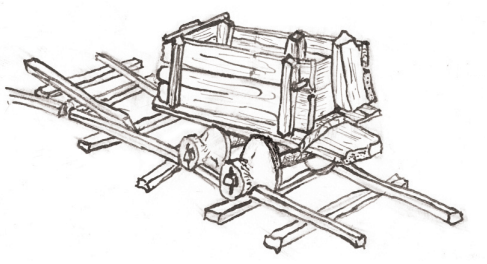


Figura 1-3: Vagoneta sobre raíles de madera del siglo XVI. Curiosamente lleva rueda con pestaña, que luego fueron reinventadas.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Algunas vagonetas de estas épocas se conservan, una de ellas se exhibe en un museo de Linz, Austria (Parte superior de la Figura 1-4).

Durante el siglo XVIII hubo una importante emigración de mineros alemanes a Inglaterra y éstos llevaron consigo sus tecnologías, entre ellas la de la vía. Debido a que las vías de madera se desgastaban rápidamente a medida que los transportes de mineral se hacían más importantes, pronto surgió la idea de sustituir la madera por el hierro, sobre todo cuando éste pudo obtenerse en estado líquido y moldearse, gracias a los primeros altos hornos.

Llegados a este punto debemos hacer notar que ya en aquel entonces se conocía y se participaba de la gran ventaja de hacer rodar un vehículo con ruedas de hierro sobre un camino del mismo material. Así, para mover una barcaza por las aguas tranquilas de un canal, por cada tonelada a muy poca velocidad por cierto, bastaba con ejercer una tracción de aproximadamente 1 Kg, mientras que para mover la misma carga sobre un carro rodando por un camino de tierra se necesitaba ejercer una tracción del orden de los 25 ó 30 Kg. Usando una vía de hierro este último esfuerzo de tracción se podía reducir a solo 2,5 ó 2,85 Kg multiplicando por 9 ó 10 el rendimiento en el trabajo que era capaz de hacer un caballo.

Así empezaron a clavarse sobre los carriles de madera barras de fundición con perfil en forma de L (pestaña en las vías) y a fundirse ruedas (Dibujo inferior de la Figura 1-4).

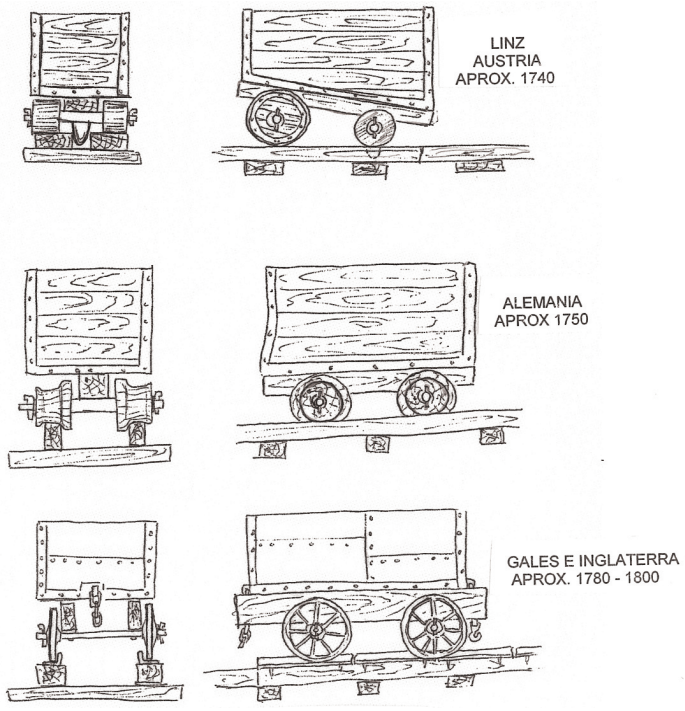


Figura 1-4: Primeros vehículos sobre raíles

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

El gran paso de la madera al hierro se dio cuando Reinolds, propietario de altos hornos, se encontró sin pedidos y para no tener que apagarlos se puso a fundir tiras de hierro para venderlas como forros para los carriles de madera de las minas del entorno. Esto ocurrió en 1779 en Coalbrockdale.

Para entonces se habían generalizado los carriles con reborde y las ruedas sin pestaña. Estos carriles tenían el inconveniente de llenarse de polvo y barro que no era fácilmente desalojado por el paso de las ruedas y así aumentaba el esfuerzo necesario para empujar las vagonetas.

Fue en 1789 cuando a W. Jessop se le ocurrió quitar los rebordes a los carriles y ponérselos a las ruedas. Con esta solución los raíles se limpian por si solos. No obstante los carriles con reborde siguieron utilizándose varios años más. No debemos olvidar que la primera locomotora de vapor, la del Sr. Trevitick, remolcó en 1804 un tren con viajeros y mercancías por estas vías (Figuras 1-5 y 1-6).

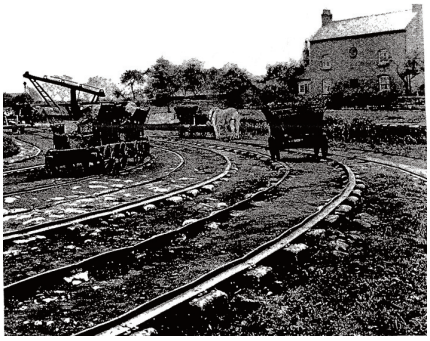


Figura 1-5: Instalaciones ferroviarias de notable importancia por primerizas, en las que la vía está hecha con cortas barras fundidas reposando sobre dados de piedra. Las ruedas carecen de pestaña, que está en los carriles (Inglaterra alrededor de1840-1850).

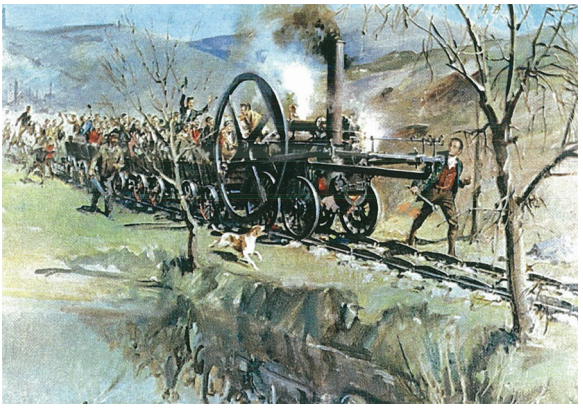


Figura1-6: Acuarela inglesa ilustrando el primer tren remolcado por una locomotora, la del Sr. Trevithick en el temprano año de 1804.

Los carriles o raíles (de "rill", regla, en francés arcaico) evolucionaron más o menos de la siguiente manera (en Figura 1-7):

a) Raíles de fundición con reborde destinados a ser clavados sobre largueros de madera.

b) Raíles de fundición moldeados con un perfil variable para soportar esfuerzos flectores sin necesidad de reposar sobre un larguero de madera llamados "vientre de pez".

c) Como los anteriores pero ya sin reborde, encajados en soportes fundidos que a su vez reposaban sobre dados de piedra.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Como los carriles referidos en b) y c) se quebraban con suma facilidad, el paso siguiente fue hacerlos forjados en vez de fundidos.

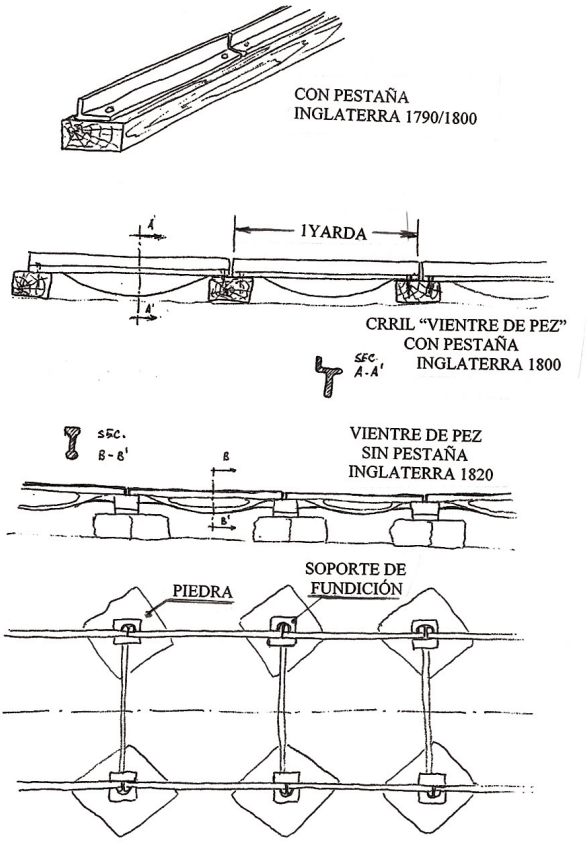


Figura 1-7: Primeros carriles de fundición

Los primeros carriles laminados lo fueron en 1808, de sección rectangular, se sujetaban con clavos a un larguero de madera. El primer perfil que se laminó fue de sección rectangular, lo que hoy llamamos "pasamano" y como era lo único que se laminaba fue también empleado como carril, un ejemplo de ello es el ferrocarril de Baltimore & Ohio en los EEUU que utilizaba una vía de madera con pasamano de hierro reforzando su superficie de rodadura (Figura 1-8). Posteriormente ya se comenzaron a laminar perfiles especiales para vías. Uno de ellos fue el carril Barlow, que pretendía tener una base de apoyo lo suficientemente ancha como para no tener que necesitar traviesas. Solo requería unas riostras a intervalos, para mantener el ancho de vía. Tenía el inconveniente de no quedar bien asentado hasta que se llenaba su parte hueca de tierra (no se utilizaba balasto) y llenar este hueco era una operación

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

laboriosa. Se dejó de laminar a partir de 1860. Como dato curioso se apunta que equipó la primera línea de Barcelona a Zaragoza vía Manresa (Figura 1-8.2).

En 1837 el americano Robert L. Stevens inventó el perfil en cuya sección distinguimos cabeza, alma y patín y es el que se emplea mayoritariamente en nuestros días. El inglés Vignole trajo la idea a Europa y desde entonces se le conoce como carril Vignole (Figura 1-8·5). En 1838 se comienzan a laminar los carriles de doble cabeza simétrica y diez años después los de doble cabeza disimétrica, (Figura 1-8·3) que aunque ya casi no se instalan, todavía pueden verse colocados en numerosas vías en servicio de Europa y especialmente en las Islas Británicas. El carril Brunel se colocaba sobre largueros de madera y equipaba la vía del Great Western Railway, de 2,13 m de ancho de vía (S.E. de Inglaterra). Este carril ha seguido laminándose hasta hoy para emplearlo en la fabricación de diversos aparatos de vía (Figura 1-8.4). En 1847 Adams inventa la brida o eclisa de unir carriles, tal como la conocemos hoy en día. Hoy en día se laminan los carriles Vignole y Fénix ó Broca (Figuras 1-8.5 y 1-8.6), el último exclusivamente para uso en vías que van embutidas en un pavimento (puertos, tranvías, etc.) aunque siguen experimentándose nuevos perfiles.

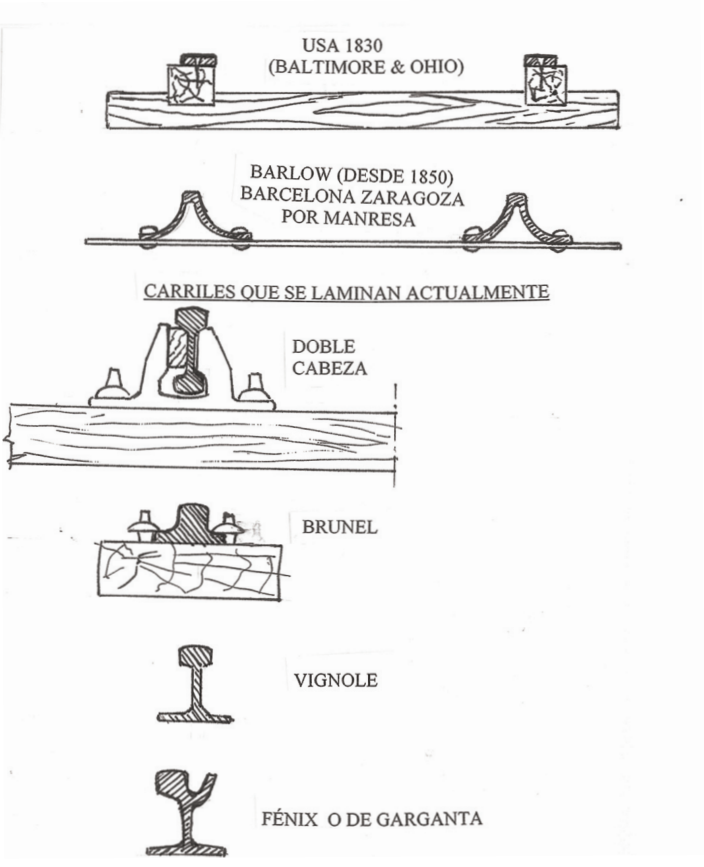


Figura 1-8: Carriles laminados

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

LA VÍA Y SUS COMPONENTES

Carriles laminados

El carril constituye el elemento fundamental de la estructura de la vía y actúa como calzada, dispositivo de guiado y en algunos casos de elemento conductor de la corriente eléctrica, debe tener, por lo tanto, las siguientes características:

- Resistir directamente los esfuerzos que recibe del material rodante y transmitirlos, a su vez, a los otros elementos que componen la estructura de la vía.
- Realizar el guiado de las ruedas en su movimiento.
- Servir de conductor de la corriente eléctrica para la señalización, y la tracción en las líneas electrificadas.

Características generales del carril

Dado el papel desempeñado por el carril, elemento clave de los componentes de la vía, se comprende que haya sido objeto de numerosos estudios teóricos y trabajos experimentales, con el fin de establecer las características fundamentales que debe cumplir. Dichas características son de índole tanto técnica como económica y presentan, en ocasiones, exigencias contradictorias, como se verá a continuación, por lo cual algunas veces es preciso renunciar total o parcialmente a algunas de las propiedades que serían deseables.

En primer lugar, resulta necesario, como consecuencia del carácter de calzada del carril, que la superficie de rodadura sea lo más lisa posible, así como que la deformación bajo carga de ésta sea de tal naturaleza que sus características geométricas se encuentren dentro del intervalo que delimita una calzada de buena calidad. En este sentido es del mayor interés que los carriles tengan una elevada rigidez. Sin embargo, para evitar su rotura se necesita un material capaz de absorber energía transformándola en deformación elástica.

Por otro lado, si bien desde un punto de vista técnico la robustez del carril, y por tanto su peso, es deseable, al objeto de garantizar la rodadura y el guiado de los trenes con grandes cargas por eje y elevadas velocidades, sin embargo desde el punto de vista económico sería preferible un carril de poco peso, debido a que su repercusión en el coste del kilómetro de vía es importante.

Por lo que se refiere al aspecto de la adherencia rueda-carril, se comprende fácilmente el favorable efecto de disponer de una superficie rugosa, por el contrario, una pérdida mínima de energía durante la marcha de los vehículos exige una superficie lisa.

Dado que es inevitable la existencia de acciones dinámicas entre el vehículo y la vía, y

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

que éstas tienen lugar a través de los carriles, interesa que éstos tengan cierta elasticidad, lo que resulta difícil de conseguir de un modo general, como consecuencia de los elevados esfuerzos que tienen lugar en la reducida zona de contacto rueda-carril, y que pueden originar deformaciones plásticas en éste.

Una vez expuestas estas ideas elementales que podrían compendiar las prestaciones ideales de un carril que por razones evidentes son imposibles de alcanzar de forma simultánea, al tener que moverse dentro del mundo real de la técnica y de la economía, se considerarán a continuación las características de naturaleza más concreta y significativa que lo definen: el material, la forma y el peso.

Existen numerosas hipótesis de cálculo para elegir el tamaño de carril más adecuado a las necesidades que puedan tenerse, sobre todo en lo que respecta a la carga máxima por eje que deban soportar. Las más conocidas son en primer lugar la de Winkler, que supone una viga de longitud infinita (carril) descansando sobre apoyos rígidos (traviesas) y soportando varias cargas móviles (ejes). En segundo lugar la de Zimmermann, que supone el carril apoyado sobre un lecho elástico con un determinado valor de proporcionalidad entre carga y hundimiento. Estas dos hipótesis son complicadas de aplicar porque exigen el conocimiento de numerosos parámetros de los que a menudo no se dispone y nunca se consideraron prácticas por los encargados de la explotación/construcción de un ferrocarril. Después de numerosas discrepancias y discusiones se llegó, en una Conferencia Internacional celebrada en El Cairo a consensuar una fórmula muy simple, conocida desde entonces como "fórmula de El Cairo" que establece la siguiente relación:

$$P = 2{,}5 \cdot Q$$

Siendo:

P = Peso del carril en Kg por metro de longitud.

Q = Carga por eje en toneladas.

La inclinación de los carriles

Un tema muy controvertido es la necesidad y conveniencia de inclinar los carriles. Sabido es que, generalmente, los carriles se montan sobre las traviesas con una inclinación de 1:20 hacia el interior de la vía. Esto se hace porque las ruedas, aparte las pestañas, no se tornean cilíndricas sino cónicas con la misma inclinación.

Se logra así eliminar deslizamientos, pues en una curva la rueda que se desplaza sobre el carril exterior de la vía recorre un camino mayor, mientras que la que lo hace por el hilo interior recorre un camino menor, lo cual es evidente considerando el radio de cada uno de

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

los círculos de rodadura exterior e interior. Consecuentemente, a igual número de vueltas, como quiera que ambas ruedas son solidarias a un eje común se produce, automáticamente, un efecto tal que el par de ruedas tiende a centrarse en la vía en la posición de "no deslizamiento".

Para que esto pueda suceder se han de cumplir dos condiciones:

1ª) Tiene que haber una holgura suficiente entre pestañas y carriles para que el par de ruedas pueda situarse libremente en la posición de no resbalamiento (Origen del sobre ancho en las curvas).

2ª) El conjunto ruedas-eje tiene que tener un grado de libertad para facilitar su giro según un eje vertical que pase por su centro.

Ahora bien, la 2ª condición, que antiguamente se daba en todos los coches y vagones, menos en la locomotora, ahora sólo se cumple en algunos casos, solamente en aquellos vagones de dos ejes o en determinados tipos de bogies generalmente antiguos, y sólo cuando existe una holgura entre placas de guarda y caja de grasa que permita este grado de libertad (Figura 1-9).

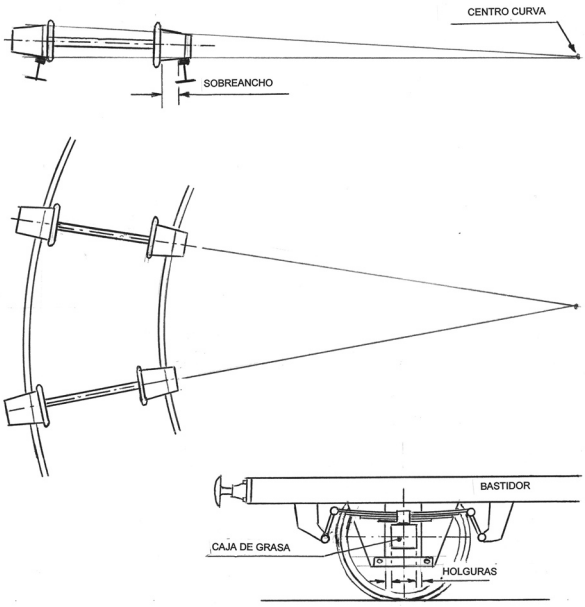


Figura 1-9: Los ejes se orientan radialmente

Sin embargo, cuando dos ejes están montados paralelamente en un bogie moderno no existe ningún grado de libertad para orientarse independientemente cuando actúan sobre ellos momentos de giro, respecto a un eje vertical, que pueden ser de signo contrario en cada eje (Figura 1-10).

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Esto puede producir en el bogie una marcha zigzagueante, desacompasada, errática, y de efectos peligrosos cuanto más aumenta la velocidad. Para evitar estos efectos, a lo largo del tiempo, fueron aplicándose diferentes soluciones, como por ejemplo las siguientes:

• Algunos anchos de vía se estrecharon para reducir la posibilidad de zigzagueo de los bogies. Así en la década de 1950 en España el ancho de RENFE pasó de 1674 mm a los actuales 1668 mm.

• El empate de los bogies fue incrementándose a lo largo del tiempo.

• Se introdujeron materiales rodantes con ruedas independientes, por ejemplo en el material Talgo.

• En algunos países como Alemania, la inclinación que se da a los carriles es de sólo 1:40 en lugar de la habitual de 1:20.

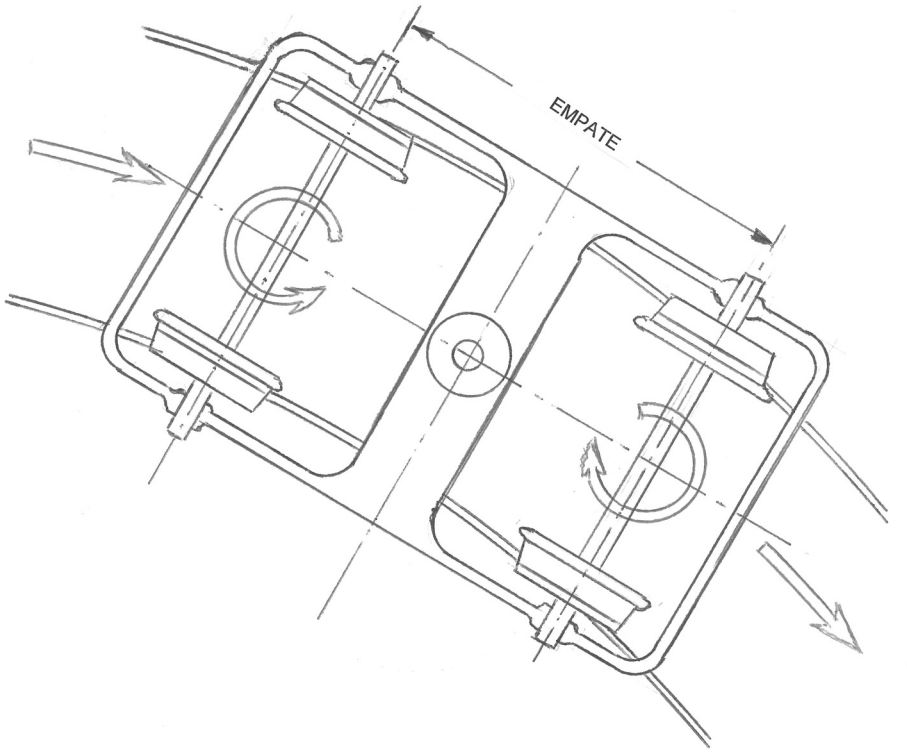


Figura 1-10: En un bogie moderno los ejes no tienen libertad para orientarse radialmente

Estas medidas anulan o reducen las pretendidas ventajas de inclinar los carriles, lo que lleva a plantearse la pregunta de si valdría la pena hacerlo si hubiese que proyectar un ferrocarril totalmente nuevo, que no prevea conectarse con los ya existentes.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Traviesas (Durmientes en Hispanoamérica)

Su función es mantener el ancho de vía, y transmitir y repartir las cargas verticales a los carriles, y de éstos al balasto y de allí al terreno.

Las tradicionales son de madera, las modernas de hormigón, y pueden ser también de hierro. En los orígenes del ferrocarril fueron además de piedra o de fundición gris. A título de curiosidad, en la Figura 1-11 pueden verse las traviesas de fundición llamadas "tortugas", por su similitud con el caparazón de estos quelonios, que equiparon tramos de la primera vía existente entre Barcelona y Valencia. Se montaban sin balasto.

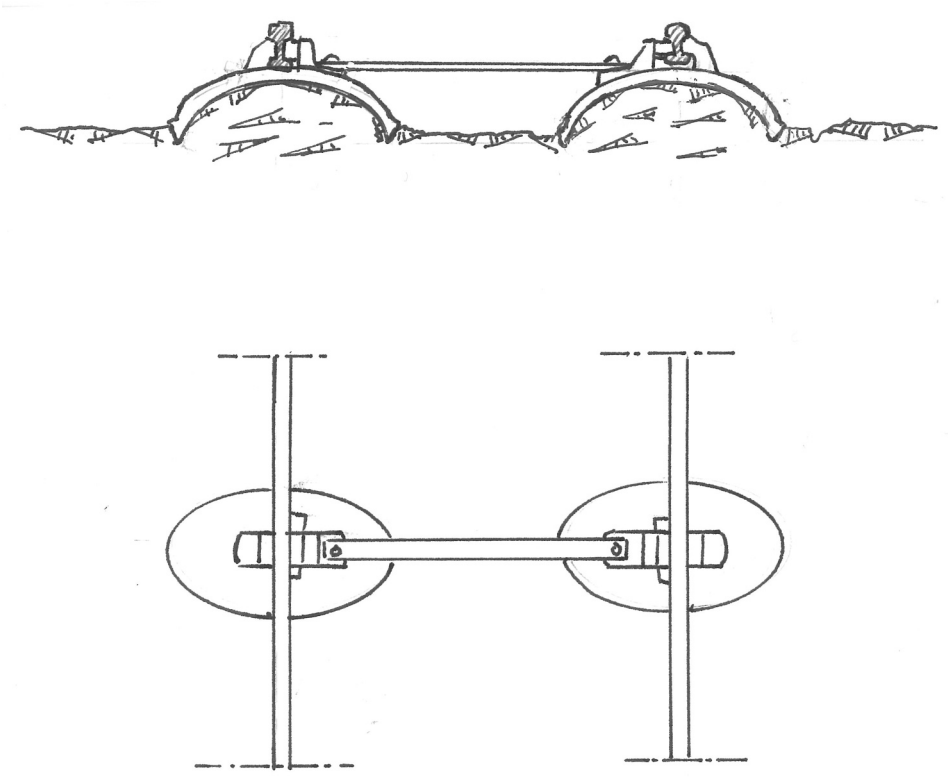


Figura 1-11: Traviesas de fundición llamadas "tortugas". Equiparon la primer via Barcelona – Valencia.

Las características más convenientes de una traviesa, por orden de importancia, son:

- Durabilidad.
- Resistencia al esfuerzo.
- Peso.
- Menor precio.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Traviesas de madera

En Europa suelen ser de haya, roble o pino. También se usan traviesas de maderas nobles, que se reservan para aparatos de vía. Las maderas nobles más utilizadas son akoga si provienen de África y quebracho si provienen de Sudamérica. Recientemente han salido al mercado traviesas de material compuesto a base de madera.

Las maderas corrientes han de ser sometidas a tratamiento pues de otra manera se pudrirían. El más corriente de estos tratamientos es el creosotado que consiste en impregnar las traviesas con creosota (alquitrán de carbón) líquida y a alta temperatura mediante inmersión en autoclave. El proceso consiste en extraer el aire de todos los alvéolos de la madera, sometiéndola al vacío y posteriormente rellenándolos con creosota aplicando presión al baño. Esta secuencia se repite sucesivamente hasta lograr la penetración, o impregnación deseada. Últimamente se ha remplazado la creosota por sucedáneos por considerarla insalubre.

Estas maderas necesitan también ser zunchadas en sus extremos para que los tornillos de sujeción de carril no las abran. Para controlar su duración se les suele clavar una chincheta con el año de su fabricación.

En la Figura 1-12 podemos ver una "S", que es una alternativa al zunchado. Esta pieza se clava por su lado afilado en las puntas de las traviesas y así impiden que las fibras de la madera se separen al clavarse las fijaciones de carril.

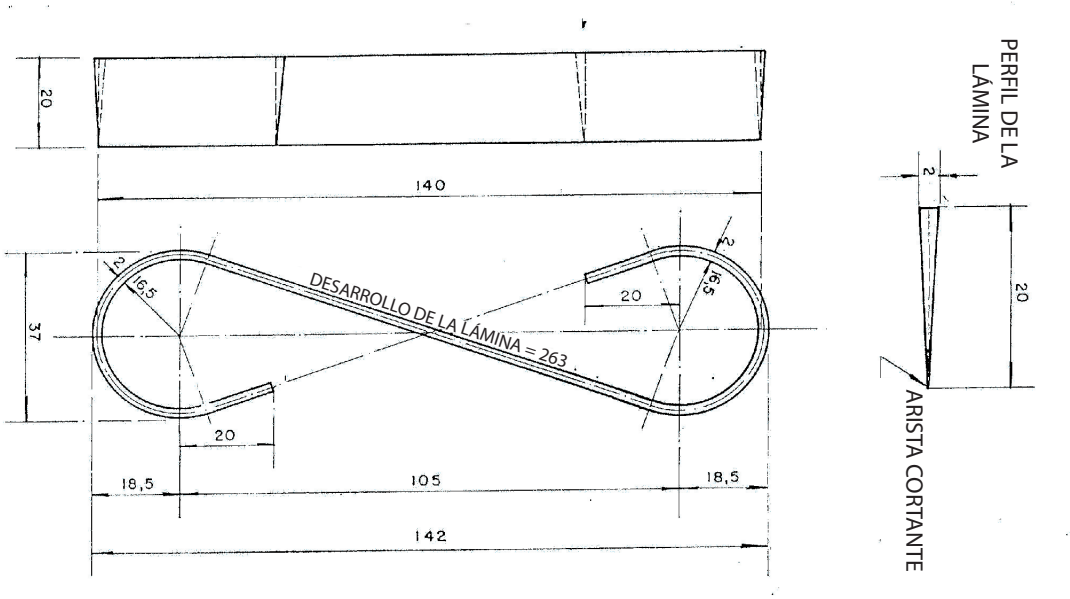


Figura 1-12: "S" metálica de zunchado

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Las dimensiones de las traviesas de madera para ancho ibérico son las indicadas en la Figura 1-13 (preparadas para placas de asiento para carril UIC 54. Se alternan una con dos tirafondos por fuera del carril y otra con uno). Su peso suele rondar los 80 Kg. Duran normalmente, al menos, 30 ó 40 años.

Las traviesas de maderas nobles suelen reservarse para usos especiales, como por ejemplo montar sobre ellas aparatos de vía. No necesitan ni tratamiento ni zunchado. Su duración es casi ilimitada y su peso ronda los 105 Kg.

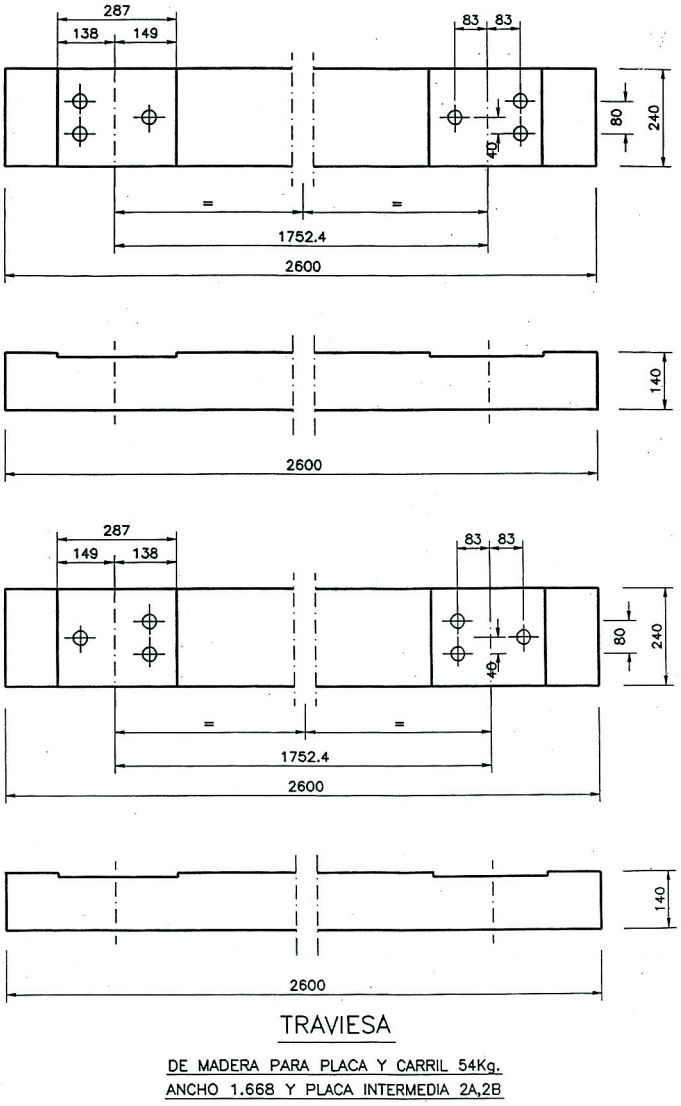


Figura 1-13: Traviesa de madera (ancho Ibérico)

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Traviesas de hierro

Están formadas por un perfil laminado con forma de "U" invertida y tienen sus puntas dobladas hacia abajo para incrustarse en el balasto y así crear una resistencia al desplazamiento transversal de la vía.

Tienen dos inconvenientes: pesan poco, (50/70 Kg), lo que las hace poco aptas para ser montadas con carriles sin juntas, y son huecas por debajo. Como para trabajar bien tienen que estar llenas de balasto, la operación para que esto suceda así es engorrosa y exige bateados suplementarios cuando se montan por primera vez. Sus ventajas son su gran resistencia y su duración que prácticamente es eterna. Por su gran resistencia se las prefiere a cualquier otro tipo de traviesas cuando se montan vías con cremallera.

En según que países y circunstancias, su coste puede ser otra ventaja.

En la Figura 1-14 se pueden ver las dimensiones de una traviesa de hierro para vía métrica.

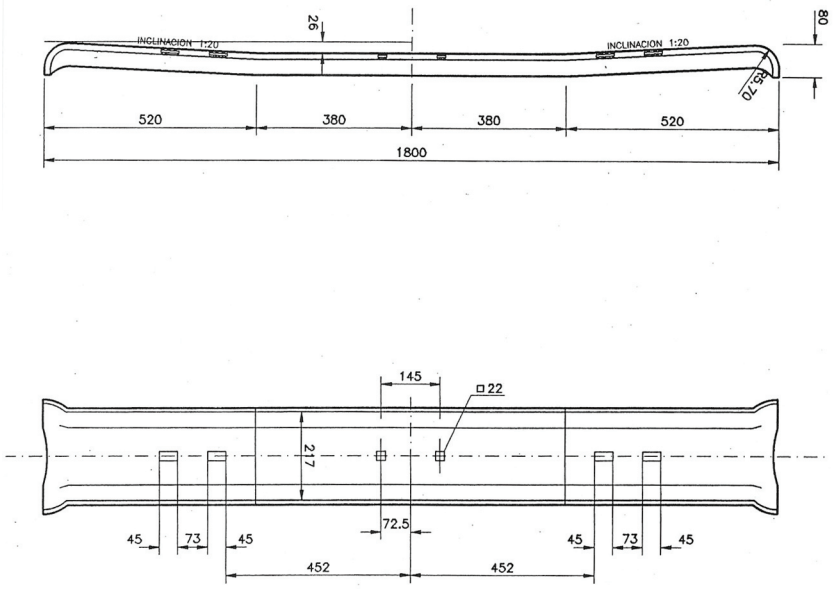


Figura 1-14: Traviesa tipo "suisse" para ancho métrico, de hierro laminado

Traviesas de hormigón

Las hay de dos tipos: bibloque y monobloque. Las primeras que se ensayaron fueron traviesas monobloque de hormigón de sección rectangular con armadura pasiva, con sus

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

aristas paralelas. Resultaron muy frágiles en acopio, difíciles de manejar y con la fijación con tirafondos mal resuelta. Las traviesas monobloque que siguieron a continuación, con formas mejor resueltas, dejaban todavía mucho que desear, pues si se proyectaban para resistir momentos flectores positivos, se quebraban con facilidad, cuando por defectos de asentado tenían que soportar un momento flector negativo. Para evitar todos estos inconvenientes, surgió en Francia la idea de hacer traviesas uniendo dos bloques de hormigón armado, con armadura también pasiva, unidas con una riostra de hierro laminado. Además en vez de tirafondos enroscados en espigas de madera embebidas en el hormigón, como se había hecho hasta entonces, se les proyectaron unos huecos para pasar pernos que anclaban en la riostra de hierro de unión. Se la llamó traviesa Vagneux, nombre de su proyectista.

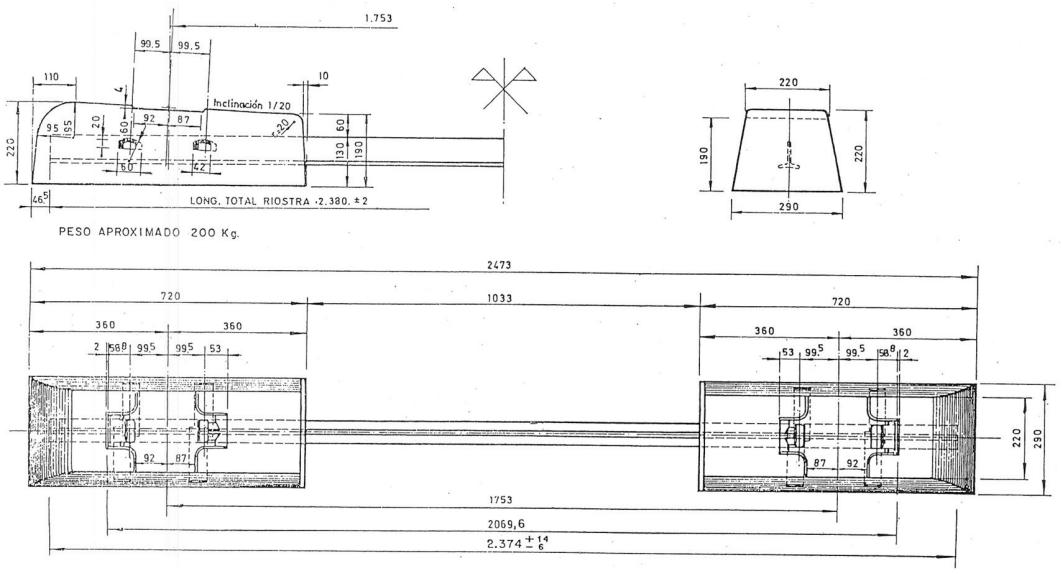


Figura 1-15: Traviesa bibloc o Vagneux

Actualmente se las conoce como traviesas bi-bloc y son las que han permitido, con éxito, el uso de hormigón para hacer traviesas (Figura 1-15).

Han ido sufriendo numerosos perfeccionamientos en cuanto a forma y tipo de fijación del carril y son las que equipan las vías de alta velocidad francesas. Tienen la ventaja de no asentar sobre el balasto por su parte central y así, cuando están bien dimensionadas, sólo lo hacen por debajo de cada carril, abarcando la parte que se batea. Otra de sus ventajas es que ante una fuerza lateral que tienda a ripar la vía presentan dos superficies en contacto con el lecho de balasto, en vez de una como ocurre con las traviesas enterizas. Pesan aproximadamente 190 Kg.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Desde que fueron inventadas se les ha ido aplicando numerosos perfeccionamientos en cuanto a forma y tipo de fijación del carril y son las que equipan las vías de alta velocidad francesas, lo que de por sí es ya una garantía de su buen comportamiento.

Se les achaca el inconveniente de no poder estar embutidas e n el balasto hasta su cara superior, pues en ese caso queda cubierta la riostra que une ambos bloques y consecuentemente mantiene más humedad y se deteriora con mayor facilidad. Además entonces no es visible, por lo que cuesta más conocer su estado.

Se designan con el nombre de traviesas de hormigón monobloque las que difieren de las anteriores por el hecho de estar formadas por un único bloque de hormigón. Estas traviesas pueden dividirse en dos tipos: pre-tensadas y pos-tensadas.

Las pre-tensadas se fabrican vertiendo hormigón en unos moldes atravesados a lo largo por varios cordones de cable de acero sometidos a un esfuerzo de tracción. Una vez que el hormigón ha sido vibrado y a continuación ha fraguado, al sacar las traviesas de sus moldes, estos cables se cortan a ras del hormigón. En la parte de ellos que queda embebida en el hormigón estos cables, al no poder contraerse, quedan sometidos a un gran esfuerzo tractor. Este esfuerzo, combinado con la compresión que es capaz de resistir el hormigón, otorga a la traviesa una gran resistencia a la flexión.

Las pos-tensadas difieren de las anteriores principalmente por su método de fabricación. Para hacer éstas se vierte hormigón en unos moldes similares a los anteriores, pero que en vez de cordones llevan a lo largo cuatro moldes que, una vez el hormigón ha fraguado, pueden extraerse. La traviesa queda así conformada con cuatro agujeros que la recorren en toda su longitud. Se introducen posteriormente dos varillas dobladas en forma de U en los cuatro agujeros y por sus extremos libres se las somete a una importante tracción y a continuación se anclan mediante una tuerca contra el hormigón. Finalmente se rellenan los huecos que hayan podido quedar en los extremos.

El comportamiento en la vía de estas traviesas, pre y post tensadas, es prácticamente idéntico independientemente del método con que hayan sido fabricadas. Son las preferidas cuando se desea incorporar a la vía un peso importante para oponerse a la tendencia a que la vía se ripe lateralmente, cuando ésta se equipa carriles soldados en toda su longitud, pues su peso ronda los 300 Kg por unidad.

En la Figura 1-16 pueden verse las dimensiones de una traviesa monobloque de hormigón postensada, para ADIF para un ancho de vía de 1668 mm. Hoy en día se siguen estudiando nuevos tipos de traviesas, las hay de conglomerados de madera, llamadas a veces de "madera sintética", de hierro y de hormigón, estas últimas en forma de "Y" y de "H", pero por el momento están en fase de ensayo, por lo que no se considera necesario tratarlas en detalle. En la actualidad, aparte de las ya mencionadas, siguen estudiándose y proponiéndose nuevos tipos innovadores de traviesas.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

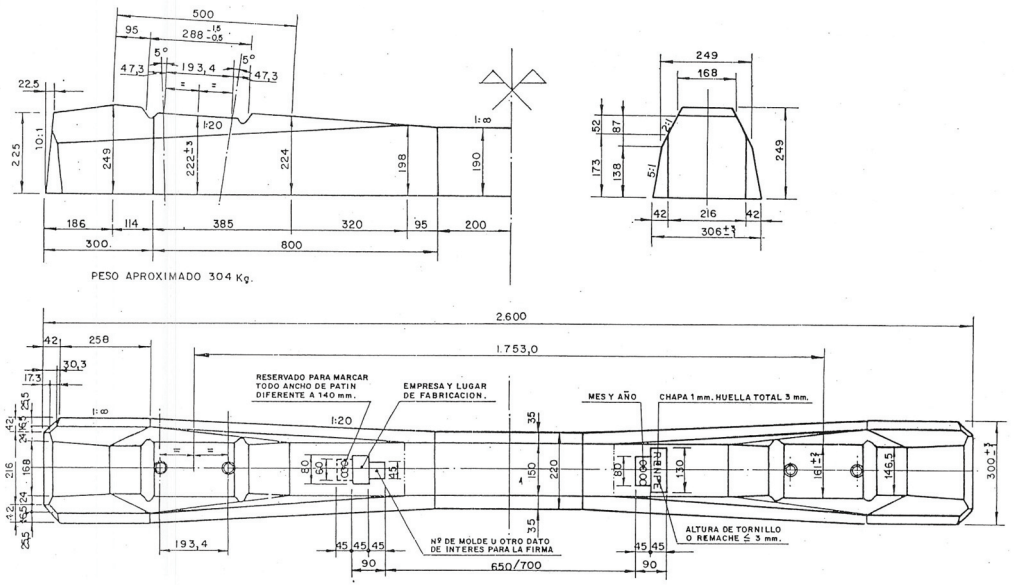


Figura 1-16: Traviesa monobloque de hormigón

El balasto

El balasto, en una vía férrea, tiene dos funciones; una es la de repartir el peso de vía y tren desde la cara inferior de las traviesas al terreno sobre el que se asienta la vía.

El reparto de la carga, se produce a través de un balasto de buena calidad, en forma de pirámide cuyas caras laterales tienen una inclinación de 1:1,35, en vertical/horizontal (Figura 1-17).

Faltaría agregar que la carga de un eje o rueda suele repartirse entre varias traviesas, pero saber entre cuantas y en que proporción es complejo pues dependerá de distintas flexibilidades y elasticidades; del carril, de la traviesa, la fijación y el grado de compactación del suelo. Una forma conservadora de suponer tal reparto es atribuir un 50% de la carga a la traviesa que esté justo debajo del eje y 25% a c/u de las dos traviesas colaterales.

De esta manera, al repartir las cargas sobre el terreno, el balasto evita no sólo que las traviesas puedan hundirse en un terreno poco resistente, sino también que la vía pierda su nivelación, y consecuentemente, permite el tendido de vías férreas por terrenos que, sin tal reparto, no serian capaces de soportarlas.

En cuanto a su forma las piedras han de proceder de machaqueo para que presenten unas aristas vivas que faciliten el encaje entre ellas. No valdría por ejemplo un balasto de canto rodado porque sus piedras no tienen aristas.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

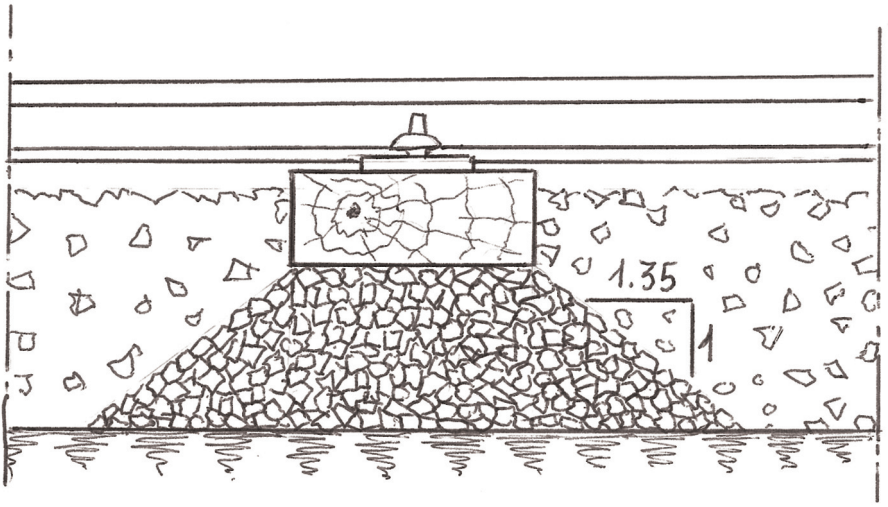


Figura 1-17: Comportamiento del balasto de la vía

Para que el balasto se comporte correctamente es necesario que cumpla ciertas condiciones. Las piedras que lo componen han de tener una forma y tamaño adecuados, han de ser muy duras y la capa de balasto ha de tener el espesor conveniente.

En cuanto a su forma las piedras han de proceder de machaqueo para que presenten unas aristas vivas que faciliten el encaje entre ellas. No valdría por ejemplo un balasto de canto rodado porque sus piedras no tienen aristas.

En cuanto a su tamaño, las Administraciones Ferroviarias lo tienen muy estudiado y lo especifican en sus pliegos de condiciones para el suministro, muy detalladamente. Se suelen pedir piedras tales que su medida mayor tenga del orden de los 6 centímetros. En cuanto a su dureza se buscan piedras graníticas, ofíticas o similares. Su dureza se evalúa con el ensayo al desgaste de Los Ángeles.

La segunda función del balasto, menos importante que la primera, pero de todas maneras necesaria, es la de mantener todos los componentes de la vía secos. En efecto, la lluvia se filtra entre las piedras que lo componen facilitando el rápido secado de carriles, fijaciones y traviesas evitando degradaciones por corrosión.

Al balasto se le achaca el inconveniente de que por tratarse de un componente sólido, pero granular en su conjunto, permite un lento deterioro de los parámetros geométricos de la vía. Sin embargo este hecho está también directamente relacionado con algunas de sus ventajas, a saber:

- Permite correcciones rápidas, precisas y fácilmente mecanizables de la geometría de vía.
- Permite, con relativa facilidad, hacer cambios en la geometría de la vía, como por ejemplo aumentar peraltes, y alargar transiciones o acuerdos verticales.
- Facilita incorporar o retirar de la vía aparatos, sin necesidad de hacer grandes obras y ocupaciones de vía prolongadas.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

- Permite ripar la vía.
- Al no requerir tiempo de fraguado, como seria el caso, por ejemplo, en una via en placa, permite actuaciones en la vía con tiempos de corte de circulación reducidos, sin tener que suprimir ni desviar trenes.

El espesor de la capa de balasto más conveniente es aquel con el que se obtiene un mejor reparto de las cargas sobre el suelo. Con un espesor menor no se alcanza un reparto homogéneo y con un espesor mayor no se mejora la homogeneidad alcanzada con el reparto justo. Esto puede apreciarse gráficamente en la Figura 1-18, donde además se incluye la fórmula que facilita el cálculo del espesor de balasto más adecuado. Cabría agregar que no siempre se puede conseguir un buen balasto. Por ejemplo en la isla de Mallorca no hay canteras ofíticas o graníticas y sería poco justificable transportar piedras en barco, por lo que se ha optado por piedras calizas, cosa que no se admitiría en otros lugares.

En otros tiempos se emplearon otros materiales con la intención de sustituir un balasto que a veces había que traer desde muy lejos, como por ejemplo escorias de alto horno o "conchilla", mezcla de arena gruesa y conchas de marisco rotas recogidas en alguna playa, sirva esto únicamente como referencia anecdótica.

Antiguamente se prefería cubrir las traviesas de madera con balasto para evitar que las cenizas incandescentes de las locomotoras a vapor las quemasen, pero eliminado este riesgo y considerando que esta práctica dificulta conocer el estado de traviesas y fijaciones, así como detectar su posición cuando se batea con máquina, actualmente se recomienda que la cota superior del balasto sea ligeramente inferior a la de la cara superior de las traviesas. Esta práctica adquiere gran importancia en vías para alta velocidad, pues es una de las maneras de dificultar el arrastre del balasto por el viento que producen los trenes veloces.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

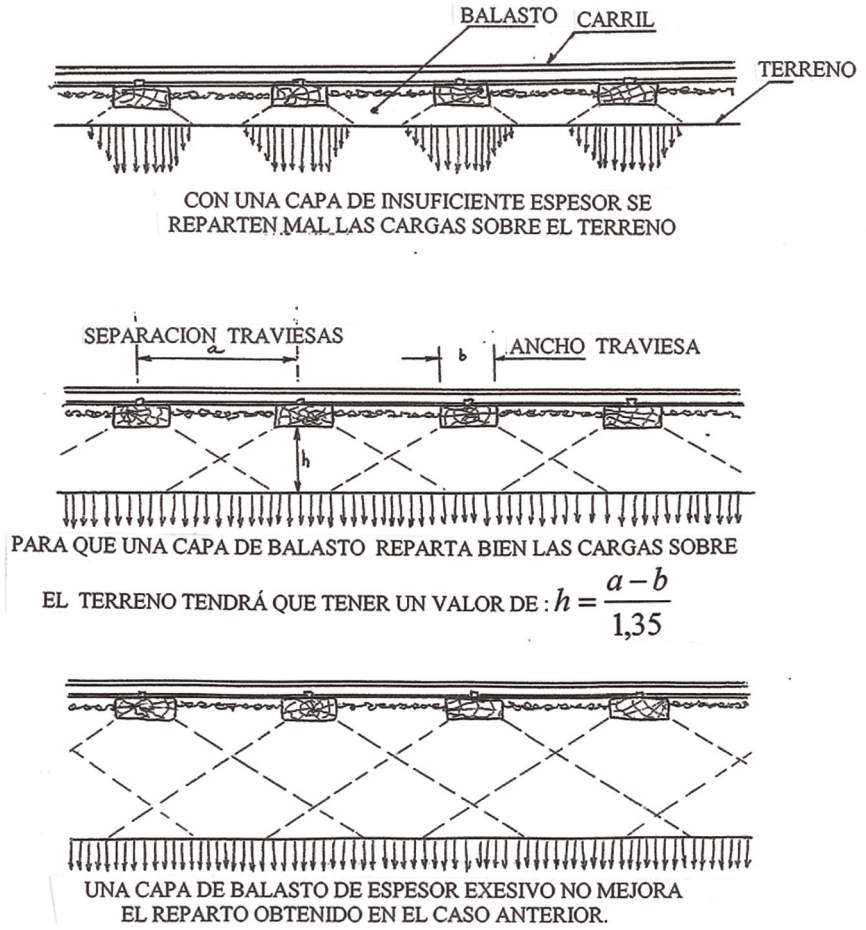


Figura 1-18: Espesor del balasto

Fijaciones

Se llaman así los clavos o tornillos destinados a fijar los carriles en las traviesas. En una terminología más ferroviaria llamaremos a los clavos escarpias y a los tornillos tirafondos. Incluiremos en el siguiente apartado las placas de asiento y otros accesorios (bridas, anclajes, etc.) que se emplean en la vía.

Las fijaciones pueden ser rígidas o elásticas. Las rígidas son las tradicionales, un tirafondo o una escarpia que fijan rígidamente el carril. Este tipo de fijación, usado durante 120 años, adolece del defecto de que, pasado cierto tiempo, y debido a la corrosión y vibraciones que sufre el carril, acaba degradándose, lo que origina cierta libertad para que los carriles se

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

desplacen longitudinalmente. Esto produce que los esfuerzos de dilatación térmica del carril no sean correctamente transmitidos a las traviesas. Este hecho es desfavorable cuando se pretenden soldar los carriles para obtener una vía sin juntas. Por ello no deben emplearse fijaciones rígidas en las vías sin juntas.

Las fijaciones elásticas transmiten la fuerza de apriete de la escarpia o el tirafondo por intermedio de algún elemento elástico de acero templado, ya sea una pequeña plancha, o un resorte o "clip" de alambre redondo o cuadrado. De esta manera se garantiza que, aunque el carril o la fijación se gaste u oxide, el carril siempre estará soportando una fuerza de apriete que frenará sus desplazamientos longitudinales.

En la Figura 1-19 se han representado las típicas escarpias usadas para sujetar carriles. La dibujada arriba es para insertar en un agujero practicado en la traviesa. La de abajo tiene un filo para cortar las fibras de la madera en sentido transversal, cuando no se hacen agujeros, así, cuando se clava, no tiende a abrir las fibras de la madera.

En la Figura 1-20 se ha representado una escarpia elástica, destinada a garantizar una fijación elástica.

Las escarpias solo se usan en países que disponen de maderas buenas y baratas, (Estados Unidos, por ejemplo) pero en Europa no se utilizan. Nuestro continente no dispone de maderas buenas y baratas en cantidad y por otra parte la opinión es más exigente en cuanto a la calidad de las vías. Por eso se utilizan tirafondos, que garantizan una mejor fijación en cualquier clase de madera. En la Figura 1-21 puede verse un tirafondo de tamaño medio corriente. Por sus ventajas y su mayor resistencia a la extracción, su utilización se esta generalizando en el sentido de remplazar las escarpias.

Puede observarse que en su cabeza sobresalen, en este dibujo, las letras "RN" de Red Nacional. Estas letras tienen la finalidad de impedir que algún contratista u obrero inexperto pretenda colocarlo a golpes en vez de atornillándolo. En ese caso las letras sobresalientes se verían aplastadas y delatarían el mal trabajo.

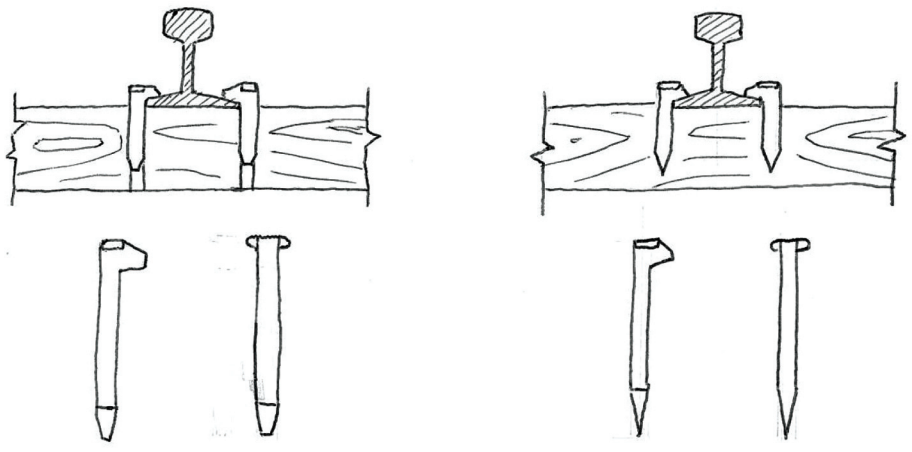


Figura 1-19: Escarpias

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

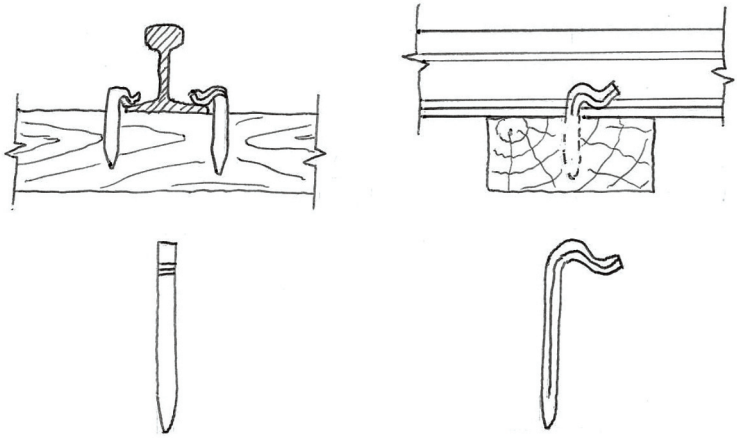


Figura 1-20: Escarpia elástica

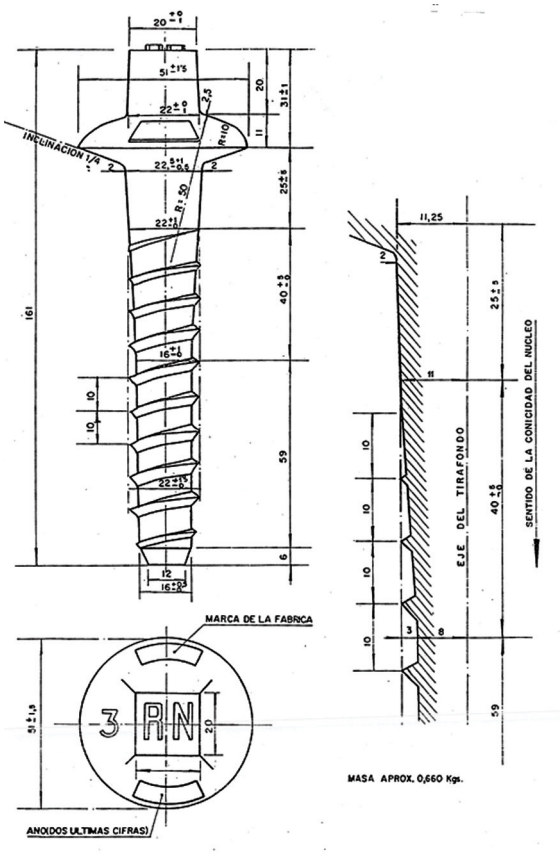


Figura 1-21: Tirafondo nº 3 (medidas)

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

En la Figura 1-22 pueden verse los tipos de fijaciones elásticas más corrientes, de plancha o de varilla, con o sin tirafondos.

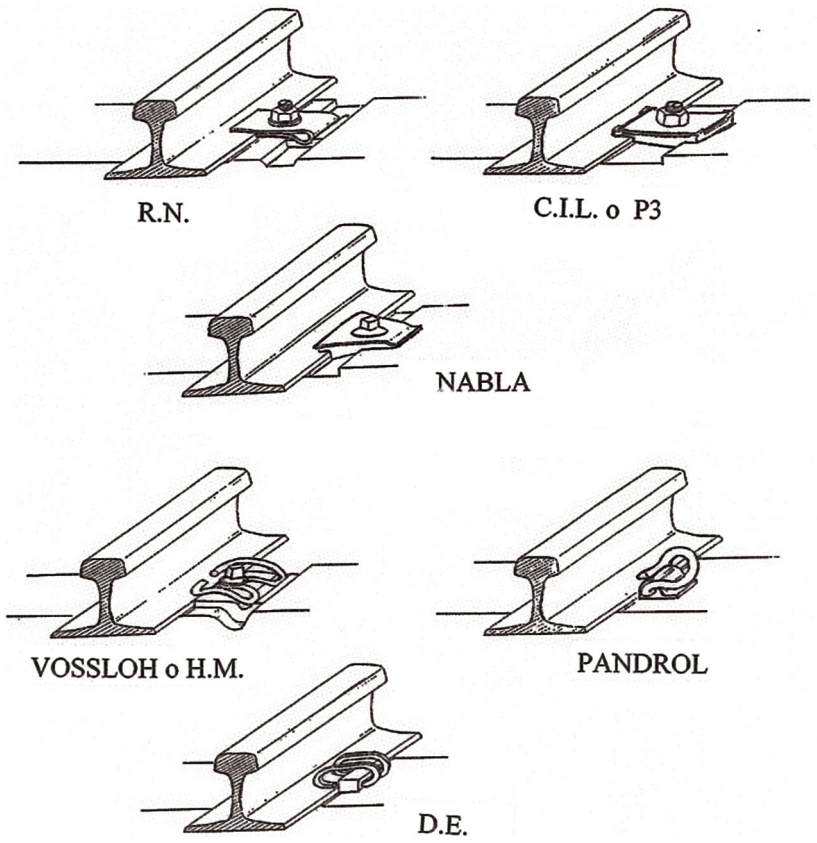


Figura 1-22: Fijaciones elásticas más corrientes

Otras piezas accesorias de la vía: placas de asiento

Las placas de asiento solo tienen la finalidad de aumentar la superficie de apoyo entre el carril y la traviesa. No son necesarias si se trata de traviesas de maderas nobles y por supuesto tampoco en traviesas de hormigón o de hierro. Solo se ponen, por consiguiente, cuando un carril se coloca sobre traviesas de maderas normales con el propósito de aumentar la superficie de contacto sobre ellas y evitar así que poco a poco el carril vaya incrustándose o aplastando la traviesa de una madera de dureza normal.

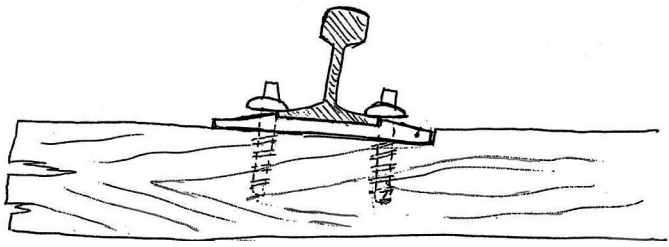
© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Las placas de asiento pueden catalogarse según estén concebidas para utilizar una fijación rígida o una fijación elástica; y según tengan o no incorporada la inclinación de 1:20 que se suele dar al carril. Cuando no tienen esta inclinación, las traviesas deberán cajearse con la inclinación y cuando si la tengan, las traviesas podrán cajearse planas o podrá evitarse su cajeo.

Finalmente se dividirán según sean de fijación directa o indirecta. Se llaman de fijación directa a las placas de asiento que quedan fijas por los mismos tirafondos o escarpias que sujetan el carril y de fijación indirecta a las placas que están atornilladas o clavadas directamente a la traviesa y a su vez, tienen elementos de fijación para sujetar el carril directa y únicamente a la placa.

En la Figura 1-23 pueden verse: una placa de asiento para fijación rígida, que no tiene inclinación y es de fijación directa, y una placa de asiento para fijación rígida que tiene incorporada la inclinación para el carril y de fijación indirecta.

DIRECTAS:
PLACA Y CARRIL SE SUJETAN CON EL MISMO ORGANO (TIRAFONDO)



INDIRECTAS:
LA PLACA SE SUJETA A LA TRAVIESA CON UNOS ORGANOS Y EL CARRIL A LA PLACA CON OTROS

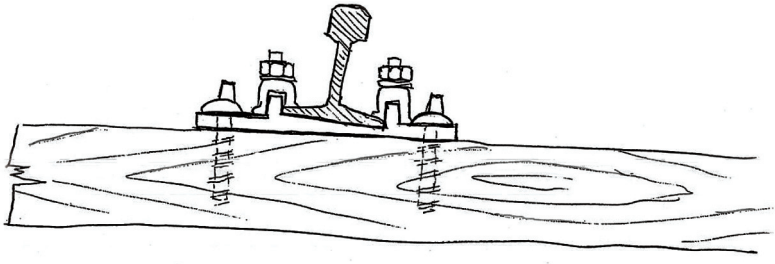


Figura 1-23: Placas de asiento

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Bridas o eclisas

Las bridas (las llamaremos así pues el nombre de eclisas es poco utilizado en España) son piezas para unir entre si los carriles mediante tornillos. De una longitud entre 30 y 50 centímetros, según el tipo de carril, (tienen 4 ó 6 agujeros, dos o tres por carril). Se utilizan por parejas, una por cada cara del alma del carril, y se fijan mediante tornillos y tuercas.

Estas piezas se fabrican por laminación, como el carril, y su sección está adaptada al tipo de carril al que van destinadas. Cumplen siempre con ciertas características o condiciones que son las siguientes:

- Su apriete contra el carril se hace por sus bordes superior e inferior, inclinados, de tal manera que así la brida encaja en forma de cuña contra el carril, aprisionada entre la cabeza y el patín, sin tocar el alma. De esta forma la fuerza de apriete del tornillo aumenta considerablemente (Figura 1-24 a). Para que esto suceda así la posición del tornillo ha de ser la correcta y estar en equilibrio entre los bordes considerando sus respectivas inclinaciones, de forma tal, que la brida no tenga tendencia a cerrarse más por su flanco superior que por su flanco inferior o al contrario.

- Las bridas disponen de unas estrías que impiden girar a las cabezas de los tornillos (también especiales) de manera que no sea necesario impedir su giro cuando sus tuercas son apretadas. No obstante esas estrías no deben impedir apretar libremente las tuercas contra la brida.

Las bridas se montan por parejas, una a cada lado del carril. Han de ser iguales cuando se trata de carril Vignole, pero normalmente son diferentes cuando se usa carril de garganta.

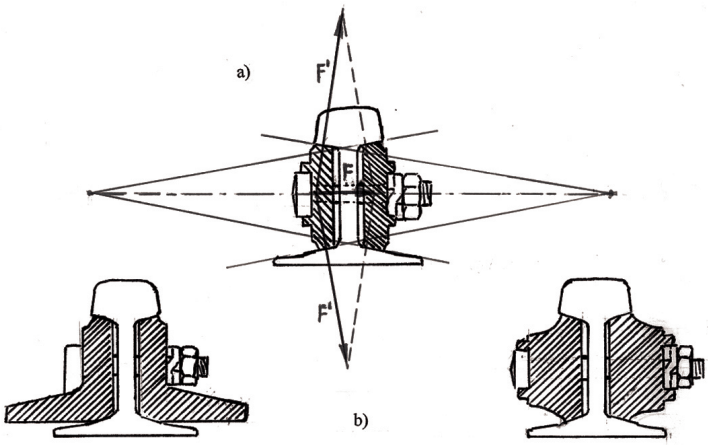


Figura 1-24: Bridas

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Algunos ferrocarriles prefieren incrementar la sección de las bridas hasta lograr que el par alcance una sección, y una forma tal, que el momento de inercia de dos bridas sea igual al momento de inercia del carril. Se pretende así que las juntas dejen de ser, en cierta medida, el punto débil de una vía (Figura 1-24 b).

En la actualidad, las bridas cada vez se utilizan menos debido a que la tecnología permite montar vía soldando los carriles, lo que las hace menos necesarias en número. No obstante son imprescindibles por diversos motivos:

- Hay vías cuyas características de robustez, tipo de fijación, etc. no permiten el uso de barras largas soldadas (B.L.S.).
- En vías secundarias a veces no es práctico soldar los carriles.
- Según el método de trabajo con el que se monten vías nuevas o renovadas puede ser necesario montarlas con bridas antes de poder soldar los carriles.

Las uniones de carriles mediante bridas siempre han sido puntos débiles de la vía y los lugares por donde los carriles empiezan a degradarse a causa del inevitable golpeteo que producen las ruedas a su paso. En estos puntos también las traviesas tienden a hundirse o descalzarse, por eso modernamente se procura suprimir las uniones mediante juntas embridadas en vía general.

Se calcula que un 70 % de las roturas de carril se originan en las juntas embridadas.

Resta decir, a propósito de las bridas, que algunas administraciones las engrasan periódicamente. Esta práctica retrasa su deterioro y el de su tornillería y facilita las labores de mantenimiento y reapriete cuando éste es necesario.

Anclajes de carril

Son dispositivos que se usan para evitar que los carriles puedan deslizarse longitudinalmente. Sobresalen por debajo de éste, y si se mueve, hacen tope en la traviesa más próxima frenando su desplazamiento (Figura 1-25).

Estos anclajes se ponen en los lugares donde los trenes acostumbran a frenar siempre con el mismo sentido de marcha, y en las pendientes importantes.

Los anclajes de extremo solo se colocan si las fijaciones son rígidas. Las fijaciones elásticas no los necesitan pues frenan los desplazamientos de carril mucho más eficazmente que los anclajes.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

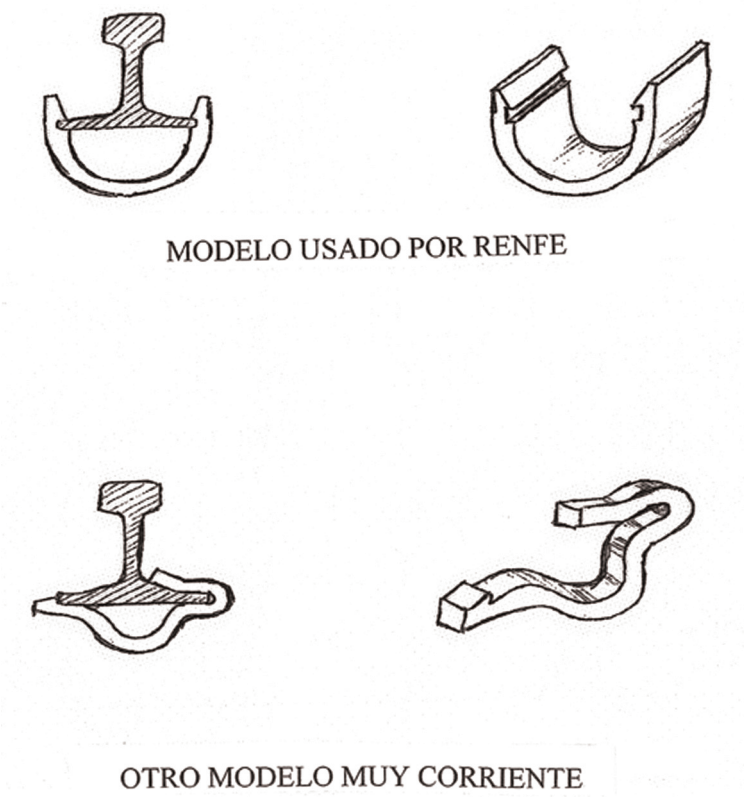


Figura 1-25: Anclas de carril

Anclajes de traviesa

Los anclajes de traviesa son planchas metálicas, generalmente galvanizadas, que se fijan a las traviesas y quedan enterradas en la capa de balasto (Figura 1-26).

Tienen por finalidad aumentar la resistencia de la vía al desplazamiento lateral o al ripado.

Suelen colocarse en curvas cerradas, donde el paso de los trenes tiende a mover lateralmente la vía debido a la fuerza centrífuga. Deben estar colocadas en una posición que no estorbe las operaciones de bateo.

Algunos ferrocarriles prefieren improvisarlas utilizando carriles en desuso, en vez de anclas fabricadas expresamente para tal fin, como puede verse en la parte de de abajo de la figura.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial