

Introducción a la historia del carril ferroviario. *Jorge Pistono Favero. Universidad de Oviedo*

1.- Introducción

Según el D.R.A.E. *carril* tiene, entre otras, las acepciones siguientes:

- (adj. ant.) camino carretero
- huella que dejan en el suelo las ruedas del carruaje
- camino capaz tan solo para el paso de un carro
- en las vías férreas, cada una de las barras de hierro o de acero laminado que, formando *dos líneas paralelas sustentan y guían* las locomotoras y vagones que ruedan sobre ellas mientras que *rail* (del inglés) significa: carril de las vías férreas

Lo esencial del carril en el sentido que nos interesa es proporcionar a la rueda un camino de rodadura liso, formando parte al mismo tiempo de un sistema de guiado.

Por ello, en lugar de comenzar este ensayo de evolución del carril en la línea tendida por George Stephenson entre Stockton y Darlington en 1825, parece preferible hacerla preceder por alguna mención a sistemas anteriores, que tiene las mismas características de camino de rodadura y de guiado, y que son antecedentes de aquella, en una evolución que ha acabado desembocando en los modernos trenes, tranvías, grúas y otros métodos de transporte de rodadura guiada.

2.- Carriles antiguos

Caben pocas dudas de que la rueda y el carro surgieron en Mesopotamia hace unos 6.000 años. La facilidad y economía de desplazamiento llevaron a desbrozar caminos carreteros de comunicación para los recorridos más frecuentados, en los que los carros fueron imprimiendo la huella de sus ruedas en el terreno dando lugar a los primeros carriles con sección U. La comodidad de estas guías, más o menos lisas, que forzaban al carro a seguir con precisión la vía establecida, llevó a que el hombre las excavara voluntariamente en los pasos con terreno rocoso en que podía ser peligroso salirse del camino. En caso de terrenos blandos o pantanosos se colocaban en ocasiones carriles formados por la mitad de un árbol, hueco o ahuecado, cortado según el eje longitudinal.

Los carros y el transporte rodado pasaron algo después a Egipto, donde se han encontrado carriles de cobre que probablemente se utilizaron para dicho transporte, excepcionalmente.

En Malta hacia el 4.000 BP se construyó una red de caminos con rodadas de sección trapezoidal talladas en la roca, parcialmente conservadas.

La técnica del transporte rodado fue importada por los pueblos helénicos que llegaron a tener una red de carriles que comunicaba sus territorios. Está claro que las rodadas-guía requirieron la normalización práctica de la separación entre las ruedas de los carros. Por economía las carreteras tenían una sola vía, dado que el tránsito no era muy intenso; a intervalos regulares existían apartaderos que permitían el cruce de carros que circulaban en sentido contrario.¹

Hacia el 2.660 BP el tirano de Corinto, Periandro, decide la construcción del *Diolkos*, camino carrilero que, atravesando el istmo de Corinto permite pasar los barcos del mar

¹ Lo que llevaría a eventuales enfrentamientos por la precedencia cuando dos carros se encontraran lejos de uno de tales apartaderos. En la tragedia de Sófocles 2425 BP, Edipo, ya adulto, se traslada de Corinto a Delfos para consultar al oráculo; en el camino su carro se enfrenta al del rey tebano, su padre Laios, al que mata en la discusión por la precedencia.

Egeo al Jónico por tierra sin necesidad de rodear la península del Peloponeso, ruta larga e insegura debido a la piratería.

Los herederos de la cultura griega, los romanos, son los que construyen la primera red de comunicaciones extensa y organizada para mantener las comunicaciones en el enorme territorio de su Imperio. Cuando conviene por tratarse de pasos difíciles y peligrosos por la orografía a atravesar, tallan en la roca carriles de sección rectangular (U) o trapecoidal (V); el ejemplo más conocido es el de la calzada romana del valle de Aosta en la que las rodadas talladas sirven para asegurar que el carro se mantiene en el camino al borde del barranco.

Otro ejemplo de rodadura guiada de la antigüedad es el escenario móvil diseñado por Herón de Alejandría, sustentado sobre tres ruedas que se movían entre dos listones de madera clavados al suelo, junto con el cual forman un carril en U.

3.- El carril en la Edad Media y el Renacimiento

A partir del siglo XV el laboreo minero se va haciendo más complejo, al pretender alcanzar vetas más profundas. Durante siglos la extracción del mineral se había venido haciendo por los mismos mineros, que usaban sacos, espuestas, cestos, narrias y carretillas de mano, de una rueda, lo que requería gran esfuerzo y limitaba la producción, dadas las irregularidades del suelo.

A menudo en el centro del piso de la galería se excavaba un canal para evacuación de agua, que se cubría con tablas de madera para facilitar el movimiento sin accidentes. En algún momento del siglo XIV o XV se dotó a las narrias de ruedas que encontraban un camino liso sobre dichas tablas, lo que aumentaba mucho la productividad del transporte.

La primera representación de un *perro de mina* podría ser² la de una vidriera de la catedral de Friburgo donada por el propietario de unas minas hacia 1350.

En Transilvania, a principios del siglo XVI, se utilizan para extraer el mineral carros³ empujados a mano, con ruedas que ruedan sobre vigas de madera.

² En realidad no se ve qué está empujando el minero, que se identifica como tal por la vestimenta, el hecho de que lleva un hachón sujeto a lo que empuja y a que camina dentro de la que parece una galería, aunque de sección girada 90° para que se vea frontalmente, lo mismo que el camino seguido por el operario.

³ Que se conocerán como **perros de mina**, según algunos por el ruido que hacían al avanzar, similar a ladridos; según otros por asimilación al alemán de un vocablo húngaro que significa vehículo.



Figura 1: Perro de mina en la mina de Schwaz (Austria), en la primera mitad del XVI

El sistema se extiende a minas alemanas, donde es profusamente utilizado. Georg Bauer, *Agrícola*, en su libro *De re metallica*, publicado en 1556, en que describe con detalle las labores mineras, realiza también un detallada descripción y dibujos de este método de transporte, que en su forma más perfeccionada lleva ruedas delanteras pequeñas, guiadas por un perno que desliza en una *ranura*, manteniendo las ruedas sobre un camino de tablas de madera que cumplen el papel de carril. La caja tiene $0,9 \times 0,6 \times 0,2$ m³, es decir un volumen de aproximadamente $0,11$ m³, unas diez veces el de una puerta grande.

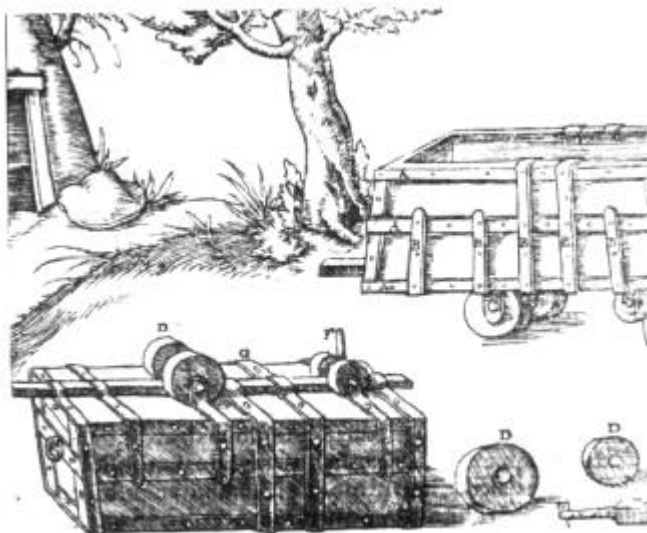


Figura 2: tomado de *De re metallica*, de Agrícola, 1556

Este sistema de transporte minero se extiende por gran parte de Europa, y continúa utilizándose, aunque de modo esporádico, casi hasta el siglo XX. Hacia 1560 el perro de mina llega a Inglaterra con la fundación de la Royal Minig Co., participada al 50% por capital inglés y mineros austríacos.



Figura 3: labores en la mina, según Muenster

Una figura de *Cosmographia Universalis* (1550), obra de Sebastián Muenster entre otras labores mineras muestra la salida de vagonetas de cuatro ruedas que circulan guiadas por el carril, presuntamente acanalado, sobre el que ruedan. Hay otros numerosos casos de transportes de minerales con *guiado por carril*, en general en vagonetas sobre ruedas, de distinto tamaño, normalmente arrastradas/empujadas por uno o dos hombres⁴ en minas subterráneas, y tiradas por un caballo a cielo abierto.

El carril también se utiliza esporádicamente durante el Renacimiento para aplicaciones distintas de las mineras. Así un dibujo del *Anonymus der Hussitenkriege* (~1430) muestra carros de cuatro ruedas iguales, sobre carriles de sección 7. A.Ramelli presenta en *Le diverse e artificiose machine* (1588) un dibujo en que un malacate⁵ eleva por un plano inclinado carros, cargados tierra, que tienen dos ruedas delanteras pequeñas y dos traseras grandes, de modo que la posición de la vagoneta es horizontal. Otro dibujo de B.Lorini en *Le fortificazioni* (1596) muestra un sistema análogo con carros de dos ruedas y carriles acanalados.

V.Zonca (*Nuovo teatro di machini et edificii*, 1607) ilustra un plano inclinado provisto de carriles sobre los que circula una plataforma con ruedas que transporta barcos entre el río Brenta y una laguna de Venecia.

4.- Los carriles del siglo XVII

El desarrollo del ferrocarril moderno a partir de los antecedentes mineros, y por lo tanto de los raíles metálicos tiene lugar fundamentalmente durante la Revolución Industrial inglesa que presenta al mismo tiempo la combinación de necesidades de transporte de

⁴ La pequeña sección de las galerías permitía el paso de las vagonetas y de los mineros, que se veían obligados a agacharse o incluso arrastrarse en ocasiones, pero impedía el acceso al interior de las minas de animales de tiro.

⁵ Cilindro vertical, movido por una caballería que camina en círculo, sobre el que se enrolla una cuerda cuyo extremo se une al carro; el funcionamiento es análogo al de una polea simple.

grandes caudales máficos de graneles, hasta entonces desconocidos, y la incipiente capacidad de fabricación económica de perfiles, de hierro primero, y luego de acero, que formarán las vías férreas.

Algunas soluciones y diseños se siguen tomando de explotaciones minerales centroeuropeas. Entre ellas destaca el *Riesen*, sistema en que los carros llevan cuatro ruedas de eje horizontal, que apoyan sobre el carril de madera, con superficie de rodadura plana, y cuatro ruedas menores, de eje vertical, que apoyan en la superficie interior del carril, manteniendo así el carro en posición. La primera mención conocida del *Riesen* es de 1564 en los archivos de la Real Oficina de Minas de Budapest y se tiene una descripción detallada en un diccionario minero vienés de 1667. Éste *guiado por rueda* se extenderá a otras minas, principalmente centroeuropeas y desaparece durante el siglo XIX, sustituido por el método inglés de *guiado por pestaña*. Con todo ha vuelto a utilizarse en el siglo XX, en los metros de París y de Montreal.

El transporte de hulla y otros minerales en la Inglaterra del siglo XVII se realizaba por barco o chalana por la red de canales y/o las rías y el mar. De modo general las minas estaban tierra adentro y el mineral se llevaba al embarcadero en carros tirados por caballerías, por caminos de tierra en los que las inclemencias del tiempo inglés y el uso creaban irregularidades importantes que suponían importantes resistencias a la rodadura.

Se sabe que en 1604 una mina de hulla cercana a la ría de Tyne utilizaba vías construidas con vigas de madera de pino, obteniendo así un apoyo liso para las ruedas de los carros; se desconoce el método seguido para evitar el descarrilamiento. Posteriormente, para aumentar la duración de las vías, se emplearon perfiles compuestos: viga de pino protegida en la cara de rodadura por tablas de madera dura.

Huntingdon Beaumont analiza la forma de reducir el esfuerzo de arrastre de los carros que transportan la hulla desde sus minas de hulla situadas cerca de New-Castle hasta el río. Manda colocar sobre el camino dos líneas paralelas de tablas de madera y, haciendo pasar las ruedas sobre ellas consigue que un solo caballo arrastre un gran carro cargado con 13 toneladas (1630). No hay constancia del sistema de guiado.

Conocido este éxito, el método, con variantes, se difunde rápidamente a los principales distritos mineros ingleses. El ancho de vía utilizado es normalmente el mismo de las rodadas de los caminos, para que los carros puedan ser utilizados sobre carriles de madera y en caminos corrientes.

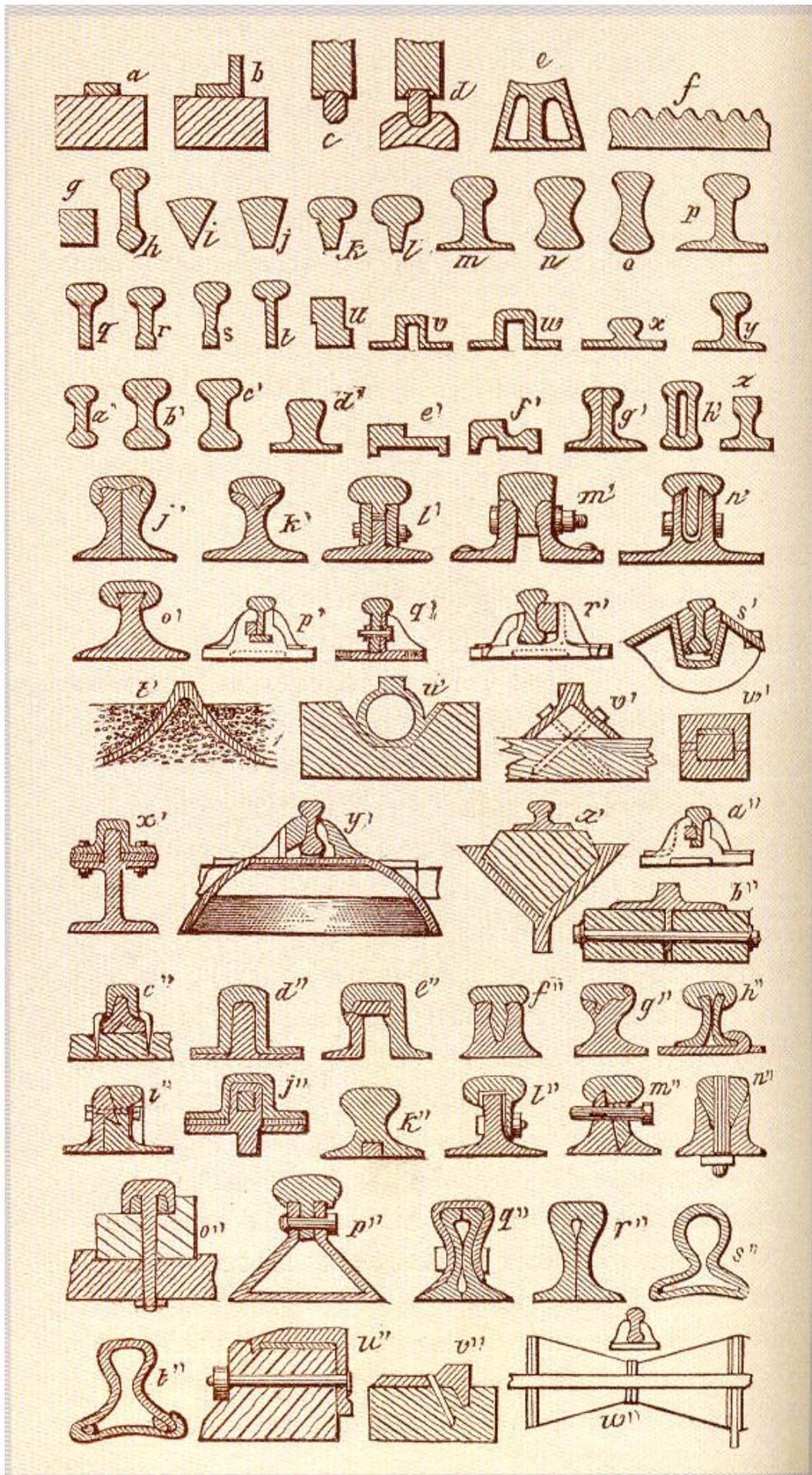


Figura 4: secciones de carriles de hierro y acero

3.- Carriles del siglo XVIII

En 1738 en la mina de Whitehaven, Inglaterra, se protege el carril de madera con *placas de hierro* fundido.

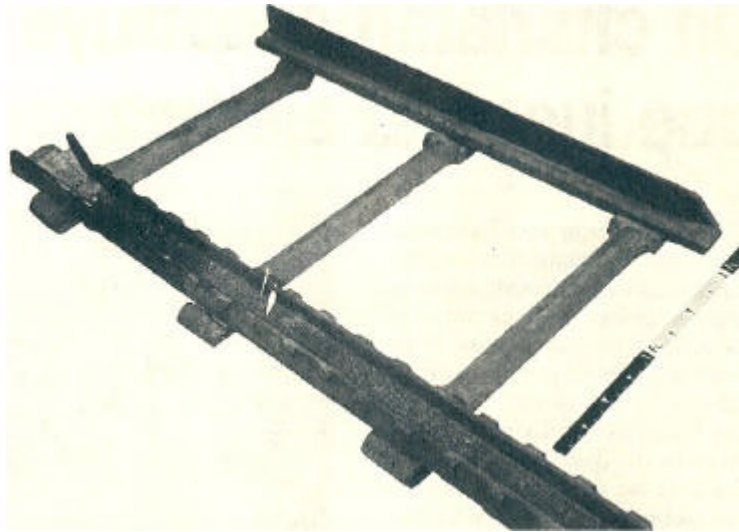


Figura 5: Carril fabricado en Coalbrookdale (~1770)

Richard Reynolds, copropietario de la fundición *Coalbrookdale Iron Works*, en Inglaterra se hace fabricar *perfiles de hierro fundido* con los que se hace construir en 1767 lo que se viene llamando el primer ferrocarril. Los elementos que forman la vía, según algunos en U y según otros en L tienen 1,5 m de longitud y 0,11 m de anchura, sobre traviesas de madera. Sobre dichas vías se mueven vagones, con ruedas también de hierro, tirados por caballos.

Benjamín Curr utiliza hacia 1776 *carriles de sección en L, de hierro fundido*. El mismo tipo de *perfil Curr* es empleado por C. Nixon para la mina Walbottle (Newcastle-upon-Tyne), pero *en hierro forjado*, de mayor resistencia que el fundido.

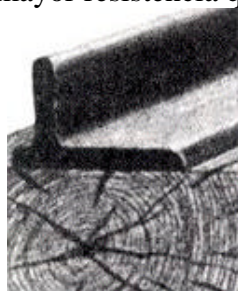


Figura 6: Carril Curr

Los carriles con sección en L, y con mayor razón los U presentan el inconveniente de la acumulación de polvo y barro que dificultan el paso de la rueda. Para subsanar este problema William Jessop construye en 1789 una línea férrea en Loughborough, Leicestershire, en la que el raíl tiene la cara de apoyo plana y la rueda lleva el reborde en L que hasta entonces estaba unido al carril. Se trata del primer *guiado por pestaña*, o sistema inglés, que acabaría por imponerse. El carril de Jessop es de igual resistencia al momento flector entre apoyos, aumentando la dimensión vertical de la viga según aumenta la distancia al apoyo; este perfil se conocerá como *edgerail*, *fish bellied* o vientre de pez y se usará en varias líneas inglesas.

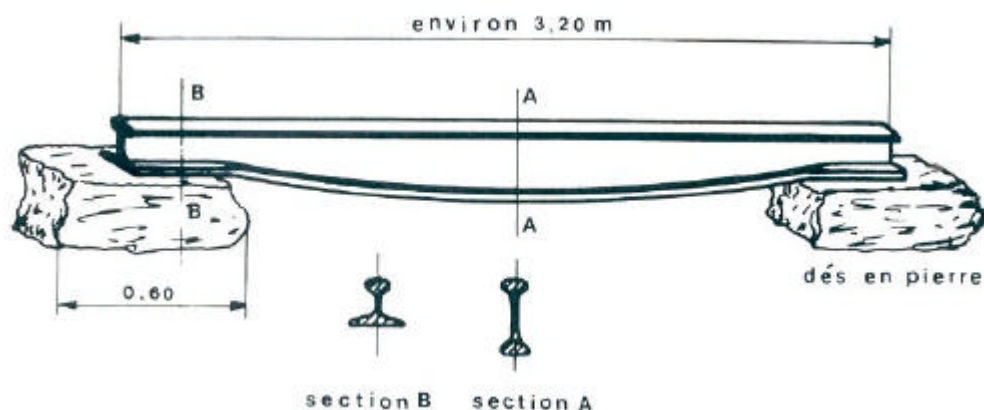


Figura 7: Carril de Jessop 1

El viajero francés Saint Fond en sus *Viajes a Inglaterra, Escocia, Hébridas, etc.* (1791), atestigua haber visto en el distrito de New-Castle vías carriles formadas por dos líneas paralelas de piezas de madera redondeadas en su parte superior sobre las que corrían vagones con ruedas metálicas cuya llanta estaba “ahuecada a modo de polea”. Se trataría de una línea antigua, puesto que, como se ha visto, ya en toda Inglaterra se usaban entonces raíles metálicos.

Durante el siglo y medio que dura aproximadamente el crecimiento en ebullición del ferrocarril, hasta fijar las características principales, a fines del XIX, se diseñan y ensayan varios centenares de tipos de carril; en las figuras 4 y 8 pueden verse algunos. En lo que sigue se señalarán los más destacados.

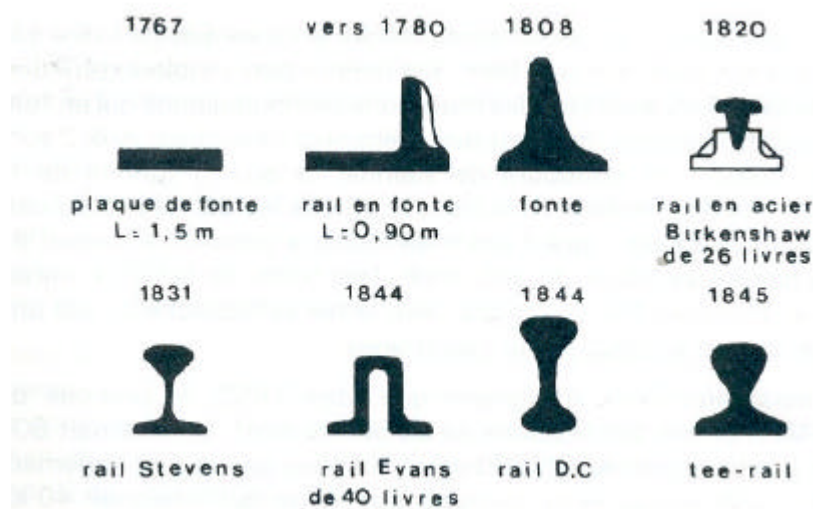


Figura 8: Evolución del carril entre mediados del XVIII y del XIX

En el último año del siglo, 1800, Benjamín Outram soporta los raíles de hierro sobre apoyos de piedra en lugar de traviesas de madera; el sistema se generaliza pronto en todos los distritos mineros y vino a llamarse *tramroad*⁶ por su primer constructor. Los raíles son de sección en L con el ala vertical en forma de vientre de pez invertido.

Gaspar Melchor de Jovellanos en su *Informe sobre el beneficio del carbón de piedra y utilidad de su comercio*, enviado a Carlos IV el 09.04.1789,⁷ texto en el que, argumentando la conveniencia de transporte adecuado entre minas y puertos, y haciendo referen-

⁶ Del que se derivará nuestro **tranvía** y vocablos similares en otros idiomas.

⁷ Que parece ser el primero en España s/ caminos de hierro.

cia a la solución británica por medio de canales y caminos de hierro de una o dos ruedas, dice:

“Dos barras paralelas, sentadas sobre el terreno a la distancia que señala la extensión del eje, reciben las ruedas, cuyo calce corre encajado en una muesca de su misma anchura abierta en la barra. Resulta, pues, una facilidad increíble en el movimiento de los carros, los cuales, deslizándose rápidamente sobre las barras, no sólo hacen su viaje con la mayor celeridad, sino también llevan con poco ganado y sin fatiga un carruaje enorme”

Hasta 1834 no comenzaron a construirse en Asturias los primeros caminos de hierro de España, aunque para uso exclusivamente minero. Como es sabido el primer ferrocarril construido en territorio español fue el de La Habana al Bejucal (1837), y el primero en la península ibérica el de Barcelona a Mataró (1848).

4.- Los raíles del siglo XIX

A principios del siglo el sistema de *tramroad* está generalizado en las zonas mineras británicas. El aumento del comercio y de la producción industrial lleva a que se comience a considerar la posible conveniencia de transportar otras mercancías, además de minerales, por *tramroads*.

Benjamín Wyatt diseña un carril oval con el que se construye una línea de 10 km de unas canteras al puerto de Penrhyn, al norte de Gales, que entra en servicio en 1801

En 1803 el ingeniero inglés Woodhouse desarrolla vías de ferrocarril con una sección en forma de U.

La primera locomotora de vapor de alta presión, terminada en 1803 por Richard Trevithick, puesta en servicio en febrero de 1804 en la acería Pen-y-Darren, en el sur de Gales se mueve a 8 km/hora arrastrando 5 vagones que totalizan 5 toneladas, más su peso propio de 8 toneladas; las vías, colocadas sobre madera sin otra cimentación, se hundían en el terreno, incapaces de mantener adecuadamente el peso mencionado.

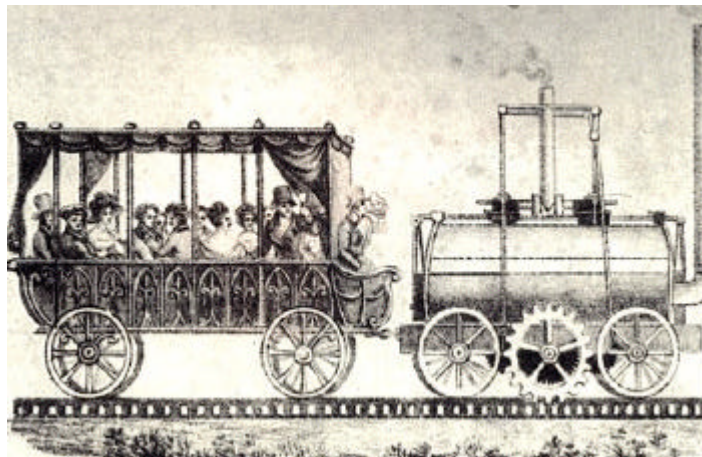


Figura 7: Ferrocarril de Blenkinsop

John Blenkinsop pone en servicio en Middleton, Inglaterra, el 12.08.1812 el primer tren cremallera; los *carriles llevan dientes de hierro* soldados a los lados exteriores, en los que engranan las ruedas dentadas de las locomotoras; con ello las ruedas no deslizan sobre los carriles, a pesar del reducido peso de la máquina y posibles pendientes elevadas en el recorrido, aunque haya que arrastrar vagones pesados.

La **primera línea pública⁸ de ferrocarril** de viajeros (y de transporte del carbón de la mina de Killingworth) se inaugura el 27.09.1825 entre Stockton y Darlington. Su constructor, George Stephenson, que también lo fue de la locomotora **Locomotion**, estableció el ancho de vía en 4'8½'' porque era la separación entre las ruedas de los carros que venían transportando el carbón en la zona; éste ancho era el adoptado para todos los carros por ser la distancia entre las roderas de los caminos, y venía siendo utilizado sin interrupción desde los primeros carros que circularon en las islas británicas, llevados por los romanos, que a su vez habían adoptado el ancho normal de los griegos, que lo tomaron de Mesopotamia y Egipto, donde se había impuesto como la medida adecuada a la tracción pareada. Dado el éxito de éste ferrocarril, y del siguiente de los Stephenson padre (George) e hijo (Robert), entre Liverpool y Manchester (1830), otras muchas líneas de ferrocarril utilizaron locomotoras Stephenson que, salvo petición especial, prefería usar la mencionada separación entre ruedas de 1435 mm, puesto que había diseñado su prototipo de acuerdo con ello. Hubo muchas discusiones sobre cuál sería el ancho de vía más conveniente según las circunstancias de cada tendido y mercancía transportada, y se construyeron ferrocarriles con separación entre centros de carriles comprendidos entre 0,60 m (ferrocarriles mineros, con algún ejemplo en Asturias) hasta los 7' (2134 mm) de un ferrocarril de Brunel, en la misma Inglaterra, pero finalmente el ancho normal, con gran diferencia el más utilizado es el derivado de una especificación adoptada hace unos 6.000 años en la llanura del Tigris y el Eufrates.

Los raíles fueron del tipo *fish bellied*, la mitad de hierro pudelado maleable, con patente de Birkinshaw, y la mitad de hierro colado, ésta última para disminuir la inversión, puesto que costaban la mitad de los anteriores; pesaban 28 lb/yard (unos 12 kg/m) y la altura era de 2'' en el asiento del *cojinete* y 3¼'' en el centro

En la siguiente línea construida por los Stephenson, entre Liverpool y Manchester (1830) el carril es también tipo vientre de pez.

En 1830 el americano Robert Livingstone Stevens concibe el perfil moderno con placa de apoyo en la parte inferior y bulbo en la superior, sobre el que apoya la rueda; a pesar de ello, hasta 1844, con la puesta en marcha de la primera laminación de raíles en América, en U.S.A. continuarán usando vigas de madera recubierta con placa metálica, por el elevado costo del carril importado de Inglaterra.

Este diseño de rail es introducido en Europa por Charles Blacker Vignoles, con cuyo apellido, perdida la S final, se designará en adelante la sección de carril que ha llegado a nuestros días para líneas ferroviarias; al principio se llamó *rail americano*.

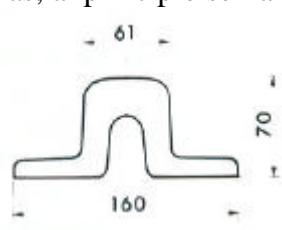


Figura 9: Carril Brunel

Brunel utiliza un carril en forma de U invertida, con apoyo en chapas a ambos lados de la U, inicialmente de 21 kg/m y luego (1839) con un peso de casi 31 kg/m; el carril Brunel se utilizó en las líneas de la Great Western.

⁸ Que podía usar cualquiera que pagara el precio establecido, tanto para vagones tirados por animales como por locomotoras.

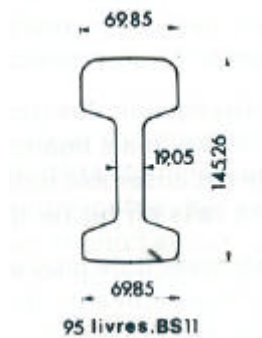


Figura 10: Carril de doble cabeza

El carril de doble bulbo o cabeza comenzó a usarse hacia 1840; aunque pronto será considerado obsoleto frente al Vignole, perdurará, con escaso uso, hasta mediados del siglo XX.

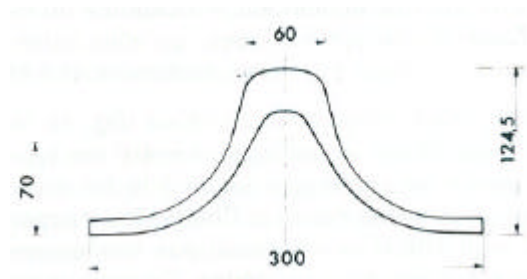


Figura 11: Carril Barlow

El carril Barlow, patentado por éste en 1839 estaba diseñado con la intención de ser colocado directamente sobre el balasto, sin el intermedio de traviesas. Entre otras líneas, inglesas y francesas, el perfil Barlow se adoptó para toda la línea Zaragoza-Barcelona. La dificultad de rellenar bien el interior con el balasto, entre otros inconvenientes, llevó a frecuentes roturas que acabaron en el desecho del diseño.

En su *Historia de los ferrocarriles*, de 1866, José Gil y Montaña menciona otros diseños usados alguna vez, y más o menos distantes del definitivo, como es el rail de cruz, de Adams, con brazos de 35 cm

En 1850 ya existen 23.504 km de líneas férreas en Europa y 14.515 km en Estados Unidos de América. La mayor parte utiliza el carril Vignole, pero con ligeras variantes dimensionales que impiden la fabricación en series muy grandes, lo que hubiera abaratado el producto.

Los ingleses llevan alguna delantera técnica, pero pronto la fabricación de carriles se realiza en todos los países industrializados.

En España Duro y Cía tiene un primer fracaso en la década de 1870, produciendo carriles de calidad insuficiente, lo que hará peligrar el desarrollo de la fabricación del rail por la siderurgia española durante algunos años. A principios del siglo XX ha resuelto sus problemas, como prueba el catálogo de 1908 del que se ha reproducido la figura 15.

Carriles y placas.

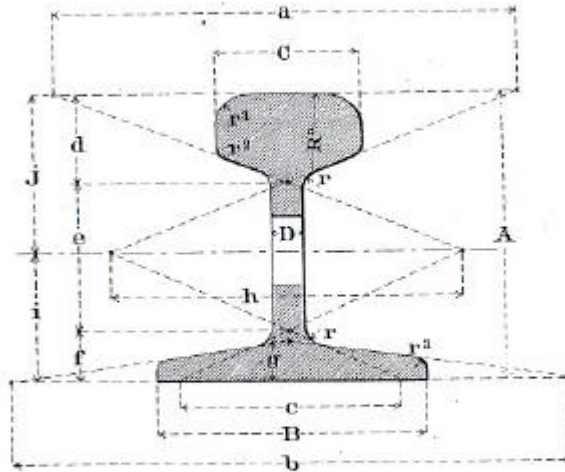


Figura 12: Carril de Duro-Felguera, 1908

Producía carriles Vignole de peso comprendido entre 4,5 y 40 kg/m

5.- La mayoría de edad del carril de hierro

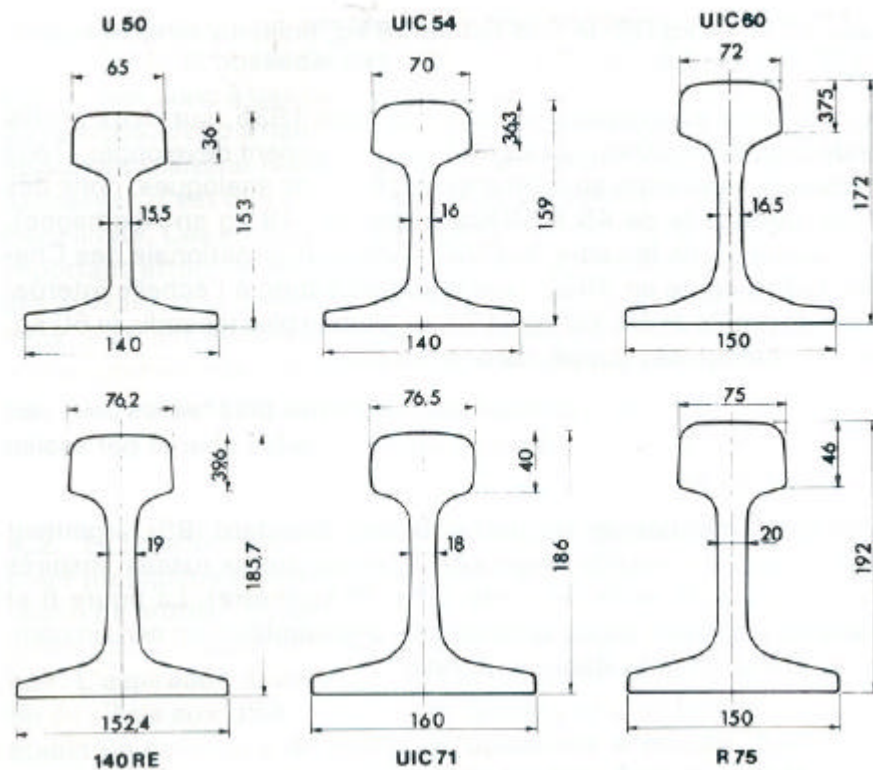


Figura 13: Carriles UIC actuales

Habiendo quedado como único carril ferroviario tras los numerosos ensayos, el tipo Vignole solo tendrá variaciones de detalle, con modificaciones dimensionales, aumentando su peso lineal y especificaciones más exigentes en tolerancias de dimensión y de composición química y estructural, habiendo existido un esfuerzo por la normalización, tendencia que continúa.

Han quedado otros carriles especiales, como una variante del Brunel para pódicos o el de tranvía vías portuarias, que se encaja en el terreno.

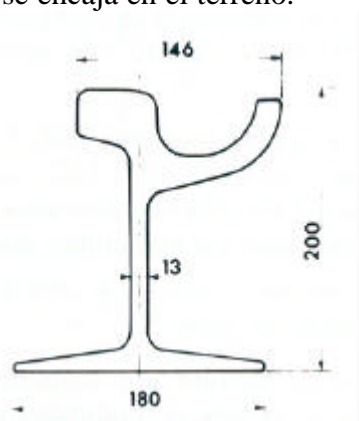


Figura 14: Rail de tranvía

Otro carril especial es el de cremallera: por ejemplo en España se inaugura el 21.03.1931 la línea de Ribes de Freser a Núria, de 12,5 km, de los que 7 son de crema-

llera con rampas de hasta 150%. Traviesas metálicas, carril Vignole de 20 kg/m, cremallera ABT doble y de dientes alternados de 8 dientes/m y 19 kg/m.



Figura 15: Carril de cremallera

Los carriles actuales se fijan directamente a las traviesas; tienen longitud de más de 250 m y se unen por soldadura de sus extremos, formando un carril continuo.

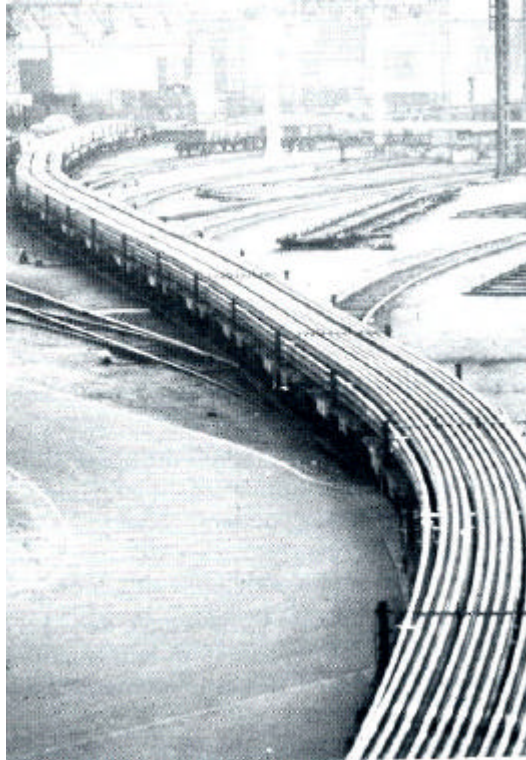


Figura 16: Transporte por ferrocarril de raíles de 336 m

6.- El carril sin rozamiento

El 07.01.1962 se llevan a cabo las primeras pruebas de tren suspendido sobre colchón de aire en una vía de 3 km; el rozamiento es nulo, lo que permite alcanzar los 200 km/hora en 1965 y 345 km/hora unos años después.

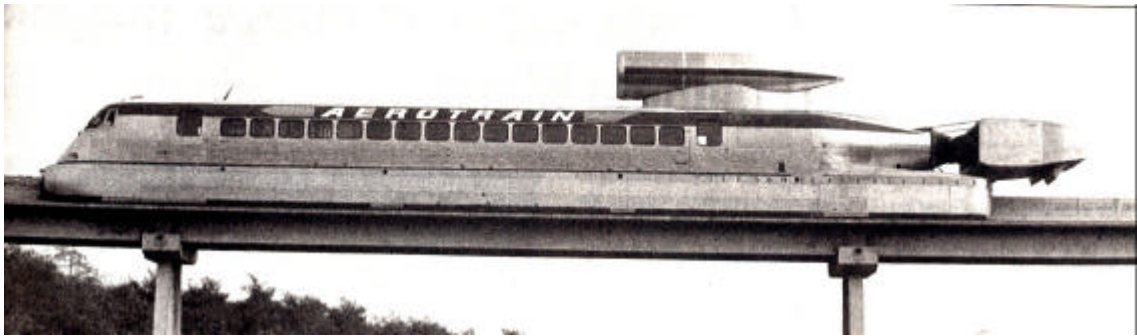


Figura 17: Tren sobre colchón de aire

Messerschmidt-Bölkow-Blohm presenta el 06.05.1971 el primer vehículo dotado de un sistema de suspensión y transporte magnético. El 11.10.1971 Krauss-Maffei realiza una demostración con el prototipo de tren que levita a corta distancia de la guías gracias a campos electromagnéticos de gran intensidad. El vehículo no toca el carril, con lo cual el rozamiento es también nulo.



Figura 18: Tren con levitación magnética

Desde 1975 se vuelve al sistema tradicional rueda-carril para altas velocidades ferroviarias, lo que llevará a requerir a los raíles tolerancias dimensionales y de composición más estrechas. El TVG francés alcanza 380 km/hora en 1981. El A.V.E. circula de Madrid a Sevilla en 1992.

Referencias

Adaro Ruiz, Luis, Datos y documentos para una historia minera e industrial de Asturias, tomo I, edit. Suministros Adaro, S.A., Gijón 1981

Alias, Jean, *Le rail*, editorial Eyrolles, Paris 1987

Derry, T.K.; Williams, Trevor I., *Historia de la tecnología*, editorial Siglo XXI, Madrid 1995, tomo I

Gil y Montaña, José, *Historia de los ferrocarriles*, Barcelona, 1866

Moreno, Jesús, *Prehistoria del ferrocarril, Vía libre*, Madrid 1986

VV.AA., *Crónica de la técnica*, editorial Plaza & Janés, Barcelona 1989

VV.AA., *Historia de la tecnología en España*, tomo I, Madrid 2002