



FUNDACIÓN DE LOS
FERROCARRILES
ESPAÑOLES

colección
MONOGRAFÍAS
del **FERROCARRIL**
HUMANIDADES

PREHISTORIA DEL FERROCARRIL

Jesús Moreno



Reedición, 2018

HUMANIDADES

Prehistoria del ferrocarril



Jesús Moreno

Fundación de los Ferrocarriles Españoles



Reedición, diciembre de 2018



COLECCIÓN MONOGRAFÍAS DEL FERROCARRIL

Prehistoria del ferrocarril

Ilustración de cubierta: J. M. W. Turner, *Lluvia, vapor, velocidad*.

Ilustración de portada: litografía que recrea el tren utilizado para la inauguración de la línea de Barcelona a Mataró el 28 de octubre de 1848. AHF-MFM (Archivo Histórico Ferroviario. Museo del Ferrocarril de Madrid).

Reedición, diciembre de 2018

© De esta reedición, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2018

Coordinación editorial, revisión y maquetación: Lourdes Orozco Torres

Diseño de cubiertas y tratamiento de imágenes: Belén Romeo

ISBN: 978-84-947477-9-3

Depósito Legal: M-42116-2018

Nota editorial

La presente monografía es una reedición de la obra *Prehistoria del ferrocarril*, publicada por fascículos por su autor, el ingeniero Jesús Moreno Fernández, en la revista *Vía Libre*, entre los años 1983 y 1986. Más de treinta años después, la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, en cumplimiento de sus fines —entre los que figuran fomentar el conocimiento y la utilización por la sociedad del ferrocarril, la investigación sobre el ferrocarril y la formación especializada en todo lo relacionado con el ferrocarril, al igual que divulgar, a través de la edición de publicaciones, aspectos técnicos, económicos y sociales relacionados con el sector ferroviario—, ha abordado la tarea de revisar el coleccionable y reeditararlo en forma de monografía para que pueda ser de acceso libre en el ámbito docente, investigador, profesional y técnico del sector ferroviario, y pueda servir como medio de divulgación de los orígenes y antecedentes del ferrocarril actual entre el público en general.

Texto de gran interés, un clásico que en la actualidad puede considerarse obra de referencia, constituye un trabajo de gran relieve que compendia una abundante documentación textual y un completísimo respaldo gráfico. Jesús Moreno se enorgullecía, según declaró hace años en una entrevista, de poder presentar al lector una abundante colección de ilustraciones, procedentes en su mayor parte de fuentes originales extranjeras, y de haber sacado a la luz los magníficos fondos gráficos ferroviarios de nuestras bibliotecas. En sus entregas, el autor pormenorizó todos los factores que de algún modo contribuyeron al nacimiento del ferrocarril en distintos escenarios históricos y geográficos. Efectuó un interesante análisis de la cuestión del diferente ancho de vía español y expuso las razones que, según los documentos consultados y según sus propias conclusiones, llevaron a establecer el ancho de vía de seis pies castellanos (1,67 m) en la Real Orden de 31 de diciembre de 1844, una medida que se mantuvo irremediablemente en la legislación posterior. Además de todo lo anterior, incluyó un “regalo” literario en el anexo final de la serie, que contiene la traducción —realizada por Rafael Lassaletta— de cinco poemas de William Wordsworth, en esas fechas inéditos en español, vinculados al ferrocarril.

La publicación de esta reedición ha sido posible en primer lugar por la generosidad y buena disposición mostrada por Lucila Andrés, viuda de Jesús Moreno, que desde el principio se entusiasmó con la idea de la reedición del coleccionable y se ofreció a colaborar en todo lo que fuera necesario. La Asesoría Técnica de la Fundación allanó el camino para la publicación

al realizar todos los trámites legales, principalmente el acuerdo con la familia del autor —que ha cedido a la Fundación de los Ferrocarriles Españoles los derechos de edición, reproducción y distribución de la obra— y la conformidad de la Dirección de Comunicación, Marca y Publicidad de Renfe Operadora, como dependencia heredera del antiguo GIRE (mediante el cual dicha obra fue publicada por fascículos en la revista *Vía Libre*), para la revisión, maquetación y edición del texto e imágenes de la obra, para favorecer el cumplimiento de los objetivos estatutarios de la Fundación, así como la divulgación y promoción del ámbito ferroviario. Fundamental ha sido la aportación del Archivo Histórico Ferroviario del Museo del Ferrocarril de Madrid, por su trabajo técnico de catalogación y digitalización de la mayor parte de las imágenes del libro, conservadas en la Fototeca del Archivo. También ha trabajado en la digitalización de imágenes la Biblioteca Ferroviaria del Museo del Ferrocarril de Madrid, donde se puede consultar tanto la edición original de *Prehistoria del ferrocarril* como la bibliografía y los documentos que se reseñan en ella.

La Gerencia de Servicios en Red y Producción Editorial de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles ha asumido las tareas de coordinación editorial necesarias para la reedición del libro. A partir del pdf que se creó mediante el escaneado de la edición impresa de los números de *Vía Libre* en los que apareció el coleccionable (de noviembre de 1983 a mayo de 1986), se han extraído todos los textos y se ha realizado un trabajo de revisión para mejorar su presentación y corregir posibles erratas. Se ha respetado fielmente el estilo original y no se ha alterado el texto en ningún caso, de modo que, teniendo en cuenta que se escribió en los años ochenta y que el mundo ha cambiado mucho desde entonces, se incluyen varias menciones que hoy resultan anacrónicas (por ejemplo, cuando se habla de la “actual Yugoslavia” o se indica “hoy Leningrado” para referirse a San Petersburgo). Únicamente se ha actualizado la ortografía conforme a la edición de 2010 de *Ortografía de la lengua española* de la Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española, y se ha optado por suprimir el punto final en las abreviaturas de las medidas (m, km, kg, km/h, t, etc.), quitar la tilde a la conjunción “o” cuando va entre cifras, o acentuar las mayúsculas en todos los casos. Asimismo, se ha ajustado el formato de las referencias bibliográficas incluidas en el libro a las normas de la American Psychological Association (APA). Por lo que respecta a la maquetación, es completamente nueva y se ha realizado de forma expresa para *Prehistoria del ferrocarril*, adaptándola a las características de la Colección de Monografías del Ferrocarril de la Fundación, dentro de la cual lleva el número 7. También se ha realizado dentro de esta Gerencia el trata-

miento de imágenes para mejorar su calidad y el diseño de las cubiertas de la monografía. Ha sido un trabajo en equipo y esperamos que su resultado no deje indiferente a ningún lector.

Diciembre de 2018

**Gerencia de Servicios en Red y
Producción Editorial**

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Agradecimientos:

Lucila Andrés, Jesús Benítez, Ana Cabanes, Iñaki Garay, Alberto García, Gonzalo García 'Garcival', Raúl González, Amparo Gutiérrez, Raquel Letón, César López, Leticia Martínez, Miguel Muñoz, Antonio Olivares, Mariano de la Orden, Lourdes Orozco, José Mariano Rodríguez, Belén Romeo, Amparo Suárez, Raquel Zabala.

Prólogo

Tuve el honor de conocer a Jesús Moreno en 1996 cuando yo andaba preparando el I Congreso de Historia Ferroviaria, que celebraríamos dos años después en Alicante y que, a la postre, sería la matriz de una serie de encuentros que se han mantenido hasta ahora. El Maestro Moreno —porque uno no se puede referir a él en otros términos que no sean estos— acababa de publicar su monografía *El ancho de vía en los ferrocarriles españoles. De Espartero a Alfonso XIII*, y se dirigió a mí para consultarme si consideraba oportuno que presentara una comunicación sobre dicho tema en el mencionado congreso. Obviamente, no dudé ni un instante en decirle que sí.

De aquella larga entrevista recuerdo, sobre todo, su distraída e instructora mirada, que no escondía más que la humildad que da la sabiduría. Porque, ciertamente, una cosa es conocer y otra, muy distinta, saber. Lo primero puede estar al alcance de muchos, lo segundo es privilegio de muy pocos. El Maestro era uno de ellos. Recibí una gran lección de historia ferroviaria que me hizo ver el acierto que representaba mi decisión de dedicarme a esta noble tarea, por supuesto, independientemente de la fortuna que uno logre en ella.

Jesús Moreno era hijo de un maquinista de locomotoras de vapor, a quien hacía responsable de su interés por ese mundo. Fue capaz de cursar los estudios de ingeniería industrial, lo cual ya suponía un logro hercúleo para el hijo de un modesto ferroviario de los años cuarenta y cincuenta. Ingresó en Renfe en 1960, donde desarrolló toda su actividad profesional vinculado, fundamentalmente, a la seguridad en la circulación. Era, en pocas palabras, un ferroviario de fuste.

Él decía que gracias al *Diccionario razonado de los Ferrocarriles españoles* —editado en 1869— decidió comprender la aparente paradoja que supuso haber optado por un ancho de vía diferente al que se estaba imponiendo claramente en el resto de Europa. Su acceso a los archivos de MZA, custodiados entonces en Málaga, y la lectura del libro de Francisco Wais y de la obra del Centenario acabaron soldando la auto encomienda.

Pero, como ocurre en toda investigación, fue generando una gran cantidad de material sobre los orígenes ferroviarios que acabó tomando vida propia como *Prehistoria del ferrocarril*, la monografía que tengo la fortuna de prologar. Este «subproducto», como curiosamente lo calificaba, le llevó varios años de duro trabajo realizado sobre una ejemplar inves-

tigación archivística —AGA y archivo del Ministerio de Asuntos Exteriores—, para lo cual contó con la colaboración de la archivera Concha Pintado, quien se merece un homenaje de todos nosotros tras varias décadas de inagotable e impagable quehacer; y sobre una erudita lectura de numerosas monografías procedentes del British Council de Madrid y de las bibliotecas de la Escuela de Ingenieros de Caminos y de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, enorgulleciéndose en particular de esta última.

Con *Prehistoria del ferrocarril* su autor pretendió hacer frente a dos circunstancias. Primero, aprender de los graves errores técnicos que se cometieron en los orígenes del ferrocarril, en particular en España. Y segundo, superar las carencias técnicas que tienen los historiadores para llevar a cabo sus interpretaciones.

Esta monografía constituye una obra pionera de lo que hemos denominado Historia de la Técnica. El autor la organiza sobre una idea germinal que, claramente inspirada en el darwinismo, trata de demostrar, por un lado, que fueron varias las líneas evolutivas que protagonizó el ferrocarril, y, por otro, que la que se impuso no fue la más avanzada tecnológicamente, sino aquella que reunía mejores condiciones para adaptarse a los cambios que trajo consigo la Revolución Industrial inglesa durante el último cuarto del siglo XVIII y el primero del XIX. Era este, no cabe duda, un enfoque novedoso y sugerente que discutía el paradigma canónico, sólidamente asentado por Walt W. Rostow en los artículos y libros que publicó entre 1957 y 1963, de que el ferrocarril fuera uno de los desencadenantes singulares de la Revolución Industrial. Años más tarde, el revisionismo de investigadores como R.C. Allen, Gregory Clark o Jan de Vries ha venido a ratificar, en alguna medida, que aquella se asemejó más a una acumulación de cambios que al *take-off* rostowiano.

Para demostrar sus tesis, Moreno describe y analiza cada uno de estos modelos ferroviarios, atendiendo a sus particularidades técnicas y tecnológicas, lo cual, más allá del éxito que obtenga a la hora de explicar por qué acabaron fracasando, conforma un acervo epistemológico que justifica por sí misma la obra. Aunque toma como base los clásicos trabajos de Lewis, Marshall y Baxter, este marco referencial es claramente desbordado a lo largo de la obra por el uso de una gran cantidad de monografías, anotaciones y datos que hacen visible, lógicamente, la notable sapiencia que sostiene el ensayo. Cada uno de sus capítulos constituye, en realidad, una particular enseñanza de historia técnica y tecnológica ferroviaria que justifica sobradamente su reedición. Es cierto que ya se había publicado en *Vía Libre*, pero su reunificación en una sola obra era más que recomendable habida cuenta de su originalidad.

La publicación de *Prehistoria del ferrocarril* constituye, por último, un merecido homenaje a un investigador que fue capaz de dedicar numerosas horas de trabajo a desvelar uno de los capítulos más decisivos de la historia ferroviaria. Jesús Moreno nos ha permitido saber que el ferrocarril constituyó una aspiración de las sociedades con la que trataron de resolver las deficiencias que padecían sus ofertas de movilidad; únicamente hizo falta la cristalización del contexto necesario para que se demostraran erróneas las profecías negacionistas –como el aforismo francés «*ville traversée, ville perdue*»–, en definitiva, para que el ferrocarril triunfara.

Gracias, Maestro.

Miguel Muñoz Rubio

Introducción

La mayoría de los lectores españoles, y probablemente muchos ferroviarios, asocian la figura de George Stephenson (1781-1848) con el nacimiento del ferrocarril. Esta errónea creencia se debe a la casi total ausencia de trabajos sobre el tema en nuestra escasa historiografía ferroviaria. Es bien sabido, sin embargo, que el ferrocarril, aunque no fuera designado con esta palabra, llevaba ya varios siglos de existencia, antes de Stephenson, luchando por salvar los obstáculos técnicos y económicos que iban surgiendo en su largo proceso de perfeccionamiento. Se trata de un amplio y extenso período del que nuestros lectores, seguramente, tienen escasa información. Con el fin de tratar de llenar esta laguna y, al mismo tiempo, enriquecer nuestra cultura ferroviaria, se ha elaborado este trabajo relativo a los orígenes del ferrocarril. Por referirse a los acontecimientos precedentes a la historia ferroviaria generalmente conocida, lo hemos titulado prehistoria, incluyendo en él desde la aparición de las más lejanas y débiles huellas del ferrocarril hasta la década 1830-40, cuando comienza a difundirse por el mundo este —para nosotros entrañable— modo de transporte.

Más que elaborar una descripción de los hechos acaecidos, se ha pretendido articular éstos, con objeto de mostrar en cada fase por qué y cómo procedieron nuestros antepasados ferroviarios. A semejanza de lo ocurrido con los organismos vivos, hubo diversas líneas en la evolución ferroviaria, pero sólo triunfó la que poseía mejor técnica y estaba más adaptada a los condicionantes socio-económicos del momento.

El trabajo consta de diez capítulos; los cuatro primeros están dedicados a las diversas líneas de evolución seguidas por el transporte guiado; los cinco siguientes se refieren al ferrocarril propiamente dicho, es decir, guiado por ruedas con pestaña; el décimo y último trata de un tema muy poco conocido: los ferrocarriles que hemos denominado exóticos. Como las plantas importadas de otras tierras, pocos lograron aclimatarse en el campo ferroviario. La participación española durante este período prehistórico, escasa aunque no despreciable, se incluye con detalle en los capítulos segundo, noveno y décimo.

Si exceptuamos la prehistoria española, en los seis primeros capítulos hemos seguido, fundamentalmente, a M. J. T. Lewis, *Early wooden railways* (1970); en el capítulo octavo, relativo a la locomotora de vapor, nos hemos guiado por D. Marshall, *A history of railway locomotives down to the end of year 1831* (1953); mucho material de los capítulos siete y nueve se ha obtenido de la obra de Lewis, antes citada, y de las

de D. Marshall, *A history of British railways down the year 1830* (Red. 1971), y B. Baxter, *Stone blocks and iron railways* (1966). Estos autores se citan aquí una vez por todas. Las restantes fuentes utilizadas se indican en las notas a pie de página.

Se ha intentado exponer las cuestiones técnicas de la forma más elemental posible. No obstante, para los lectores que no posean los conocimientos básicos o los tengan parcialmente olvidados, se han incluido unos recuadros, fuera del texto, con los conceptos fundamentales.

La documentación gráfica, en muchos casos verdaderamente imprescindible para la comprensión del texto, se ha obtenido, siempre que ha sido posible, de las fuentes originales. A este respecto, interesa destacar la importante contribución de nuestros fondos nacionales, que, en su mayoría, salen ahora por primera vez a la luz. Estos fondos pertenecen a la Biblioteca Nacional, la Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos y su homóloga de Minas. Otras ilustraciones provienen de diversos museos y bibliotecas de Gran Bretaña, Francia, Alemania, Suecia, Austria y Bélgica.

Resulta sorprendente comprobar cómo en este período prehistórico de las vías ferroviarias se aplicaron o propusieron muchas ideas, hoy en día consideradas de actualidad. Por ejemplo, hay pruebas concluyentes sobre la utilización de contenedores, transporte intermodal, banalización del personal, preocupación prioritaria por la regularidad, etcétera, así como una serie de visiones certeras del futuro en aquellos hombres que propusieron la barra larga soldada, el coche-restaurante o la nacionalización de los ferrocarriles, antes de que se hubiese construido red alguna.

Aquí y ahora, cuando la fuerte competencia con otros modos de transporte exige de los ferroviarios perspicacia e imaginación, es de desear que este análisis retrospectivo del pasado les sea de alguna utilidad. Conviene recordar, parafraseando a un ilustre historiador, que, si hemos dejado de preocuparnos del pasado, difícilmente seremos capaces de tener fe en el futuro.

Capítulo 1

LAS RAÍCES PRIMITIVAS

1. La era preferroviaria

El día 15 de septiembre de 1830 es una fecha crucial en la historia del ferrocarril. Después de cinco años de incertidumbres y dificultades, los promotores de la línea de Liverpool a Manchester veían, ese día, coronados sus esfuerzos con la solemne inauguración de un modo de transporte que habría de cambiar la faz de la Tierra. Por vez primera, coincidían allí una serie de peculiaridades que, en los años precedentes, habían aparecido aisladamente en otras líneas de ferrocarril. Helas aquí.

- Servicio público.
- Tráfico de viajeros y mercancías.
- Transporte de carruajes ordinarios (berlinas, diligencias, etcétera) sobre vagones plataforma.
- Carriles de hierro.
- Unidades de transporte de gran capacidad, constituidas por un motor y una serie de vehículos remolcados.
- Locomotoras de vapor en simple, doble e incluso triple tracción.

Si sustituimos los carruajes ordinarios por los automóviles, el hierro por el acero y la tracción vapor por la diésel o eléctrica, pocas diferencias habríamos de encontrar respecto al ferrocarril actual, prescindiendo, por supuesto, de los avances tecnológicos logrados desde entonces. No debe extrañarnos, por consiguiente, que se haya considerado la apertura de este ferrocarril como el punto inicial de la era ferroviaria. El impacto político, social y económico de este acontecimiento fue trascendental, tanto en la propia Inglaterra como en las demás naciones. A los pocos años, un escritor de nuestro país, recogiendo el sentir de los europeos, calificaba este transporte perfeccionado de veloz, barato, capaz, cómodo y seguro, cualidades en continuo y ascendente perfeccionamiento a través de los tiempos¹.

Ahora bien, cualesquiera de las peculiaridades presentes en la línea de Liverpool a Manchester carecen de raíces venerables. La aplicación del hierro a los carriles es de hace casi dos siglos, la locomotora de vapor data de los primeros años del siglo XIX, el concepto de tren tampoco va mucho más allá. Hay una extensa era preferroviaria en la que el ferrocarril sólo utilizó la madera reforzada con algo de hierro

como elemento principal². Durante los cuatro siglos precedentes al XIX, se pueden constatar una serie de intentos, tanteos, fracasos y éxitos encaminados a asentar, con solidez, este revolucionario modo de transporte. Toda esta era preferroviaria, anterior al nacimiento del ferrocarril moderno, será el objeto de este trabajo. Es un período apasionante, como muchos otros de la Historia del hombre, a través del cual iremos sacando a la luz el largo proceso seguido por las distintas líneas del progreso técnico. En algún caso, la línea acabó por extinguirse, una llegó al éxito, pero hay otras que parecen dormir a la espera de una eclosión inesperada.

2. ¿Qué es un ferrocarril?

Para sumergirnos en los orígenes más remotos del ferrocarril, no sirve definir éste con las peculiaridades que poseía al comienzo de la era ferroviaria. Precisamos encontrar algo más profundo y esencial, algo que defina nuestro campo de estudio, con el fin de bucear en el pasado en su búsqueda.

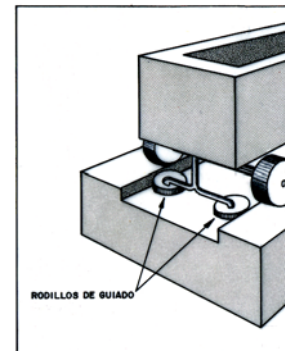
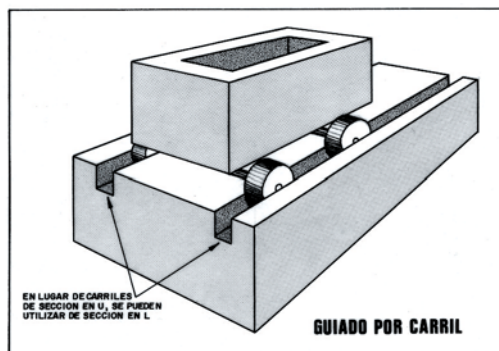
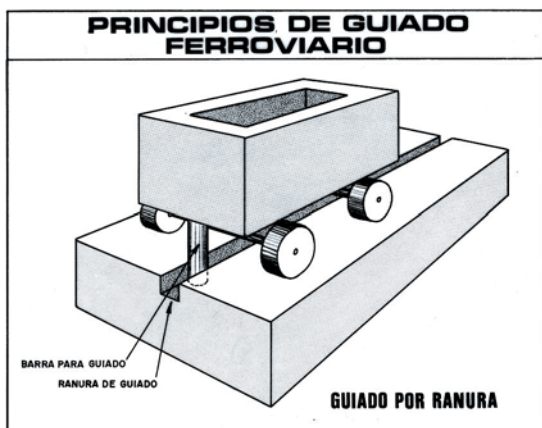
En la técnica del transporte hay dos dificultades que superar: el rozamiento y la gravedad en los desniveles. No es precisamente una casualidad el hecho de que el transporte aéreo se inicie en época reciente por los graves problemas que implica vencer la gravedad y que el transporte acuático, con escaso rozamiento a velocidad moderada, en un medio horizontal, haya precedido al transporte terrestre.

La línea de progreso del transporte terrestre, sin juzgar la cronología, está muy clara: arrastre de objetos, utilización de troncos, rodillos, trineos y, por fin, la rueda (fig. 1), uno de los avances tecnológicos más antiguos deducido, al parecer, del movimiento giratorio del torno del alfarero³. Con objeto de reducir el rozamiento, la línea de progreso conduce a alisar todo lo posible el camino de deslizamiento o rodadura, así como el patín o la llanta. Pero alisar es muy costoso, especialmente cuando se trata del camino, lo que lleva, inexorablemente, a reducir al máximo las superficies en contacto. Con ello, se crea indirectamente un nuevo problema, pues en estas nuevas condiciones es muy fácil que un patín o una rueda abandonen la superficie estrecha del camino, es decir,

² Resulta un contrasentido la expresión ferrocarril de madera, dado que ferrocarril, como veremos más adelante, significa camino o vía de hierro. No obstante, en algún caso se ha utilizado esta expresión, para evitar *xilocarril* (de xilo, madera), que sería lo correcto, pero ajeno al contexto ferroviario actual.

³ Ch. Singer y otros: *A History of Technology*, 3ª ed. Oxford, 1956. Hay traducción castellana resumida en T. K. Dray y T. I. Williams: *Historia de la tecnología*. Siglo XXI, 1977.

¹ F. García Carrasco: *Caminos de hierro*. Madrid, 1849.



hay que resolver la dificultad mediante un sistema de guiado. En esto reside, ni más ni menos, la esencia del ferrocarril: una vía artificial por la que se guían vehículos que circulan sin poder abandonarla.

La costumbre y las realizaciones a la vista del hombre de hoy nos llevan a asociar la rueda con pestaña y el ferrocarril, pero esto es un error, al menos en el sentido más profundo de su significado. Hay otros principios de guiado tan ferroviarios como el de la rueda con pestaña. Aún más, en un futuro, ni siquiera hará falta la rueda, el guiado por sustentación magnética está al alcance de la mano (fig. 2).



Fig. 1. Uno de los primeros testimonios de la rueda. Detalle del mosaico llamado *impropiamente* “El Estandarte” (Ur, hacia 3500 a. C.) (British Museum).

3. El ferrocarril mítico

Un poderoso rey asirio, Tiglatpileser I, cuyo reinado se extiende desde el año 1114 al 1076 a. C., nos ha dejado un testimonio sorprendente en la relación de sus hazañas grabadas en arcilla. A pesar de que la traducción del escrito al lenguaje actual sólo da una idea aproximada del contenido, resulta difícil rechazar la fascinante sugestión de encontrarnos en presencia del ferrocarril.

Tiglatpileser, “el ilustre guerrero y constructor de los caminos de las naciones”, dice de sí mismo:

“... atravesé sendas tediosas y toscos caminos..., los trozos fáciles en mis carros y los difíciles en vagones de hierro; derribé la altura de las montañas y preparé puentes para el paso de mis tropas”.

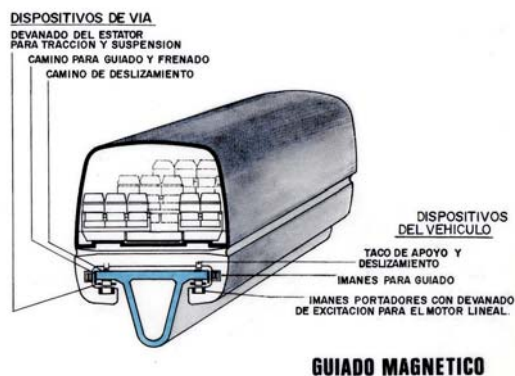
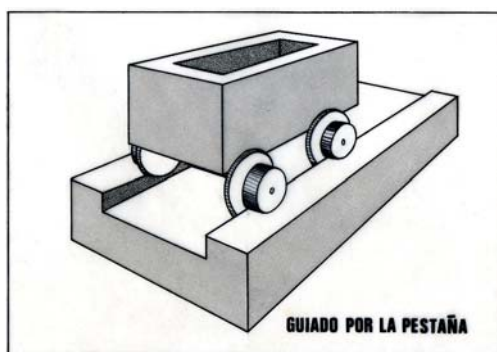
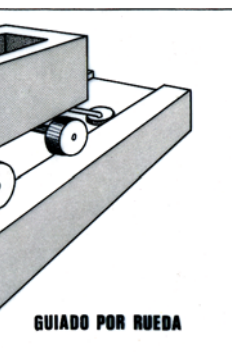
“Como las escarpadas montañas se alzaban cual estacas metálicas y resultaban impracticables para el paso de mis carros, puse mis carros sobre vagones y así atravesé las difíciles cadenas de montañas”.

“Reuní a mis carros y guerreros. Yo mismo recurrí a los carros de hierro para evitar las abruptas montañas y su difícil caminar. Hice así lo salvaje practicable para el paso de mis carros y guerreros”.

“Entonces tomé mis carros y ejércitos. Los montes difíciles de atravesar y sus profundos y hondos valles los nivelaron con palas de madera. Lo que impedía el paso de mis carros y ejércitos, lo eliminé...”⁴.

La oscuridad y antigüedad del texto no permite sacar conclusiones respecto a qué principio de guiado uti-

⁴ Ch. E. Lee: *The evolution of Railways*, 2ª ed. Londres, 1943.



lizaba, e incluso si éste existía. No es posible imaginar tampoco cómo serían estos extraños vehículos de hierro. Lo único que puede afirmarse con seguridad es que el nivel tecnológico de estos tiempos estaba en una fase de subdesarrollo tal, que no creemos permitiera construir un vagón, en alguna medida, similar a los empleados en siglos posteriores.

4. El mundo antiguo

Los primeros gérmenes del ferrocarril se encuentran en el período comprendido entre el Neolítico y la Edad de Bronce (3000 a 900 años a. C.). De acuerdo con los análisis del polen de las flores, ha sido posible determinar la época de construcción de unas vías de paso localizadas en diferentes lugares de Alemania e Inglaterra. Estas vías se tendían en terrenos forestales para atravesar lagunas, pantanos, y estaban constituidas por tablas a las que se habían atado o fijado en sus extremos unos troncos. Es indudable que los troncos tenían por objeto armar y dar solidez al camino, pero también es cierto que impedirían a los trineos salir fuera del mismo.

Hacia el año 2000 a. C. se trazó en la isla de Malta, en el Mediterráneo, una extensa red de caminos de los que se conservan grandes tramos (fig. 3). Constan de rodadas paralelas con sección en V, de unos 30 cm de profundidad y una anchura de 25 a 50 cm en la parte superior y 10 cm en el fondo⁵. Las rodadas se encuentran en terrenos rocosos, pero hay duda entre los expertos sobre si se labraron a propósito o fueron consecuencia de la circulación continua de los vehículos. En las mismas circunstancias se encuentran otras construcciones similares conservadas en Grecia y Sicilia, especialmente en las cercanías de Atenas y Siracusa. Un viajero inglés, Mure, de visita por Grecia en 1842, decía que las rodadas “son análogas a nuestros carriles ferroviarios, por lo que estos

caminos podrían denominarse vías de carriles de piedra”⁶. Esta opinión no es sorprendente, pues en algunas de estas vías (Esparta o Nelos) hay apartaderos para facilitar los cruces. Si dos vehículos se encontraban de frente en un camino sin apartaderos, o lejos de éstos, es de suponer que habría disputas entre los conductores, pues en una antigua inscripción griega



Fig. 2. Vehículo con guiado magnético, en ensayo en la República Federal Alemana. (Cortesía de A.I.T.).

se desea a un amigo el viaje “con feliz rodada”. La muerte de Lavo a manos de su hijo Edipo en la célebre tragedia de Sófocles se escenifica en un fatal encuentro en uno de estos caminos.

Se pueden observar estas mismas rodadas, en algunas calzadas romanas, labradas en la roca de pasos difíciles, para evitar a los carros salirse de la vía. Un buen ejemplo es el camino tallado a propósito en la roca en el valle de Aosta (fig. 4). Otro es el del túnel, hace siglos hundido, del puerto de Lautaret, en la calzada romana que unía Briançon con Grenoble, descubierto en 1841. Se trata de un túnel de unos 3 m de largo,

⁵ Ch. Singer: Obra citada.

⁶ A. de Rochas: “Les rainures des chemins antiques”, en *La Nature* (26-VIII-1905).



Fig. 3. Las rodadas de Malta, cuyo origen exacto es un enigma (hacia el año 2000 a. C.).



Fig. 4. Rodadas labradas a propósito en la calzada romana del valle de Aosta, según R. Chevalier (1972). (Biblioteca Nacional).



Fig. 5. Rodadas formadas en la roca por el paso de los vehículos. Calzada romana a su paso por el puerto de Lautaret, según Polonceau (1841). (Biblioteca Nacional).

excavado en la roca, con una anchura de 3,10 m. Las rodadas, de 6 cm de ancho y unos 7 cm de profundidad, se prolongan a uno y otro lado del paso (fig. 5). Es muy probable que aquí las rodadas fueran ocasionadas por el uso, pues su trazado está descentrado respecto al eje del túnel⁷.

Un caso probado de rodadas trazadas artificialmente es el **Diolkos**⁸, en Grecia, camino construido o quizá iniciado por Periandro (tirano de Corinto) hacia el año 600 a. C., y que, sorprendentemente, ha permanecido en servicio hasta el siglo XIX. Tenía por objeto trasladar los barcos sobre unos carros a lo largo del istmo de Corinto, evitando así rodear la península de Morea (fig. 6).



Fig. 6. Vistas de la vía artificial del Diolkos, camino para el transporte de barcos por tierra (hacia 600 a. C.), según N. M. Verdelis (1957). (British Library).

Hay otra referencia al ferrocarril en la obra de Heron de Alejandría⁹, un célebre matemático e ingeniero mecánico de la época griega (150 a 250 a. C.). Uno de sus inventos consiste en un teatro automático con escenario móvil que gira mediante una cuerda y un peso situados en el interior. El escenario se desliza sobre tres ruedas, pero Heron advierte que si el piso no

fuera liso, se colocarían unas acanaladuras mediante listones fijados sólidamente a éste, para obligar a las ruedas a circular por ellas (fig. 7).

5. El nacimiento del ferrocarril

Aunque los ejemplos ferroviarios del mundo antiguo entran de lleno en nuestra definición, la realidad es que algunos son dudosos, no sólo en cuanto al año de su aparición, sino en su propio fin de guiar los vehículos. En cualquier caso, está claro que no tuvieron influencia en las ideas puestas en práctica durante épocas posteriores. El nacimiento del ferrocarril, aunque no pueda fecharse con exactitud, tiene lugar a finales de la Edad Media, encontrando su primer hogar en la minería.

Panorama de la minería europea hasta el siglo XIX

Hay pruebas incontestables de que los fenicios, griegos, cartagineses y romanos cultivaron la minería en sus colonias y dominios.

De acuerdo con diversos autores latinos (Plinio, Estrabón, Diodoro de Sicilia, etc.), las explotaciones romanas revistieron gran importancia en Europa y, particularmente, en España. Las excavaciones encontradas en Riotinto, las ingentes obras de la cuenca del Sil, desviando incluso el curso de los ríos, y los inmensos escoriales repartidos por varias provincias, prueban que los trabajos fueron intensivos. A pesar de ello, el laboreo de las minas por los romanos fue simple y elemental. Su sistema de producción, fundado en la esclavitud y la rapiña, hacía innecesaria la colaboración de medios sofisticados para el arranque, transporte y extracción de los minerales.

La caída del Imperio romano condujo a casi el olvido de esta industria, quedando así reducida a su mínima expresión. Entre los siglos IX y X, la minería revive en las regiones germanoparlantes europeas, iniciándose desde el siglo XII hasta el XIV un proceso de expansión que llega a casi todo el continente. Los llamados sajones, mineros procedentes de Alemania y los Países Bajos, invaden las montañas a la búsqueda de minas metalíferas (oro, plata, plomo, cobre y mercurio), llegando a crear incluso nuevas ciudades (Freiberg, Schemnitz, Zalathna, etc.) en las zonas con mayor riqueza minera (fig. 8).

En el mundo cristiano, el sistema de producción se funda ahora en la regalía, es decir, el privilegio exclusivo del poder secular o eclesiástico para explotar las minas. Por lo general, el poder no actúa por sí mismo, sino que arrienda la mina a cambio de un porcentaje del producto. Los primeros no son sier-

⁷ R. Chevalier: *Les voies romaines*. París, 1972. O. Poloncau: "Notice sur les vestiges d'un ancien chemin de communication entre l'Italie et les Gaules", en *Revue General de l'Architecture et des Travaux Publics*, t. 2, 1841.

⁸ N. M. Verdelis: "How the ancient Greeks transported ships over the isthmus of Corinth", en *The Illustrated London News* (19-X-57).

⁹ Heron de Alejandría: *De los teatros automáticos*, Ed. W. Schmidt. Leipzig, 1889.

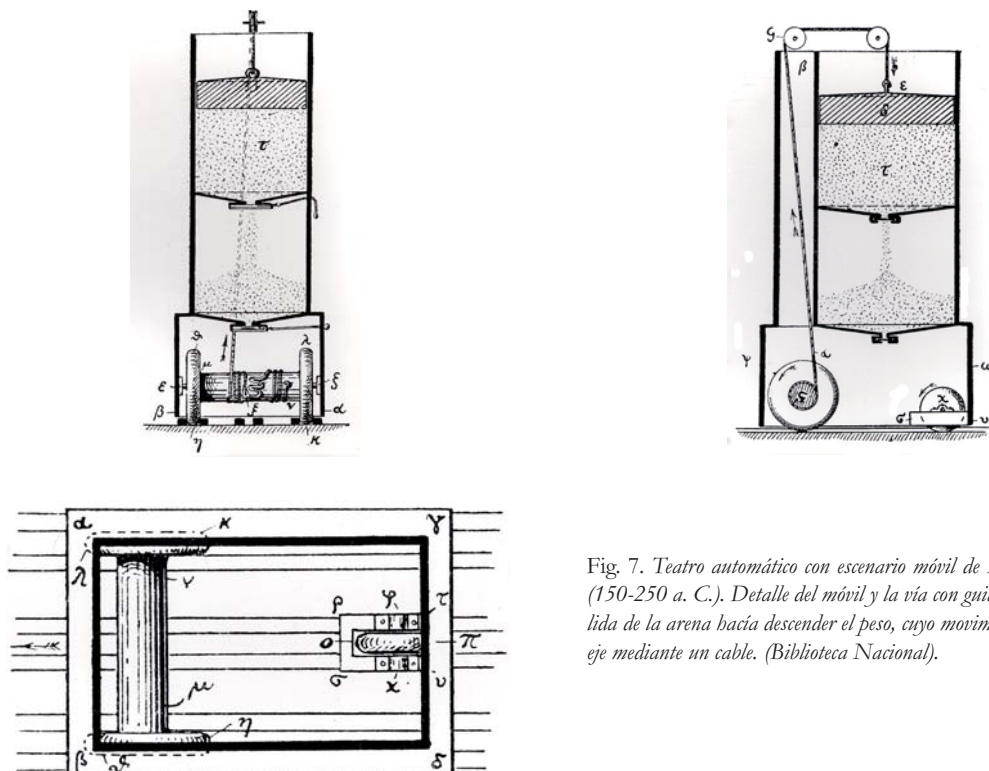


Fig. 7. Teatro automático con escenario móvil de Heron de Alejandría (150-250 a. C.). Detalle del móvil y la vía con guiado por carril. La salida de la arena hacía descender el peso, cuyo movimiento se transmitía al eje mediante un cable. (Biblioteca Nacional).

vos ni esclavos, se convierten en hombres libres cuya profesión no se considera degradante¹⁰. El soberano o el príncipe les concede cuantiosos privilegios (exención de impuestos, autonomía de gobierno), que contribuyen así a fortalecer la profesión y propician el desarrollo.

Nuestro país se encuentra durante este período en poder de los árabes, cuyo interés por la minería parece que fue muy escaso. En la parte reconquistada, la expansión minera es prácticamente inapreciable, sin duda, por la severa aplicación del derecho de regalía. Así, en 1387, el rey Juan I concede libertad de explotación, reservándose los dos tercios del producto. Por si fuera poco, establece además la necesidad de contar con el permiso del propietario del terreno “pero por estar hecha esta merced de dichos [campos] mineros a caballeros y otras personas, dándoselos a arzobispados, obispados y provincias, nadie se quería entrometer ni embarazar en el descubrimiento y labor de las minas”¹¹.

En el siglo XIV, la minería europea decae con motivo de las luchas políticas, las pestes y el agotamiento de los filones accesibles, pero a mediados del XV se inicia un gran resurgimiento que coincide precisamente con el Renacimiento y el descubrimiento

y explotación de los nuevos mundos. En esta fase, la profundidad de los pozos llega hasta 180 m, perfeccionándose el desagüe mediante túneles de drenaje o norias movidas por fuerza hidráulica. Las excavaciones se desarrollan en el plano horizontal mediante extensas galerías que precisan un medio eficaz de transporte. Se perfeccionan las trituradoras y las máquinas para trabajar el metal fundido. Es la época en que se publican los primeros tratados técnicos sobre minería y metalurgia.

A esta fase de esplendor sigue una depresión, durante el siglo XVII, con motivo de entrar en juego diversos factores negativos. He aquí los más importantes:

- Guerras y conflictos religiosos.
- Invasión de Europa Oriental por los turcos.
- Agotamiento de algunas de las minas más importantes.
- Escasez de inversiones para hacer frente a las crecientes exigencias tecnológicas.
- Descubrimiento de enormes recursos en las colonias españolas (plata en Potosí desde 1540, Méjico, Perú, etc.).

La nueva situación convierte a los mineros, hombres libres, en asalariados que han de trabajar por cuenta del Estado o de los grandes comerciantes, únicos poseedores del capital necesario para las inversiones mineras. La explotación se burocratiza, se dictan reglamentos minuciosos y aparece una densa estruc-

¹⁰ Precisamente, en alemán, minero (*Bergman*) significa montañero.

¹¹ T. González: *Noticia histórica documentada de las célebres minas de Guadalcánal*, 2 vols. Madrid, 1831.



Fig. 8. Regiones mineras de Europa. (Dibujo: Luis Biela).

tura jerárquica, de modo que cualquier asunto insignificante es objeto de un sinnúmero de informes y autorizaciones desde las alturas.

A pesar de que a finales del siglo XVIII se observa un cierto crecimiento, especialmente en la parte oriental reconquistada a los turcos, la minería no se recupera. La iniciativa en el campo tecnológico pasa a Gran Bretaña y en menor medida a los Países Bajos y Suecia, naciones menos afectadas por las guerras y conflictos religiosos. La riqueza metalífera de Gran Bretaña no era tan importante como la del continente europeo, excepto quizá en estaño y plomo, pero sí, en cambio, tenía mucho carbón, lo que llevó a este país a la cabeza del mundo en el campo minero. Este combustible, apenas conocido en el mundo antiguo, comienza a arrancarse en Inglaterra ya desde el siglo XII. A partir de la reforma de los señoríos en 1534, la minería experimenta un fuerte crecimiento, muy particularmente la del carbón, industria que sería la base fundamental de la revolución industrial.

En España continúa la depresión hasta la pérdida de las colonias americanas a principios del siglo XIX. Se ha dicho que la falta de interés se debió a volcarse todos los esfuerzos en América, donde se obtuvieron ingentes cantidades de metales preciosos, pero también es cierto que el sistema de regalía siguió constituyendo un escollo infranqueable. Se dictaron leyes tratando de animar el sector minero, pero los impuestos no se redujeron¹². A pesar de ello, y como consecuencia de las ordenanzas dictadas por el Rey Felipe II en 1584, el número de minas en explotación llegó a ser de 5.000 en el año 1624, pero su producción se estimaba insignificante¹³.

¹² J. y R. Pastor y Rodríguez: *Historia de los impuestos mineros en España*. Madrid, 1878.

¹³ *Anales de Minas*, t. 4. Madrid, 1846. P. 404.

Es preciso, no obstante, hacer mención de algunas excepciones:

- Desde el siglo XVI, las minas de Almadén son objeto de una explotación intensiva. El mercurio resultaba imprescindible para el proceso de amalgamación en el beneficio de la plata de América.
- Entre 1555 y 1576 se extrae plata en las minas de Guadalcanal, explotación que más tarde se abandonaría por agotamiento, tras algunos intentos infructuosos.
- En 1725 se inicia la explotación de Riotinto, unas minas que habían permanecido abandonadas desde la época romana. A finales del siglo XVIII, la producción alcanza ya cotas importantes.

Como veremos más adelante (cap. II, 4), la técnica minera española, incluso en América, continúa subdesarrollada en lo que se refiere a los medios de transporte, permaneciendo ajena por completo a la evolución europea. La influencia del exterior en este campo no se deja sentir hasta la década de 1840, con las primeras explotaciones carboneras de Asturias.

El transporte en las minas de la Europa continental

En los primeros tiempos, el laboreo de las minas era muy simple. Los trabajos de acceso y preparación del filón se limitaban al descubrimiento de las venas que afloraban a la superficie o a pequeñas excavaciones en el fondo de pozos poco profundos. A partir del siglo XV, estos trabajos se perfeccionaron al intentar acceder a filones más profundos. Si el yacimiento estaba a un nivel superior al del valle (minas de montaña), se perforaba un túnel o socavón sensiblemente horizontal. En los yacimientos a nivel inferior al del terreno, el acceso tenía lugar mediante un plano in-

clinado descendente o un poco vertical: de acuerdo con la profundidad del filón. Desde estos accesos se excavaban galerías hasta los frentes de arranque, de manera que el mineral debía conducirse por ellas hasta el fondo del pozo o llevarse al exterior por el socavón. En cualquier caso, estas vías por las que circulaba el mineral constituyeron la infraestructura imprescindible sobre la que nació el ferrocarril.

Desde tiempo inmemorial, el transporte en las minas se hizo con medios elementales que requerían un gran esfuerzo humano: el barcal, sacos de cuero o lienzo, espuertas o cestos, narrias y carretillas (fig. 9). La narria, una especie de trineo con patines de madera, se deslizaba sobre el piso desnudo de las galerías, arrastrada por un operario si el perfil era horizontal, o con la colaboración de un segundo en las rampas. Como las galerías o túneles se utilizaban también para el desagüe, se solía disponer en el centro del piso una canaleta recubierta con tablas. Sobre estas tablas, germen de los futuros carriles, comenzarían a circular las primeras narrias provistas de ruedas. Estos vehículos rodarían al principio sin ningún medio de guiado, constituyendo así la prefiguración del sistema ferroviario.

nería del carbón se explotó muy pronto con carácter intensivo, dando lugar inmediatamente a problemas de transporte. En efecto, a medida que el arranque del carbón en los frentes de la mina crece, el transporte interior utilizando medios primitivos acaba rápidamente por constituir un cuello de botella para la producción. Hasta el siglo XVIII, las galerías no llegaban a tener más de 180 m, pues resultaba más económico perforar un nuevo pozo, pero a medida que fue creciendo su profundidad, y consecuentemente su coste, las galerías se extendieron sin cesar.

En las minas metalíferas, en cambio, no se aprecian progresos notables hasta el siglo XIX, excepción hecha de las explotaciones en manos de la Real Compañía de Minas (Lake District), bajo influencia alemana durante el siglo XVI. La realidad es que en las minas metalíferas más importantes (región de Cornualles), los filones se presentaban anchos y casi verticales, circunstancia que propiciaba muy poco la excavación de las galerías. Hay, no obstante, referencias al uso de carretillas por una pista de madera provista de una acanaladura de guiado.

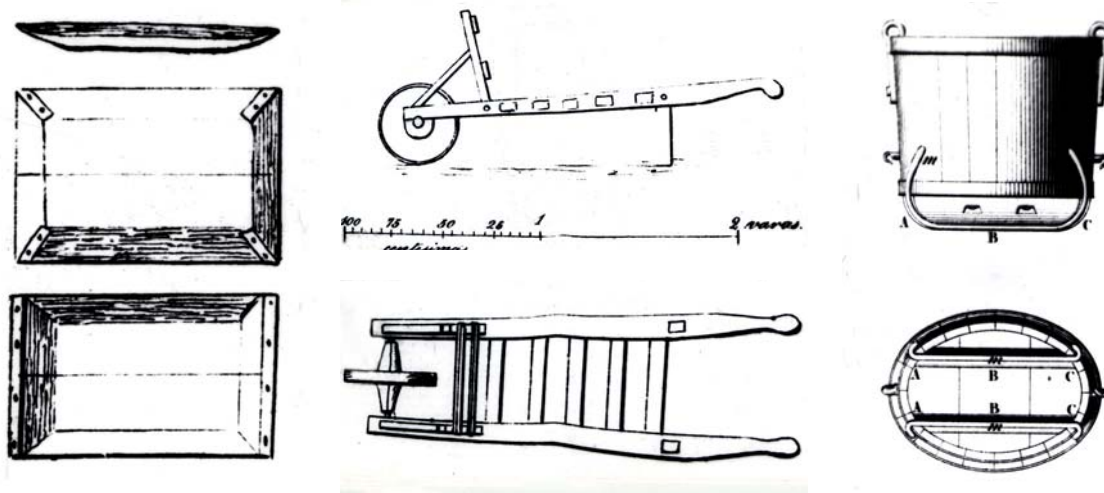


Fig. 9. Medios primitivos para el transporte interior en las minas. A: Barcal. B: Carretilla. C: Narria, según Ezquerria del Bayo (1839) y Combes (1845). (Biblioteca Nacional).

El transporte en las minas de Gran Bretaña

El nacimiento del ferrocarril tiene lugar, por consiguiente, cuando se dispone de una infraestructura adecuada y surge, además, interés por elevar la productividad, pues instalando ruedas en las narrias, con el mismo esfuerzo humano se aumenta la cantidad de mineral transportado.

La evolución del transporte subterráneo y los medios utilizados primitivamente fueron prácticamente los mismos que los del continente europeo. Aquí la mi-

El progreso de los medios de transporte en las minas de carbón dio lugar a dos vehículos derivados de la narria o trineo primitivo: el **tram** con ruedas lisas y la vagoneta con ruedas de pestaña. Resulta incluso sorprendente encontrar en la misma mina los tres vehículos en servicio, simultáneamente, como reflejo de las imperiosas necesidades de transporte, a medida que crecían los trabajos de arranque.

La narria constaba de una simple plataforma, donde se colocaban los cestos cargados, y unos patines de madera, más tarde forrados o contruidos de hierro.

Se desplazaba por arrastre sobre dos ranuras practicadas en el piso, bien de forma natural por el paso continuo de los vehículos o artificialmente. En algunas ocasiones, el camino era de madera, facilitándose el guiado mediante dos largueros paralelos situados en el borde.

El **tram**, una voz en uso desde 1555, significaba originalmente el brazo de la carretilla o la plataforma de la narria, e incluso se empleaba para designar ésta, o una carretilla plana, sin bordes, donde se cargaban los cestos de carbón. En un cierto momento, el **tram** fue dotado de ruedas, pero ignoramos la fecha de la transformación (fig. 10). El primer ejemplo, con base documental en un inventario de la mina Felling, data de 1734.

Las ruedas del **tram** no solían circular sobre el piso irregular de las galerías, pues hubiera supuesto un esfuerzo suplementario de tracción; lo normal es que lo hicieran sobre una vía entablonada, según consta en numerosas referencias a lo largo del siglo XVIII. Esta vía entablonada comenzó a denominarse con la palabra compuesta **tramway**, que, más tarde, se utilizaría para designar los ferrocarriles del exterior, provistos de carriles de hierro, y en tiempos modernos, los tranvías de las ciudades y zonas suburbanas. Parece que estas primeras vías disponían de rebordes de madera para el guiado, pues hay referencias al desastroso desgaste de éstos cuando comenzaron a emplearse ruedas de hierro.

La vagoneta era un vehículo fundamentalmente similar al actual, dotado de ruedas con pestaña, que circulaba por carriles de madera. Desconocemos cuándo se inició su empleo, aunque es casi seguro que se desarrolló en la misma línea que los ferrocarriles del exterior, en los primeros años del siglo XVII, según veremos más adelante (cap. V). Estas primeras líneas eran en realidad ferrocarriles interiores y exteriores simultáneamente, pues discurrían por el túnel de la mina de montaña hasta el punto de descarga situado en el río. Las vagonetas también se emplearon en ferrocarriles completamente subterráneos, en el interior de las galerías, desde fecha muy temprana. Así, en un inventario de la mina Madely Lane que data de 1741, se distinguen claramente los vehículos del exterior y los del interior. Las vagonetas del interior eran unas pequeñas bateas sobre las que se colocaban varios cestos llenos de carbón.

Sería injusto dejar de mencionar aquí las condiciones inhumanas de trabajo que acompañaron el nacimiento de estos ferrocarriles interiores de las minas. Desde mediados del siglo XVIII, se había generalizado el uso de caballerías en el interior —en los primeros tiempos, “poneys”, dada la estrechez de los pozos—, pero no siempre las galerías eran lo sufi-

cientemente amplias para llegar con los animales hasta los mismos frentes de arranque. De aquí que hasta 1850 se emplearan niños y mujeres en los transportes interiores de las minas de carbón, especialmente en Escocia, donde, incluso en estos años, era poco frecuente encontrar un ferrocarril subterráneo. Los niños se iniciaban en trabajos subalternos entre los seis y siete años, pasando a las faenas del transporte hacia los once o doce, finalizando su carrera como picadores, cuando alcanzaban la edad y fortaleza suficientes. Era una vida verdaderamente cruel, con jornadas de trabajo de once horas o más, de manera que jamás veían la luz del sol. Para arrastrar el **tram**, se empleaban dos muchachos, uno tirando de una cuerda que, atada a la cintura, pasaba bajo la ingle, y otro empujando con la cabeza y ambos brazos. La consecuencia natural era una cal-

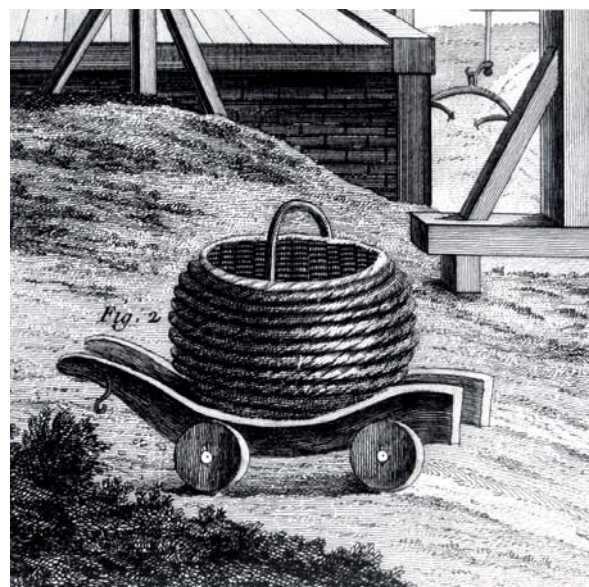


Fig. 10. *Tram inglés dotado de ruedas, según Morand (1774).* (Biblioteca Nacional).

vicie prematura. Al comenzar el siglo XVIII, las mujeres abandonaron el trabajo en el interior de las minas, al menos en la región del Tyne, el mayor centro carbonífero del Reino Unido, pero en otros lugares continuaron en estos transportes o en trabajos más ligeros.

El empleo de mujeres y niños no fue privativo de Gran Bretaña, sino que estuvo generalizado por Europa. De España tenemos referencias sobre las minas de Riotinto, donde en 1851 se utilizaban niños denominados “llenadores” que transportaban sobre su cabeza el barcal¹⁴ —fig. 9—. Sabemos, también, de su empleo en las minas del sur,

¹⁴ R. Rúa Figueroa: “Observaciones sobre la explotación de los minerales de cobre de las minas de Riotinto”, en *Revista Minera*, t. 2. Madrid, 1851.

entre 1841 y 1846, llevando espuertas de mineral¹⁵. De acuerdo con un técnico minero¹⁶, la situación, a finales del siglo XIX, era la siguiente: los transportes a espalda, o costilla, se realizaban por niños en el interior y por mujeres y niños en el exterior. En su opinión, esto era consolador, “toda vez que en España, por fortuna nuestra, no trabaja la mujer en las labores mineras subterráneas”.

El mismo autor se lamentaba de “la raquitiquez de los minados” en el sur del país, lo que exigía emplear niños “que apenas exceden los diez años”, y proponía sustituirlos por “zagalones, como se llama en la zona de Cartagena a los muchachos crecidos”, en razón de su mayor productividad.

¹⁵ A Paillette: “Memoire sur... l’exploitation... des minerals de plomb dans les environs d’Almeria et d’Adra”, en *Annales des Mines*, t. 19. París, 1841. Pernolet: “Note sur les mines et les fonderies du Midi de l’Espagne”, en ídem, t. 10, París, 1846.

¹⁶ M. Malo de Molina: *Laboreo de minas*, 2 vols. y Atlas. Madrid, 1889-91. T. 1, pp. 640-2.

Capítulo 2

LA RANURA DE GUIADO

1. El perro de mina

La primera descripción, completa e ilustrada (fig. 11), del principio de guiado basado en una ranura por la que se deslizaba una barra solidaria con el vehículo, se encuentra en el célebre tratado de Agricola¹⁷, titulado *De Re Metallica*, publicado en Basilea en 1556:

“...si se saca mineral o tierra en carretillas, se ponen tablones unidos a lo largo del suelo del socavón, sobre los umbrales de las puertas, y si se extrae el material en vagonas se fijan sobre los umbrales dos maderos de tres cuartos de pie de grueso y de ancho, uno junto a otro, a lo largo del socavón. La unión de ambos suele

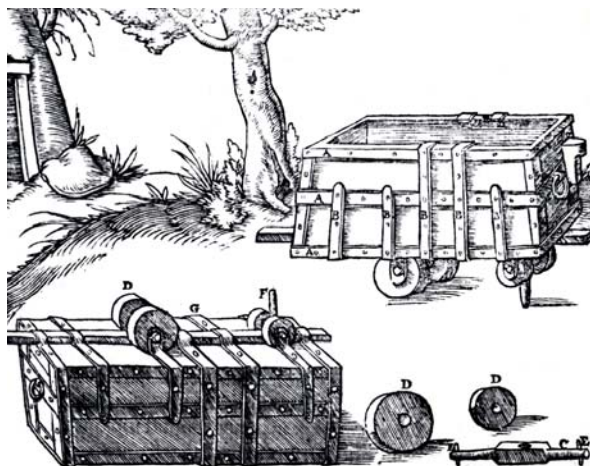


Fig. 11. Perro de mina, según G. Agricola 1556). A: Bandas de hierro rectangulares de la vagona. B: Tiras de hierro. C: Eje de hierro. D: Rodillos de madera. E: Pequeñas chavetas de hierro. F: Pasador de hierro romo grande. G: La misma vagona invertida. (Biblioteca Nacional).

¹⁷ Georgius Agricola (nombre latino), conocido también por Georg Bauer (nombre alemán), nació en 1494 en la ciudad de Glauchau (Sajonia). Estudió en la Universidad de Leipzig, donde fue profesor de latín y griego. En 1524 viajó a Italia para estudiar Filosofía, Medicina y Ciencias Naturales. A su regreso se instaló en Joachimsthal (Bohemia), una de las ciudades mineras más importantes de los Montes Metálicos, para ejercer la Medicina. Más tarde, en 1533, se traslada a Chemnitz (Sajonia), otra ciudad minera de la vertiente sur de los montes citados, dedicándose durante veinte años a la preparación de su obra, que fue publicada al año siguiente de su muerte, ocurrida en 1555.

De Re Metallica es el primer tratado de minería y metalurgia impreso en el mundo. El contenido, ilustrado con magníficos grabados, describe las tecnologías utilizadas en la región minera de los Montes Metálicos, en aquella época posiblemente las más perfeccionadas.

La obra original, publicada en Basilea en 1556, está escrita en latín, pero enseguida fue traducida al alemán, francés e italiano, siendo objeto de numerosas ediciones, lo que prueba el interés despertado.

estar desgastada porque por ella, como por una vía, se empuja el pasador de hierro del fondo de la vagona, que, gracias a ir así encajado, no se desvía a un lado ni a otro”.

“La vagona abierta tiene una capacidad dos veces y media que una carretilla de ruedas; es de unos cuatro pies de largo y de dos y medio pies de ancho y profundo, y debido a que su forma es rectangular, se une con tres bandas de hierro rectangular, teniendo además éstas abrazaderas de hierro en todos los lados. Dos ejes pequeños de hierro están fijos al fondo, alrededor de sus extremos giran unos rodillos de madera a cada lado; con objeto de que los rodillos no puedan salir fuera de los ejes fijos, hay unas pequeñas chavetas de hierro. Un pasador grande y romo, fijo al fondo de la vagona, pasa por una entalladura sobre un tablón, de forma que la vagona no abandone la pista de rodadura batida. Sosteniendo la parte posterior con sus manos, el acarreador impulsa la vagona cargada con el material excavado, volviéndola de nuevo vacía. Hay quien llama a esto un ‘perro’, porque al moverse hace un ruido que se parece al ladrido de los perros. Esta vagona se usa cuando se llevan cargas por los socavones más largos, tanto porque se desplaza más fácilmente como porque se puede colocar en ella una carga más pesada”¹⁸.

En el mismo año, es decir, en 1556, se compilan en un manuscrito titulado *Schwazer Bergbuch* numerosos asuntos legales, técnicos e históricos referentes a las minas de Schwaz (Austria). Aquí se encuentra, también, una descripción del perro de mina, más detallada que la de Agricola e ilustrada con magníficos grabados (figs. 12 y 13). Los carriles, dice, tienen 1,80 m aproximadamente de longitud y la ranura unos 4 cm de anchura. En cuanto al vehículo, indica



Fig. 12. Perro de mina a la entrada del socavón, según el Schwazer Bergbuch (1556). En la parte delantera va situada una lámpara de aceite para el alumbrado. (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck).

¹⁸ Traducción de la obra de Agricola al castellano por C. Andreu con el título *De la minería y los metales*. Madrid, 1972; pp. 126 y 155.

que la caja mide 0,90 x 0,61 x 0,20 m, quedando la barra de guiado situada unos 4 cm por delante del primer eje. Esta barra está provista en su extremo de un rodillo de unos 4 cm de diámetro, detalle muy importante no mencionado por Agricola y que resulta imprescindible para evitar el desgaste de los carriles. Las ruedas son enterizas de madera con aro y cojinete de hierro. Para evitar su salida de la mangueta, llevan arandela y chaveta.

Hay, finalmente, otra descripción de un viajero inglés, Edward Browne, que visitó, en 1669, las minas de Kremnitz y Neusohl (Baja Hungría). Se quedó estupefacto, dice, al comprobar cómo un muchacho conducía un perro de mina cargado con unos 150 kg de mineral, por “aquellas oscuras y tenebrosas galerías” a gran velocidad y sin ninguna clase de alumbrado. Era sorprendente ver con qué rapidez salían los muchachos por el túnel, vaciaban el perro volcándolo y “regresaban de nuevo con la misma rapidez y energía a internarse en aquellas oscuras cuevas”.

El primer rastro del perro de mina se encuentra en una vidriera de la catedral de Freiburg (Selva Negra), que fue donada, hacia 1350, por el propietario de unas minas (fig. 14). El conductor empuja un primitivo perro de mina, pero no es posible determinar si circula sobre carriles e incluso si tiene ruedas.



Fig. 14. Detalle de una vidriera de la catedral de Freiburg (hacia 1350). Conductor empujando, posiblemente, un perro de mina.

En las leyes relativas a la mina de plomo y plata de Gossensas (Italia), promulgadas en 1423, se fijan los salarios de los conductores de los perros de mina. En este documento escrito en alemán —la región pertenecía entonces a Austria— aparece, por vez primera, la palabra *Hund* para designar el perro de mina. Su significado es perro, lo que explica la interpretación dada por Agricola. Con este mismo sentido se utiliza en francés, castellano y ruso. Hay, no obstante, la posibilidad de que *Hund* provenga de las lenguas centroeuropeas (*hintó*, en húngaro, significa vehículo; *bonit*, en checo, perseguir o conducir deprisa), lo que



apoyaría la hipótesis de ser un invento de la región minera de los Balcanes. En otro documento alemán de 1553 se encuentran perfectamente diferenciados los plurales *Hunte* y *Hunde*, de un mismo singular *Hund*, lo que podría aclarar que el vehículo y el perro no eran la misma cosa.

La difusión del perro de mina, desde el ignoto lugar donde se inventara, alcanzó la mayor parte de Europa, con excepción de los países escandinavos y las orillas del Mediterráneo (fig. 15). A mediados del siglo XVI, el perro de mina había llegado a su madurez, constituyendo un modo de transporte generalizado. Las deliciosas escenas mineras de las figs. 16 a 18, correspondientes a La Croix-aux-Mines (Vosgos), constituyen un vivo retrato de las distintas operaciones del transporte en aquella época. Hacia 1560, el perro de mina llegó a Lake District (Inglaterra), traído por mineros austríacos que constituyeron, con capital inglés al 50 por 100, la Real Compañía de Minas, precisamente la primera sociedad industrial autorizada en Inglaterra. Durante el siglo XVII —un periodo de depresión, como vimos—, el perro de mina se mantiene en las mismas áreas, aunque hacia 1663 aparece en la mina rusa de cobre de Pyskorsk, en la vertiente occidental de los Urales. En el siglo siguiente, sólo se registra su llegada a Siberia, en la lejana región de Altai, y a Transilvania y Banato, reconquistadas a los turcos. La explotación del perro de mina hasta el Altai se debe a un ruso llamado Frolov, hijo de un humilde obrero de la región de los Urales, donde se dejaba sentir una gran influencia sajona, que se trasladó a las minas de Zmeinogorsk hacia 1761. Cuatro años más tarde instaló un plano



Fig. 13. Perro de mina a la salida del socavón, según el Schwazer Bergbuch (1556). El conductor levanta las ruedas delanteras para reducir el esfuerzo de tracción. (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck).

inclinado desde la bocamina a las trituradoras¹⁹. Mediante una rueda hidráulica, movía un cable sin fin que subía los perros de mina cargados y descendía los vacíos por gravedad. En las primeras décadas del siglo XIX, el perro de mina llega a Poullaouen, en la región francesa de Bretaña, y hasta las minas de Bochnia (Polonia), para iniciar seguidamente su acoso, al ser desplazado, en primer lugar, por el perro

mente, desapareciendo definitivamente en el presente siglo, durante la década de los veinte.

2. Características del perro de mina

Poco sabemos del perro de mina durante sus primeros años de vida. Ignoramos incluso si estaba guiado o circulaba sobre carriles. La prueba de ello es que, en alemán, *Hund* (perro) y *Trube* (arca, caja) se utilizaban indistintamente para designar los perros de mina. La voz *Trube* debió significar originariamente narria, pues no consta tuviera ruedas. Así, en los reglamentos mineros de Rammelsberg (Harz), en 1476, esta caja se llevaba en una especie de carretilla de dos ruedas, curiosamente llamada *Wagen*. Hacia 1553, el perro de mina se denominaba *Hund* en el norte de Alemania y *Trube* en el sur y en Austria.

En cuanto al perro de mina de los siglos posteriores, particularmente desde finales del XVII, en que había alcanzado su edad madura, la información es mucho más completa y detallada, como veremos a continuación.

La vía

Para instalar la vía, se colocaban traviesas, a intervalos variables entre 0,60 y 1,80 m, directamente sobre el piso, o sobre las tablas que cubrían la canaleta de drenaje, caso de existir éste. Aunque el tamaño de las

Fig. 15. Difusión del perro de mina por Europa. (Dibujo: Luis Biela).



húngaro, como veremos después, y más tarde por el ferrocarril tipo inglés. Hacia 1865 se utilizaba aún de forma esporádica en alguna mina atrasada técnica-

traviesas era muy variable, unas dimensiones típicas serían 0,68 x 0,13 x 0,08 m. Sobre estas traviesas se clavaban los dos carriles, separados entre sí de 2,5 a 13 cm, para formar la ranura de guiado. El tamaño de los carriles oscilaba entre:

Longitud.....	2,75 a 7,31 m
Anchura.....	0,10 a 0,35 m
Grosor.....	0,04 a 0,13 m

¹⁹ De los planos inclinados hay referencias en el siglo XVI, según veremos en el capítulo siguiente. Consistían en fuertes rampas de pequeña longitud, destinadas a salvar desniveles del trazado, en las que la tracción se hacía por cable.

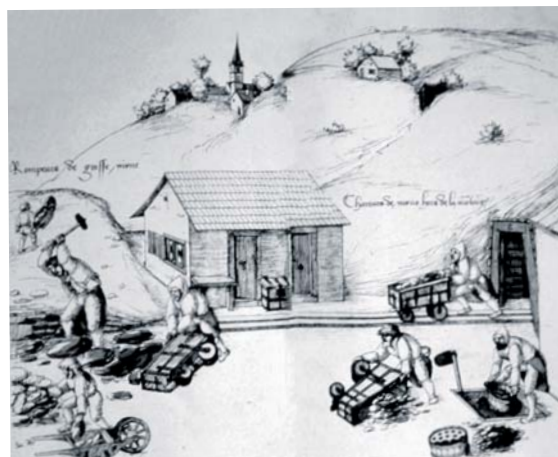
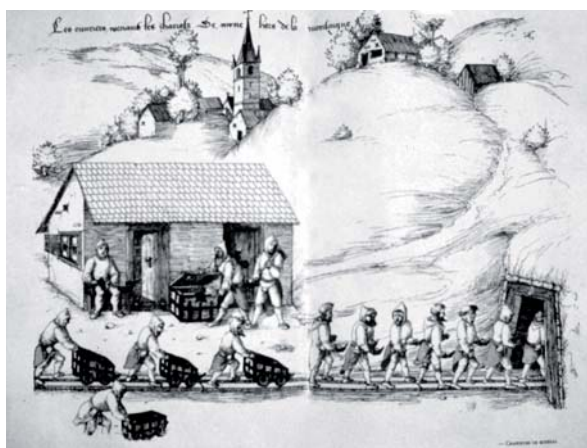
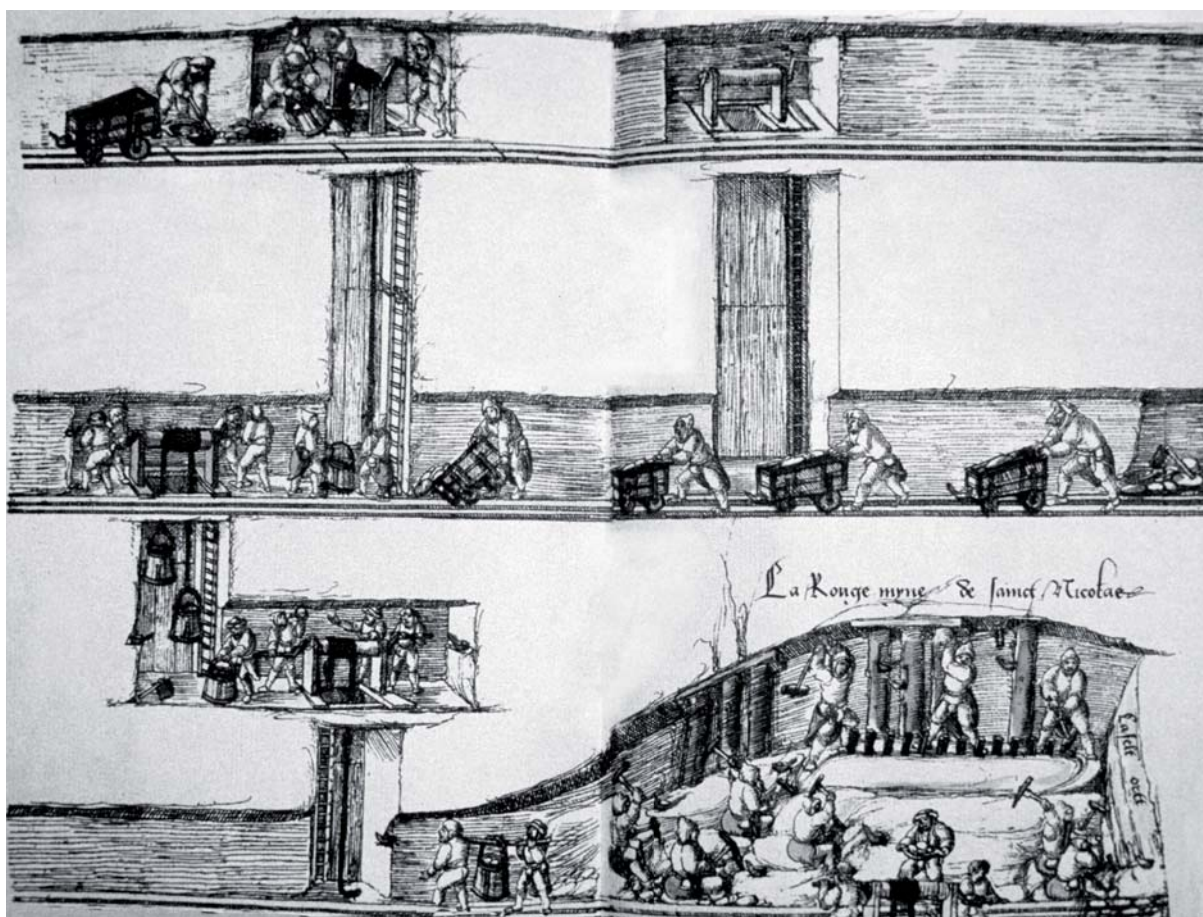


Fig. 16. El transporte interior en la Croix-aux-Mines, según un manuscrito (1532-62). (Bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure de Beaux Arts).

Fig. 17. Iniciación del turno de trabajo en la Croix-aux-Mines, según un manuscrito (1532-62). (Bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure de Beaux Arts).

Fig. 18. Descarga del mineral en la Croix-aux-Mines, según un manuscrito (1532-62). (Bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure de Beaux Arts).

Pero lo normal es que su sección fuese 0,15 x 0,08 m. No hay referencias sobre que existieran desvíos, con excepción del dispositivo utilizado en las minas de Braubach (Coblenza), en 1790, consistente en una pieza de hierro que se insertaba en una u otra ranura del desvío (fig. 19).

La caja

Con objeto de proporcionar al vehículo la máxima estabilidad, la caja tenía la forma de tronco de pirámide rectangular invertido, es decir, con el fondo más amplio que la boca, de manera que el centro de gravedad quedaba situado lo más bajo posible.

No obstante, hubo excepciones, como es el caso de las minas de la región del Harz, que usaron cajas octaédricas.

En algunos casos se instalaba en el testero posterior un asidero, con el fin de facilitar la operación de transporte al conductor (fig. 20). Como se observa en las figuras, la caja se reforzaba con pletinas de hierro forjado, con el consiguiente aumento de peso y coste, pero resultaba imprescindible para soportar el durísimo servicio a que se sometían estos vehículos. Con estos refuerzos, la tara llegaba, por término medio, a los 70 kg.

Las dimensiones que figuran: en la descripción de Agricola son evidentemente exageradas, pues supondrían una capacidad de $0,7 \text{ m}^3$, en tanto que la capacidad normal era de unos $0,11 \text{ m}^3$, llegando incluso a $0,14 \text{ m}^3$, a base de colmar el recipiente. Si suponemos que la densidad del mineral, por término medio, es 1,8, la carga de un perro de mina oscilaría entre 198 y 252 kg. En unas pocas minas se utilizaron grandes perros de mina, que llegaban a tener una capacidad comprendida entre $0,16$ y $0,32 \text{ m}^3$. Naturalmente se destinaban al transporte exterior, pero hubo unos cuantos casos en que se utilizaron en el interior, como en el Harz, Braubach y Roche-la-Molière. En la vertiente sajona de los Montes Metálicos se llegó incluso a ensayar un perro de $0,40 \text{ m}^3$.

La rodadura

Los ejes se construían de hierro forjado y se fijaban, directamente, sobre el travesaño situado bajo la caja, descrito por Agricola, que constituía el bastidor del vehículo. Las ruedas, generalmente de madera de olmo, tenían el aro y el cojinete de hierro, hasta el siglo XVIII, en que se empezaron a construir de fundición. En casi todos los casos, eran libres, permaneciendo el eje fijo.

En los perros de mina primitivos y en los grandes del Harz, las ruedas tenían igual diámetro, pero en la práctica usual las delanteras eran de menor tamaño, de $0,10$ a $0,20 \text{ m}$, que las traseras, de $0,16$ a $0,38 \text{ m}$. También era distinto el ancho entre ruedas, aproximadamente $0,15 \text{ m}$ en el eje delantero, y $0,18 \text{ m}$ en el trasero. Esta diferencia tenía por objeto reducir el desgaste de los carriles, al ser distintas las pistas de rodadura.

Como se observa en las ilustraciones, el eje delantero se situaba cerca del testero y el trasero casi en el centro de la caja, es decir, próximo al centro de gravedad. Esta disposición y las pequeñas ruedas delanteras permitían al conductor inclinar la caja, de modo que al gravitar el peso sobre el eje trasero

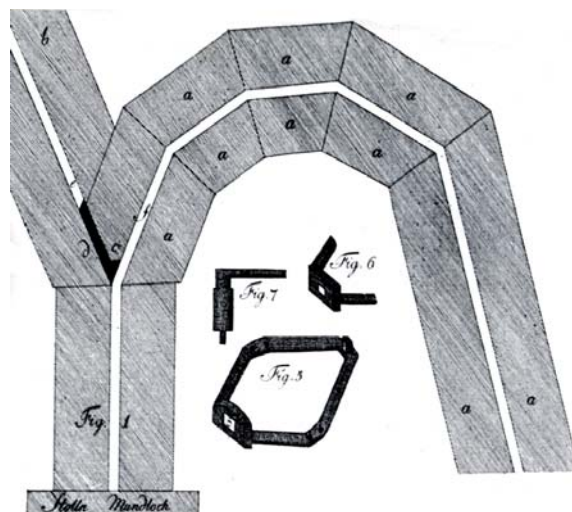


Fig. 19. Vía y desvío en la mina Braubach, según Bergbaukunde (Leipzig, 1790). a: Carriles de la ranura derecha del desvío. b: Carriles de la ranura izquierda. d: Pieza de hierro que se inserta en e o f para dar paso por la rama derecha o izquierda, respectivamente. (Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).



Fig. 20. Perro de mina provisto de un asidero, según Gaun (1707). (British Library).

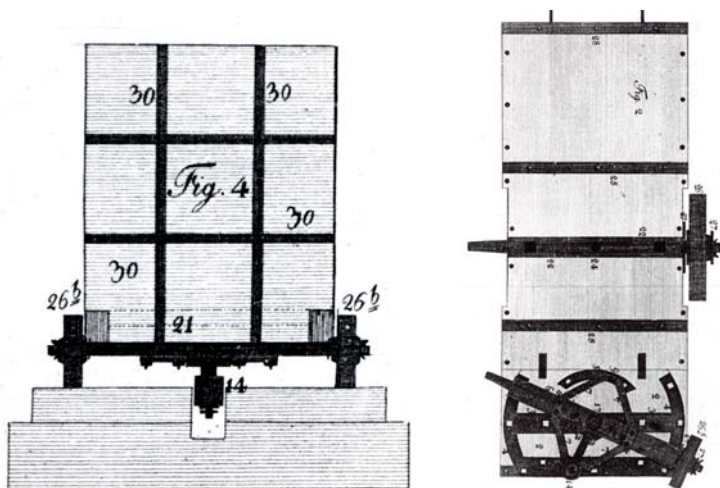
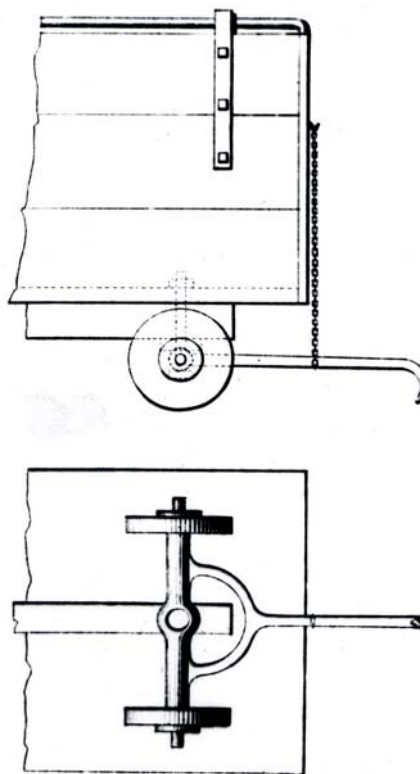
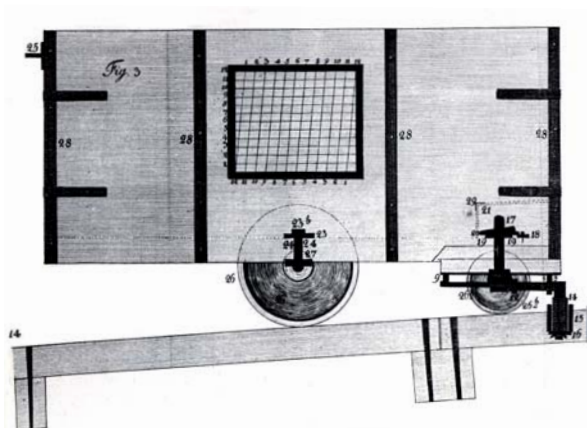


Fig. 21. Perro de mina con el eje delantero pivotante utilizado en Braubach, según Bergbaukunde (Leipzig, 1790). (Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

Fig. 22. Gran perro de mina utilizado en Roche-la-Molière, en 1836, según Combes (1845). (Biblioteca Nacional).



se facilitaba el paso por los ángulos que formaban los carriles en las curvas.

La barra de guiado

Como se vio en las descripciones del perro de mina, la barra de guiado quedaba situada en el eje delantero o un poco por delante y estaba provista de un rodillo que se deslizaba por la ranura, para evitar el desgaste del carril. Este rodillo quedaba unos 5 cm por debajo de la pista de rodadura. A pesar del rodillo, el desgaste continuaba siendo considerable, lo que llevó a tratar de paliarlo de alguna manera. Hacia 1700, en las minas de Schneeberg (Sajonia) se probó a sustituir la barra por una rueda loca, suprimiendo el eje delantero, pero se comprobó que el vehículo era muy propenso al descarrilamiento. Otro intento, aplicado en Braubach en 1790, consistió en convertir el eje delantero en pivotante, pues las galerías eran muy tortuosas (fig. 21). Posteriormente, en 1836, se utilizó la misma idea, con notable éxito, en los grandes perros de mina de Roche-la-Molière (fig. 22).

Construcción y conservación

Lo normal era que la construcción y la conservación de la vía y perros de mina estuvieran a cargo del carpintero y el herrero de la propia mina, aunque también los conductores participaban en las tareas de conservación. Los materiales utilizados eran el hierro forjado y maderas duras, como el roble, la encina y el haya, con el fin de prolongar todo lo posible la vida de la instalación.

En minas importantes existían operarios especializados en la construcción y conservación. Así, por ejemplo, las minas de Schwaz tenían en 1638 siete agentes

de vía y obras, y como indica el *Schwazer Bergbuch*, ya citado, almacenes de carriles de gran volumen (fig. 23). En este manuscrito se indica también un sistema para proteger los carriles a base de una pletina de hierro forjado de 2,5 cm de espesor y 1,80 m de longitud (fig. 24). Puede observarse que la pletina tenía poca anchura, lo que nos lleva a suponer se colocaría en el borde interno de la ranura, con objeto de reducir el desgaste en los cambios de dirección. No se indican, ni hay rastros de otros lugares, excepto las minas del Schwaz, donde se utilizara.

El método clásico de conservación de la vía consistía en dar la vuelta al carril y, entre tanto, rellenar con madera dura los surcos profundos que dejaba el rodillo de la barra de guiado en los cambios de dirección. En ciertas minas, donde los carriles eran de madera blanda, éstos se recubrían con una chapa de madera más dura.

La vida media de las instalaciones dependía, evidentemente, del tráfico. El vehículo duraba como mínimo dos años, aunque sería más exacto decir 2.000 a 3.000 turnos de trabajo, teniendo en cuenta que,



Fig. 23. Depósito de carriles de madera, según el *Schwazer Bergbuch* (1556). (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck).

según la importancia de la mina, tenían de uno a tres por día. De los carriles se conservan datos muy variables, desde cuatro meses de vida media en una mina de Freiberg (Montes Metálicos) en 1802 hasta nueve años en Marienberg (Sajonia) en 1777.

La explotación

El proceso de transporte se iniciaba en el mismo frente de arranque, donde un operario paleaba el mineral para cargar el perro de mina. Inmediatamente, el conductor lo empujaba a toda velocidad hasta el pozo principal, o hasta la bocamina, si se trataba de una mina de montaña.

En el primer caso, el conductor volcaba el perro en un montón, desde donde se trasvasaba a unos cestos que eran izados a la superficie (fig. 16). En las minas

de montaña, el túnel o socavón terminaba en una plataforma de madera elevada, desde la que se vaciaba el perro sobre una artesa o un montón situado bajo la vía (fig. 25).

La descarga mediante paredes o testers abatibles era desconocida, con excepción de los grandes perros de mina utilizados en Roche-la-Molière (fig. 22). En cuanto se descargaba el vehículo, su conductor regresaba otra vez al frente de arranque para repetir la misma serie de operaciones. Como la vía era única, los vehículos cargados tenían preferencia de paso, de modo que los vacíos esperaban el cruce en lugares previstos de antemano, permaneciendo fuera de la vía. El cruce se aprovechaba por el conductor para engrasar los ejes con sebo y despabilar la lámpara. En los primeros tiempos, el transporte se hizo en la más completa oscuridad, pero más tarde se generalizó el uso de lámparas de aceite que se suspendían del testero delantero. El personal no estaba banalizado, de modo que cada conductor utilizaba y cuidaba su vehículo, excepto en las minas de cobre de Agordo (Italia), que disponían de cinco equipos de conductores.

En las minas del Harz, donde se utilizaron grandes perros de mina, según vimos, el transporte lo hacían dos operarios, uno tirando mediante una cuerda y otro empujando (fig. 26). La tracción por medios mecánicos era muy rara. Ya hemos citado el plano inclinado de Frolov en las instalaciones de Zmeinogorsk, registrándose otro similar hacia 1780 en la mina de Johanngeorgenstadt (Sajonia) y un plano automotor²⁰ en Rammelsberg (Harz).

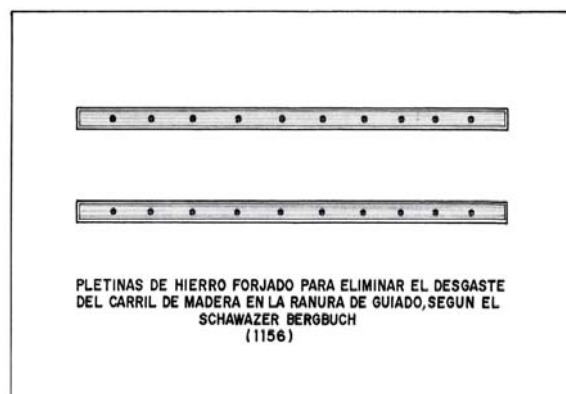


Fig. 24. Pletinas de hierro forjado para eliminar el desgaste del carril de madera en la ranura de guiado, según el *Schwazer Bergbuch* (1156). (Dibujo: Luis Biela).

²⁰ El plano automotor era un plano inclinado donde se aprovechaba la fuerza de la gravedad. En esencia, consistía en una polea situada en la parte superior y un cable en cuyos extremos se enganchaban un vehículo cargado y otro vacío, respectivamente, de modo que el descenso del primero hacía subir al segundo.

Al principio, los conductores eran hombres maduros, pero después fueron muchachos de trece a diecinueve años, constituyendo una categoría intermedia entre los paleadores (peones) y los picadores.

Es sabido que en la Baja Hungría se utilizaron frecuentemente mujeres para el transporte interior, pero esta costumbre no se extendió a las restantes regiones mineras.

El transporte estaba a cargo de un inspector, cuyas funciones eran cuidar que los vehículos fueran debidamente cargados, aunque sin exceso, para no perder mineral por la vía y controlar los viajes realizados por cada conductor. Generalmente, el número de viajes a realizar en cada turno estaba determinado según la distancia, perfil y demás características de la vía. En la región del Harz, el salario se abonaba, en cambio, por la carga y recorrido. Para el debido control, el inspector entregaba al conductor, por cada viaje, una contraseña, que después se convertiría en dinero en la caja de la empresa (fig. 27).

3. El perro húngaro

Como su nombre indica, el perro húngaro proviene del Reino de Hungría, si bien hoy sería más exacto decir la región oriental de Checoslovaquia. Su diseño era análogo al del perro de mina, pero carecía de barra de guiado y, por tanto, el carril estaba formado por una sola tabla sin ranura. De acuerdo con nuestra definición de ferrocarril (cap. I, 2), deberíamos excluir este modo de transporte por no disponer de guiado,



Fig. 25. Descarga del mineral en bocamina y operaciones de lavado, según G. Agrícola (1556). A: Caja. B: Placa perforada. C: Pileta. D: Tablas transversales. E: Balsa. F: Artesa. G: Pala. H: Rastrillo. (Biblioteca Nacional).

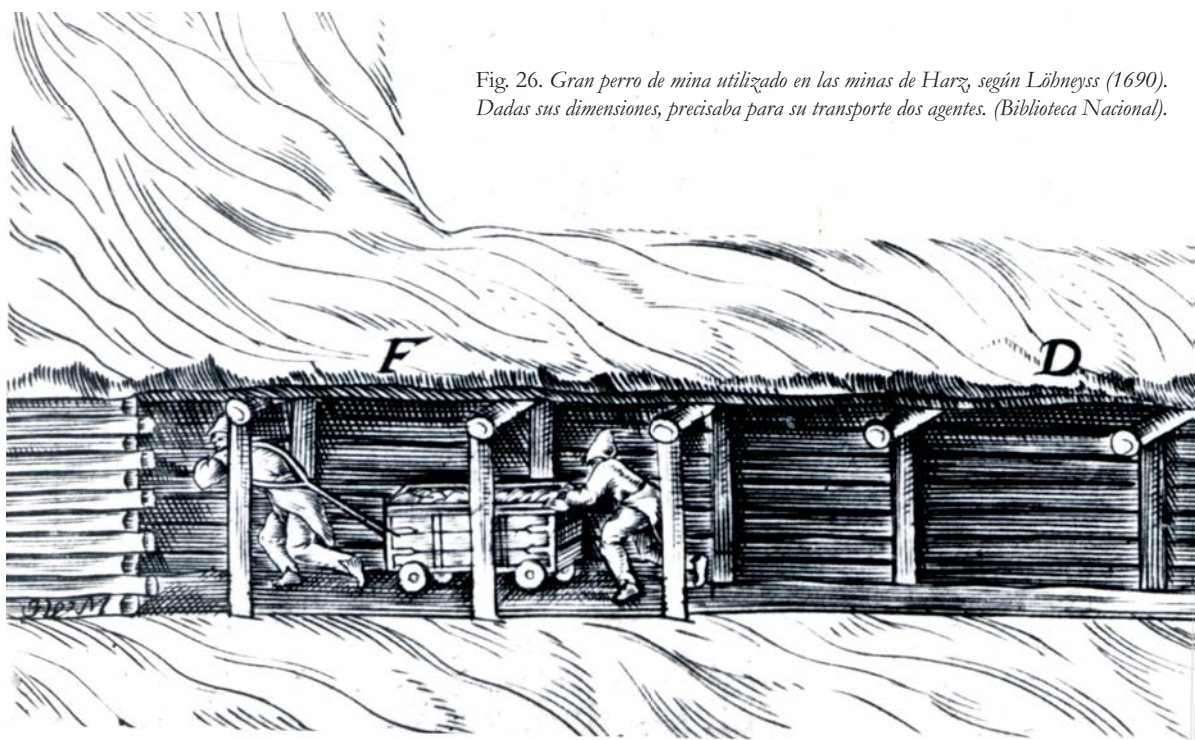


Fig. 26. Gran perro de mina utilizado en las minas de Harz, según Löbneys (1690). Dadas sus dimensiones, precisaba para su transporte dos agentes. (Biblioteca Nacional).

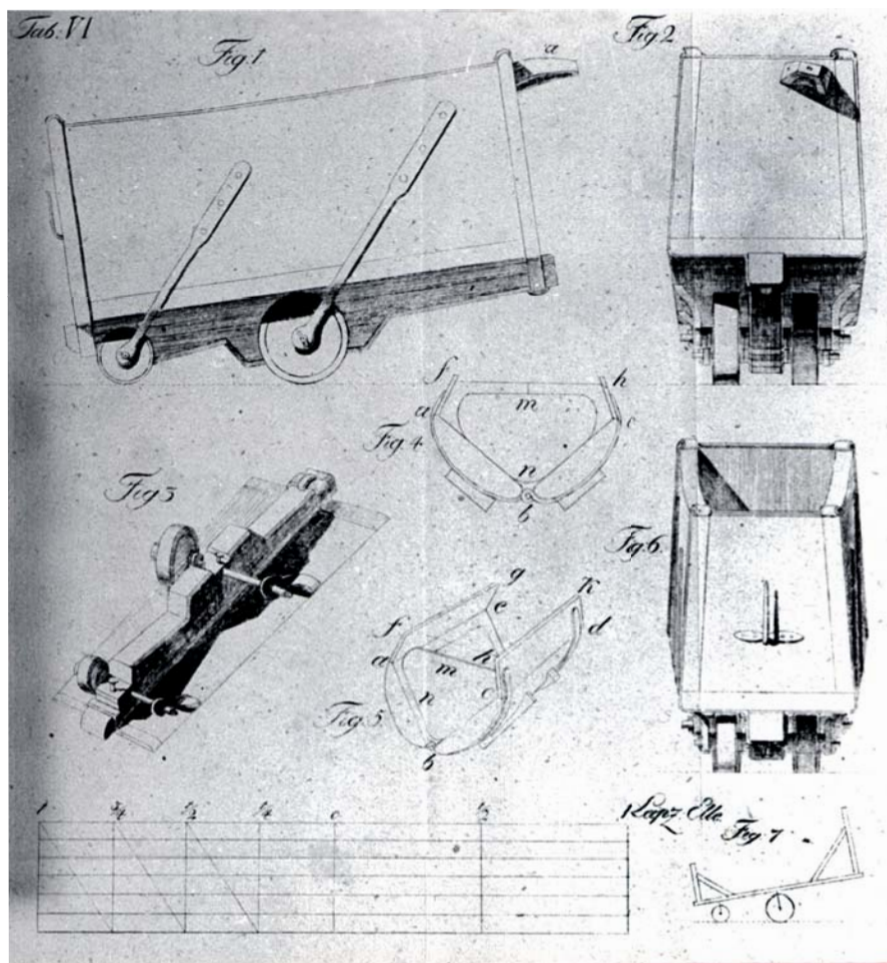


Fig. 28. Perro húngaro, según Becker (1805). El dispositivo indicado en las figuras 4 y 5 del grabado tenía por objeto suplementar la carga en un 50 por 100. Consistía en dos planchas de madera curvadas ab y be unidas por una bisagra. Las tablas fg y hk completan las caras laterales. Sendas tablas semicirculares, en unión del cable fh, mantienen el contenedor cargado en posición. Durante el viaje de regreso, el contenedor se cierra. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

pero dejaríamos así de mencionar el transporte minero más eficaz que el hombre puso en práctica antes del advenimiento del ferrocarril tipo inglés.

El perro húngaro tenía su eje trasero exactamente debajo del centro de gravedad y disponía de un mango o asidero en la parte posterior derecha de la caja (fig. 28). El conductor asía el perro, levantando en el aire las ruedas delanteras y, con gran pericia, lo hacía rodar a gran velocidad sobre las ruedas traseras.

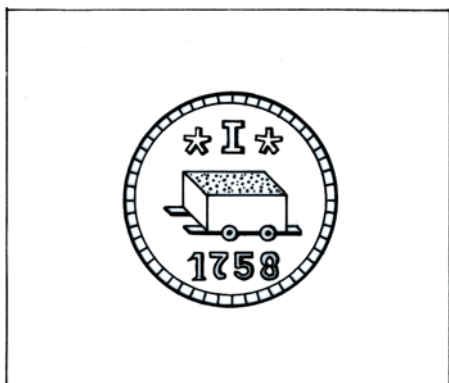


Fig. 27. Contraseña de cobre utilizada en las minas (Harz), con objeto de controlar el transporte. (Dibujo: Luis Biela).

Un capitán de minas, Wilhelm Becker, que visitó las minas de Schemnitz en 1805, nos ha dejado un vivo relato, salpicado de connotaciones ferroviarias (la preferencia de los trenes, los cruces, la regularidad, etc.):

“Me quedé atónito cuando tuve ocasión, por mí mismo, de percibir la velocidad alcanzada por un habilísimo conductor el día 17 de septiembre de 1805 en la mina... Me introduje con dificultad en un perro de los que usan los oficiales de la mina en sus visitas y me llevaron... unos 2.200 m en media hora. La galería era tan tortuosa que rara vez se encontraban cuatro carriles alineados; gran parte de ella se encontraba encharcada y cenagosa con más de 370 m cubiertos con 5 cm de agua, de manera que había que imaginar la situación y dirección de la vía; además, era tan baja y estrecha que, aun sentado en el perro, tenía que encogerme todo lo posible. Durante el viaje de ida, cruzamos con siete perros cargados, lo que supuso varias veces tener que retroceder hasta los lugares previstos para los cruces, donde permanecíamos fuera de la vía a la espera del perro cargado, reanudando la marcha en cuanto pasaba. Por término medio, el retraso en cada cruce fue de minuto y medio, pero además nos de-



Fig. 29. Difusión del perro húngaro por Europa. (Dibujo: Luis Biela).

tuvimos cuatro veces más, durante unos tres cuartos de minuto cada vez, para despabilar la lámpara, de modo que en total perdimos trece minutos y medio. Con todo, cubrimos el recorrido en treinta y seis minutos, es decir, veinticuatro minutos y medio en la marcha. Aunque me habían asignado uno de los conductores más diestros, mis otros dos compañeros emplearon el mismo tiempo. He de admitir que esperaba una velocidad mayor, así que mientras hacíamos la visita, dijeron en su ininteligible lenguaje a mi cochero, que permanecía a la espera con su cabriolet, mi intención de cronometrar el regreso, lo que redundaría en su fama y en una buena propina. Se picó de tal manera que el regreso lo hice en dieciséis minutos. La estrechez de la galería me oprimió menos, sintiéndome más confiado. Luego me dijeron que si no llego a acurrucarme me hubiera fracturado un brazo fácilmente. El entibado pasaba tan rápido que ahora me sería imposible decir qué clase de madera usaban, pues toda mi intención se concentró en evitar golpearme contra él. Despabiló la lámpara sólo dos veces y no tuvimos que apartarnos. La velocidad fue tan elevada que el agua me salpicaba a los ojos. Cuatro, cinco minutos después, llegaron mis compañeros con sus conductores tan sudorosos y jadeantes como el mío”.

Con el perro húngaro se obtenía una considerable reducción del rozamiento —dos ruedas en lugar de cuatro—, pero se necesitaba, en cambio, una extraordinaria habilidad para conducirlo. Verdaderamente, debía ser muy difícil empujar el perro a buena velocidad, agacharse para sortear los obstáculos y guiarlo sin que descarrilara, especialmente en los trozos de vía con alabeo y en los cambios de dirección.

El origen del perro húngaro parece residir en la costumbre de conducir los perros de mina sobre las ruedas traseras, en las galerías espaciosas o a cielo abierto, como se observa en la fig. 13. Está claro que durante la primera mitad del siglo XVII esta costumbre se aplicó en la Baja Hungría, dando lugar a la supresión de la barra de guiado. Así, en un diccionario de minas publicado en 1667, se indica que en esta región utilizaban, simultáneamente, perros de mina y perros húngaros.

En un grabado correspondiente a una descripción de la región del Danubio publicada en 1695, el dibujante no se ha ocupado siquiera de poner las ruedas delanteras. El grabado se refiere a las minas de Schemnitz, lugar que se ha considerado como el hogar del perro húngaro. Paulatinamente, las minas fueron sustituyendo un modo de transporte por otro, si bien la difusión no es tan amplia como la del perro de mina (fig. 29). La dificultad para aplicar el perro húngaro, con independencia de la estrechez de las galerías, estaba en el adiestramiento de los operarios, pues se registraron numerosos fracasos por este motivo, lo que obligó a volver al perro de mina. A finales del siglo XVIII, el perro húngaro comienza a ser desplazado de las minas de Europa continental por el ferrocarril tipo inglés, pero consigue resistir, hasta finales del XIX, en aquellas donde los conductores eran más hábiles. Nada menos que en 1955, el perro húngaro se continuaba utilizando en Smölnitz (Baja Hungría).

4. Características del perro húngaro

Con el perro húngaro se observa una mayor calidad en la construcción, que incluía los detalles más sobresalientes de su antecesor.

Aparece también, al menos en la región de su nacimiento, uno de los primeros indicios de un hecho tecnológico de enorme trascendencia: la normalización de los vehículos, no sólo en su diseño, sino en los materiales empleados.

La capacidad del perro húngaro tendía a ser menor que la del perro de mina, generalmente unos $0,10 \text{ m}^3$, aunque en Schemnitz se sobrecargaban con un suplemento a modo de contenedor (fig. 28). Aquí, la tabla de rodadura tenía $0,23 \text{ m}$ de ancho, en tanto que el ancho entre los bordes exteriores de las ruedas era de $0,20 \text{ m}$, lo que muestra la increíble habilidad de los conductores para evitar los descarrilamientos. En otros lugares, con el mismo ancho de ruedas, la vía tenía $0,35 \text{ m}$ de anchura.

Los conductores se iniciaban en el oficio entre los catorce y dieciséis años, hasta que a los veintidós o veinticuatro pasaban a picadores. En muchas minas se constituían en sociedad, de manera que el descenso de rendimiento de un conductor se compensaba con el exceso de los demás. Al contrario que

del vehículo y el conductor. Donde los conductores eran hábiles, el rendimiento era excelente, pero no dejaba de reconocer que el resultado era fatal si éstos carecían de destreza.

5. El perro de remolque (“Schlepphund”)

Las minas de cobre de Mansfeld tuvieron que resolver sus propios problemas de transporte. Aquí, las galerías principales eran bajas y estrechas, de modo que sólo permitían utilizar carretillas, pero las secundarias, con $0,75 \text{ m}$ de altura, las hacían impracticables. Comenzaron, pues, según una descripción de 1747, con un vehículo derivado, como siempre, de la narria, de $1,80 \text{ m}$ de largo, con dos pequeños bordes laterales y montado sobre dos anchos rodillos. El conductor se veía obligado a reptar por la galería arrastrando el vehículo mediante una cuerda atada al tobillo. En 1825 se perfeccionó el sistema de rodadura y, finalmente, en 1878 se alcanzó la perfección al poner cuatro ruedas de unos $0,30 \text{ m}$ de diámetro en una caja de $1,42 \times 0,46 \times 0,15 \text{ m}$, de modo que las

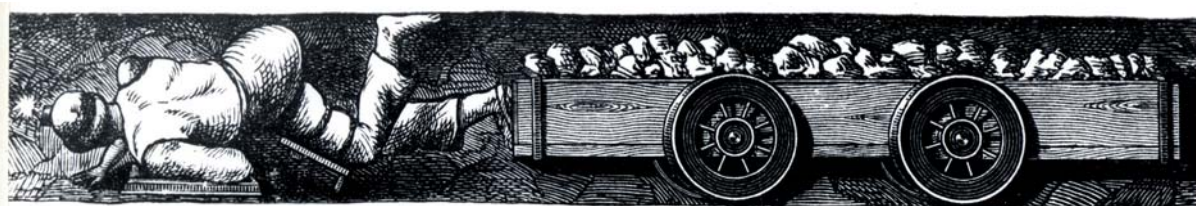


Fig. 30. Perro de remolque utilizado en las minas de Mansfeld, según Serlo (1878). (Biblioteca Nacional).

con el perro de mina, la carga la efectuaba el propio conductor, pues era fundamental estuviera perfectamente equilibrada. Uno de ellos, generalmente el más joven, se encargaba de mantener la vía en perfecto estado de conservación, ya que la humedad reducía la velocidad y el alabeo podría, fácilmente, dar lugar al descarrilamiento. Los resultados eran sorprendentes. Con fenomenal habilidad, estos muchachos transportaban cargas de 200 a 300 kg de mineral a una velocidad media de casi $4,5 \text{ km/h}$ por aquellos oscuros y retorcidos pasajes. Las curvas generalmente las tomaban con una sola rueda. Esta destreza daba lugar a una mayor productividad, que, por supuesto, era recompensada con mayores salarios. Según datos de 1795, su salario era casi un 30 por 100 más elevado que el de los conductores de los perros de mina.

El capitán Becker, antes citado, un decidido partidario del perro húngaro, despreciaba la barra de guiado que, según él, se debía eliminar y sustituir por el guiado del propio conductor. Las virtudes del perro húngaro, decía, consisten en su buen diseño y conservación, la ligereza de su tara y la unidad armoniosa

ruedas sobresalían por encima (fig. 30). Este vehículo tuvo una difusión muy limitada en la propia zona de Mansfeld y en algunas minas de Hessen y Silesia.

6. Evolución del perro de mina y perro húngaro

El principal objetivo logrado con los perros fue resolver el transporte de mineral desde el frente de arranque hasta el pozo o el exterior en las minas de montaña. Tuvieron, en cambio, muy escasa aplicación en el transporte de superficie. Lo normal era que las instalaciones de molienda y fundición se encontraran alejadas de la bocamina, situándose en la inmediata proximidad de los cursos de agua, con el fin de aprovechar la energía hidráulica. Cuando éstos quedaban casualmente cerca, el transporte se hacía en carretillas, pero en los demás casos, se recurría a las caballerías o a los carros, con los que no podían competir los perros, por su escasa capacidad de carga y la necesidad de tender una costosa vía a través de un terreno generalmente quebrado. Fue, por ello, muy raro instalar la vía mucho más allá de la boca-

mina, y más extraño aún, tender una línea desde ésta a las instalaciones metalúrgicas de la mina. Estas circunstancias llevaron a los técnicos de la época a concentrar sus esfuerzos en perfeccionar el transporte interior, sin dedicar atención alguna al de superficie, precisamente lo contrario de lo ocurrido, más tarde, con la minería del carbón en Inglaterra.

Limitados los objetivos al transporte interior, el perro de mina y el perro húngaro no hubieran podido progresar más de lo que lo hicieron. Se sustituyeron las ruedas de madera por la fundición, pero no hubiera podido metalizarse la caja por el peligroso aumento de la tara. Ya vimos cómo se trató de aumentar la capacidad del perro de mina —en el perro húngaro, donde la velocidad era esencial, hubiera sido imposible—, pero los ensayos sólo tuvieron éxito en las minas de carbón, con menor densidad que el mineral metálico. La prueba definitiva de su estancamiento a

tonces. El perro de mina y el perro húngaro se desconocieron en España y América porque la industria minera no reunía las condiciones necesarias para introducir esta innovación técnica. Se carecía de personal técnico y mano de obra cualificada, faltó capital o no se quiso invertir en las minas, ni hubo interés por aumentar la productividad. Únase a esto el afán por “arrancar en poco tiempo la mayor cantidad posible de mineral, sin pensar en el porvenir ni en la seguridad y permanencia de las excavaciones”²¹ para completar el cuadro del laboreo de minas de la época.

Las minas de Guadalcanal²²

Este ejemplo es muy interesante, pues el periodo en que se explotaron estas minas coincide precisamente con el desarrollo y esplendor del perro de mina en Europa. Las minas de plata de Guadalcanal se labra-

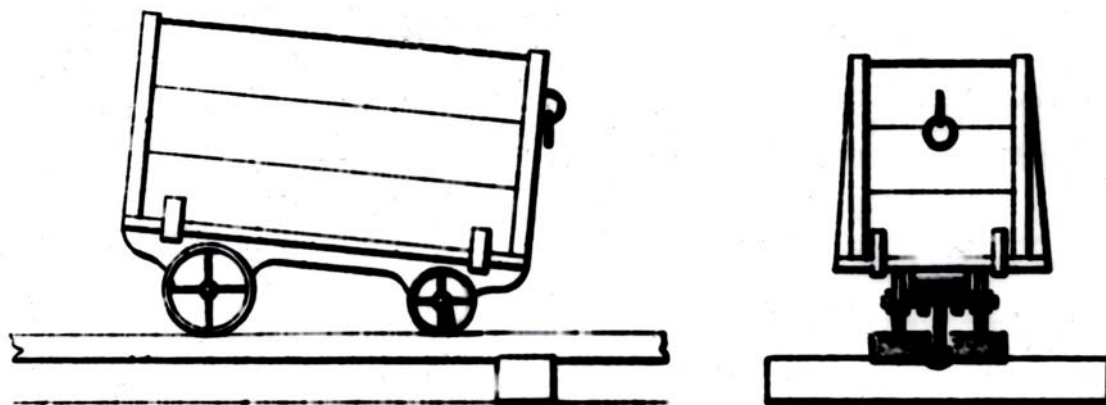


Fig. 31. Los últimos perros de mina, según Combes (1845). (Biblioteca Nacional).

nivel técnico se deduce de las figs. 31 y 32, en las que se muestran los últimos perros de mina y húngaro del siglo XIX, con diseños prácticamente similares a los de los siglos anteriores. La realidad fue que sucumbieron sin dejar la menor huella en la historia de la tecnología, si exceptuamos la incipiente normalización de los perros húngaros.

7. El transporte interior en las minas españolas

Hasta bien entrado el siglo XIX, el transporte interior, tanto en las minas españolas como en las de las colonias americanas, continuó realizándose con medios primitivos. Se ha achacado este atraso, como muchos otros, a nuestra ignorancia e incapacidad, pero nada resulta más incierto cuando se examinan atentamente las circunstancias de la minería de en-

ron por cuenta de la Real Hacienda desde finales de 1555 hasta 1576, fecha en que se agotaron los filones. El producto total, durante estos años, fue de 92.052 kg de plata, cantidad relativamente importante, si bien muy inferior a los 171.690 kg extraídos más tarde, en la sierra Almagrera hasta el año 1845, tras cuatro años y nueve meses de trabajos²³.

El filón fue descubierto por Martín Delgado, un natural del lugar, siendo seguido el hallazgo por una fie-

²¹ J. Ezquerro del Bayo: *Elementos de laboreo de minas*. Madrid, 1839.

²² Para este apartado, véase T. González: *Noticia histórica documentada de las célebres minas de Guadalcanal, desde su descubrimiento en el año 1555 hasta que dejaron de labrarse por cuenta de la Real Hacienda*, 2 vol. Madrid, 1831.

²³ “Memoria sobre el estado de la minería del Reino en fin del año 1845”. En *Anales de Minas*, T. 4. 1846.

bre minera, con 180 registros en el propio Guadalcanal y otros lugares de la región (Cazalla, Aracena, Galaroza). La situación financiera del Estado era tan angustiosa —Felipe II inició su reinado con 37.000.000 de ducados de deuda pública— que la Corona tuvo que incautarse de las minas, sin respetar los derechos de los denunciantes. Esta decisión autoritaria supuso un golpe fatal a los intentos posteriores de vigorizar esta industria en el país.

Un inventario de marzo de 1556 relaciona los materiales de que se disponía: “zaques para sacar el agua, maromas, picayos, serones, esportones, espuestas, sogas, aceite para andar de día y de noche en los pozos, hierro, acero y otras menudencias...”. El mineral se llevaba en espuestas desde el frente de arranque al pozo y allí se izaba con tornos a la superficie. En ninguno de los inventarios posteriores consta se utilizara otro medio de transporte que

sado. “Avisarme heis —decía a su administrador en febrero de 1556— si habéis podido traer más alemanes para acrecentar la fábrica, pues son tan útiles para ella, o si será necesario que Yo provea sobre ello”. En abril del mismo año ordenó a Juan de Xuren enviara a Guadalcanal todos los técnicos extranjeros de que disponía. Este Xuren era el representante de Juan de Xedler, otro alemán que disfrutaba, sin gran éxito, concesiones mineras en los dominios de las Ordenes Militares y otros partidos. Parece que en un principio los alemanes cubrían muchos puestos de trabajo, pero al poco se despidieron, permaneciendo sólo la mano de obra cualificada: carpinteros, herreros, entibadores, fundidores y refinadores. En efecto, por orden real, en diciembre de 1556 se igualaron sus condiciones de trabajo a las de los españoles. Mientras éstos tenían un jornal de dos reales y trabajaban doce horas diarias, los alemanes gozaban de tres reales y ocho horas de trabajo. Al frente de los alema-

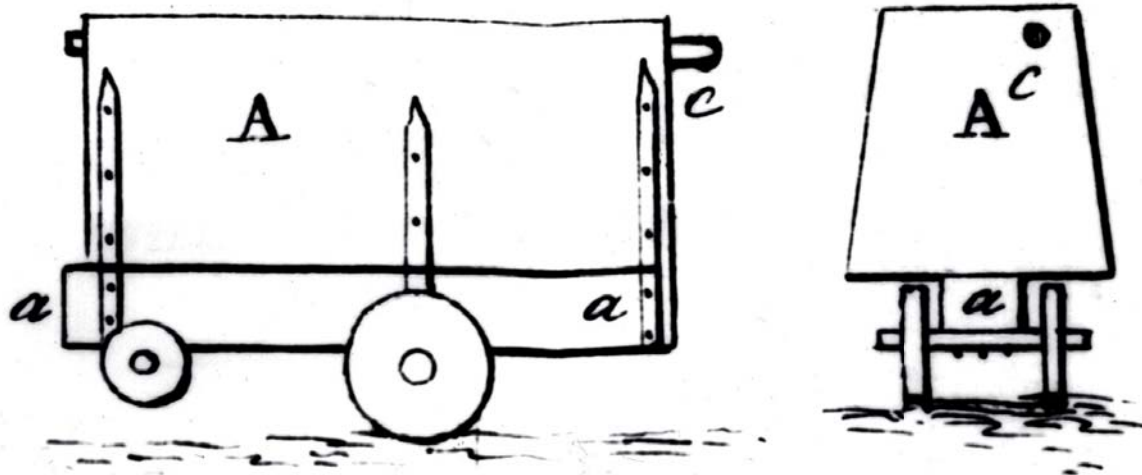


Fig. 32. Los últimos perros húngaros, según Ezquerria del Bayo (1839). (Biblioteca Nacional).

no fuera el de brazo, ni siquiera se menciona la existencia de carretillas.

Las excavaciones se dirigían a extraer el mineral, allí donde se hallase, sin establecer un plan previo de conjunto. No se aplicó la geometría subterránea, de manera que no se sabía la extensión ni dirección de los trabajos. Un celoso administrador ordenó a un pintor (*sic*) hacer un dibujo (*¿plano?*) de las galerías que se expuso en la iglesia para conocimiento de los oficiales de la mina. De acuerdo con estos precedentes hubiera sido difícil, si no imposible, tratar de instalar los perros de mina. Téngase en cuenta, además, el escaso volumen de producción, que no llegaría, en los mejores tiempos, a más de cuatro o cinco toneladas de mineral por semana.

Inmediatamente se trajeron técnicos alemanes, cuestión en la que el propio Felipe II estaba muy intere-

nes hizo venir el Rey a un flamenco, Juan Sthemberg, “que tiene a su cargo de ver lo que se ha de hacer en las minas”, con el espléndido salario de 23 reales diarios. Lamentablemente, Sthemberg resultó un fracaso y fue despedido por inútil en 1559. En tres años de servicio, sólo se había limitado a precisar que el laboreo iba errado y “que no había maestros que hiciesen las invenciones que él diese”. Según los administradores, nunca se supo cuáles eran estas invenciones a que se refería. Al parecer, debía mantenerlas en secreto.

Las directrices empresariales, si podemos denominarlas así, eran muy claras:

“... procuréis sacar —decía Felipe II en 1558 a su administrador— el mayor aprovechamiento que se pueda de esas minas, y de las que más pareciesen, con toda presteza que sea posible,

pues es el más principal miembro de renta que, al presente, tenemos de nos socorrer...”

Sin embargo, esta política resultaba técnicamente incompatible con las directrices de reducir, simultáneamente, los costes y las inversiones, dada la mala situación de la Real Hacienda.

Se invirtió escasamente en algunos edificios, un molino para triturar el mineral y una máquina para accionar los fuelles de los hornos, todo ello imprescindible para la explotación. Pero el dinero se facilitaba con estrechez, pues hubo momentos de estar parados los molinos y fuelles por falta de acémilas para moverlos. Los costes de personal, ya hemos visto, se redujeron igualando los salarios de alemanes y españoles. En junio de 1556, cuando se iniciaba la explotación en firme, se calculó minuciosamente los costes comparados de un esclavo y un trabajador español, resultando una ligera diferencia a favor del primero. Por ello, el administrador, Diego López, decía al Rey, en un informe de junio del año siguiente:

“Convendría que V. M. mandase comprar cantidad de negros y moriscos para esta fábrica y para las demás que se armasen, porque... la gente se va encareciendo y ensoberbeciendo y ha de ser trabajosa y costosa de hallar...”

A pesar de estas recomendaciones, tampoco se invirtió en esta clase de mano de obra, pues en 1564 sólo había 73 esclavos dedicados a los trabajos más penosos (tornos, trituradoras, etc.).

Hay que destacar, finalmente, el enorme interés y el minucioso control de la explotación desde la Corte. Se redactaron detalladísimas ordenanzas para la administración, se trató de ensayar la amalgamación y se obtuvo documentación técnica sobre los métodos de laboreo y metalurgia empleados en Europa. Según consta, el doctor Velasco, consejero de S. M. sobre negocios de minas, tenía en su poder el tratado de Agricola, *De Re Metallica*, publicado pocos meses después del descubrimiento de Guadalcanal.

Las minas de las colonias americanas

Según Vicens Vives, la minería americana inició su periodo de esplendor hacia 1560, en base a:

- Los enormes yacimientos argentíferos de Méjico y Perú.
- La técnica de amalgamar la plata con el mercurio, introducida por Bartolomé de Medina en 1557.
- La forma de trabajo denominada mita.

La mita consistía en una prestación forzosa, pero retribuida, por la que cada tribu de indios debía contribuir anualmente con un contingente para el trabajo de las minas y las obras públicas, durante un tiempo determinado. Oficialmente la instauró el virrey del Perú en 1575, extendiéndose rápidamente por todo el mundo colonial. El sistema era utilizado por los incas, de donde lo tomaron los españoles, ante la escasez de mano de obra provocada por la prohibición legal de utilizar los indígenas de las encomiendas en la prestación de servicios personales. Teóricamente, el mitayo era un trabajador libre, pero de hecho el trabajo era forzado “en condiciones durísimas y fuera del ámbito natal”²⁴.

El deseo de un rápido enriquecimiento, la propiedad minera muy dividida, una mano de obra muy similar a la servidumbre de la época feudal y la inexistencia de control gubernamental, que limitaba su intervención a cobrar el impuesto del 20 por 100 del producto, fueron los factores que contribuyeron a que el laboreo de las minas se hiciera, por lo general, con medios primitivos.

El transporte interior en las minas se relata en un texto de la época, debido al jesuita Alonso de Mesa, que se refiere a las minas del Potosí:

“...y el trabajo tan excesivo de seis meses y los cuatro de minas, trabajando doce horas al día, bajando 117 m y algunas veces 195 m donde es una perpetua noche, pues siempre es menester trabajar con candelas, el aire grueso y de mal olor encerrado en las entrañas de la tierra, las bajadas y subidas peligrosísimas, subiendo cargado con su taleguillo de metal (*mineral*) atado a las espaldas tardando en salir cuatro o cinco horas por pasos, que si se discrepa de poner bien el pie caen 195 m y que después de haber subido reventando, hallan por abrigo un minero que les riñe porque no salieron más presto, porque no trujeron mayor carga que luego en un punto les hacen volver”²⁵.

A finales del siglo XVIII continuaba el transporte a brazo, según el gran geógrafo y naturalista Humboldt. Conocedor de los métodos de acarreo europeos, quedó extrañado al comprobar:

²⁴ J. Vicens Vives: *Historia económica de España*. Madrid, 1964.

²⁵ Ms. (Biblioteca Nacional). *Memorial de Alonso de Mesa para D. Luis de Velasco, virrey del Perú, sobre Cédula de S. M. y demás despachos que tratan del servicio personal de los indios, obligación que tiene el virrey a su cumplimiento y que de la Cédula se podrá cumplir o dejar de cumplir con buena conciencia, supuesto el estado de aquel Reino*. (Hacia 1600).

“... se transporte a lomo de hombre todo el metal (*mineral*) que se saca de la veta. Los indios tenateros, a quienes puede considerarse como las acémilas de las minas de Méjico, están cargados durante seis horas con un peso de 103 a 161 kilos... suben y bajan miles de escalones por tiros (*pozos*) que tienen 45° de inclinación. Los tenateros llevan el mineral en costales de hilo de pita, y para no herirse las espaldas (porque los mineros están comúnmente desnudos hasta la cintura) ponen debajo del saco una frazada de lana. Se encuentran en las minas filas de 50 a 60 de estos mozos de carga, entre los cuales hay viejos sexagenarios y muchachos de diez a doce años”²⁶.

En algunos casos, el transporte se hacía con mulas que ascendían y descendían, sin conductor, por aquellas extensas escaleras. No se conoce, dice, el transporte con perros o carretillas, aunque considera sería imposible aplicarlo por la inadecuada disposición de los trabajos de laboreo.

En tiempos de Carlos III se enviaron mineros alemanes a Méjico, Perú y Nueva Granada, pero su influencia en las técnicas mineras indígenas no tuvo trascendencia, debido, según Humboldt, al rechazo de los propietarios. “El arte minero —dice— no puede hacer progresos en donde los laboríos están esparcidos en terrenos de vasta extensión y donde el Gobierno deja a los propietarios plena libertad de dirigir las obras a su antojo y arrancar los minerales del seno de la tierra sin pensar en el porvenir”²⁷.

Las minas de Riotinto²⁸

Abandonadas las minas de Riotinto desde épocas remotas, resucitó en 1556 el interés por ellas, al creer Felipe II se trataba de un yacimiento, similar en riqueza, al de Guadalcanal. Nada se decidió. En tiempos de Felipe IV se ordenó reconocer los criaderos, redactándose en 1627 varios informes que permanecieron en el olvido. Cien años más tarde surge, por fin, el primer intento serio para iniciar la explotación.

Un sueco residente en Madrid, Lieberto Wolters, obtuvo en 1725 la concesión por treinta años, fundando una sociedad con este objeto. Habiendo fallecido dos años después, la concesión pasó a su sobrino Samuel Tiquet, que se vio envuelto en graves pleitos con el Estado, logrando al fin confirmar ésta en 1746, por otros treinta años. En 1758 muere Tiquet, conti-

nuando los trabajos uno de los socios, Francisco Tomás Sanz, oriundo de Valencia, que impulsó y desarrolló la explotación hasta 1776, en que las minas revertieron al Estado. Tras un periodo de administración interina a cargo del propio Sanz, la dirección pasó al Gobierno, que incrementó notablemente la producción hasta pocos años antes de la invasión francesa.

Durante los primeros años, la producción fue insignificante por dos motivos. De una parte, la sociedad estuvo constantemente envuelta en problemas financieros, hasta que Sanz pudo conseguir algunos beneficios hacia 1765. De otra, había dificultades técnicas en los hornos de fundición, que no fueron resueltas hasta 1750, por los maestros mineros alemanes al servicio de la sociedad.

El sistema de transporte en Riotinto fue el de brazo, continuando así durante buena parte del siglo XIX. En 1839, Ezquerro del Bayo confiaba se desterraría el uso del barcal (fig. 9) “cuando se acaben de ordenar aquellas laberínticas excavaciones”. Pero no fue así, pues el ingeniero de minas Rúa Figueroa se lamentaba siguiera en vigor en 1851, cuando podría sustituirse ventajosamente por los caminos de hierro.

“El transporte interior se verifica por medio de barcales, que consisten en una tabla ligeramente cóncava de 0,51 m de largo por 0,33 m de ancho. Estos barcales, conducidos por niños (llenadores), sólo cargan 17 a 23 kg de mineral; sistema de trecheo que, aunque conforme con el de extracción, no lo está con los adelantos del arte y con las mejoras que imperiosamente reclama”²⁹.

Las minas de Almadén³⁰

La historia documentada de las minas de Almadén³¹ se inicia en el siglo XVI, en que fueron arrendadas por la Corona a los célebres comerciantes Marcos y Cristóbal Fuggars. El primer contrato data de 1525, pero se fue periódicamente renovando hasta 1563. A partir de este año y hasta 1645, los Fuggars sólo llevaron la administración, comprometiéndose a poner

²⁹ R. Rúa Figueroa: “Observaciones sobre la explotación de las minerales de cobre de las minas de Riotinto”, en *Revista Minera*, T. 2. 1851.

³⁰ Para este apartado, véase F. Bernáldez y R. Rúa Figueroa: “Reseña sobre la historia, la administración y la producción de las minas de Almadén y Almadenejos”, en *Revista Minera*, T. 12. 1861.

³¹ Almadén lo explotaron los romanos, obteniendo bermellón, utilizado entonces como producto de belleza, y los árabes (*almadén* significa mina en árabe).

²⁶ A. de Humboldt: *Ensayo político sobre Nueva España*, T. 3. París, 1836; pp. 130-1.

²⁷ A. de Humboldt: Obra citada, p. 125.

²⁸ Para este apartado, véase R. Rúa Figueroa: *Ensayo sobre la historia de las minas de Riotinto*. Madrid, 1859.

todos los años en Sevilla unas 207 t de azogue. Como ya vimos, el mercurio resultaba imprescindible para extraer la plata de América por amalgamación, aunque desde 1564 los yacimientos de Huencavélica (Perú) cubrieron casi toda la demanda.

Con la salida de los Fuggars, que habían dejado los trabajos en estado lamentable, se inicia durante los cien años siguientes un periodo de decaimiento, sin duda provocado por la fuerte competencia de Huencavélica. El periodo finaliza con un incendio en el interior de la mina, desde enero de 1755 hasta julio de 1757, que acabó destruyendo toda la entibación. Poco se puede decir de esta etapa llena de incuria, ignorancia, indisciplina y corrupción, de no ser la instalación de los hornos usados en Huencavélica, hacia mediados del siglo XVII, y la introducción de la pólvora en 1703, con noventa años de retraso respecto a Europa.

La destrucción provocada por el fuego —coincide con el agotamiento de Huencavélica— supuso un revulsivo eficaz. Se traen técnicos alemanes que restauran el laboreo de acuerdo con los conocimientos de la época. Se sustituye la madera por la mampostería en las entibaciones, la brújula entra por vez primera en las galerías y se inician trabajos ordenados. De todo ello resulta un periodo de florecimiento, especialmente en el último tercio del siglo XVIII. Entre 1787 y 1799 se trabaja en la instalación de una máquina de vapor para el desagüe, que iniciaría el servicio en julio de 1805.

Nada se sabe acerca del sistema de transporte interior en la época de los Fuggars. Bowles, en su visita a los criaderos antes del incendio, indica que si bien estos “eran los más hábiles mineros de su siglo... miraban la mina como arrendadores y no como dueños”, y por consiguiente, la rapiñaron, es decir, “tiraban a sacar por lo pronto y con el menor gasto todo el azogue que podían”³². Esto y el hecho de utilizar mano de obra esclava parece indicar que el transporte se hizo con medios primitivos.

La primera referencia sobre el transporte interior data de 1710, según un documento del archivo de Almadén:

“El acarreo interior de los minerales se efectuaba casi siempre a brazo, hasta el pie o caja de los pozos, por donde se hacía la extracción. Como éstos no se hallaban en la misma vertical, había necesidad, muchas veces, de tener en cada piso varios hombres ocupados en transportar el mineral de unos pozos a otros”.

³² G. Bowles: *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España*. Madrid, 1782.

La subida del mineral se hacía con tornos accionados por esclavos —los Fuggars dejaron 47 al servicio de la mina— y más tarde presidiarios, de los que constantemente había 90 o 100 de ellos en la cárcel establecida con este fin en Almadén.

La modernización impuesta por los alemanes supuso también sustituir el primitivo transporte a brazo por el transporte con carretillas establecido por el director Juan Martín Hoppensack³³ durante su mandato (1785-92), de acuerdo con un modelo similar al indicado en la fig. 9. Mucho más tarde, en 1844, el transporte y extracción fue objeto de un interesante estudio económico³⁴. El acarreo interior se continuaba realizando con carretillas en las galerías de perfil sensiblemente horizontal y desde los puntos de arranque a las cortaduras mediante trecheadores con espuestas sobre el muslo. Se comparaba este sistema con el utilizado en Hungría y Sajonia a base de perros húngaros, resultando que el coste era 7,19 y 4,79 veces superior, respectivamente, al de estas regiones mineras, y la energía desplegada, indicadora del rendimiento del transporte, el 27 y 36 por 100, respectivamente.

³³ J. M. Hoppensack: *Über den Bergbau in Spanien*. Weimar, 1796. Obra comentada en *Journal des Mines*, T. 5. Año V.

³⁴ L. de Aldana: “Apuntes sobre el acarreo de minerales y zafras en las minas de Almadén, su extracción por el pozo de San Teodoro y conducción de los primeros al cerco de fundición” (junio de 1844), en *Anales de Minas*, T. 3. 1845.

Capítulo 3

EL GUIADO POR EL CARRIL

1. Fundamentos

Hay una teoría bastante plausible para explicar el origen del principio de guiado de las ruedas o patines por un carril. De acuerdo con ella, el hombre de finales de la Edad Media habría inferido éste, al observar las profundas huellas o rodadas dejadas por los carros en el terreno. Muchos de nuestros lectores, con edad suficiente para haber vivido en nuestro país antes de la mecanización de la agricultura, habrán tenido ocasión de ver estos caminos, o carriles³⁵ como antes se denominaban, con sus rodadas hoy día encubiertas por el paso de los tractores.

A la vista de estas acanaladuras dejadas por las ruedas de los carros, surgen dos variantes: el carril de madera con sección en U y el carril con sección en L, que es un diseño más evolucionado y económico. De aquí en adelante, denominaremos este último “carril de reborde”³⁶.

Al tratar del Mundo Antiguo, vimos algunos ejemplos fundados en este principio de guiado. Veamos ahora otros, de aplicación más reciente a diferentes actividades industriales, durante el periodo comprendido entre el final del Mundo Antiguo y el siglo XIX. Resulta curioso observar que numerosos ejemplos se refieren a planos inclinados, pero esto no debe sorprendernos, pues el principio de guiado por el carril es muy adecuado y económico cuando se aplica a secciones de vía con alineación recta, corta longitud y velocidad de circulación reducida.

³⁵ La voz *carril* se aplica, indistintamente, a las rodadas que deja la rueda de un carro sobre el terreno y, en sentido general, al camino de carros formado por estas acanaladuras.

La primera acepción se utilizó para traducir *rail* del francés —había pasado directamente del inglés—, mediante la palabra compuesta *barracarril*, que, más tarde, se abreviaría a sólo *carril*.

La segunda acepción se empleó para formar la expresión *carril de hierro*, traducción directa del inglés *iron railway*. Fue muy poco utilizada en el castellano, siendo pronto sustituida por *ferrocarril*, que significa lo mismo.

Paralelamente, del francés *chemin de fer* se obtuvo *camino de hierro*, por traducción directa. Ambos sinónimos, *ferrocarril* y *camino de hierro*, convinieron juntos en el uso durante el siglo XIX, imponiéndose finalmente el primero de ellos.

³⁶ Preferimos “carril de reborde” a “carril plano” o “carril de pletina”, expresiones con las que se ha intentado traducir *platerail* de inglés.



Fig. 33. Máquina para transportar tierra con la sola fuerza de una caballería, según Romelli (1588). (Biblioteca Nacional).

2. Aplicaciones militares

Los dos primeros ejemplos se encuentran descritos en obras italianas, y se refieren a dispositivos para facilitar el movimiento de tierras en la construcción de fortificaciones. Parecen ser inventos o proyectos de sus autores, pues nada se indica a lo largo del texto respecto a realizaciones concretas.

En el grabado de Ramelli³⁷ de 1588 se ven muy bien los tres carriles de reborde, siendo el intermedio común a las dos vías del plano inclinado (fig. 33), por donde baja el vehículo vacío y sube el cargado de forma alternativa. De la simple inspección del dibujo se deduce el funcionamiento de la máquina, denominada malacate, que, accionada por una caballería, proporciona la tracción necesaria. Lo que no explica Ramelli es cómo circulaba el vehículo situado en el terreno horizontal, al tener las ruedas delanteras un diámetro menor que las traseras, sin que se derramara la carga.

³⁷ A. Ramelli: *Læ diverse et artificiose machine*. París, 1588.

En la obra de Lorini³⁸, de 1596, se muestra un dispositivo similar, aunque de vía única, con vehículos de sólo dos ruedas (fig. 34). El guiado se hacía mediante carriles acanalados en la sección inclinada, prescindiendo de éste en las secciones horizontales. De acuerdo con lo indicado en el texto, el vehículo se maniobraba a mano en las secciones horizontales, mediante la pieza IK. La descarga tenía lugar por la parte delantera, al abatir el testero TQ extrayendo la pieza VR.

Hay un tercer ejemplo, mucho más enigmático, que figura en una obra de autor desconocido, compuesta por una colección de dibujos referentes a dispositivos relacionados con obras civiles y militares (fig. 35). Se la conoce por el *Anonymus der Hussitenkriege* (Anónimo de las guerras husitas), que data de 1430, aproximadamente. Dado que se carece del texto explicativo, no es posible interpretar los dibujos con claridad. En la parte superior izquierda se ve una enorme grúa que se desliza sobre seis ruedas de madera. Del extremo derecho cuelga un armazón de madera, en el que está situado un vehículo de cuatro ruedas, sobre dos carriles de sección en U, y que parece están descargando dos soldados.

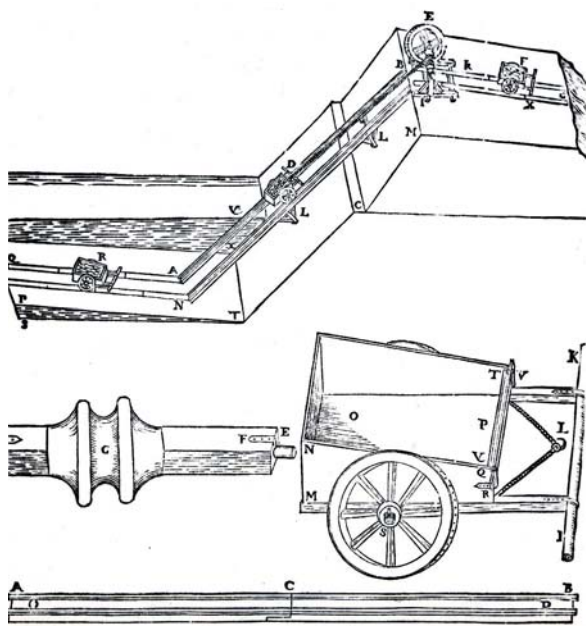


Fig. 34. Sencillo dispositivo para transportar la tierra de terraplenar al fuerte, según Lorini (1596). (Biblioteca Nacional).

3. Aplicación a los canales

La utilización de planos inclinados para el transporte de barcos desde un canal o río a otro canal situado a distinto nivel no fue una novedad durante la Edad Media. Así tenemos concretas referencias

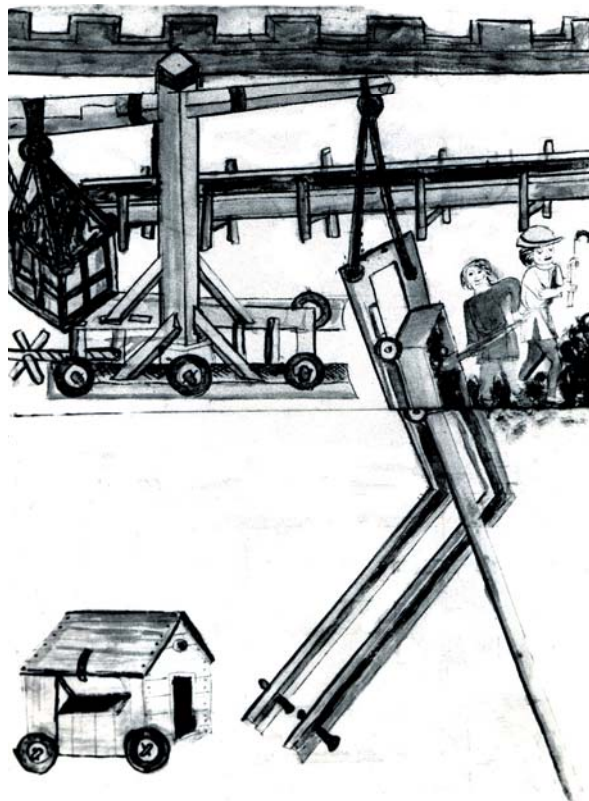


Fig. 35. Instalación militar y vía de transporte, según el manuscrito anónimo de Hussitenkriege (hacia 1430). (Bayerische Staatsbibliothek, Munich).

de uno construido en 1437, en la ciudad de Fusina (Italia), para unir el río Brenta con una de las lagunas de Venecia. En la obra de Zonca³⁹, publicada en 1607, se ilustra esta construcción, en la que se ve cómo la plataforma con ruedas que sustenta los barcos circula entre los rebordes BB (fig. 36). En el dibujo hay vía doble, aunque esto era una de las propuestas del autor, pues, en realidad, no había más que una.

4. Aplicaciones mineras

La más extensa aplicación del guiado por el carril se encuentra en la minería. Aquí inicia su desarrollo paralelamente al guiado por ranura, es decir, al perro de mina. Desde nuestra perspectiva de hoy, parece como si ambos principios de guiado hubieran entablado una lucha efímera por la subsistencia. Pero no hubo vencedores ni vencidos, ambos fueron derrotados por el ferrocarril tipo inglés. Comparado con los perros de mina y húngaro, el guiado por el carril tuvo mucha menor difusión en las instalaciones mineras, existiendo una amplia dispersión geográfica (fig. 37).

³⁸ B. Lorini: *Della fortificazioni*. Venecia, 1596.

³⁹ V. Zonca: *Nuovo Teatro di Machini et Edificii*. Padua, 1607.



Fig. 37. Difusión del guiado por el carril en Europa. (Dibujo, Luis Biela).

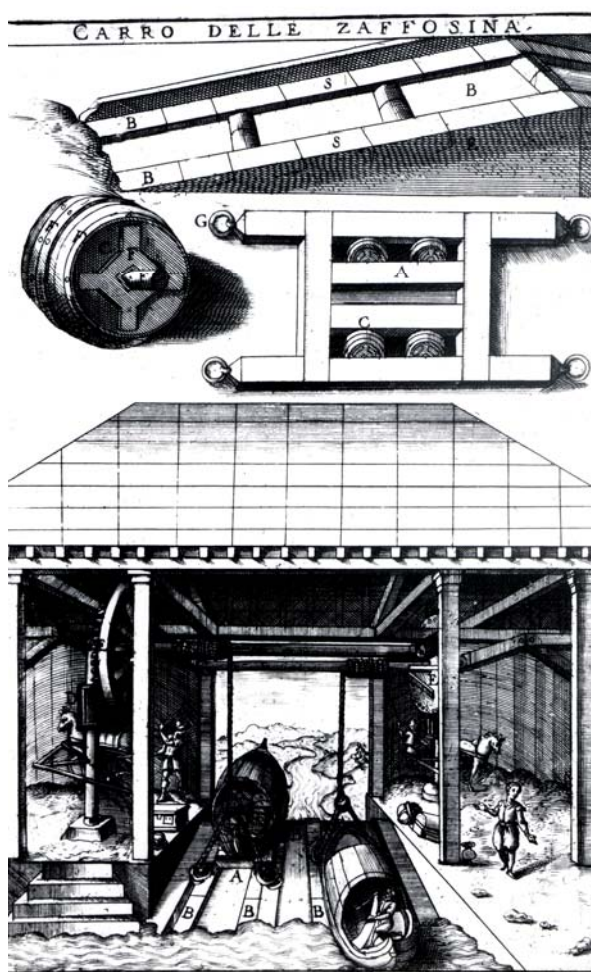


Fig. 36. Instalación para el transporte de barcos sobre plataformas, según Zonca (1607). (Biblioteca Nacional).

Las primeras huellas

Durante la primera mitad del siglo XVI aparecen unos vehículos diferentes de los perros de mina. Se distinguen de éstos por tener sus ruedas del mismo diámetro fuera de la caja, cerca de los testeros, y no bajo ella, como en los perros de mina.

En muchos casos no es posible concretar el principio de guiado, dada la calidad y detalle de los dibujos que se conservan. Si en algún ejemplo el grabador no puso carriles, quizá se debiera a que éste ignorara su existencia, no comprendiera el proceso de guiado o que realmente no los hubiera. Para el historiador es peligroso aquí sacar conclusiones. No obstante, haremos mención de estos primeros ejemplos, pues, de alguna manera, nos muestran el proceso lógico de este principio de guiado: sustitución del piso de la galería por carriles planos e instalación de rebordes, posteriormente, para facilitar la operación del transporte al conductor.

En un tratado de alquimia⁴⁰ de 1503 se muestra un gnomo sacando una gran vagoneta por el socavón (fig. 38). También en los tratados de Agricola, ya citado, y de Muenster⁴¹, aparecen vehículos de análogas características, sin que se aprecie con claridad la existencia de carriles (fig. 39 y 40). Uno de ellos es una extraña mezcla de carretilla y vagoneta, de la que no

⁴⁰ G. Reisch: *Margarita Philosophica*. Freiberg, 1503.

⁴¹ Véase nota (43)



Fig. 38. *Vagoneta minera*, según Reisch (1503). (Biblioteca Nacional).

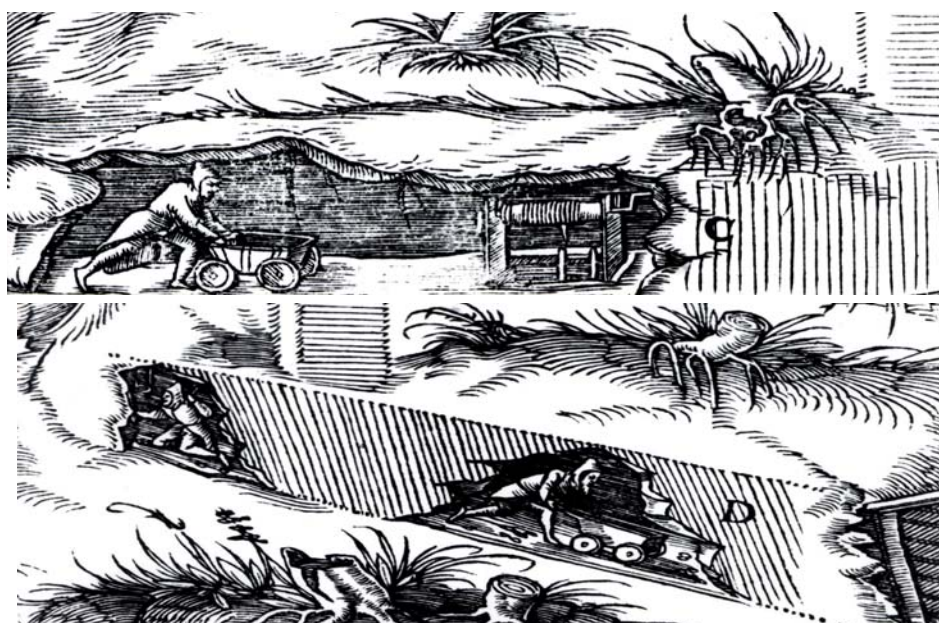


Fig. 39. *Vagonetas mineras*, según Agricola (1556). (Biblioteca Nacional).



Fig. 40. *Vagoneta minera*, según Muens-ter (1556). (Biblioteca Nacional).

hay referencias en el texto. Finalmente, es interesante mencionar un grabado publicado en *Das sachische Bergwerk*, fechado hacia 1525 (fig. 41). Se ven aquí dos conductores, uno saliendo y otro entrando por los respectivos socavones. En los carriles no se observan los rebordes, aunque sí parece apreciarse que el eje delantero de los vehículos es más corto que el trasero. Esto nos llevaría a sospechar la existencia de algún sistema de guiado. En el supuesto de que el dibujo corresponda con la realidad, la explicación de por qué se añadieron los rebordes es evidente, pues no se comprende cómo podría conducirse, en esta vía, un vehículo de cuatro ruedas por aquellas tenebrosas galerías, con la sola ayuda de una mortecina lámpara de aceite.

El primer indicio de guiado por el carril corresponde a un grabado de un tratado de leyes mineras publicado en Austria, entre 1515 y 1538, bajo un título enormemente largo: *Der Ursprung Gemeynner...*⁴², etcétera. Aquí el conductor empuja una vagoneta de la



Fig. 42. Vagoneta minera y vía con carriles, al parecer, de sección acanalada, según *Der Ursprung Gemeynner* (1515-38). (Archivo RENFE).



Fig. 41. Vagoneta minera utilizada en Sajonia, según *Das Sachische Bergwerk* (hacia 1525). (Bergbauforschungs Gmbh. Bibliothek, Essen).

que sólo se ve la rueda trasera. El carril, oculto en su parte final por el pie del conductor, parece de sección acanalada (fig. 42). En un cuadro de 1544, “Les travaux de la mine”, de Lucas Gassel, un pintor de la escuela flamenca, se ve una escena similar (fig. 43).

El carril parece disponer de reborde, pero por su lado interno. No es posible afirmar esto con certeza, pues la pintura no es una copia del natural. Por lo que sabemos, el pintor residió toda su vida en Brabante, donde nunca hubo minas. Con independencia de una copa de plata decorada en su parte externa con escenas mineras de Alsacia, que data de 1543, hay una prueba definitiva del guiado por el carril en un grabado de la famosa obra de Sebastian Muens-

⁴² El título es “Origen de la ley consuetudinaria de minas desde los Antiguos y de las leyes de los Reyes y Príncipes que la siguieron”.

ter⁴³, titulada *Cosmographia Universalis* y publicada en 1550. La escena es muy parecida a la cincelada en la copa, ya que se refiere a la misma mina Sainte Marie, del valle de Liepvre (Leberthal), en Alsacia (fig. 44). Con un pequeño esfuerzo de imaginación puede apreciarse un reborde en el carril derecho de la vía situada, exactamente, sobre la cabeza del conductor que empuja la vagoneta, en la parte izquierda de la escena. No se hace mención en el texto de la forma del carril, pero sí, en cambio, se dice que las ruedas de la vagoneta son de hierro. Esta es la primera referencia de la utilización de ruedas metálicas en un ferrocarril.

C. J. Cronstedt, en 1729 (fig. 45). El plano inclinado tenía una longitud de 210 m y era de vía doble, aunque parece deducirse del dibujo que ambas vías eran independientes, es decir, los vehículos de dos ruedas subían y bajaban, cada uno por su vía. El esfuerzo de tracción se obtenía mediante una rueda hidráulica de 12,7 m de diámetro, y un sistema de transmisión a base de bielas de 1.170 m de longitud, hasta la parte superior del plano inclinado. Allí un sistema de piñón y cremallera hacía deslizar, alternativamente, dos bielas situadas a nivel de los carriles, bajo los vehículos, provistas de garfios situados a intervalos iguales a la carrera de éstas. Así una biela, mediante el garfio, lle-



Fig. 43. Cuadro del pintor flamenco Lucas Gassel, titulado "Los trabajos de la mina". Vagoneta y vía con carriles, al parecer de rebordes. (Musées Royaux des Beaux-Arts, Bruselas).

Las minas metalíferas

Desde 1550, año de publicación de la obra de Muenster, hay un periodo de casi ciento cincuenta años sin ninguna referencia acerca del guiado por el carril en las instalaciones mineras, quizá debido a la destrucción de los testimonios pertinentes. Históricamente, la reaparición de este principio de guiado surge, en 1698, en una mina de cobre de Suecia denominada Humboberg, cuyo pozo principal tenía una inclinación de 48°. Para la extracción del mineral, el gran ingeniero Christopher Polhem (1661-1751) proyectó y construyó un sistema que ya había utilizado antes en pozos verticales a base de bielas oscilantes. La instalación quedó destruida en 1717, con motivo de un hundimiento, pero se reconstruyó siendo objeto posteriormente de una ilustración por



Fig. 44. Vagoneta minera y vía con guiado por el carril, según Muenster (1550). (Biblioteca Nacional).

⁴³ Sebastián Muenster (1480-1552) fue un monje franciscano alemán que abrazó la Reforma Protestante. Su tratado incluye una de las primeras descripciones geográficas del mundo entonces conocido.

vaba el vehículo hasta el punto superior de su carrera, donde quedaba enganchado automáticamente por el garfio correspondiente de la otra biela, en ese momento situada en el punto inferior. Los carriles de sección acanalada son perfectamente visibles en el dibujo.

En 1724 Leupold⁴⁴ describe, en su tratado de mecánica, otro plano inclinado en una mina de alumbre, que tenía por objeto sustituir el anterior y primitivo sistema de transporte con carretillas (fig. 46). El sistema de tracción consiste en un cable sin fin guiado por unas pequeñas poleas intermedias, fácilmente visibles en el dibujo. De acuerdo con el texto, la vía disponía de rebordes a ambos lados, “de tal forma que las vagonetas, especialmente las cargadas, no podrán desviarse de su camino”.

que actúa sobre una rueda de gran diámetro solidaria con el tambor. Mediante un juego de palancas, claramente visible en el dibujo, se puede aplicar en la llanta un gran madero a manera de zapata. En la base del plano se ven unas ventanas por donde se descarga el vehículo inclinándolo hacia adelante.

Las minas de carbón

Hay tres ejemplos más, referentes a minas austríacas, pero sólo describiremos el más moderno y también el más ingenioso, utilizado en la mina de plomo de Bleiberg. Poco antes de 1845 se construyó allí un plano inclinado automotor en la galería principal para la extracción del mineral (fig. 48). La vía era doble con carril de sección acanalada y traviesas ordinarias. Para evitar el desgaste, el camino de rodadura estaba

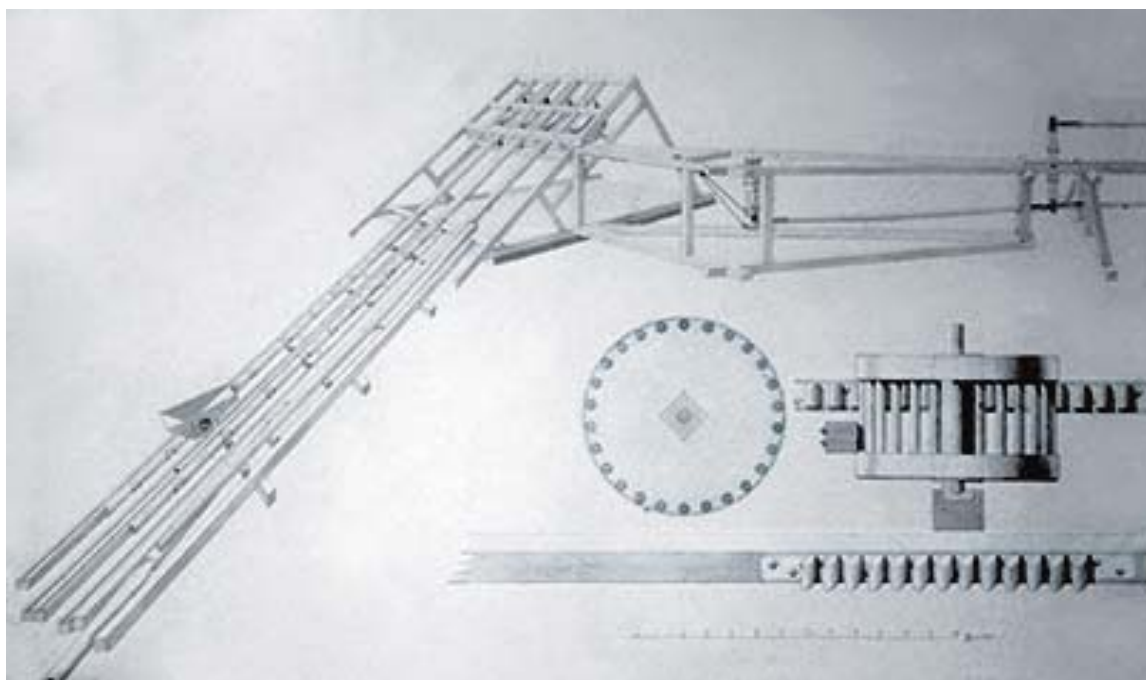


Fig. 45. Plano inclinado de Humboberg con guiado por el carril, según Cronstedt (1729). (Cortesía de los Ferrocarriles Suecos). (Tekniska Museet, Estocolmo).

Como consecuencia de la política imperialista del zar Pedro el Grande se abrieron a la explotación con ayuda de mineros sajones, numerosas minas en el Sur de Siberia, cerca de las fronteras de Mongolia y Kazakstán. De una de ellas, situada en Chagirsk, se conserva en los archivos el diseño de un plano inclinado automotor instalado en 1752 (fig. 47). Se ve una sólida vía doble con carriles acanalados por la que circulan unos vehículos de caja alargada y ruedas anchas. El cable se enrolla en un tambor situado en la cumbre, de manera que el vehículo cargado descendente permite llevar el vacío ascendente. Para controlar el movimiento de la máquina hay un freno

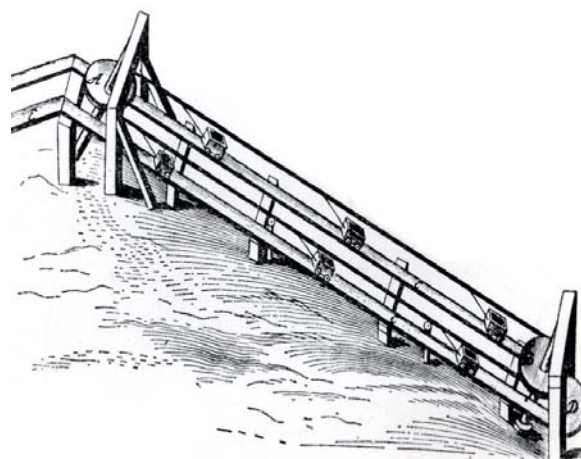


Fig. 46. Plano inclinado con carriles de reborde, según Leupold (1724). (Archivo RENFE).

⁴⁴ J. Leupold: *Theatrum machinarum hydrotechnicarum*. Leipzig, 1725.

recubierto con una delgada pletina de hierro forjado. La originalidad del sistema residía en que las vagonetas descendentes se llenaban de agua, de modo que su peso provocaba el ascenso de las cargadas. Ahora bien, como el mineral era más denso que el agua, la vagoneta tenía una pared divisoria EF, de modo que sólo se cargaba éste en la parte EFG de la caja, resultando así un peso inferior al de la vagoneta completamente llena de agua. La extracción del mineral implicaba evidentemente introducir agua en la mina, por lo que es de suponer existiría un desagüe natural. Cuando la vagoneta descendente llegaba al final de su recorrido, el agua se vaciaba por el orificio D.

La minería del carbón hubo de enfrentarse con la dificultad de no poder utilizar eficazmente ni el perro de mina ni el perro húngaro. Como estos vehículos tenían las ruedas bajo la caja, su estabilidad dependía de la altura del centro de gravedad. Cuando se cargaban con carbón, un material mucho más ligero que los minerales metálicos, el centro de gravedad se elevaba peligrosamente y se dificultaba la conducción, particularmente en los cambios bruscos de dirección. Esto condujo a buscar otros medios de transporte fundados en distintos principios de guiado.

En ciertas regiones mineras de Europa Continental, como el Ruhr, Silesia y el Harz, donde se usaban grandes perros de mina, la solución consistió en añadir rebordes a la vía y suprimir la barra de guiado, haciendo rodar al perro sobre sus cuatro ruedas. Particularmente interesante resultaba la solución que

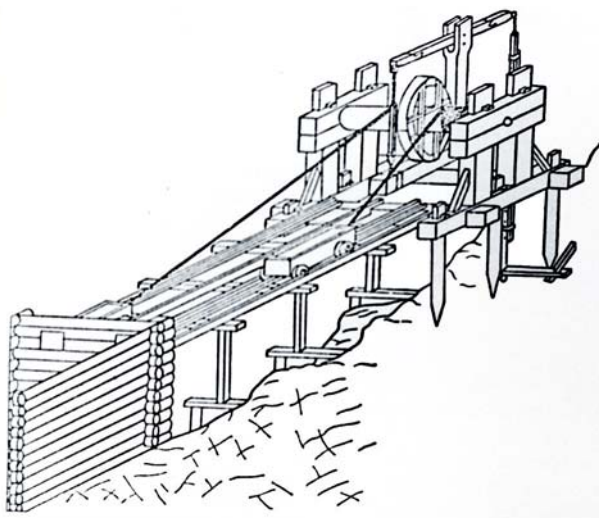


Fig. 47. Plano inclinado de Chagirske con carriles de sección acanalada (1752). (Archivo RENFE).

permitía circular simultáneamente y por la misma vía a otros vehículos de ruedas iguales y caja desmontable. El bastidor permanecía constantemente en el interior de la mina, en tanto que las cajas se subían y bajaban por el pozo principal.

Como es fácil prever, estas adaptaciones nunca dieron resultados aceptables, pues aunque conservaban algunas de las buenas características de los perros, destruían su cualidad fundamental: la maniobrabilidad. Esto explicaría por qué los mineros del Ruhr, Silesia y del Harz fueron los primeros en aceptar los vagones ingleses con ruedas de pestaña.

Con independencia de estas adaptaciones tardías, puede seguirse otra línea de progreso del carril de reborde en las minas de carbón, genuinamente autóctona. Nos referimos a los centros carboníferos de Lieja, Mons y Saar, donde se usaron primitivamente narrias que fueron, después, guiadas con carriles de madera con reborde y, finalmente, dotadas de ruedas con llanta lisa. Con independencia de estos lugares —los únicos de los que se conservan referencias—, el mismo proceso evolutivo debió seguirse en otras muchas minas de Europa Continental, particularmente en las regiones germanoparlantes. La prueba de ello es que los escritores del siglo XVIII y aun del XIX denominaron a estos carriles de reborde “carril alemán”, no sólo en su versión en madera, sino cuando se sustituyeron por carriles ingleses para rueda con pestaña. Paralelamente, el vehículo fue creciendo en tamaño, se aumentó el empuje y la caja pasó a tener forma de tolva. Este vehículo con ruedas de igual diámetro fue designado con la palabra *Wagen*⁴⁵

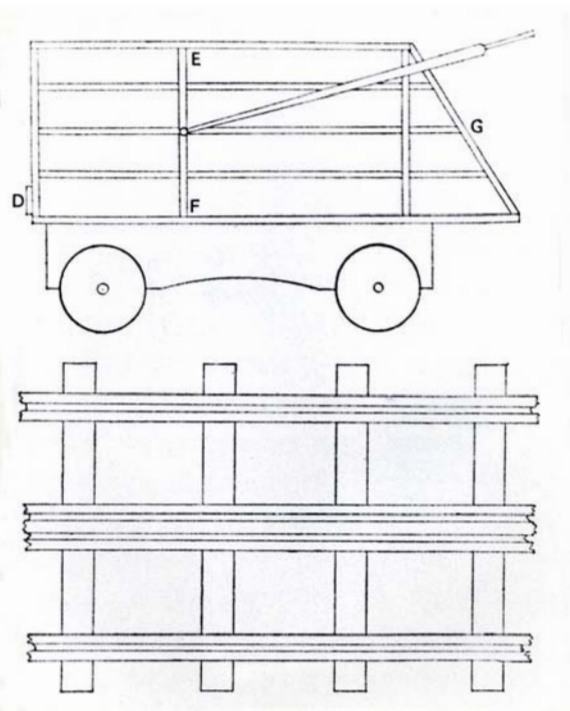


Fig. 48. Plano inclinado de Bleiberg con doble vía y carriles de sección acanalada (1845). (Archivo RENFE).

⁴⁵ En el capítulo sexto veremos que del alemán *Wagen*, se obtuvo *waggon*, en inglés; *wagon*, en francés, y *vagón*, en castellano.

(vagón), estableciéndose así una neta distinción respecto a los perros de mina y húngaro.

Un buen ejemplo de la culminación de esta línea de progreso sería el ferrocarril de Waldenburg, construido en 1803. Los vagones se conducían a brazo por dos operarios y disponían de ruedas de hierro fundido (fig. 49). La vía consistía en carriles de madera con rebordes separados 0,84 m y sección de 18 x 7,6 cm en la base del carril y 7,6 x 7,6 cm en el reborde.

Como vimos anteriormente (capítulo I,5), en las minas de carbón de Gran Bretaña el vehículo denominado *tram* había sido guiado con carriles de madera con reborde, en un proceso de perfeccionamiento completamente similar al descrito anteriormente. En 1787, John Curr propone sustituir este carril por otro similar, de hierro fundido. En un principio, el invento se aplicó al transporte interior, pero, en seguida, este carril se instaló en los transportes de superficie, manteniendo una lucha competitiva con el ferrocarril guiado por rueda con pestaña. Por este motivo, su historia será relatada en el capítulo VII.

Podrían citarse más ejemplos de ferrocarriles con vías de madera con reborde, particularmente en los centros mineros prusianos, pero omitiremos su descripción, dada la época de su instalación —primeras décadas del siglo XIX—, que hace suponer serían un reflejo de la técnica inglesa y no una creación propia de la Europa Continental.

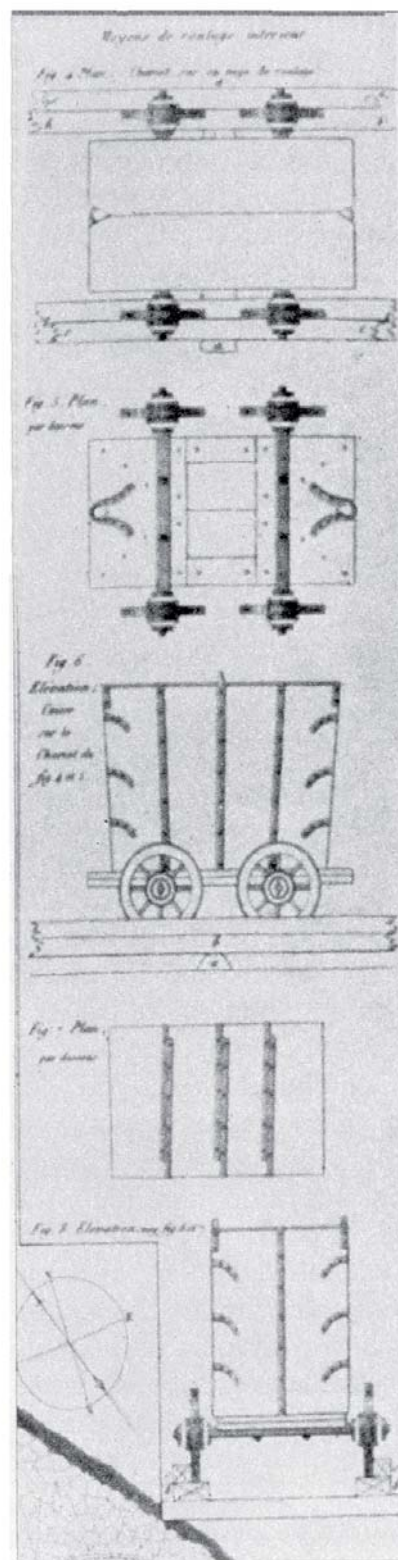


Fig. 49. Vagones utilizados en la mina Waldenburg, con guiado por el carril, según Villefosse (1819). (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

Capítulo 4

EL GUIADO POR LA RUEDA

1. Los vehículos gigantes

Con el principio de guiado por la rueda, la técnica ferroviaria experimenta una ruptura en su proceso evolutivo. Se trata de una ruptura especialmente significativa, pues ahora y aquí, desde este momento, comenzamos a presentir el ferrocarril moderno. Hasta ahora, los ferrocarriles descritos en los capítulos precedentes discurrían por las galerías de las minas o servían pequeños planos inclinados en las construcciones militares y ciertas instalaciones mineras, pero con el guiado por la rueda, el ferrocarril emerge de la oscuridad para salir a la luz del día. Es bien cierto que el ferrocarril continúa alimentándose de sus raíces mineras, pero al transformarse, mejor sería decir adaptarse, a la superficie del terreno, comienza a adquirir otras cualidades que, con el tiempo, le llevarían a ser adoptado como medio general de transporte.

guiado. Lo normal aquí es que las minas se encuentren en lo alto de las montañas, en tanto que las instalaciones de trituración o fundición se sitúen en los valles, donde puede aprovecharse la energía hidráulica que ha de accionar los molinos y los fuelles de los hornos. Esto implica tener que transportar el mineral a distancias considerables y, por consiguiente, idear un sistema eficaz y económico de transporte. Ya vimos, al tratar de los perros de mina y húngaro, que estos medios de transporte no reunían las cualidades adecuadas para resolver este problema, fundamentalmente por la escasa rentabilidad de la inversión, o coste de primer establecimiento, a la vista de su escasa capacidad de transporte.

Desde finales de la Edad Media, el mineral se llevaba a lomos de animales y en carros, pero estos medios presentaban inconvenientes. Entre ellos cabe destacar la escasa capacidad del transporte con animales, así como las fuertes rampas y el mal estado de los caminos que dificultaban el paso a los carros fuertemente cargados. El primer intento de solución consta en los archivos de la Real Oficina de Minas de Budapest, con fecha 10 de septiembre de 1564. Se refiere a una propuesta para construir un nuevo medio de

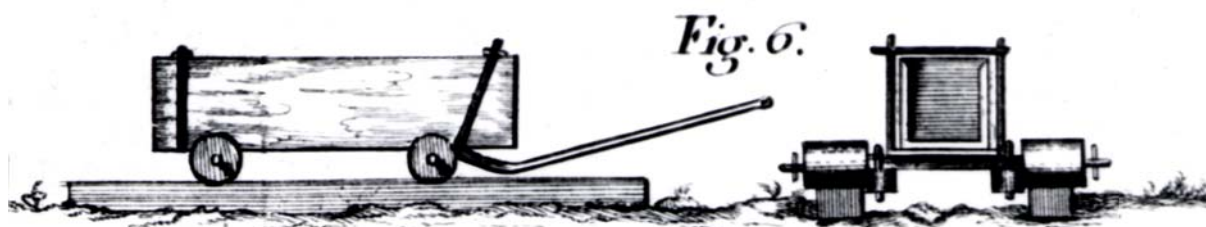


Fig. 50. Vehículo con guiado por la rueda utilizado en la Baja Hungría, según Delius (1773). (Biblioteca Nacional).

El estudio del guiado por la rueda nos conduce de nuevo a la patria del perro húngaro, es decir, a la Baja Hungría (Checoslovaquia oriental), una región que parece disponer de especial capacidad inventiva en el campo ferroviario. Se trata de una rica zona minera que producía elevadas cantidades de plomo y cobre, así como algo de oro y plata, donde surgieron las grandes ciudades mineras, Schemnitz, Kremnitz y Neushol, como hemos tenido ocasión de ver en los capítulos precedentes.

Las características del terreno, en plena cordillera de los Cárpatos, constituyeron, sin duda, el condicionante obligado para la invención de este principio de

transporte, en las minas de Kremnitz, denominado *Riesen* en alemán.

De acuerdo con un diccionario de minas publicado en Viena el año 1667, un *Riesen* consistía en lo siguiente:

- Transporte de superficie a larga distancia con objeto de llevar el mineral desde la bocamina a las instalaciones metalúrgicas.
- Carriles paralelos de madera con separación constante, constituidos por tablones bien sujetos entre sí por espigas de roble. Cuando la

madera se desgasta, se recubren con forros de madera dura.

- Vehículos provistos de ocho rodillos, los cuatro primeros actúan como ruedas portadoras, en tanto que los cuatro segundos, de menor tamaño, ruedan verticalmente en el interior de la vía sobre las caras internas de los carriles, proporcionando así el guiado.
- Tracción animal mediante ganchos en ambos testeros para uncir la caballería en uno u otro sentido. No hay placas giratorias.

Una descripción similar, aunque menos detallada, se encuentra en el tratado de Jars⁴⁶, donde se refiere su visita a Schemnitz en 1758. En ella se indican las dimensiones de la caja, 1,37 x 0,61 x 0,35 m, y se confirma la utilización de estos vehículos en el transporte a larga distancia. La obra de Delius, publicada en 1773, facilita otra somera descripción e incluye la única ilustración detallada que se conoce de estas vías de transporte (fig. 50). De acuerdo con la escala del dibujo, la caja tendría 1,37 x 0,41 x 0,38 m, dimensiones muy parecidas a las de Jars; los carriles serían de 0,18 x 0,10 m, con un ancho de vía de 0,63 m; y los rodillos principales, 0,18 m de diáme-



Fig. 51. Un camino lanzadero forestal, según Gayer (1863). (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes).

tro y 0,25 m. de anchura. La caja, reforzada con pletinas de hierro, tiene un testero abatible para facilitar la descarga, y una especie de lanza, en lugar de gancho de tracción, para su maniobra a brazo.

Cuando se tradujo la obra de Delius⁴⁷ al francés en 1778, los vehículos se denominaron *cajas gigantes*, versión literal del alemán *Riesenkasten*. Por lo que respecta al vehículo, el calificativo parece adecuado, dadas sus dimensiones en comparación con los perros de mina, pero si nos referimos a la vía (*Riesenbergwerk*) la contradicción es evidente.

2. Origen del guiado por la rueda

Desde el punto de vista teórico, el guiado por la rueda estaba ya implícito en el guiado por ranura del perro de mina. Basta separar los tablones de la vía del perro de mina, multiplicar el número de barras de guiado y aumentar su tamaño, para obtener un camino tipo *Riesenberg*. Puede que éste fuera el proceso mental conducente a su descubrimiento, pero hay otra hipótesis, especialmente sugestiva, si nos atenemos a la etimología de *Riesenberg*. En efecto, *Riesenberg* en alemán no sólo significa gigantesco, sino que también se emplea para designar a los caminos forestales para la saca de la madera, construidos en las laderas de las montañas y por donde se hacían deslizar los troncos hasta el valle. Estos caminos lanzaderos⁴⁸ se han empleado, desde tiempos remotos, en los bosques de Europa Central, existiendo referencias de los mismos que se remontan hasta el año 1303. Muchas ciudades disponían de sus propios caminos lanzaderos para el abastecimiento de leña o materiales de construcción y, por supuesto, todas las minas importantes, debido a su elevado consumo de madera, tanto para entibación como en los hornos de fundición. Las minas de cobre de la ciudad de Neusohl, por ejemplo, tenían nada menos que 256 km de esta clase de vías.

El hecho de que la terminología utilizada en los caminos lanzaderos y en los caminos guiados por rueda de la Baja Hungría sea similar y en muchos casos idéntica, induce a creer que estos últimos se derivaron de aquellos mucho más antiguos. Aunque no disponemos de descripciones relativas a los caminos lanzaderos del siglo XVI, las más recientes del siglo

⁴⁶ G. Jars: *Voyages métallurgiques*, 3 vols. París, 1771-84, T. 2, p. 147. Gabriel Jars (1732-1769), hijo de un minero de Lyon, fue un mineralogista destacado y miembro de la Academia de Ciencias de Francia. La obra recoge los informes de sus viajes por todas las regiones mineras europeas, realizados entre 1757 y 1766.

⁴⁷ Ch. T. Delius: *Anleitung zu der Bergbaukunst*. Viena, 1773. Hay traducción al francés: *Traité sur la science de l'exploitation des mines*. París, 1778.

⁴⁸ De estos caminos no hay precedentes en nuestro país, excepto en Asturias, donde se han utilizado trineos para el transporte de heno, así como en algunos valles de Cantabria. Por este motivo, la expresión castellana más utilizada es camino de arrastradero, que no implica, necesariamente, el transporte por la acción de la gravedad.

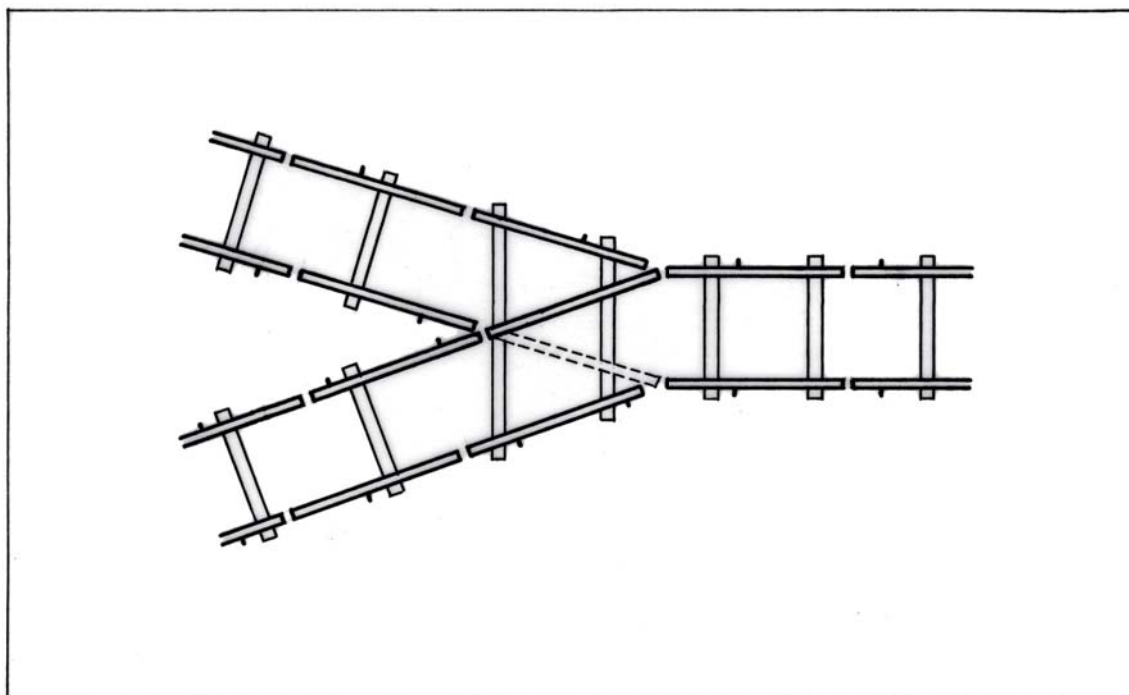


Fig. 52. Desvío de los caminos lanzaderos forestales, según Förster (1885). (Dibujo: Luis Biela).

XIX apoyan la hipótesis anterior. Un camino lanzadero muy utilizado en los Cárpatos solía tener troncos en los bordes para evitar la salida de los materiales transportados. La vía consistía en tierra apisonada, ocasionalmente provista de traviesas, a fin de reducir el rozamiento (fig. 51). En las bifurcaciones, se hacía uso de desvíos elementales para encastrar el transporte por una u otra vía (fig. 52). Precisamente, esta clase de desvío, con un solo espaldín, es la única posible en un ferrocarril guiado por rueda aplicada al borde interior del carril, ya que se necesita suprimir el cruzamiento para permitir el paso de los rodillos de guiado. De todo ello se deduce que estas vías no serían otra cosa que una versión mucho más sofisticada de los caminos lanzaderos forestales, a base de bordes de madera lisos y rodillos de guiado aplicados contra éstos.

3. Difusión del guiado por rueda

Después de su instalación en Kremnitz el año 1564, los archivos de la Real Oficina de Minas de Budapest continúan facilitándonos numerosas referencias sobre estos caminos. Así, en 1583 se instaló una línea en Herrngrund, mina de cobre situada al Norte de la ciudad de Neushol, donde el transporte por carro resultaba costosísimo por los difíciles trazados de los caminos en aquellas escarpadas laderas. A esta mina se refiere un grabado publicado en una obra⁴⁹ de

1726, donde se ven dos líneas sin apenas detalle (fig. 53). Dos conductores arrean con el látigo los animales, cuando circulan por las escombreras de la mina. No es posible distinguir los carriles, aunque las diminutas ruedas de los vehículos hacen suponer se trate de vehículos gigantes y no de carros ordinarios.

En la ciudad de Schemnitz, el terreno era mucho más favorable, por lo que este guiado apenas tuvo aplicación. Hay, no obstante, un informe donde se indica existió uno de ellos en 1749. De acuerdo con Delius, parece que lo que aquí se utilizaba era un perro de mina gigante (*Riesenbunde*) cuyas enormes ruedas nos recuerdan las de los carros (fig. 54). Por esta época, el año 1773, estos grandes perros de mina se encontraban en fase de extinción, aplicándose todavía en uno de los lavaderos de mineral.

Veamos ahora su difusión a otros lugares. Desde 1761, la documentación de la Real Oficina de Minas contiene numerosas referencias a diversas líneas de las ciudades de Nagybanya, Felsbanya y Kapnik, un distrito minero floreciente situado entre los límites de la Baja Hungría y Transilvania. En ningún caso se concreta el guiado, que podría ser el de rueda con pestaña, según veremos en el próximo capítulo, aunque lo más probable es que se trate de guiado por rueda. Esta región y, sobre todo, Nagybanya, seguía de cerca las técnicas imperantes en Baja Hungría y, además, continuó perteneciendo a la Corona húngara durante el período en que Transilvania quedó bajo la dominación de los turcos.

⁴⁹ L. G. Marsigli: *Dannubius Pannonico-Mysicus*. Amsterdam, 1726.

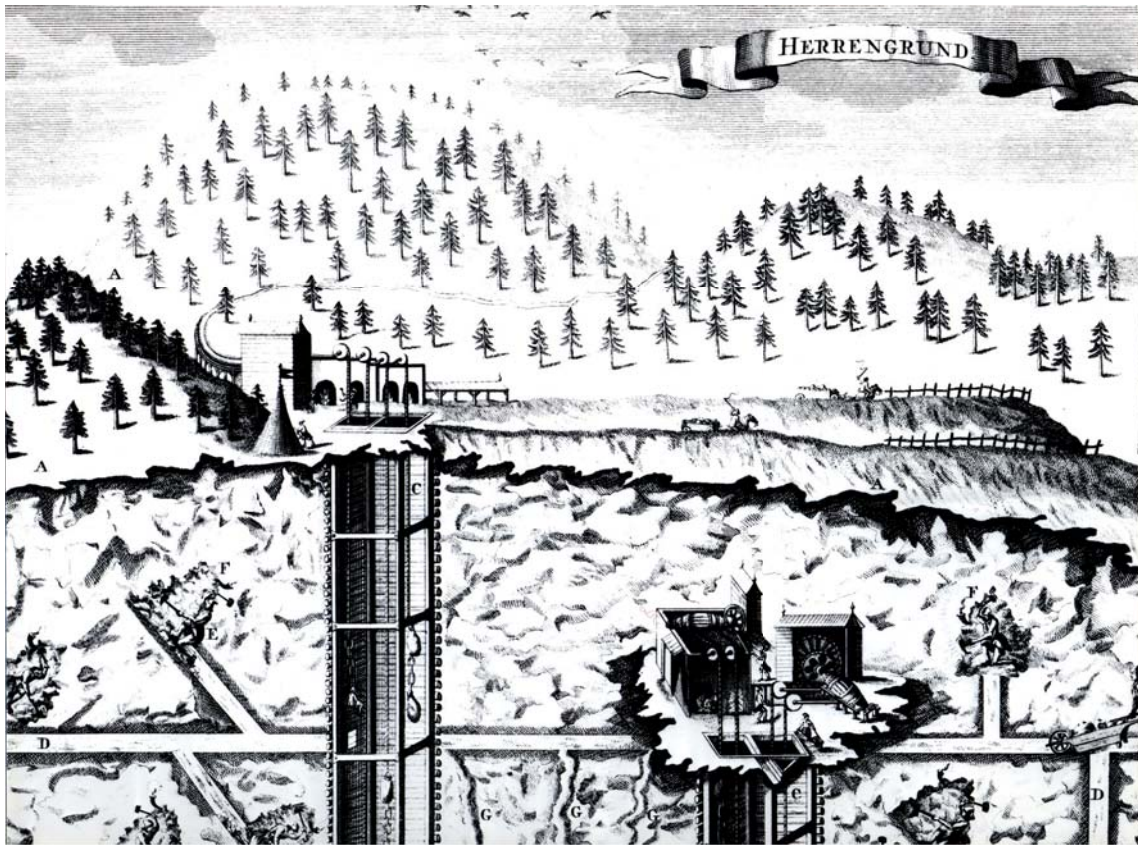


Fig. 53. Vías con guiado por la rueda en las minas de Herrngrund, según Marsigli (1726). (Biblioteca Nacional).

Los caminos con guiado por rodillos fueron un medio de transporte característico en Europa Oriental, aunque también podemos seguir sus huellas más al oeste, en Suecia y Alemania, durante las primeras décadas del siglo XVIII (fig. 55).

El guiado por rueda en Suecia

Los ricos criaderos de cobre de Falun fueron objeto de una visita, en 1767, por el infatigable Jars y de una detallada descripción en su obra.

“El transporte de materiales desde los distintos tajos a este pozo principal se hace con un carro tirado por un caballo; la anchura de los trabajos ha permitido, allí, utilizar esta clase de caminos que se han construido con dos tablones de madera, bastante separados uno de otro, para permitir el paso de un caballo. El carro tiene cinco ruedas, de las que cuatro son verticales y la quinta horizontal; esta última tiene un diámetro casi igual al espacio existente entre los dos tablones sobre los que ruedan las cuatro pri-

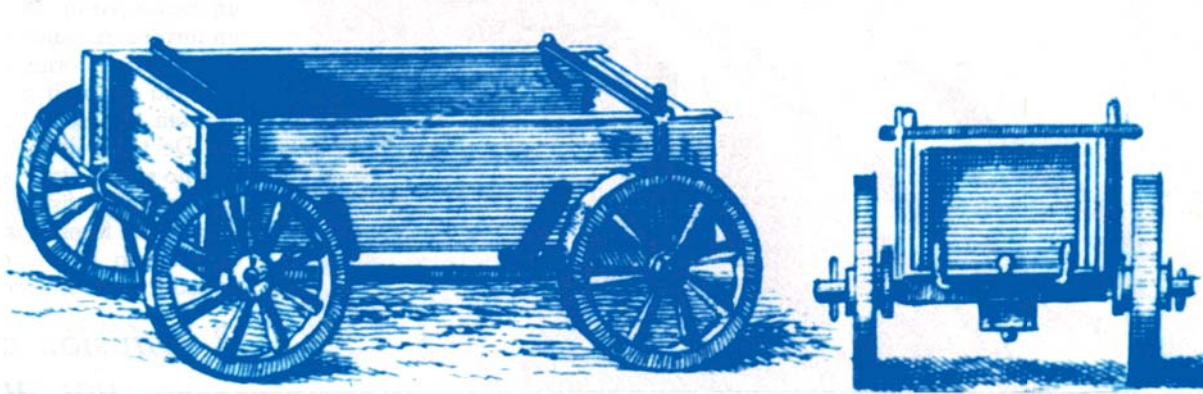


Fig. 54. Perro de mina gigante de las minas de Schemnitz, según Delius (1773). Constituyó otro intento infructuoso de aplicar el perro de mina al transporte de superficie. (Biblioteca Nacional).

meras. Su utilidad es evitar que el carro se desvíe de su dirección”⁵⁰.

La primera mención en los archivos referente a estos vehículos se remonta a 1711, habiéndose conservado el croquis correspondiente (fig. 56). De acuerdo con la escala del dibujo, las dimensiones interiores de la caja, en el borde superior, son 1,70 x 0,40 m y 0,35 de profundidad. Las sólidas ruedas portadoras tienen 38 cm de diámetro y 15 cm de anchura, los carriles, extremadamente fuertes, una escuadría de 30 x 25 cm y el ancho de la vía es de 38 cm.

cada del siglo XIX, en que fueron sustituidos por ferrocarriles tipo inglés.

El guiado por rueda en Alemania

En Alemania, los ejemplos son numerosos y muy variados en sus características. El primero de ellos, cronológicamente, aparece en un plano inclinado de las minas de Schulenberg (Harz) en 1724, para transportar el mineral desde la bocamina al fondo del valle. Su constructor, Kristian Schwarzkopf, había hecho su aprendizaje en las minas de Falun precisamente en la época en que se comenzó a usar



Fig. 55. *Difusión del guiado por la rueda en Europa.* (Dibujo: Luis Biela).

Otros vehículos del parque de Falun tenían, como sus padres húngaros, cuatro ruedas de guiado, en lugar de dos, si bien dispuestas una a continuación de la otra (fig. 57). El croquis relativo a estos vehículos es de 1750, aproximadamente, aunque sin escala, pero se pueden estimar las dimensiones en 1,47 x 0,30 m, con todas las ruedas de unos 30 cm de diámetro.

Jars y otros viajeros, afirman que muchos vehículos, aquí y en las minas de plata de Sala, no disponían más que de una sola rueda de guiado. Todos ellos se continuaron utilizando hasta la primera dé-

allí este principio de guiado. Se trata del primer plano automotor registrado en la historia ferroviaria, de modo que al descender los vehículos cargados, se elevaban los vacíos de manera similar al plano de Chagirsk citado anteriormente (fig. 58).

En la vertiente sajona de los montes Metálicos aparecen, a finales del siglo XVIII, tres aplicaciones de este principio de guiado, cuyas cortas vidas demuestran el escaso éxito alcanzado. La primera de ellas tuvo lugar en 1791, en una galería sensiblemente horizontal de las minas de Schneeberg, pero el mineral derramado entorpecía el buen funcionamiento de las ruedas de guiado. Con este motivo, tres años más tarde, Herr Baldauf sustituyó los ve-

⁵⁰ G. Jars: Obra citada, T. 3, p. 40.

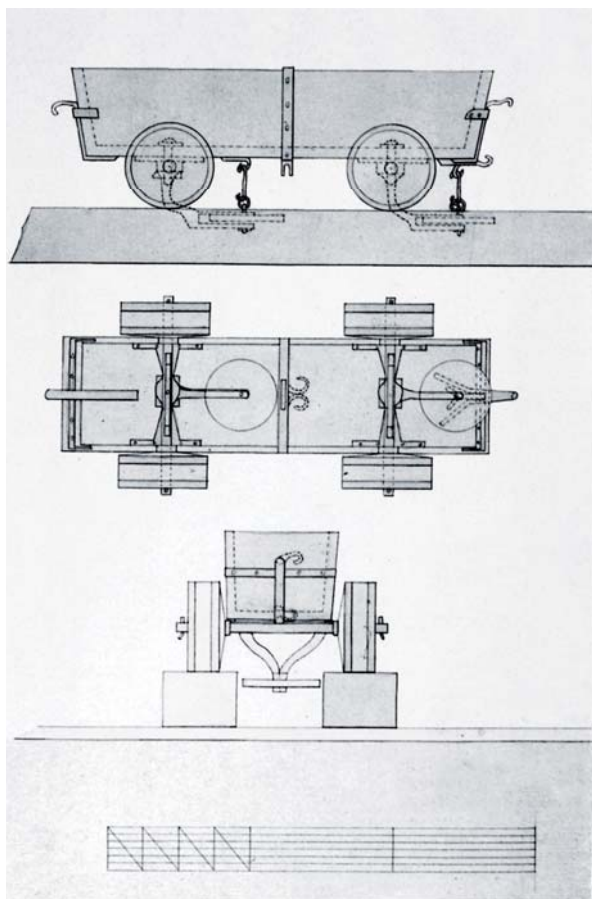


Fig. 56. Vebículo con guiado por rueda de las minas de Falun (finales del siglo XVIII). Se atribuye su invención a Christopher Polhem, si bien es probable que lo copiara de Baja Hungría. (Cortesía de los Ferrocarriles Suecos). (Tekniska Museet, Estocolmo).

hículos por otros más ligeros y económicos (fig. 59). Las grandes ruedas delanteras con 60 cm de diámetro y sus correspondientes de guiado, en el plano horizontal, eran solidarias a la caja. Las pequeñas traseras quedaban montadas, en unión de sus rodillos de guiado, a una especie de horquilla, cuyo brazo podía girar alrededor de un pivote situado en el eje delantero, proporcionando así gran flexibilidad para circular por los cambios de dirección.

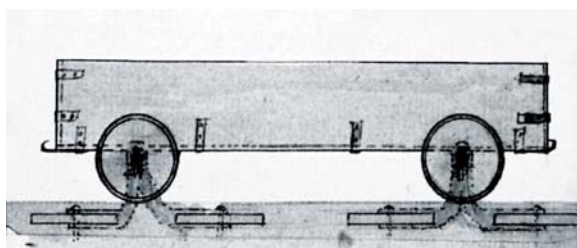


Fig. 57. Otro vebículo con guiado por rueda de las minas de Falun (bacia 1750). (Cortesía de los Ferrocarriles Suecos). (Uppsala Universitetsbiblioteket).

El objetivo de Baldauf era emplear muchachos en la conducción, en lugar de personas maduras, y reducir así los costes de personal. El rozamiento con el vehículo cargado era tan elevado, que, incluso en una rampa de 5,5 por mil, los muchachos quedaban agotados. Sin inmutarse por ello, el ingenioso técnico rehízo el tendido, a base de tramos de vía de 11 m de longitud, de los que 7 m estaban horizontales y los cuatro restantes con una rampa de 50 por mil, con el fin de alcanzar el nivel siguiente trazado con análogo perfil. Este tendido exigía tomar impulso en la parte horizontal para remontar cada uno de los sucesivos desniveles.

Baldauf utilizaba placas giratorias en los cambios bruscos de dirección y otras con dos vías, para efectuar los cruces de los vehículos en la vía única, o bien una placa de una vía que conectaba con otra de mango, donde se estacionaba el vehículo vacío para dar paso al cargado.

Los dos ejemplos restantes resultan muy interesantes desde el punto de vista histórico. El ferrocarril utilizado en Freiberg (Sajonia) en 1792 tenía unos vagones parecidos a los inventados por Baldauf, pero sin eje trasero pivotante. Su característica más importante era la capacidad de la caja con 0,39 m³. De esta instalación quedan detalles de los desvíos utilizados, de un sugerente parecido con los de los caminos lanzaderos forestales (fig. 60). En 1802, este ferrocarril se continuaba utilizando, incluso por las galerías donde los enormes vagones resultaban tan pesados que precisaban dos operarios para su maniobra.

El ferrocarril de las minas de Erbisdorf, situadas cerca de Freiberg, se instaló en 1792 con una longitud de 120 m, desde los hornos de tostación a las trituradoras. Con el fin de realizar directamente la descarga, la línea discurría elevada tres metros sobre un viaducto de madera (fig. 61). En lugar de situar los rodillos en la vía, se instalaron en las paredes laterales de la caja, de modo que pudieran rodar sobre unos carriles de madera situados en el viaducto a modo de pasamanos. Con ello se lograba efectuar la descarga de los vehículos por el piso mediante una trampilla. Sus dimensiones eran 1,50 x 0,56 x 0,68 m, conduciéndose por un operario que se limitaba exclusivamente al transporte, pues la carga se realizaba por una tolva y la descarga era automática, mediante una palanca accionada por un tope situado en la vía.

4. Pasado y futuro del guiado por rueda

Los caminos guiados por la Baja Hungría constituyen el primer intento serio de establecer un modo de transporte eficaz y económico a larga distancia. Su empleo estuvo difundido en muchas minas de la re-

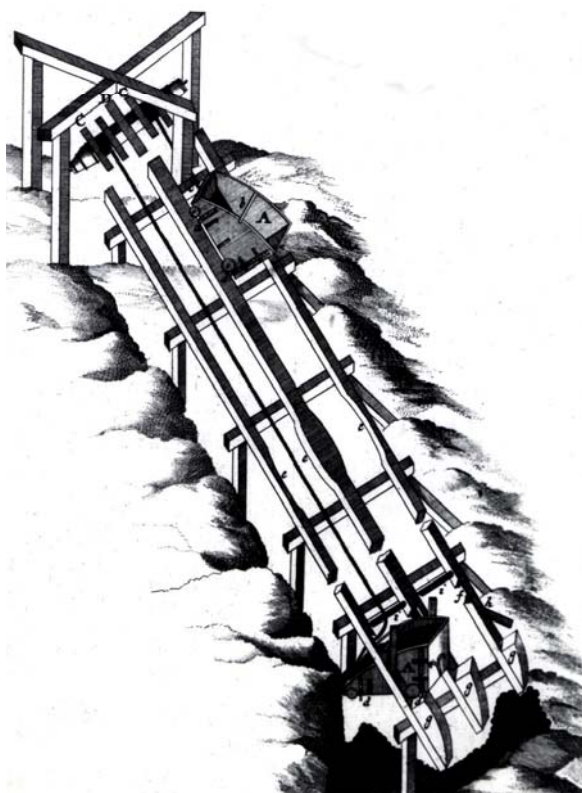


Fig. 58. El primer plano inclinado automotor en la historia ferroviaria, instalado en Schutenberg, según Calvoer (1763). (British Library).

gión, constituyendo un elemento importante de su infraestructura de transporte. Cuando en 1790 se funda la Academia Real de Minas de Schemnitz, estos caminos tenían suficiente relevancia como para que el programa de estudios incluyera el arte de construirlos. Pero dos siglos antes, los *Riesen* debían ser harto frecuentes, pues en la revisión de las antiguas leyes mineras de Kremnitz y Königsberg, realizada en 1573, se incluyó una sección dedicada específicamente a su ordenación. Resulta sorprendente encontrar en su contenido muchas de las ideas, hoy día insertas en el ordenamiento jurídico ferroviario.

“En relación con las normas para tender a construir la vía, de manera que el trazado no se entorpezca con fuertes rampas, se tenderá la dicha vía, si se considera necesario, a lo largo de los caminos⁵¹, a través de los prados, higales, huertas u otros campos de labor que carezcan de obstáculos. Para ello se concertará un acuerdo con el propietario de los terrenos y si no se llega a un acuerdo amigable, la autorización y el permiso para ello se obtendrá de un juez o magistrado competente. Con tal de que la vía sea objeto de uso y conservación,

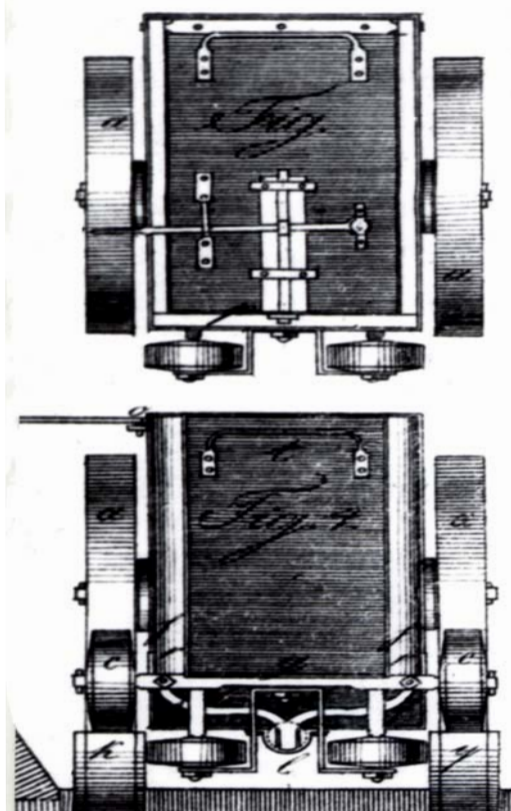
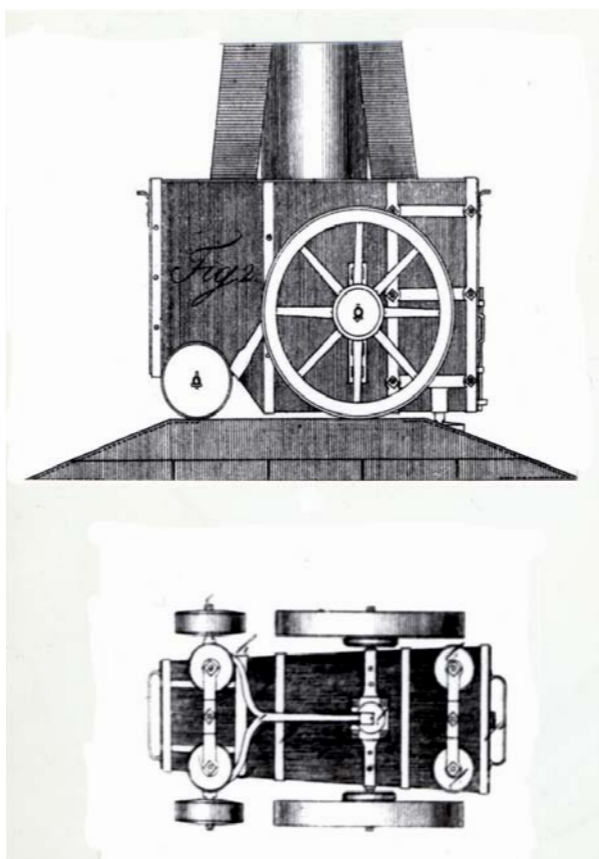


Fig. 59. Vehículo con guiado por rueda de las minas de Schneeberg, según Beyer (1794). (British Library).

⁵¹ Esta idea de utilizar el borde del camino para instalar la vía ferroviaria se propuso repetidas veces a lo largo de la historia ferroviaria, incluso en nuestro país.

tendrá siempre derecho de paso, a condición de que los senderos más importantes no sean obstruidos, pues deberá mantenerse una comunicación entre ellos y los caminos principales. Si sucediera, como ocurrió a menudo en el pasado, que una vía cruza a otra, la nueva lo hará al mismo nivel que la antigua, y ninguna de ellas entorpecerá el tráfico de la otra. Item más, como es sabido, cuando alguien construya una vía por el terreno de otro propietario, como antes se dijo, no se podrá impedir a éste, si lo desea, que transporte escombros, piedra, mineral de un lado a otro, sino que el propietario de la vía se lo facilitará. Asimismo, si el propietario del terreno deseara perforar un pozo, el propietario de la vía le dará paso y no le causará inconveniente con su tráfico ferroviario”.

Desde el punto de vista técnico, esta clase de ferrocarriles fracasaron. En el transporte interior de las minas exigían galerías espaciosas que era costoso perforar. Se trataba, además, de una tecnología demasiado elaborada, en relación con los materiales

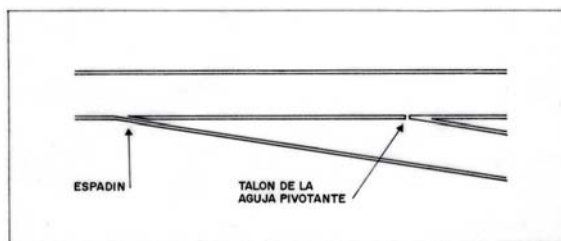


Fig. 60. Desvío para guiado por rueda en Freiberg (1792). (Dibujo: Luis Biela).

disponibles y las toscas herramientas utilizadas. Consecuentemente, la conservación era antieconómica. Ya hemos indicado, por otra parte, que los mejores rendimientos se obtenían reduciendo todo lo posible el peso y el rozamiento, es decir, utilizando hábiles conductores y perros húngaros. En el transporte exterior, donde la velocidad era menos importante, se podían usar caballerías y no había problema de espacio, el guiado por la rueda resultaba más factible. Pero si nos atenemos al diseño de Delius (fig. 50), está claro que la enorme anchura de las ruedas debía provocar gran resistencia al avance. El hecho de situar los rodillos de guiado en el interior de la vía constituía otro factor desfavorable, que reducía drás-

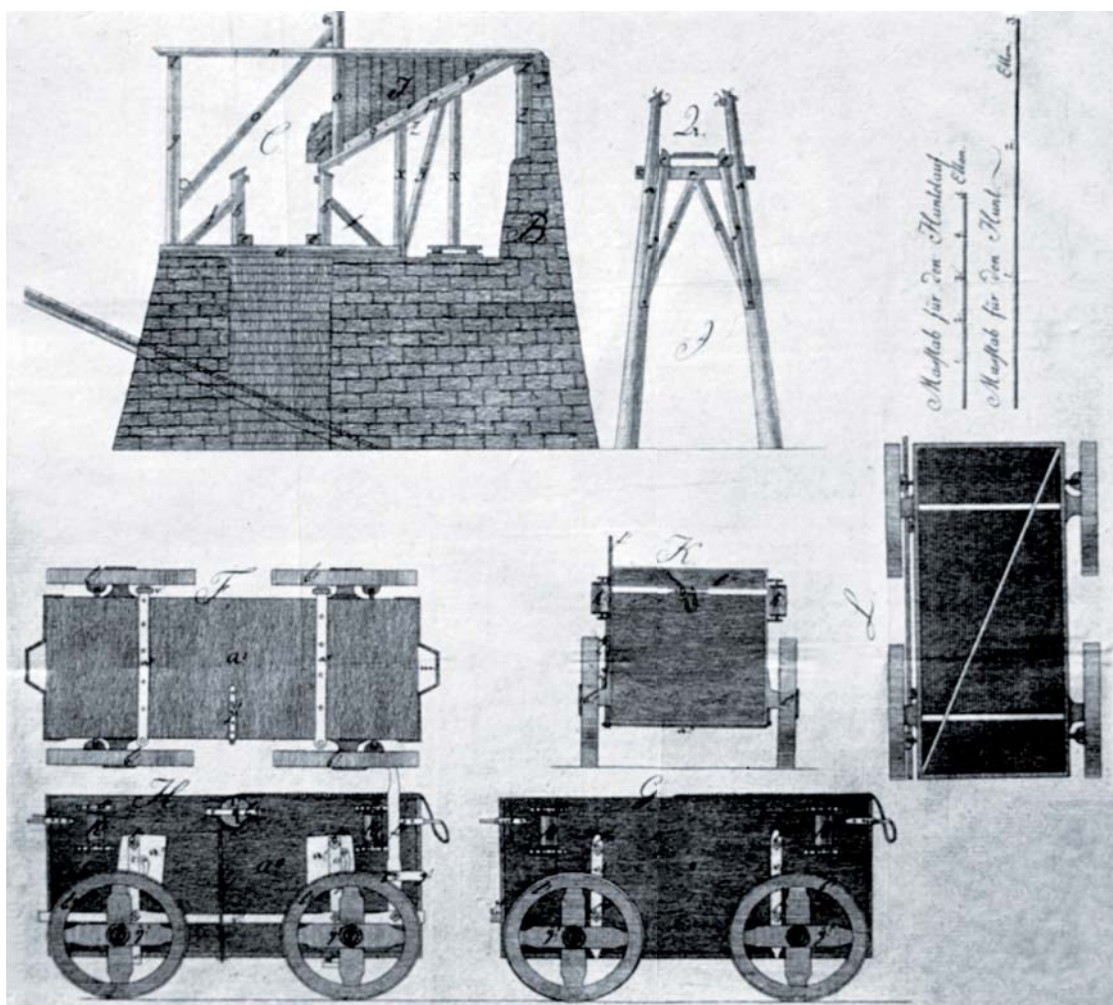


Fig. 61. Vía y vehículos de la mina Erbsdorf, según Magazin der Bergbaukunde (1794). (Bergbauforschungs Gmbh. Bibliothek, Essen).



Fig. 62. Reciente aplicación del principio de guiado por la rueda en el Metro de París. (Archivo A. I. T.).



ticamente la capacidad de la caja. Esto explicaría su decadencia y su escasa competitividad respecto a caballerías. En el siglo XIX, las minas de Baja Hungría entraron en decadencia y con ellas el guiado por rodillos. Por lo que sabemos, ninguna de aquellas líneas ha sobrevivido; fueron arrolladas por el ferrocarril tipo inglés guiado por ruedas con pestaña.

No obstante, el propio principio de guiado nunca fue olvidado. Durante la primera mitad del siglo XIX se registran dos intentos para resucitarlo, aunque sin éxito. El primero se debe a Joseph Baader y data de 1822. El rey Luis I de Baviera le autorizó el 5 de abril para poner en práctica su invento en una línea que iría de Schollossgarten a Nymphenburg, pero nada se

hizo. A los mismos resultados negativos llegó Prosser, un inglés que patentó, en 1844, un ingenioso sistema de guiado muy poco satisfactorio desde el punto de vista dinámico. Estos inventos serán discutidos en el capítulo X.

En la actualidad, el guiado por la rueda surge, de nuevo, en los ferrocarriles metropolitanos de París y Montreal (fig. 62). Aquí la técnica moderna ha resuelto, con éxito, todas las dificultades que se alzaban, cual barrera infranqueable, ante nuestros antepasados ferroviarios. En estos ferrocarriles, el guiado es el mismo que el del vehículo de Delius, utilizándose neumáticos, tanto en las ruedas portadoras como en las de guiado, con objeto de conseguir

mayor aceleración en el arranque y deceleración en el frenado, dado que el coeficiente de adherencia del neumático sobre el camino de rodadura es mucho más elevado que el que se obtiene con la rueda ferroviaria y el carril de acero. Al mismo tiempo, se reduce el ruido y se aumenta la confortabilidad de la suspensión durante la marcha. Por razones de seguridad —un posible reventón de los neumáticos— se mantienen, por ahora, las ruedas y carriles convencionales, aunque éstas circulan suspendidas a unos pocos centímetros de éstos.

Capítulo 5

EL GUIADO POR LA PESTAÑA

1. La rueda con pestaña

Ignoramos cuándo y dónde comenzó a utilizarse, por vez primera, una rueda con pestaña. Desde luego, este principio de guiado es fácil deducirlo a partir del guiado por el carril, sin más que trasladar el reborde de éste a la rueda. También podría haber surgido a partir de la polea acanalada, es decir, con doble pestaña. La polea era bien conocida en el mundo antiguo y la Edad Media, tanto en la Marina como en los trabajos de construcción. Sea cual sea el hilo conductor de la idea, su aparición es posterior al guiado por el carril y, más o menos, simultánea con el guiado por la rueda.

En los capítulos precedentes vimos cómo estos principios de guiado acabaron sucumbiendo, bien por su inadecuación a la tecnología de la época, o por llevar en su entraña una incompatibilidad con las necesidades del transporte. Cada uno de ellos dio lugar a un tipo de ferrocarril que, tras un período, de desarrollo y esplendor, acabó entrando en una vía muerta. El ferrocarril con rueda de pestaña terminó por desplazarlos definitivamente. Y es que este principio de guiado resultó ser el más adecuado, no sólo para satisfacer las necesidades de los primeros tiempos, sino

también para las que posteriormente surgirían. Más adelante, en el capítulo VII, veremos cómo de la simbiosis entre la pestaña y el carril de hierro surgió la configuración del ferrocarril moderno.

Los primeros rastros de la rueda con pestaña, en su nacimiento toda ella de madera, se localizan en algún rincón oscuro de una mina desconocida de Europa Oriental o de Inglaterra. No hay acuerdo unánime sobre la primacía de uno u otro lugar; lo más probable es que se trate de dos inventos independientes. Ambos lugares están muy alejados y, durante los pasados siglos, prácticamente incomunicados. En tanto que la pestaña de Europa continental no tuvo apenas difusión, su homóloga inglesa se perfeccionó y desarrolló en su país natal, pasando a finales del siglo XVIII al resto de Europa y después a Asia y América.

2. La pestaña de Europa Oriental

La cuna de la pestaña ideada en Europa Oriental se encuentra en dos regiones mineras, hoy día situadas en Rumanía. Una es su provincia de Transilvania y la otra el Banato de Temesvar, compartido actualmente por esta nación con Yugoslavia y Hungría (fig. 63).

De las minas de Transilvania sabemos que los romanos obtenían diferentes metales, especialmente oro. En el siglo XI, la región es invadida por bandas de sajones que, atraídos por sus riquezas, crean centros mineros y comerciales: Zalathna, Ruda, Boicza y Verespatak. Durante las siguientes centurias, Transilvania permanece sometida, en mayor o menor grado, a la Corona húngara, hasta 1526, que cae en poder de los turcos (batalla de Mohacs). Durante casi un siglo la región goza de cierta autonomía, pero en 1611 pasa a constituir una provincia más del Imperio otomano. Con la dominación turca la minería decae, cerrándose muchas explotaciones con el fin, se dice, de impedir que el invasor se apropiara de los metales preciosos.

A consecuencia de la derrota sufrida por los turcos en 1683 (asedio de Viena), se reconquista Transilvania en 1691, quedando integrada, a partir de 1699, en el Imperio austro-húngaro (paz de Carlowitz). La minería, sin embargo, no acaba de resurgir. El Gobierno presta escaso interés, pero en 1742, con motivo de perderse Silesia, una región con gran riqueza minera que pasa a poder de Prusia (paz de Breslau), se cambia de política. Los efectos, sin embargo, no se aprecian hasta 1760, en que se impulsa esta industria con vigor.



Fig. 63. Líneas mineras de Europa Oriental donde se utilizó, por vez primera, la rueda con pestaña. (Dibujo: Luis Biela).

El Banato de Temesvar cae en poder de los turcos en 1552, siendo saqueado y despoblado, circunstancia que conduce al total abandono de la minería. En 1712 se reconquista Belgrado y, cuatro años más tarde, el Banato se integra en la Corona austro-húngara. Al contrario que en Transilvania, la minería se restaura aquí inmediatamente, como lo prueba la gran riqueza documental de los archivos de la Real Oficina de Minas de Budapest, referentes a esta región, incluso desde 1717. Para reanudar las explotaciones en las minas de Oraviza y Dognaska se traen mineros del Tirol, que introducen los perros de mina normalmente empleados por ellos.

La primera referencia cierta a la rueda con pestaña es del danés Jens Esmark. En 1794 visitó las minas de Oraviza, indicando que allí y en todo el Banato el transporte de mineral se hacía en unos vehículos denominados *gigantes*⁵², una especie de perros de mina tirados por caballerías. Los vehículos, decía, no tienen ruedas ordinarias, sino cuatro rodetes de 20 a 23 cm de diámetro, sobre los que se han fijado unos discos o rebordes de 35 cm de diámetro, en la parte más cercana a la caja. Continuando su viaje, Esmark llegó hasta Zalathna (Transilvania), donde pudo observar unos vehículos idénticos a los descritos.

En Transilvania, aparte de lo indicado por el viajero danés, también hay referencias, especialmente en las minas de oro y plata de Nagyag. Con motivo de una visita realizada en 1795, Andreas Stütz refiere que desde 1774 está en servicio un nuevo modo de transporte a base de vehículos gigantes o grandes perros de mina con cuatro ruedas, tirados por caballerías. Los vehículos circulaban por el túnel hasta el interior de la mina y, rápidamente, traían gran cantidad de mineral que se conducía directamente a las trituradoras.

Las minas de Nagyag fueron inspeccionadas en 1805 por Becker, un feroz partidario de los perros húngaros (Cap. II) que, naturalmente, informó en contra de los nuevos vehículos. Están constituidos, dice, por una gran caja rectangular con capacidad para 508 kg de mineral y cuatro ruedas de madera. Las ruedas tienen en su cara interna un reborde de mayor diámetro que el resto, el cual, deslizándose sobre la cara vertical de los carriles, impide al vehículo salirse del camino. Acaba proponiendo sustituir estos vehículos por perros húngaros, aunque expresa algunas dudas sobre la aptitud de los operarios de Nagyag para conducirlos. La realidad es que las prestaciones de los vehículos gigantes no eran malas, si bien los costes de explotación eran elevados.

⁵² En todos los documentos se utiliza *Riesen* (gigantesco), igual que en el caso del guiado por rueda de Baja Hungría, descrito en el capítulo precedente, lo que a veces puede prestarse a confusión.

Años más tarde, en 1857, se registra un interesante informe sobre estas minas, del que es autor Otto Freiherr von Hingenau. En el mismo se indica la situación del transporte en ciertas minas, poco satisfactoria y nada rentable, que impedía explotarlas a plena capacidad. Aunque en dos túneles se utilizaban ya ferrocarriles tipo inglés desde 1835, el transporte en los demás le parecía vergonzoso. Como residía al lado del túnel Bernhard, dice, me parecía estar viendo cada día ante mi vista las vías de madera del Banato. Aquí, la vía consiste simplemente, “a la manera de los caminos lanzaderos para el transporte de madera”, en troncos sin labrar, a menudo torcidos, dispuestos paralelamente. La pista para las caballerías, situada entre ellos, está llena de baches y detritos. Por esta vía, continuaba, circulan unos vehículos no mucho mayores que los perros húngaros, con unas ruedas anchas de madera. Concluye afirmando que la resistencia a la tracción es elevada y el rendimiento por lo general bajísimo.

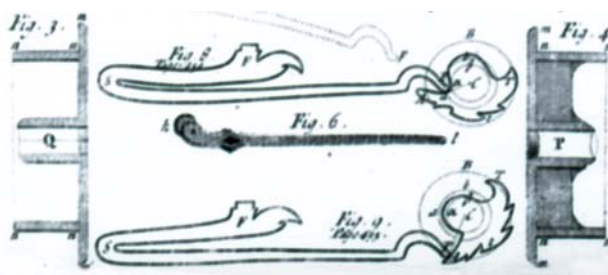


Fig. 64. El primer croquis de una rueda con pestaña en la historia del ferrocarril, según Desaguliers (1734). (Biblioteca Nacional).

Demostrada la existencia de ruedas con pestaña tanto en el Banato como en Transilvania, la cuestión es determinar su aparición en estos lugares. Hay pruebas concluyentes de que, en primer término, se utilizaron perros de mina y húngaros, pero no sabemos con certeza cuándo se verificó la sustitución por este nuevo medio de transporte. De acuerdo con la visita realizada a las minas de Ruda, en 1767, por un jesuita llamado Fridvalszky, podemos afirmar que ese año no había otro modo de transporte que a lomo de caballerías. Según la documentación de archivo, la introducción de la pestaña en las restantes minas, con excepción de Verespatak, que tuvo lugar hacia 1805, debió ser a mediados del siglo XVIII.

Según el informe de Hingenau, la pestaña era originaria del Banato, lo que es coherente con el hecho de que se restaurase en él la minería antes, y más a fondo, que en Transilvania. También es significativo que relacione la tosca vía de Nagyag con los caminos lanzaderos forestales. Sabemos, por otra parte, que estos caminos forestales existían en el Banato, pues en 1722, a poco de su liberación de la dominación turca, se trajeron de Schwaz (Austria) expertos en estas construcciones, existiendo pruebas de su exis-

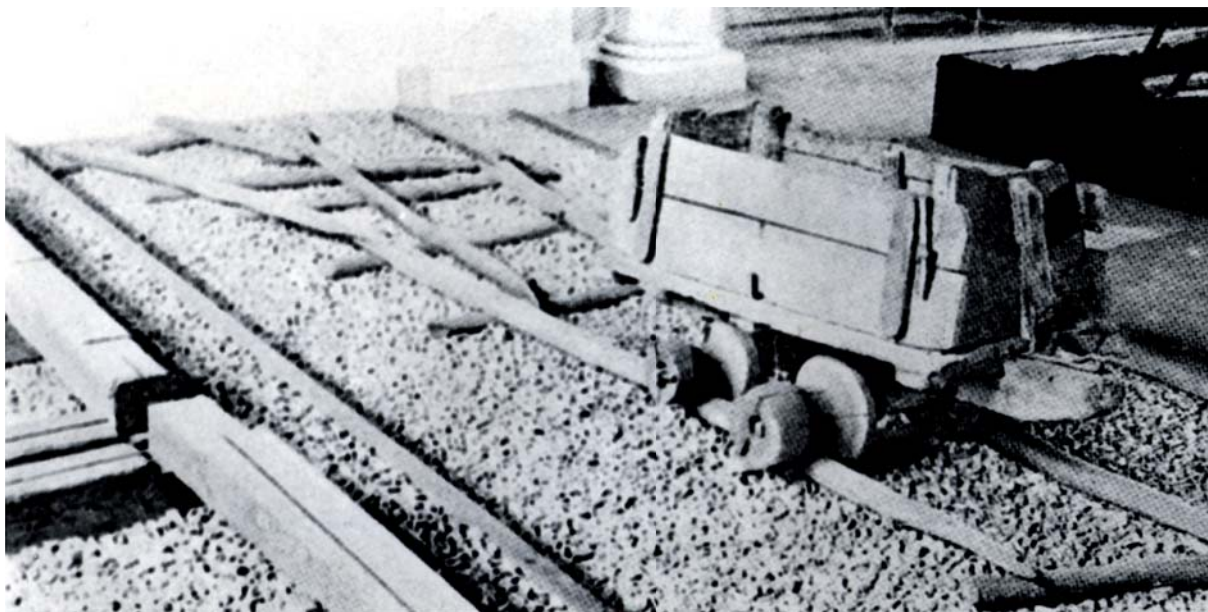


Fig. 65. Vagoneta y trozo de vía provisto de desvío procedente de oro de Ruda (principio del siglo XIX). (Archivo RENFE).

tencia en Oraviza cinco años después. Resumiendo, según esta hipótesis la pestaña habría aparecido en el Banato a mediados del siglo XVIII, como un perfeccionamiento de los caminos lanzaderas, exactamente igual que el guiado por la rueda de la Baja Hungría. Otra hipótesis mucho menos verosímil fija su origen en los años precedentes a la invasión turca. Ello equivaldría a admitir que el invento permaneció casi dos siglos oculto, para reaparecer en el siglo XVIII. De ser esto así, resulta inexplicable que la pestaña no se difundiera por Europa, máxime teniendo en cuenta que el avance de los ejércitos turcos daría lugar, probablemente, a la emigración de algunos mineros a otros lugares más seguros.

3. La pestaña en Inglaterra

Las primeras vías para rueda con pestaña de las que tenemos noticia se emplearon en el transporte de carbón durante los primeros años del siglo XVII. Desgraciadamente, en ningún caso se hace referencia a que estuvieran fundadas en este principio de guiado. Sí puede afirmarse, en cambio, con certeza que la vía estaba constituida por carriles de madera dispuestos paralelamente. Es cierto que algunas tuvieron una vida efímera, pero otras, sin embargo, continuaron progresando y perfeccionándose, echando raíces duraderas. Se puede seguir, sin duda, una línea histórica continua en la que se observa la creciente difusión de este modo de transporte, aunque deje de mencionarse, específicamente, el principio de guiado.

En la biografía de Lord Guilford se cita un escrito de éste en el año 1676, que dice:

“El transporte se hace colocando carriles de madera desde la mina de carbón, que bajan derechos exactamente paralelos al río (el Tyne). Los voluminosos carros están provistos de cuatro rodetes apropiados a estos carriles...”.

Es muy difícil suponer que estos rodetes fueran otra cosa que ruedas dotadas de pestaña. En la documentación perteneciente a esta época y en los ciento cincuenta años siguientes, la nomenclatura utilizada para designar los distintos componentes de los vagones es, fundamentalmente, la misma. La coincidencia es continua tanto en la documentación referente a la adquisición de repuestos como en las relaciones de materiales de almacén. Caso de que el guiado, en los primeros tiempos, hubiera sido por la rueda y, más tarde, hubiera sido sustituido por el de rueda con pestaña, parece razonable suponer que en las listas de almacén se hubieran distinguido una y otra clase de ruedas. No es así, sino al contrario.

En los primeros tiempos la pestaña se denominaba “pliego o raya”, existiendo un operario conocido por “rayador”, cuya función era limpiar los bordes interiores del carril para que no hubiera obstáculos al paso de las pestañas. Esta categoría de agentes figura regularmente con esta designación en los archivos, desde 1715. Todo esto viene corroborado por el hecho de que la técnica minera del carbón evolucionó sin recibir apenas influencia del continente europeo. Es cierto que se conocían textos como el de Agricola, así como la técnica del laboreo de las minas metalíferas. Ya hemos visto, también, cómo los mineros germanos explotaron las minas de Lake District trayendo el perro de mina, pero lo que no se aprecia, en modo alguno, es el menor indicio de que

la rueda con pestaña fuera importada. La industria del carbón tuvo que resolver, por sí misma, sus propios problemas.

La primera referencia categórica a una rueda con pestaña, ilustrada además con un dibujo, data de 1734 y se encuentra en el tratado científico de Desaguliers⁵³ (fig. 64). Aunque se describe una línea que servía una cantera, el proyectista se había inspirado en las vías carboneras del Norte de Inglaterra.

Cabe ahora preguntarse si la pestaña nacida en Rumanía fue una idea importada de Inglaterra. Las posibilidades son mayores que las de la hipótesis inversa, pues existen descripciones de los ferrocarriles ingleses de la época, en obras inglesas y alemanas o en algún tratado general como el de Jars. La dificultad estriba, como ya dijimos, en el alejamiento existente entre estos centros y que uno de ellos se encontrara sometido al Islam, un enemigo secular del mundo cristiano. Tampoco se encuentran rastros de la difusión de la pestaña a través del continente europeo. El primer ferrocarril genuinamente inglés llegó mucho más tarde al continente, en 1775, y entonces el guiado por la pestaña había alcanzado ya un alto nivel técnico de desarrollo.

4. Las pruebas materiales

Resulta difícil esperar el descubrimiento de restos de vehículos utilizados en los transportes de superficie durante los siglos XVII y XVIII, pero caben mayores posibilidades respecto al transporte subterráneo.

En Berlín se conservan un vehículo y un trozo de vía provisto de un desvío elemental⁵⁴, todo ello de indudable antigüedad (fig. 65). Su aspecto tosco es obviamente comparable con la descripción de la vía instalada en el túnel de la mina Bernhard (Nagyag) que hiciera Hingenau. El material fue adquirido en 1889 por un tal A. Haarman, director de unos altos hornos alemanes, a la compañía propietaria, desde hacía dos años, de las minas de oro de Ruda (Transilvania). Aunque las instalaciones de transporte de

⁵³ J. T. Desaguliers: *A course of experimental philosophy*. Londres, 1734-44. En esta obra se incluye una descripción de la línea de Bath que servía unas canteras de piedra para construcción.

⁵⁴ El desvío es análogo al de los caminos lanzaderos forestales, lo que apoya la hipótesis mencionada de que este guiado estuviera inspirado por ellos. Este material se encontraba preservado en el Museo de la Minería y el Transporte de Berlín, antes de la Segunda Guerra Mundial. Autores ingleses afirman que hoy día se encuentra en el Berlín Oriental, pero no hemos podido confirmarlo, a pesar de nuestras gestiones en la República Democrática Alemana.



Fig. 66 (A y B). Vagoneta de las minas de oro de Ruda (principio siglo XIX). (Bergbau Museum, Bochum).



esta mina fueron modernizadas con vía y vehículos de hierro, en un rincón apartado de las galerías se continuó utilizando este primitivo medio de transporte hasta nada menos que el año 1930. Tres años después, el Museo de Minería de Bochum (Alemania Occidental) adquirió uno de estos vehículos, cuyo aspecto es prácticamente similar al existente en la otra Alemania (fig. 66).

Se ha pretendido afirmar que estos vehículos, al menos el de Berlín, datan del siglo XVI, lo que está en indudable contradicción con el testimonio del jesuita Fridvalszky. Los expertos del Museo de Bochum estiman que el vehículo allí preservado, y por consiguiente el de Berlín, es de las primeras décadas del siglo XIX. Habría que explicar, en otro caso, cómo ha podido conservarse, durante más de cuatro siglos, un vehículo sometido al durísimo servicio del transporte interior de la mina.

Del lado inglés también es posible exhibir restos hallados en las antiguas galerías de las minas de carbón. Así, en las minas de Broseley se han encontrado ruedas con pestaña que datan de la segunda mitad del siglo XIX. También se ha localizado un eje montado en Benthall, pero el objeto más curioso es una rueda

con pestaña descubierta, a principios de este siglo, en la mina de Caughley perteneciente a la zona minera de Broseley antes citada (fig. 67). Se trata de una pieza entera de olmo, que debió retirarse muy pronto del servicio, pues presenta poco desgaste. Sin duda se agrietó, pues fue reparada con un par de piezas de hierro en forma de “S”, pero al aumentar la hendidura se desechó. Hoy día existe tal laberinto de excavaciones en la región minera de Broseley, que no es posible determinar siquiera la época en que se excavó la galería donde apareció esta rueda. Como en el caso de los vehículos preservados en Berlín y Bochum, su aspecto revela indudable antigüedad. Lamentablemente, tampoco es posible calcular la edad de estos objetos por el procedimiento del carbono radiactivo, dada su corta edad relativa a estos efectos.

5. El nacimiento de las vías de madera en Inglaterra

El mercado del carbón

El nacimiento de las vías de madera inglesas está unido, indisolublemente, con la minería de carbón, en progresiva escalada a lo largo de los siglos. He aquí una estimación de la producción de carbón en Gran Bretaña en distintos periodos:

Período	Producción media en toneladas
1551-1560	213.360
1681-1590	3.029.712
1781-1590	10.459.720

Hay dos hechos clave que inciden sobre la oferta y demanda de este combustible y explican este rápido crecimiento. De una parte, con motivo de la reforma religiosa, tuvo lugar, entre 1534 y 1539, la disolución de los monasterios, lo que hizo pasar a manos de capitalistas emprendedores muchos de los más ricos criaderos, cuyo laboreo iniciaron estos de forma intensiva. Por otro lado, la alarmante reducción de los recursos forestales convirtió el carbón en combustible popular, no sólo para el consumo doméstico, sino industrial, particularmente en las fábricas de ladrillo y vidrio, hornos de fundición, etc.

En un principio se explotaron las minas situadas en las cercanías de los ríos, para aprovechar las facilidades del transporte fluvial y marítimo. Así, por ejemplo, casi todo el carbón consumido en Londres se llevaba por barco desde la región minera del río Tyne, situada en el Norte, próxima a Escocia. Pero a medida que fue preciso alejarse de los ríos en busca de otros filones, pues la profundidad de los pozos venía



Fig. 67. Rueda de madera con pestaña, descubierta en una mina de carbón de la Broseley (Inglaterra). (Archivo RENFE).

limitada por los toscos medios de desagüe de la época, el transporte terrestre fue incidiendo progresivamente en la economía minera. Desde la mina al punto de embarque, el carbón se llevaba a lomo de caballerías o en carros. En tanto que un animal podía cargar unos 116 kg de carbón, los carros de pequeño tamaño llegaban a 444 kg y los ordinarios, más comunes, con una pareja de caballos o de bueyes, alcanzaban 889 kg. Dependiendo de las regiones, durante el siglo XVII y comienzos del XVIII las reucas y los carros atestaban los caminos, que el clima del país convertía en ciénagas infranqueables durante las lluvias y en desiertos de polvo durante el verano. Así, en 1696 se estimaba que Newcastle, capital de la región minera del Tyne, disponía de 20.000 caballerías dedicadas al transporte del carbón.

Con independencia del mal estado de los caminos, la falta de capacidad de estos medios y la irregularidad de la circulación, provocada por el clima, hubo otro factor que actuó negativamente sobre el transporte. Nos referimos, aquí, al derecho de paso, una institución ancestral inglesa con antecedentes desde el siglo XIII. El derecho de paso se concedía por el propietario del terreno al minero, mediante una contraprestación generalmente pecuniaria. Se obtenía normalmente por acuerdo amigable entre las partes o, en su defecto, por decisión del Real Consejo Privado. Tanto en un caso como en otro, este derecho constituía una pesada carga para la industria. Hubo pleitos y conflictos, particularmente cuando el propietario poseía intereses mineros en competencia con los del solicitante del permiso de paso. A pesar del clamor

de los mineros, el Gobierno mantuvo su inveterada costumbre de no intervenir en asuntos privados, con lo que no se llegó nunca a regular legalmente esta cuestión. Más tarde se haría con las vías férreas, pero no con carácter general, sino caso por caso.

Ante este cúmulo de difíciles circunstancias, las vías de madera inglesa vinieron a ser una respuesta inexcusable. Resultaba imprescindible un medio de transporte más regular, capaz y económico, que hiciera posible la expansión del mercado del carbón.

Las primeras vías de madera

En un pleito ante la Chancillería, seguido por sir Francis Strelley, propietario del señorío del mismo nombre, contra Huntingdon Beaumont, en 1615, el primero de los litigantes decía:

“Y el dicho Huntingdon Beaumont utilizaba nuevos y extraordinarios inventos para el rápido y fácil transporte de los dichos carbones; concretamente, excavando el suelo para tender carriles y así llevarlos sobre éstos con gran facilidad y eficacia... mediante el arrastre de ciertos vehículos cargados de carbón sobre los tales carriles”.

Huntingdon Beaumont era un hombre de carácter enérgico y gran imaginación, con amplia experiencia en el arte de la minería. En 1601 se trasladó a Wollaton (condado de Nottingham), donde arrendó varias minas de sir Percival Willoughby. Posteriormente, en octubre de 1603, amplió su actividad tomando en arriendo otros pozos del señorío de Strelley próximo a Wollaton. Entre esta fecha y octubre de 1604 debió tender una vía de madera, pues en un contrato con Willoughby, éste le autorizaba a traer el carbón que extraía en Strelley “por el pasaje ahora tendido con carriles, y con los mismos o similares carruajes utilizados a este fin”. Esta vía, conocida como línea de Wollaton, tenía 3.200 m de longitud y constituía una solución alternativa respecto al camino de carros de igual denominación, finalizando ambos en el mismo lugar. El coste del primer establecimiento fue de 166 libras, excluido el material móvil, que según consta se arrastraba con caballos. Las ventajas las exponía muy claramente el señor de Strelley en una carta dirigida a su administrador en mayo de 1610:

“Le ruego concierte el precio con sir Thomas (hermano de Huntingdon) para que nos permita bajar los carbones por los carriles con nuestros carruajes, lo que haremos por nuestra cuenta, pues el camino de carros de Strelley está tan horrible que pocos carruajes pueden pasar”.

Con motivo del pleito antes mencionado, el señor de Strelley rescindió el contrato en 1618, sin que se tenga noticia posterior de esta línea. Al parecer, los pozos de Strelley se estaban agotando.

Beaumont también tuvo negocios mineros en el condado de Northumberland, aunque parece ser con el mismo desgraciado éxito. Construyó tres líneas en 1605, Bedlington, Cowpen y Bebside, de las que lamentablemente no se conservan datos. Todas ellas se dirigían desde los pozos al río Blyth, para dar salida al carbón, pero se ignora su trazado. En 1614 abandonó la región, dejando sus negocios en manos de dos socios.

Los “nuevos y extraordinarios inventos” de Beaumont debieron extenderse rápidamente por la región minera del río Tyne y particularmente por Newcastle (fig. 68). N. Gray, el primer historiador de esta ciudad, comenta, en 1649, la llegada del “maestro Beaumont”, con sus extrañas máquinas para perforar y desaguar los pozos, sus “vagones con un caballo para llevar los carbones desde los pozos a los cargaderos y al río”, así como su vuelta a casa arruinado con el rabo entre las piernas. Inmediatamente después, prosigue:

“Muchos cientos de personas están ocupadas en el comercio del carbón; muchos se ganan la vida extrayéndolo de los pozos; otros llevándolo en vagones y carros hasta el río Tyne; otros llevando el carbón en barcazas desde los cargaderos a los barcos”.

De estas líneas afluentes al río Tyne, posteriores a Beaumont, sólo se conservan ligeras huellas, si bien suficientes para suponer que serían bastantes, como indica Gray. Entre ellas cabe destacar la línea de Wickham, cuya existencia y localización han sido posibles gracias al registro de defunciones de la parroquia del mismo nombre. En 1645 fueron arrollados y muertos dos niños y otro en abril y julio de 1650, respectivamente. El doble accidente de 1645 tuvo lugar, según el registro, en el cruce de esta línea con el camino de carros de Ravensworth, que estaba guardado por la viuda de Howborne, siendo ésta la primera referencia a un paso a nivel en la historia del ferrocarril.

Casi simultáneamente con las andanzas de Beaumont, puede seguirse el rastro de otras dos líneas en Broseley (condado de Salop), precisamente la zona minera donde se ha descubierto la rueda con pestaña antes mencionada. Ambas fueron objeto de sendos procesos ante la *Star Chamber*⁵⁵, en 1606 y 1608, respectivamente.

⁵⁵ Tribunal con jurisdicción inquisitorial y criminal, famoso por sus procedimientos arbitrarios y sentencias rigurosas. Abolido en 1641.



Fig. 68. Líneas mineras de Inglaterra, donde se utilizó, por vez primera, la rueda con pestaña. (Dibujo: Luis Biela).

En el primero de ellos, Richard Willcox y William Wells, constructores de la línea de Birschleasow, acusaban a James Clifford, propietario del señorío por cuyos terrenos discurría ésta y rival en los negocios mineros, de causar daños en la vía. En la noche del 14 de noviembre de 1605, decían, Clifford, al frente de una partida de granujas provistos de hachas, habían destruido parte de la vía, por valor de 20 libras. Tan pronto fue ésta reparada, sufrió un nuevo asalto cau-

sando, esta vez, 30 libras de daños. Ignoramos la sentencia, pero el caso demuestra que la cuestión de los derechos de paso no estaba del todo clara.

El segundo proceso trata de lo contrario. El 26 de octubre de 1607, los hombres de Willcox destruyeron las instalaciones que Clifford había montado en Calcutts, unas minas tomadas en arrendamiento por éste al propio Willcox. Entre los destrozos se citaba

el levantamiento de los carriles, que se reiteró los días 3 y 6 de noviembre siguientes. Tampoco, aquí, se conoce el veredicto.

Clifford construyó, más tarde, otra línea un poco al Oeste de Calcutts, pues el 22 de septiembre de 1608 arrendó a un minero de Gloucester el derecho de extraer carbón y mineral de hierro en Yates Coppice, un lugar próximo al río Severn, así como los cursos de agua y “carriles desde los cuatro dichos yacimientos”. En los años siguientes se observa en Broseley y alrededores una gran actividad minera que da lugar a otras tres o cuatro líneas más (Willey, Woodlands, etc.), así como dos más al Oeste, Lime Pit y Bower Hill, esta última ya en el condado de Worcester, pero todas ellas afluentes al río Severn.

Resulta curioso mencionar, finalmente, la patente concedida en 1606 al escocés Thomas Tulloch acerca de unos “ingenios” para el transporte del carbón, que según el Consejo Privado de Escocia eran “desconocidos en este reino⁵⁶ ahora y en tiempos anteriores”. Puede que se tratara de un ferrocarril, pues en 1609 se autorizó a James Allan a utilizar en Stacks, próximo a Edimburgo, unos “ingenios” para llevar el carbón hasta la orilla del mar, y el único país del mundo donde esto se hacía, por estas fechas, era Inglaterra.

⁵⁶ Téngase presente que, por estos años, Inglaterra y Escocia eran naciones independientes.

Capítulo 6

EL CAMINO DE MADERA

1. Dos escuelas, dos estilos

De las líneas construidas por Beaumont en Wollaton y en la región minera del Tyne, sabemos muy poco. Todo lo más, que la vía tenía carriles de madera, sobre los que circulaban vagones, arrastrados por caballos, de tamaño suficiente como para arrollar y matar a las personas. En tanto que la línea de Wollaton quedó sin fruto, la semilla sembrada en el Norte creció y se multiplicó en las riberas del Tyne y otros ríos próximos. Es cierto que durante el período re-

de gran tamaño, con numerosos pozos y líneas de transporte de cierta longitud. Ello dio lugar a vehículos capaces y anchos de vía relativamente grandes.

En la región minera de Broseley, en el condado de Salop, las minas eran pequeñas y concentradas en áreas reducidas. Aunque algunas poseían pozos, lo normal era el túnel o socavón de las minas de montaña, por estar situadas en las escarpadas riberas del río Severn. Como se indica en un contrato de arrendamiento, los carriles se tendían sin solución de continuidad, desde los cargaderos situados en el río hasta el mismo frente de arranque de los carbones. Esta vía, en parte subterránea y en parte al aire libre, presupone necesariamente utilizar vehículos ligeros, vía estrecha y maniobra a brazo, excepto en las fuertes pendientes para bajar al río, donde los vehículos as-

Fig. 69. Mapa de las líneas ferroviarias de la región minera del río Tyne, por John Gibson (1787). (British Library).



publicano, entre 1648 y 1660, la minería estuvo decaída, con motivo de haber tomado partido por los realistas la mayoría de los ricos propietarios de Newcastle, pero al restaurarse la monarquía, se reanuda ésta vigorosamente y, con ella, la construcción de vías de madera⁵⁷. En esta región, las minas tendían a ser

pendían y descendían sostenidos por cables. No hay, en efecto, referencias sobre la utilización de caballerías en las minas del condado de Salop hasta mediado el siglo XVIII.

Estos dos tipos de explotaciones mineras, así como las diferentes condiciones del terreno, favorecieron la creación de dos escuelas ferroviarias con estilos propios y característicos. Las escasas relaciones entre

⁵⁷ El período republicano inglés fue consecuencia de la guerra civil, iniciada en 1642, entre los partidarios de la Corona y del Parlamento. La victoria de estos últimos, capitaneados por Cromwell, ocasionó la condena del rey Carlos I, que fue ejecutado en 1649. Con la muerte de Cromwell, en 1658, que se había erigido en dictador, de-

clina la república y se restaura la monarquía en Carlos II, de la dinastía de los Estuardo.

estas dos regiones, en unión de los difíciles medios de comunicación entonces existentes, dieron lugar a que ambas escuelas evolucionaran independientemente, sin apenas influencias recíprocas, hasta que, a finales del siglo XVIII, se inicia la apertura de los canales de navegación por todo el país y se destruyen las barreras regionales.

La escuela ferroviaria del Tyne

Esta escuela, cuyos orígenes se remontan a las líneas construidas por Beaumont, se extendía por la región minera del Nordeste de Inglaterra, en los condados de Northumberland y Durham. Las líneas afluían a los ríos Weansbeck, Blyth, Tyne y Wear, siendo el grupo más importante el del río Tyne (fig. 69). Aunque se conserva gran cantidad de documentación sobre las líneas de esta región, no es posible determinar en muchos casos los trazados, y en algunos ni la fecha de construcción. Únase a esto las intrincadas vicisitudes de la propiedad minera durante los siglos XVII y XVIII, con sus intrigas, rivalidades, quiebras, alianzas o guerras declaradas entre los grandes propietarios de las minas, así como las rencillas motivadas por los derechos de paso, para inferir un marco confuso sobre el que resulta verdaderamente difícil obtener exactas precisiones. A título puramente indicativo, las líneas de cuya existencia hay pruebas, durante estos dos siglos, son:

Río	Número de líneas
Weansbeck	1
Blyth	7
Tyne	26
Wear	15

La fama de estos caminos de madera, particularmente los situados en las cercanías de Newcastle, el centro minero más importante de la región, llegó a otras, que comenzaron a copiarlos. En unos casos se contrataron expertos en Newcastle para construirlos, o se envió un técnico para que viera y estudiara estas invenciones, en otros se solicitaron detalles por correo. Sea cual fuere el procedimiento, el resultado verdaderamente significativo es que casi todas las líneas que siguieron el estilo de esta escuela se tendieron entre las minas de carbón y el río o el puerto más próximo. Son escasas las vías de madera proyectadas para el servicio de una ferrería⁵⁸, o de

⁵⁸ Antigua denominación de los establecimientos industriales donde se beneficiaba el hierro y se construían piezas de fundición y forja.

una ciudad, desprovistas de medios de comunicación fluvial, tanto en el Tyne como en sus zonas de influencia.

La escuela ferroviaria del Tyne se extendió por la región minera de Cumberland, las zonas Sur y Oeste del condado de York, Irlanda y algunas minas de Escocia (fig. 70).

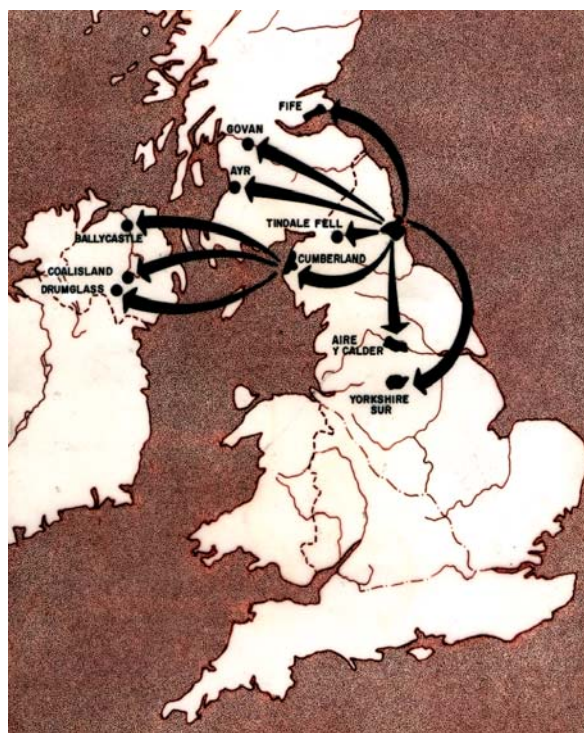


Fig. 70. Zonas de influencia de la escuela ferroviaria del Tyne. (Dibujo: Luis Biela).

Por su interés histórico posterior, citaremos los caminos de madera más conocidos y famosos. Sus denominaciones, como era entonces usual, son, precisamente, las de las minas de carbón que servían.

Los tres primeros afluían al río Tyne; el cuarto, al río Aire, en el condado de York.

KILLINGWORTH. Construido en 1762 o 1763, formaba parte de una red más amplia denominada Willington, formada por varios caminos interconectados. Aquí, George Stephenson realizó sus primeros ensayos con locomotoras de vapor.

HEATON. Data de 1724 o 1725, siendo ampliado hasta Long Benton en 1744 y, más tarde, clausurado en 1766. Se abrió de nuevo al servicio en 1791, renovándose seis años después con carriles de hierro, siendo éste el primer camino de hierro de la escuela del Tyne.

WYLAM. Se construyó hacia 1748 y fue el primer camino —pertenecía a la familia Blckett— en encargarse la construcción de una locomotora de vapor a Trevithick, que, por cierto, no llegó a circular. Posteriormente, Hedley ensayaría en esta línea su locomotora.

MIDDLETON. El propietario de la mina, Charles Brandling, construyó en 1755 una corta línea hasta el río Aire y, tres años más tarde, otra hasta el centro mismo de la ciudad de Leeds, con el fin de abastecerla de carbón. Este camino es doblemente famoso. Fue la primera línea objeto de una ley que garantizaba el derecho de paso y, más tarde, ya con carriles de hierro, el primer ferrocarril donde se inició la explotación con locomotoras de vapor, ideadas por Murray y Blenkinsop.

La escuela ferroviaria del condado de Salop

Los primeros caminos de madera abiertos en Broseley, Willey y Benthall, a orillas del río Severn, continuaron progresando y extendiéndose durante las últimas décadas del siglo XVII y todo el XVIII. Resulta aquí extremadamente difícil enumerar siquiera las líneas construidas. La información disponible es fragmentaria, a menudo bajo la forma de documentos legales, y en muchos casos intrincada y confusa, dada la concentración de las explotaciones en áreas reducidas. Como su homóloga del Tyne, la escuela del condado de Salop llevó su influencia a otras regiones mineras del condado de Stafford, Gales, el condado de Lancaster y algunas líneas de Escocia (fig. 71).

Los caminos de madera de esta escuela y sus zonas de influencia también servían las minas de carbón, pero, en bastantes casos, los vemos dirigirse a las ferrierías, las canteras, etc., es decir, inician los primeros balbuceos de un proceso que llevaría, más tarde, al despegue del ferrocarril de la minería.

Como antes, citaremos los caminos de madera más relevantes desde el punto de vista histórico.

PENSNETT. El 19 de mayo de 1662 recibía la sanción real una ley por la que se autorizaba a lord Winsor y dos socios más para canalizar el río Stour (condado de Stafford) y otros afluentes, así como “construir cualesquiera caminos, pasajes, caminos de madera u otros medios para llevar y transportar carbones u otras mercaderías hasta los dichos ríos”. Los promotores eran los únicos facultados para utilizar barcasas en la canalización y “carretas, carros, vagones u otros carruajes sobre los dichos caminos, pasajes o caminos de madera”. El proyecto tenía por objeto dar salida al carbón de las minas de Pensnett, cuya producción era de 16.000 t por año. El carbón

se llevaría por un camino de madera desde las minas al río Stour y, desde allí, por el Severn, del que éste es afluente, a los mercados de Bristol y otras ciudades importantes. El camino de madera se terminó de construir en 1665, pero las obras de canalización tuvieron grandes dificultades financieras.

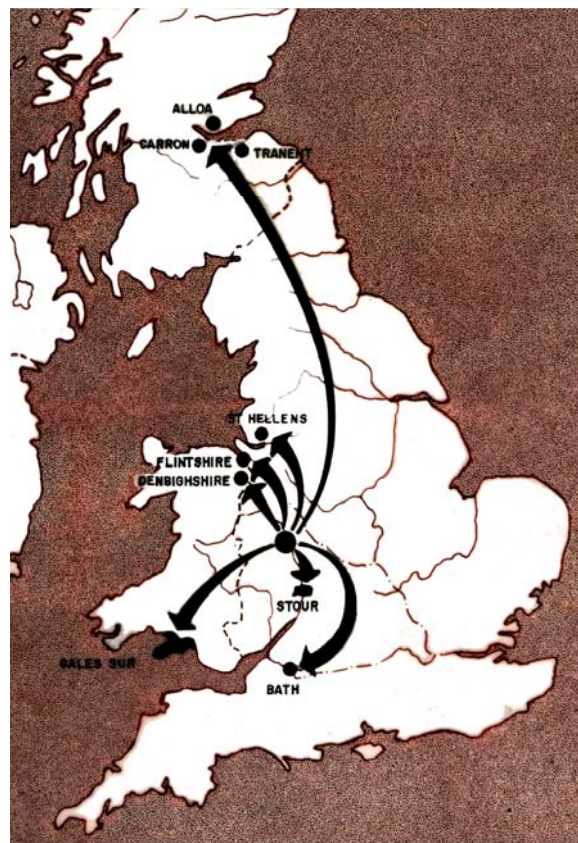


Fig. 71. Zonas de influencia de la escuela ferroviaria del condado de Salop. (Dibujo: Luis Biela).

He aquí, pues, el primer ejemplo de una línea ferroviaria objeto de una autorización legal —en el caso de Middleton, no se autorizaba el camino, sino los derechos de paso por los terrenos afectados— y el primer caso en el que la construcción y explotación no estuvo a cargo de los mineros, sino de una asociación de meros transportistas. Las minas de Pensnett no les pertenecían, pero tenían suscrito un contrato de suministro con el propietario.

COALBROOKDALE. Este imperio siderúrgico, próximo al río Severn, en la orilla opuesta a la de las minas Broseley, se fundó en 1708 por el cuáquero Abraham Darby, permaneciendo en poder de las sucesivas generaciones familiares hasta el año 1851. En estos años, Coalbrookdale había llegado a ser el mayor establecimiento de su clase en el mundo. Aquí se obtuvo arrabio, por vez primera, utilizando coque en lugar de carbón vegetal, se construyó el primer puente metálico, se fundieron

los primeros carriles y se probó la primera locomotora de vapor ideada por Trevithick.

Durante los primeros cuarenta años de la ferretería de Coalbrookdale, las materias primas (carbón, mineral de hierro y caliza), de las que era autosuficiente, se transportaron a lomos de caballerías. Entre 1749 y 1752, el segundo de los Darby obtuvo derechos o permisos de paso para “construir un camino para vagones y tender carriles sobre traviesas, como se hace usualmente, y con vagones para carbón y caballos y bueyes para tirar de ellos, sobre y a lo largo de dicho camino hasta Coalbrookdale”.

La primera línea se construyó en 1750, siguiendo otras con objeto de proveer de materias primas las ferreterías y dar salida por el Severn a los productos acabados. En 1769, la red ferroviaria tenía ya 32 km y en 1784, con gran parte de ella provista de carril-placa, 48 km. Hasta cierto punto, estos caminos de madera constituían una excepción, en el estilo de la escuela de Salop, no sólo por su impresionante longitud, sino por el tamaño de los vagones, más propios de la escuela del Tyne. No es de extrañar que los Darby siguieran el estilo de Newcastle, pues mantenían estrechos lazos comerciales con esta región, al ser los fundidores más importantes de las grandes piezas de las máquinas fijas de vapor.

BATH. Es el primer camino conocido, cuyo tráfico era distinto del carbón. Se construyó en 1731 por Ralph Allen (1694-1764), un hombre que se había distinguido por haber reformado y modernizado el servicio de correos. El camino se iniciaba en las canteras de Combe Down y terminaba en el río Avon, en lugar próximo a la ciudad de Bath, donde la piedra era transbordada a la vía marítima. Allen, por su cargo, estaba ampliamente relacionado, especialmente con la región del Tyne, de donde trajo la idea. Le enviaron modelos de vagones, pero, como más adelante veremos, las características de éstos revelan mayor influencia de la escuela de Salop: vía estrecha, ruedas pequeñas, cojinetes de bronce, etc. El proyectista, John Padmore, era de Bristol, una ciudad con muchas relaciones comerciales con el condado de Salop.

A la muerte de Allen, la línea se levantó, encaminándose el tráfico por los caminos ordinarios. Con este motivo, el reverendo S. Shaw se quejaba, en 1788, de que ahora “los llevan [*los bloques de piedra*] en vagones ordinarios [*carros*] con gran perjuicio para las carreteras e inconveniente para los viajeros”. Si sustituimos los carros ordinarios por los camiones de gran tonelaje, la situación era la misma que ahora.

2. Los caminos de madera y los canales

Entre 1760 y 1770 se inicia en Gran Bretaña la construcción de una extensa red de canales de navegación que va a revolucionar el mundo del transporte y, al propio tiempo, a incidir en la historia del ferrocarril, abriendo nuevos rumbos en su proceso de perfeccionamiento. Con los canales, las vías de madera salen del ámbito minero e industrial para insertarse simbióticamente en este nuevo modo de transporte, del que se alimentan y, al mismo tiempo, alimentan con su tráfico. Esta idea de tender ramales o derivaciones ferroviarias del canal debe atribuirse a los primeros promotores de las compañías de canalización. La solución es evidente, si el canal no podía acceder a las minas u otros centros productores de tráfico, bien por imposibilidad material o por no ser rentable la inversión. De este modo, casi todas las leyes de concesión de canales, ahora y después, contuvieron una cláusula por la que se facultaba a las compañías a construir ramales ferroviarios. Al principio, la autorización estuvo limitada a las minas situadas a 900 m del canal, pero, más adelante, el límite creció a 4,8 km, e incluso hubo leyes donde éste era indefinido. Si la compañía no mostraba intención de construir el ramal, se facultaba a los mineros para hacerlo por su cuenta.

Con este aliciente, comenzaron a surgir vías de madera afluentes a los canales, particularmente en las zonas carboníferas de los condados de Leicester, Nottingham y Derby. Sus proyectistas eran los propios ingenieros de los canales, personas procedentes de diferentes lugares del país que, por razón de su oficio, actuaban en áreas extensas. Ello dio lugar a la ruptura de las barreras regionales y facilitó la difusión de las técnicas ferroviarias. Con este motivo, las vías de madera subsidiarias de los canales no pueden clasificarse como pertenecientes a la escuela del Tyne o del condado de Salop, sino que forman una clase independiente con rasgos y características heredados de ambos progenitores.

Poco se sabe de estas primeras vías de madera, destinadas a alimentar el tráfico de los canales, como no sea el lugar y fecha de apertura. Debemos señalar, no obstante, la aparición de nuevas funciones para estos caminos de madera nacidos al calor de los canales. No sólo ampliaron su tráfico a las mercancías en general, sino que también colaboraron en la construcción de los canales como vías temporales para el transporte de materiales. Si faltaba capital, el camino de madera era la solución de continuidad del canal. En otros casos se utilizaban en forma de planos inclinados para salvar fuertes desniveles que hubieran exigido numerosas

esclusas o se preveía habría escasez de agua para alimentarlas.

Estos caminos de madera tuvieron corta vida, que puede fijarse entre 1775 y 1800. Fue un período en el que todavía no había surgido el extraordinario interés por las cuestiones mecánicas e industriales, que había de lanzar la revolución industrial⁵⁹ a su punto culminante.

A partir de 1800, las vías de madera no sólo de los canales, sino de las minas de carbón y otras instalaciones industriales, comenzaron a desaparecer y a ser sustituidas por vías férreas. Su historia y evolución puede resumirse en la longitud de las vías construidas:

Vías de madera (km)	1625	1650	1675	1700	1725	1750	1775	1800
Región de Tyne:	-	1,6	17,7	59,5	112,6	151,2	197,9	234,9
Otras regiones:	3,2	3,2	8,0	6,4	12,9	62,7	149,6	234,9
Total	3,2	4,8	25,7	65,9	125,5	213,9	347,5	469,8

Cuantitativamente, los caminos de madera de cualquier clase fueron insignificantes, sobre todo cuando los comparamos con los 35.400 km de vías férreas que había en Gran Bretaña durante su período de esplendor, pero desde el punto de vista cualitativo, no sólo satisficieron las necesidades de la época, sino que sirvieron de fundamento al desarrollo posterior de la técnica ferroviaria. Téngase en cuenta que un vagón arrastrado por una caballería equivalía, en términos de capacidad, a veinticuatro cargas a lomo de animales o a tres o cuatro carros ordinarios. Si el transporte del carbón y más tarde del mineral de hierro hubieran continuado haciéndose con estos primitivos medios, la Historia de la Humanidad sería hoy completamente diferente.

3. Los caminos de la escuela del Tyne

Como acabamos de ver, el número y longitud de los caminos de madera en la región minera del Tyne fue siempre muy superior al de otras regiones de Gran Bretaña y, concretamente, al de las líneas de la escuela de Salop y zonas de influencia. Es cierto que en el condado de Salop las raíces ferroviarias eran profundas. En el aspecto técnico, ha de atribuírsele la instalación de carriles de hierro, fundidos por vez primera en Coalbrookdale, pero corresponde, sin embargo, a la escuela del Tyne el mérito de haber impulsado la

evolución del ferrocarril hacia el concepto actual que hoy tenemos del término. Para muchos viajeros y escritores contemporáneos, que difundieron las maravillas del transporte de carbón en el Tyne, sus vías de madera las denominaron caminos de Newcastle y a ellos vamos a referirnos a continuación.

El trazado y la infraestructura

Para construir una vía de madera, lo primero era obtener el derecho de paso por los terrenos que ésta habría de atravesar. Ya hemos visto, cuando se trataba de caminos para carros, que esto no era nada fácil y que su carestía era pernicioso, al gravar con exceso la economía minera. Con las vías de madera, la situación no mejoró, lo que no es de extrañar, pues

se trataba de un beneficio que los propietarios del terreno obtenían sin ningún esfuerzo ni riesgo. La avaricia de éstos y la creciente competencia entre los mineros dio lugar a que éstos se asociaran con el fin de aunar sus esfuerzos. Entre estas sociedades, la más importante se constituyó, en 1726, por los poderosos mineros de Newcastle. Según sus estatutos, la Gran Alianza tenía por objeto establecer un oligopolio, explotar líneas en común y obtener derechos de paso, forzando a negarlos a los competidores, mediante el abono de una renta al propietario que hubiere de concederlos.

A pesar de que las vías de madera ocasionaban menores perjuicios a los propietarios que los caminos de carros, los derechos fueron más elevados y su coste fue creciendo con el tiempo. En 1696, la presión de los propietarios era tan fuerte que los mineros se quejaron al Parlamento, arguyendo los perjuicios infligidos al comercio del carbón con motivo de los elevados derechos de paso. En esta y otras ocasiones se designaron comités para investigar este estado de cosas, pero nada se resolvió. Durante el siglo XVIII, la competencia fue normalizándose y el problema de los derechos de paso perdió virulencia.

Una vez conseguido este valioso derecho, podían iniciarse las obras. Si el “maestro de la mina” tenía suficiente experiencia, se encargaba del trabajo, directamente o por contrata. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se tendía a contratar los servicios de un especialista, un “maestro de obras” del que se solicitaban ofertas, pues trabajaban a un tanto por yarda más una cantidad extra para las obras de fábrica, o bien a un precio global para toda la línea.

⁵⁹ Se denomina así el período comprendido entre 1760 y 1830, durante el que tuvieron lugar en Inglaterra importantes transformaciones, propiciadas por innovaciones técnicas. La más esencial de todas: sustitución del trabajo artesano por maquinaria fabril.

La terminología básica ferroviaria

Es posible que la línea de Wollaton precediera, en dos o tres años, a las de Broseley, pero una y otras procedían de un tronco común. Lo prueba el uso, en ambos lugares, de las voces inglesas *waggon* y *rail*.

En todos los documentos, *waggon* (ahora *wagon*) se distingue siempre de *wain* (carro ordinario), habiendo sólo un caso en que ambas palabras se usaron en el mismo sentido.

La voz *waggon* había aparecido en el inglés, durante el siglo XVI, tomándola los ferroviarios para designar sus vehículos. Esta palabra procede del alemán *Wagen*, con dos significados, comunes en varios idiomas: vehículo de cuatro ruedas y vehículo militar.

La voz *rail* significaba en inglés, y hoy también significa, el palo o la estaca de un cercado, utilizándose en el lenguaje ferroviario para designar la barra o larguero de madera en que se apoyan las ruedas de los vehículos.

A partir de aquí, las escuelas del Tyne y de Salop crearon su propia terminología, de modo que puede deducirse por ella la influencia de una u otra escuela en un lugar determinado. Para la escuela del Tyne, e incluso en Wollaton, un camino de madera fue siempre un *waggonway* (camino de vagones), sin confusión alguna con *wain way* (camino de carros ordinarios). En algunas de sus zonas de influencia, como Escocia, Cumberland y el condado de York, se utilizaba, sin embargo, *waggonroad*, pero con el mismo significado. Para la escuela de Salop, la voz empleada fue *railway* (camino de barras, camino de carriles), en uso desde 1681, según un documento referente a la línea Ponsnett. Más tarde, en 1702, comienza a utilizarse *railroad*, con análogo significado.

La supresión de las barreras que incomunicaban las regiones, con motivo de la red de canalización, unido al hecho de que los primeros caminos de madera aparecieran junto a los canales construidos en la parte central del país, donde la influencia de la escuela de Salop era preponderante, hizo que *rail way* experimentara mayor difusión que la voz homóloga. Hacia 1800, el uso de *waggonway* estaba en retroceso, terminando por desaparecer con la llegada de la locomotora a vapor. En cuanto a *railroad*, el proceso es similar, expulsando del uso a *waggonroad*, pero a mediados del siglo XIX, deja de utilizarse en Gran Bretaña, pasando a Estados Unidos, donde queda esta voz consagrada, en lugar de *railway*.



Fig. 72. Camino de madera, en los alrededores de Newcastle, según Gibson (1787). Se aprecian, con toda claridad, la vía principal o descendente y la vía secundaria o ascendente. En la parte derecha, la descarga del carbón desde el cargadero a una barcaza. (British Library).

Donde no había tradición ni experiencia en estas construcciones, se solicitaban los servicios de un asesor.

Los materiales corrían por cuenta del minero, que, además, fijaba el trazado de acuerdo con los derechos de paso garantizados. Después, el “maestro de obras” reconocía el terreno con más detalle y materializaba el eje de la plataforma con estacas. La franja de terreno concedida solía tener una anchura de 9 a 15 m, mucho más de lo preciso para vía doble, pero imprescindible en trincheras o terraplenes.

En aquella época, un buen ferrocarril tenía vía doble y una pendiente constante desde la mina al cargadero situado en el río. Por la vía principal o descendente bajaban los vagones cargados, mediante la acción de la gravedad, y por la vía secundaria o ascendente subían los vacíos arrastrados con caballerías (fig. 72). La pendiente no podía ser muy fuerte, con el fin de no dificultar, o incluso impedir a las caballerías la subida de los vagones vacíos y, al mismo tiempo, evitar los riesgos de un descenso a la deriva.

No siempre se lograba una pendiente uniforme, por lo que había que alternar tramos en pendiente y en horizontal, o incluso en rampa. Esta clase de perfil obligaba a desuncir y uncir las caballerías, con pérdida de rendimiento, pues en los tramos con pendiente el caballo circulaba en cola. En las líneas más modernas se evitaban, a toda costa, estas rampas en la vía descendente, pero las pendientes eran, frecuentemente, muy fuertes. Así, la línea Tanfield, proyectada en 1723, tenía un excelente trazado, pero, sin embargo, incluía 400 m con 83 por 1.000. En 1750, los valores máximos de las pendientes eran 100 por 1.000 en la vía descendente y 33 por 1.000 en la vía ascendente. Un experto del Tyne, como George Chalmes, se mostraba más conservador. En una carta dirigida a un minero de Escocia, en 1765, fijaba la pendiente máxima de descenso en 55 por 1.000, si bien admitía podía elevarse hasta 83 por 1.000 en terrenos difíciles. En rampa, decía, el límite a que se llega en Newcastle es 18 por 1.000, pues esta inclinación permite arrastrar un vagón cargado con un sólo caballo.

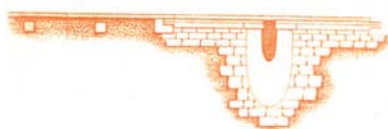
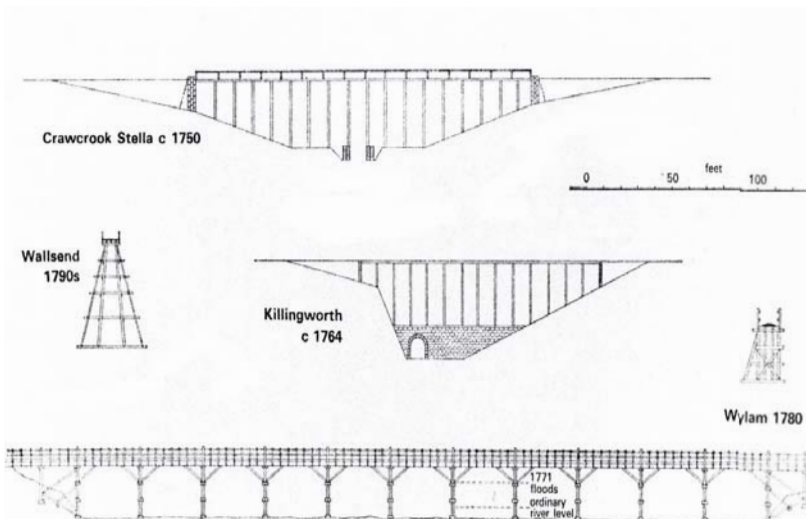


Fig. 73. Tarjea de un camino de madera, según Jars (1763). (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

Fig. 74. Diversas estructuras de puentes de madera, utilizados en los caminos de igual clase, según Lewis (1970). Se indican el nombre del camino y el año. (Archivo RENFE).



Las primeras líneas se construyeron de vía única, situando apartaderos cada 180 o 270 m; en otros ejemplos, cada 500 m. Sólo cuando la densidad de circulación lo exigía, se procedía a construir la otra vía. Si el tráfico previsible lo requería, la línea se construía de vía doble, pero esto no se hizo hasta 1712, año en que se registra la instalación de la primera línea de vía doble en las riberas del Tyne. A veces, la vía ascendente, sobre todo si se construía después, seguía un trazado distinto de la descendente, no siendo extraño la cruzara en algún punto a nivel, en busca de un terreno más practicable o una rampa más suave. En un ejemplo, ambas vías se convertían en una sola durante un trozo, con el fin de evitar ampliar una costosa trinchera.

En las vías de madera, los túneles eran desconocidos, en razón a su elevado coste. El volumen del tráfico procedente de las minas que servían nunca hubiese justificado una inversión tan cuantiosa. Los puentes, en cambio, eran inevitables y, por supuesto, las tajeas, como se deduce de la descripción de Jars⁶⁰ (fig. 73). Para atravesar un valle o una corriente de agua importante, se recurría a puentes de madera de construcción ligera, dada la escasa velocidad y carga de los vagones (fig. 74). Había pocos puentes de piedra. El primero del que se tienen noticias es seguramente el mayor de los construidos. Se trata del puente de Cusey, en la línea de Tanfield, construido por Wortley y Liddell y hundido al poco de iniciarse el servicio en

⁶⁰ C. Jars: Obra citada en la nota 46 del capítulo IV.



Fig. 75. Puente de Causey en el camino de madera de Tanfield, según un grabado de la época (1725). (Science Museum, Londres).



Fig. 76. Camino de madera de Newcastle, según Morand (1773). En la parte izquierda se ve la descarga del carbón, desde el cargadero a la barcaza. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

julio de 1725. Ese mismo año, en agosto, se inició la construcción de otro por un tal Ralph Wood, según figura en una inscripción. El puente, hoy día en buen estado de conservación, tiene un arco semielíptico de 32 m de luz y una anchura de unos 7 m (fig. 75).

Normalmente, el movimiento de tierras era mínimo, con pequeñas trincheras y terraplenes que no llegaban a tener más de un metro de profundidad y altura, respectivamente. No obstante, las líneas más

importantes requerían otro tratamiento, según indica el historiador Sanderson, en 1767:

“Algunos de estos caminos tienen de 1,5 a 13 km. Se han excavado grandes montañas y cruzado los valles, uniendo los altos y lejanos montes mediante arcos [*puentes*] con inmenso gasto, para lograr un descenso suave desde las más lejanas minas de carbón del interior”.

Una costumbre invariable desde los primeros días fue vallar o cercar la plataforma por ambos lados. El cercado tenía por objeto indicar los límites del terreno objeto del derecho de paso y, al propio tiempo, impedir que las personas y animales invadieran la vía, no sólo por su propia seguridad, sino para evitar obstrucciones y retrasos en la circulación.

Instalaciones de carga y descarga

Poco se sabe de las instalaciones en el origen de la línea. Al parecer, ésta partía de uno de los pozos, aunque había ramales que la unían con los demás de la mina y, en algunos casos, con los pertenecientes a minas ajenas. Estos ramales tenían carácter temporal, pues se instalaban y levantaban según las necesidades del laboreo de los criaderos. Incluso en la época en que el transporte se hacía en carros, los mineros preferían almacenar el carbón en el término de la línea, en lugar de hacerlo en bocamina, con el fin de asegurar el suministro en los períodos de mal tiempo. Desde aquí, el carbón se transbordaba a los buques y, si había poco calado, a barcazas que lo llevaban, a remo, hasta los primeros. En el río Tyne, los buques llegaban hasta Newcastle, pero en el río Wear no pasaban de la desembocadura. Al principio, estas barcazas atracaban en muelles contruidos al efecto, donde se cargaban con carretillas, como ocurría, por ejemplo, en la línea de Stella en 1666. Años más tarde, se utilizó una instalación mucho más eficaz, primer antecedente de lo que hoy se conoce como cargadero. Consistía en una plataforma, con o sin techo, que se prolongaba sobre el agua del río. Disponía de una vía de entrada y otra de salida unidas mediante placas giratorias. El carbón podía descargarse bien directamente en las barcazas a través de compuertas situadas entre los carriles o almacenarse en depósitos desde los que se podían cargar éstas por análogo procedimiento (figs. 72 y 76). En 1721, la línea Western tenía dos cargaderos de 330 y 356 m de longitud, con capacidad para 24 y 26 barcazas, respectivamente. El depósito del cargadero permitía almacenar hasta 80.000 t de carbón. En los puertos, los cargaderos eran similares, aunque de más capacidad y altura sobre el nivel del agua.

La vía

La mejor descripción de una vía de madera se encuentra en la obra de Jars, varias veces citada, que dice así:

“Con este objeto [*transportar el carbón*] se obtiene nivelación muy exacta desde la mina hasta el río y se reparte la pendiente lo mejor posible en toda su longitud. Estos caminos deben estar siempre en pendiente desde la mina al río. Nunca deben ascender, todo lo más han de ser horizontales por las razones que se expondrán. Si hay pequeñas alturas que atravesar, se las corta para situar el camino horizontal.

Una vez trazado el camino con seis pies de ancho y determinadas las pendientes, se practica una excavación de la anchura indicada, más o menos profunda, según lo exija la nivelación y solidez del terreno. Se disponen, a continuación, a todo lo largo de la excavación, tablones de roble de cuatro, cinco y ocho pulgadas de escuadría y se les sitúa transversalmente a dos o tres pies unos de otros. Estas piezas no es preciso escuadrarlas más que en sus extremos y, sobre ellas, se fijan otras bien encuadradas y serradas de unas seis o siete pulgadas de ancho y cuatro o cinco de espesor, mediante espigas de madera. Se sitúan estas últimas a ambos lados del camino, dejando una separación, por lo general, de cuatro pies, que es la anchura interior del camino. Se ve así que estos nuevos caminos no son otra cosa que un armazón de madera. El espacio intermedio se rellena con piedra apisonada, todo lo posible, para dejar sólido el camino. Se recubre todo con arena y grava hasta una altura aproximada de dos pulgadas por encima de las piezas longitudinales. De esta manera se conservan las piezas que quedan enterradas y se deja el camino con mucha solidez”⁶¹.

El balasto

Hoy día, el balasto tiene por objeto distribuir la carga de las traviesas sobre la plataforma y resistir los esfuerzos transversales. En las vías de madera había poco balasto bajo las traviesas, pues la mayoría de la carga se transmitía directamente a través de los carriles. De ahí, según indica Wood en su tratado⁶², que

⁶¹ C. Jars: *Obra citada*, T. 1, pág. 200.

⁶² N. Wood: *Treatise on railroads*. Londres, 1825. Wood era el gerente de la mina Killingworth cuando George Stephenson realizaba sus primeros ensayos con locomotoras de vapor. Fervoroso defensor de este último, nos ha dejado el primer tratado técnico de ferrocarriles escrito en

se batearan con escoria u otros materiales los carriles y no las traviesas “en su cara interior, con el propósito de fortalecerlos y hacerlos más rígidos”. Aunque el balasto tenía esta función, así como la de mantener el ancho de vía, la más importante era facilitar el drenaje, pues era absolutamente imprescindible eliminar el agua en contacto con la madera, para evitar su deterioro. Resulta, pues, dudoso que se hiciera una excavación en el terreno, como dice Jars. Lo normal sería mantener la plataforma a nivel igual o superior al del terreno.

Otra particularidad era el perfil del balasto, con banquetas de unos 50 cm de anchura, que se utilizaban en lugar del paseo de la plataforma para el uso de los conductores (fig. 77). Para el balasto se recurría a los cantos rodados que proveían abundantemente los ríos y utilizaban los buques como lastre. Precisamente éste fue el significado original de *ballast* (lastre), comenzando a utilizarse la acepción ferroviaria a partir de 1704. Por razones económicas, se empleaban, también, cenizas, escorias, grava e incluso carbonilla, a pesar de que algunos de estos materiales resultan nefastos para el drenaje.

Las traviesas

Como indica Jars, la sección de las traviesas era cuadrada, de 10 a 20 cm de lado, con un promedio de 15 cm, y escuadradas sólo en los extremos. Tendían a ser, por lo general, más anchas que altas. Su longitud dependía del ancho de la vía, siguiendo la regla aproximada de hacerlas vez y media éste. Como el ancho variaba, en esta región, entre 1,22 y 1,37 m, la longitud media era de unos 2 m, aunque ésta variaba incluso en una misma línea. La distancia entre traviesas dependía de la carga. Así, en la vía descendente se colocaban a 0,46 m entre ejes, algunas veces a 0,61 m y, más raramente, a 0,30, 0,76 y 0,91 m. En la vía ascendente nunca se pasaba de 0,91 m, pero lo normal era 0,61 m.

Los carriles

Carecemos de información acerca de los carriles empleados en el siglo XVII. Los primeros datos se refieren al siglo siguiente, observándose una sorprendente normalización en la escuadría del carril, de 10 a 13 cm. De no ser cuadrada la sección, la altura sobrepasaba a la anchura, en contra de lo afirmado por Jars. Una sección usual era, en este caso, 11 x 13 cm. Según indica Wood⁶³, la longitud de los carriles solía ser 1,83 m (6 pies), si bien no hay prue-

bas que permitan comprobarlo. En una carta de un proveedor a su agente en Cumberland, éste le decía en 1776 que 1,83 m era una buena longitud, pues 2,13 m (7 pies) era demasiado. No obstante, se conocen ejemplos con carriles de 1,52 a 2,55 m (línea

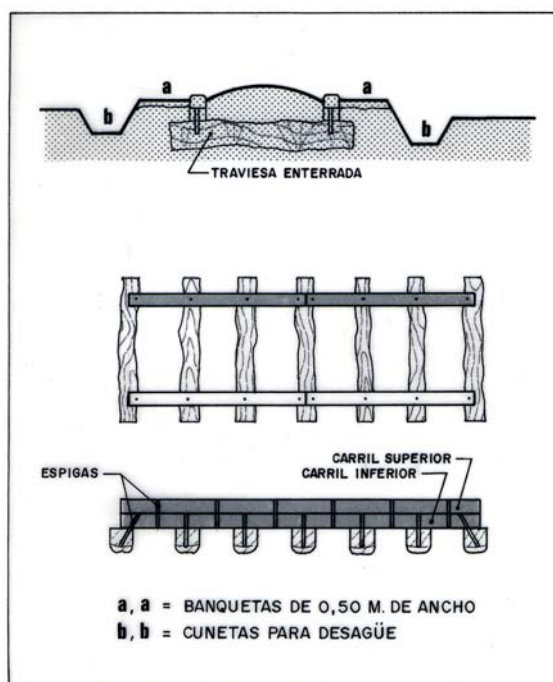


Fig. 77. Croquis de una vía de madera. (Dibujo: Luis Biela).

Heaton en 1975) y, más raro, de 3,66 a 4,57 m (línea Seaton en 1749). Para reducir el rozamiento, se comienza, entre 1770 y 1780, a dar una ligera convexidad a la tabla de rodamiento. La sujeción del carril a la traviesa se lograba mediante espigas de roble que atravesaban el carril y penetraban en la traviesa, hasta la mitad de su espesor. Para este material se utilizaba madera verde, con el fin de impedir su ulterior aflojamiento.

El carril doble

Desde el punto de vista de la conservación, la vía de madera presentaba graves problemas. En primer lugar, estaba la putrefacción de la madera enterrada, pues no se conocían los medios actuales de tratamiento con creosota. Luego venía el fuerte desgaste en las curvas, incluso con pérdida de material, especialmente en aquellas situadas sobre las terribles pendientes de la vía descendente. Un carril sometido a este durísimo servicio, más las inclemencias del sol, la lluvia y el viento, solía durar un año en los caminos de fuerte tráfico y hasta tres años en los demás. Las traviesas tenían mayor vida, aunque no se podían proteger adecuadamente de los cascos de las caballerías, dada la escasa capa de balasto. La continua renovación de los carriles hacía que los orificios de las espigas las acabaran dañando en forma irreparable.

la Historia. El éxito de la obra fue considerable, lo que motivó el lanzamiento de dos ediciones corregidas y aumentadas en 1831 y 1838, respectivamente.

⁶³ N. Wood: Obra citada.

Así pues, también requería sustituirlas, proceso que llevaba tiempo e inconvenientes. La solución, ideada entre 1750 y 1760, consistió en utilizar carril doble, es decir, situar otro tablón encima del primitivo, alternando las juntas. El nuevo procedimiento se extendió rápidamente, si bien lo corriente en 1770 era

mentos sobre concesión de derechos de paso o arrendamientos de minas se hace referencia al hierro en las vías, incluso desde 1692. La primera mención específica de carriles de hierro se encuentra en la ley de la línea Middleton de 1758, que ya hemos mencionado:

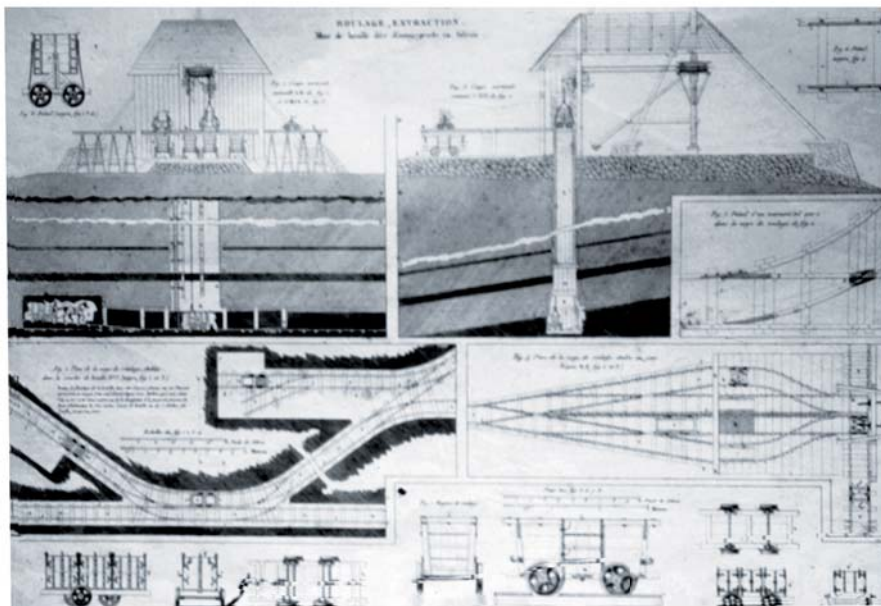


Fig. 78. Desvío con agujas articuladas por el talón en el ferrocarril de la mina Königsgrube (Silesia), según Heron de Villefosse (1810). (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

aplicarlo sólo en la vía descendente. Se consiguió así una vida media, para la vía, de seis a siete años e incluso diez años, reduciéndose el trabajo de conservación a sustituir sólo los carriles superiores desgastados. Como la vía no perdía solidez, el límite de desgaste era mayor y por otra parte, al elevarse el camino de rodadura, las traviesas quedaban protegidas por una mayor capa de balasto.

El carril con pletina de hierro

En el tratado de Wood⁶⁴ se menciona otro perfeccionamiento, destinado a reducir el desgaste de los carriles. Consistía en proteger éstos con una pletina de hierro forjado de 5 x 1 cm sujeta con clavos de cabeza perdida. No sabemos cuándo ni dónde se introdujo esta mejora, no exenta por otra parte de ciertos inconvenientes, expuestos por el propio Wood. En efecto, la distinta elasticidad de la madera y el hierro tendía a aflojar la clavazón y ocasionaba un continuo gasto de conservación.

Una enciclopedia publicada en 1841, *Penny Cyclopaedia*, indica, sin citar fuentes, que desde 1716 las pletinas eran de uso común en las curvas y pendientes fuertes. Es posible sea así, pues en muchos docu-

“... será legal para y por el dicho Charles Brandling... llevar, acarrear, fijar, poner y colocar madera, tablón, ladrillos, piedra, tierra, gravas, carriles de hierro, traviesas y otros materiales, para, en y sobre los dichos campos, tierras, baldíos y otros terrenos”.

Es posible exista una errata y en lugar de “carriles de hierro” lo correcto sea “carriles, hierro”, que altera el significado⁶⁵. En cualquier caso se trataba de pletinas, pues el más remoto precedente de los carriles de hierro se encuentra en Coalbrookdale en 1767, según veremos más adelante. Hay numerosos ejemplos de esta clase de protección del carril. El más interesante es el de la línea Greasbrough, muy próxima a la de Middleton. En 1766 se utilizaban allí estas pletinas, según resulta de un curioso proceso judicial por el que se acusaba a un operario de la mina de haber sustraído unos 27 m de pletina. Sabemos incluso que ésta pesaba 0,5 kg/m.

En un principio, las pletinas serían de fundición, hasta que en 1784 se sustituyeron por hierro forjado, con motivo de la invención del proceso de pudelado por Cort⁶⁶. De acuerdo con la informa-

⁶⁴ N. Wood: Obra citada.

⁶⁵ En inglés, “iron rails” e “iron, rails” sólo se diferencian en una coma, que es la que falta en el texto original.

⁶⁶ Henry Cort, propietario de una ferrería, era proveedor

ción existente, las pletinas se colocaban sólo en los trozos de vía más susceptibles de desgaste y rara vez en la vía ascendente. Jars indica que también se instalaban en las juntas. Su uso se prolongó hasta las últimas vías de madera de la década que se inicia en 1840.

Maderas utilizadas en la vía

En las vías de carril único, la madera más empleada fue el roble y en algunos casos el fresno y abedul. Más tarde encontramos el abeto, haya, aliso y arce. El roble se reservaba para la vía descendente y el abeto o fresno para la ascendente.

Cuando se inició el uso del carril doble, el inferior fue siempre de abeto y en algunos casos de roble. Para el carril superior se empleó siempre aliso por su buen acabado, ideal para reducir el rozamiento. Hay algunos ejemplos, no obstante, de roble, abeto o sicomoro.

En las traviesas, tanto en la vía ascendente como descendente, se utilizó siempre el roble o el fresno.

Contracarriles

En aquellos tiempos ya se conocía la tendencia de los vagones a descarrilar en las curvas cerradas, creciente cuanto menor es el ancho de la vía y mayor el alabeo, así como la manera de contrarrestarla con contracarriles. La primera referencia a estos dispositivos se remonta al año 1729 en la línea Ravensworth, pero no sabemos su forma y disposición. Si se instalaban, como ahora se hace en las líneas de vía estrecha, en el hilo interior de las curvas, es de suponer habría dificultades, pues la entrecalle quedaría pronto obstruida con el carbón menudo desprendido de los vagones y la tierra o piedras lanzadas por los cascotes de las caballerías. La única descripción que se conserva se debe al sueco B. Q. Andersson, en una obra publicada en 1776. El contracarril, si puede llamarse así, se instalaba en el hilo exterior y por el lado de fuera a modo de reborde, impidiendo así a la rueda remontar el carril. A partir de 1770 se encuentran numerosas referencias a estos dispositivos, utilizados profusamente tanto en la vía ascendente como descendente. De acuerdo con una valoración realizada en 1789, de la línea Western Way, de los 10,1 km de vía descendente y 9,8 km de vía ascendente, había 2,3 km con contracarril.

del Almirantazgo inglés. Fue el creador de este proceso, consistente en “remover, apartar, batir y separar” la fundición en un horno del reverbero, mediante una barra. Permitía obtener hierro forjado a bajo coste.

Desvíos y placas giratorias

No se conserva, apenas, información sobre los desvíos. Desde luego, no se parecían a los actuales, pues el sistema de agujas articuladas en el talón data de 1839. Lo más probable es que fueran semejantes a los utilizados en Europa Oriental a base de una sola aguja (fig. 79). A esta conclusión se llega examinando los documentos referentes a diversas minas en el siglo XVIII, donde siempre la palabra espadín aparece en singular. Por otra parte, un desvío de esta clase presentaba la ventaja de no tener cruzamiento, facilitándose con ello el paso de las caballerías. En cualquier caso, este desvío no era desconocido en la región del Tyne, pues se encuentra en las vías interiores hasta el año 1867, cuando los carriles utilizados eran de hierro.

Hubo otra clase de desvío, a base de agujas de madera articuladas en la punta, pero su uso corresponde a los últimos días de las vías de madera. La única ilustración que se conserva figura en el tratado de Villefosse⁶⁷ publicado en 1819 y se refiere a las minas de Königsgrube (Silesia), sin que haya rastros de su utilización en Gran Bretaña (fig. 78).

Las placas giratorias se describen e ilustran en el tratado de Jars, indicando éste que se procura a todo coste evitarlas en las vías generales.

Hay referencias sobre ellas desde 1714, como “discos de cargaderos” donde se instalaban normalmente para llevar los vagones de la vía de entrada a la de salida, situadas en un reducido espacio. También se utilizaban en sustitución de curvas de corto radio y, en ciertos casos, con la función de desvío. Los vagones no daban la vuelta en estas placas, sino que circulaban siempre en la misma posición (fig. 79).

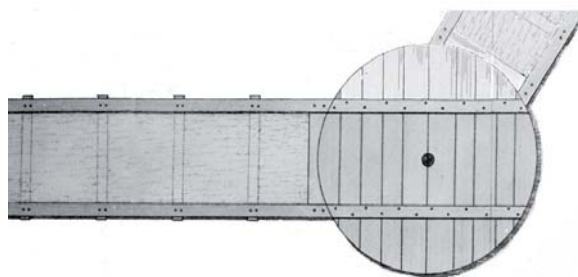


Fig. 79. Placa giratoria, según Jars (1763). (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

⁶⁷ A. M. Heron de Villefosse: *De la richesse minéral*, 3 vols. París, 1810-19.

El material móvil

A finales de 1764, la revista *General Magazine* publicaba la primera descripción detallada de los vagones usados en el Tyne, acompañada de una magnífica ilustración (fig. 80).

“A es la caja del vagón, cargado de carbón B, del que tira el caballo C mediante los tirantes (a,a) y se conduce o guía por un hombre llamado *vagonero*, cuya actividad normal, en la marcha, es atraer su caballo hacia adelante con una porción de heno en la mano, que obtiene del que lleva bajo el brazo (b). La cantidad de heno necesaria para el día se guarda en el saco D. La caja tiene forma de un tronco de pirámide invertido, constituida por buenas y sólidas tablas de abeto con fuertes tablones de roble o fresno en el piso..., en las esquinas y laterales... y en los bordes... los que a veces pueden elevarse mediante teleros a fin de aumentar la carga del vagón.

El borde del testero delantero se proyecta hacia adelante, de manera que la mayor parte

ñas cuñas... depositadas en una caja (e)... Para evitar que el freno toque a la rueda, su extremo (f) está sujeto en un lazo de cuero (g) que cuelga del tablón de la esquina trasera. Sirve para regular el movimiento del vagón al bajar las cuestas (denominadas *carreras* por los vagoneros) haciéndolo uniforme, ya que por las leyes del movimiento se aceleraría de faltar dicha regulación. El vagonero saca la palanca (f) del lazo y la sitúa sobre la rueda y se monta a horcajadas sobre el extremo (f) manteniendo un pie sobre el piso del vagón, de modo que presiona más o menos, de acuerdo con la inclinación de la *carrera*. El freno actúa así como una palanca de segundo grado, cuyo fulcro está en la argolla de hierro (d), de manera que el roce de las zapatas (b,b) (cualquiera de las dos pueden utilizarse) regula la marcha. El hierro largo (k) se denomina *hierro trasero* e impide al freno salirse fuera de la rueda... Cuando el vagón llega al cargadero, el vagonero suelta el fondo, pues el piso del vagón tiene bisagras en un lado y pasadores en el otro. El carbón cae por una trampilla situada en medio de la vía... Cuando el vagón regresa al pozo, el freno se inmoviliza



Fig. 80. Vagón utilizado en la región minera del Tyne, según la revista *General Magazine* (1764). (British Library).

de la carga recae sobre las ruedas primeras y, por consiguiente, cuando el vagón se mueve, el esfuerzo de arrastre es menor que si dicho testero quedase vertical. Al ser las ruedas delanteras mucho más grandes que las traseras, también se reduce el esfuerzo de tracción... El freno E es una pieza curva y sólida de madera de aliso, cuyo extremo (c) se introduce a presión en la argolla de hierro (d) mediante peque-

mediante un pasador que le atraviesa, situado entre la argolla y el extremo llamado *clavo de reposo*”.

Durante los veinte años siguientes se publicaron varios dibujos, algunos de ellos inspirados en el anterior, como el de la obra de Jars (fig. 81), y otros, con errores, como el Morand, en el que el dibujante olvidó las pestañas (fig. 76). Se indican a continuación

algunas de las dimensiones principales de los vagones en diferentes épocas:

Años	1694	1778	1815
Longitud (m)			
- Superior	2,10	2,36	2,28
- Inferior	1,31	1,52	1,34
Anchura (m)			
- Superior	1,35	1,52	1,66
- Inferior	0,67	0,76	0,86
Altura (m)	1,07	1,29	1,17
Capacidad (kg)	1.676	2.540	2.692

Carga de los vagones

Se ignora la carga de los vagones en las primitivas líneas. Los primeros datos corresponden ya a la restauración de la Monarquía inglesa, en 1660. En estos primeros ejemplos, los vagones cargaban 1.676 kg de carbón, pero desde 1700 y hasta 1750 la carga se elevó a 2.133 y 2.235 kg, para llegar después a 2.692 kg, quedando así normalizada en el río Tyne durante la segunda mitad del siglo. En las zonas de influencia se observa un proceso similar de incremento de capacidad, del que puede inferirse un perfeccionamiento constante, tanto de la vía como de

los vehículos. En algunas líneas de Escocia, como la de Elgin, se llegó, en 1796, a 3.048 kg.

Como en estos años no se utilizaban las básculas, la carga de los vagones era origen de conflictos, tanto a la hora de realizar las transacciones comerciales como de abonar los derechos de paso, pues su cálculo se basaba en una cantidad fija más otra proporcional al tráfico de la línea. Con este motivo, se legisló en 1738 que todos los vehículos debían ser marcados y pesados de modo que se conociera exactamente su tara y carga.

Rodadura

Para las ruedas se empleaban diferentes maderas: olmo, fresno, roble, abedul y abeto. Nunca se construyeron enterizas; para evitar obvios problemas de fractura o agrietamiento, lo corriente era componerlas con diversas piezas (fig. 80). El acabado se hacía a mano, es decir, sin tornear, lo que daba lugar a movimientos oscilatorios de la caja y mayor esfuerzo de tracción. Las dimensiones principales eran:

Diámetro f	0,68-1,17 m (media, 0,91 m)
Ancho del aro	15,2-30 cm
Ancho pestaña	3,8-5 cm

La diferencia de diámetros entre las ruedas delanteras y traseras, de 2,5 a 15 cm, tenía por objeto reducir el

Fig. 83. Descenso por el camino de Parkmoor (Tyne), según Brand. Se observa que el vagón tiene sus cuatro ruedas de madera. (Science Museum, Londres).

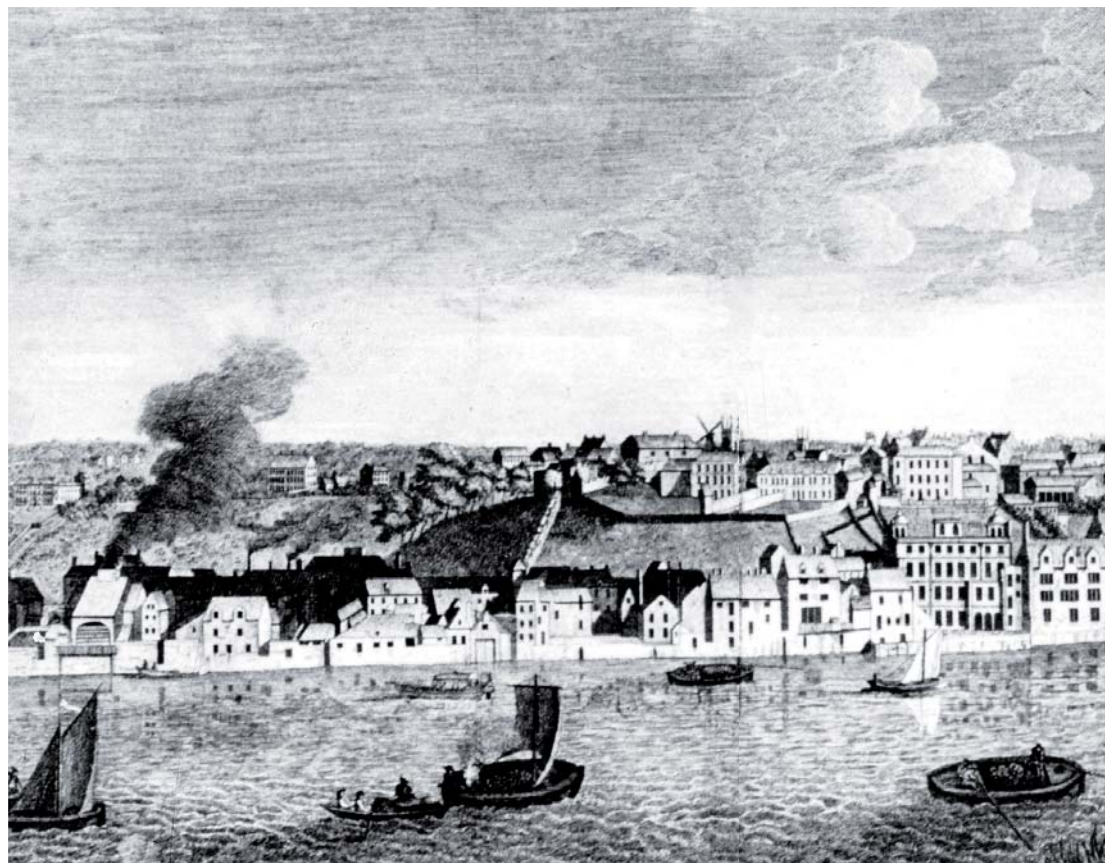




Fig. 81. Vagón utilizado en los caminos de Newcastle, según Jars (1763). (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

esfuerzo de tracción, se dice en la descripción del *General Magazine*, explicación que no parece tener mucho fundamento teórico. También se atribuía esta diferencia a la necesidad de mantener la caja horizontal durante el descenso para impedir el derrame del carbón, lo que tampoco parece muy razonable, pues en los tramos en horizontal se hubiera conseguido el efecto contrario.

Como la madera seca tiene mayor tendencia a sufrir roturas y holguras que la húmeda, las ruedas se humedecían a menudo, aunque en algunas líneas las vías para el estacionamiento nocturno permanecían encharcadas con el fin de mantener éstas en buenas condiciones.

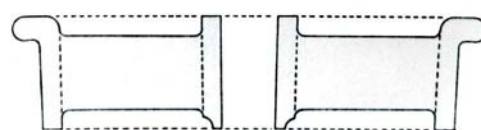
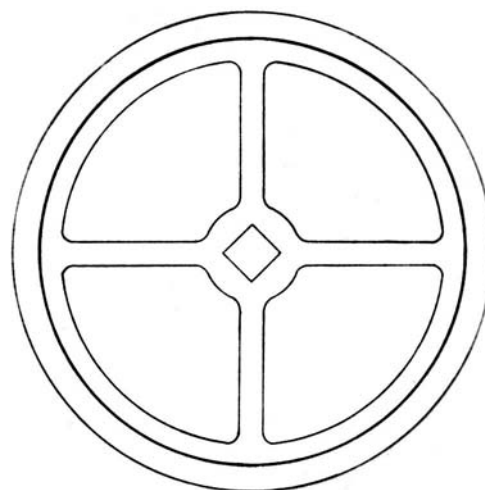
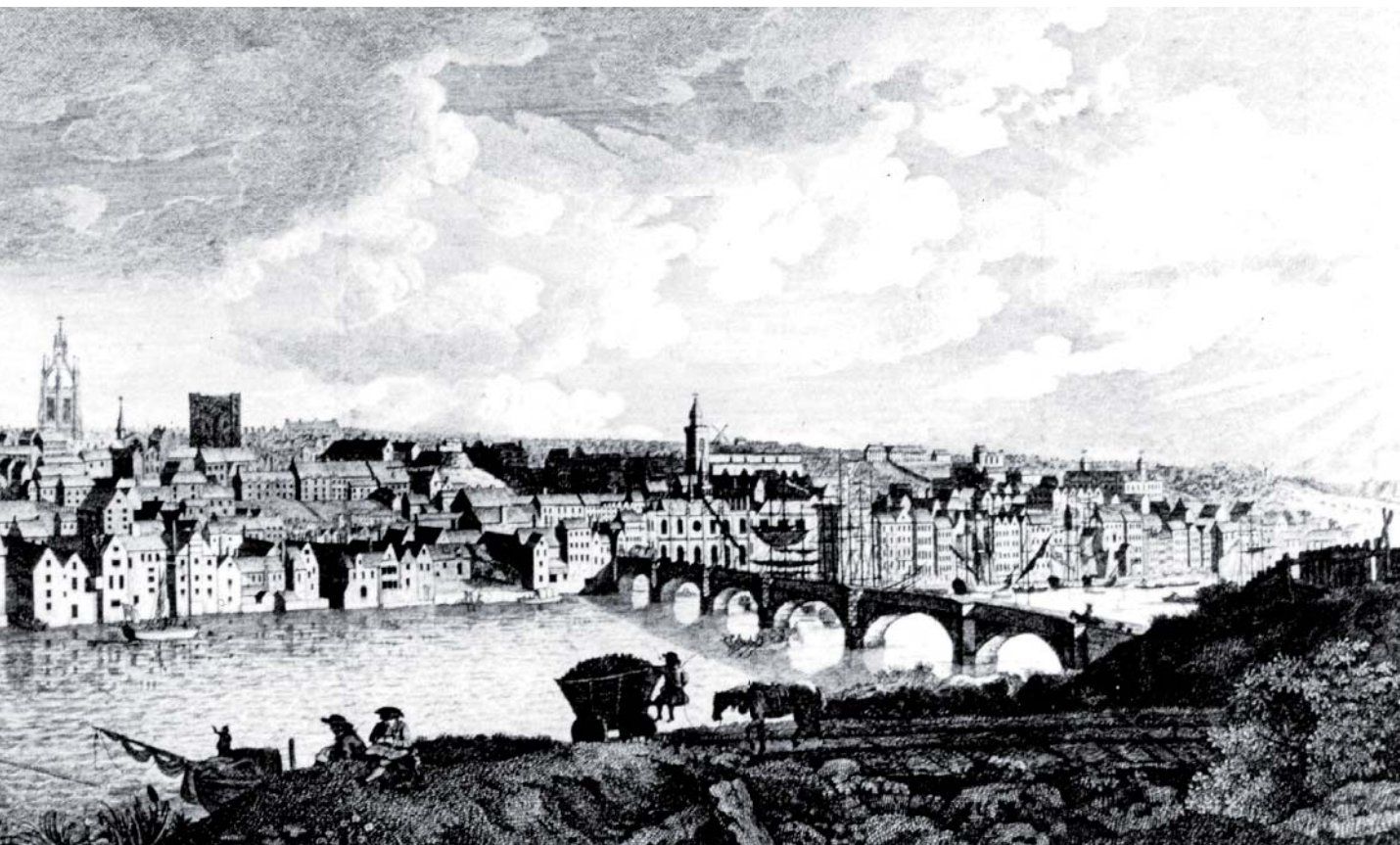


Fig. 82. Croquis de las ruedas metálicas, fundidas en Whitehaven en 1735, según Lewis (1970). (Archivo RENFE).

Para evitar los enormes desgastes que limitaban la vida útil de las ruedas a un año, se inicia un proceso de perfeccionamiento muy similar al de los carriles. Así, el 20 de mayo de 1731, Thornhill patenta la idea de recubrir la llanta con un aro de hierro sujeto con



clavos, pero parece que ya esto se había aplicado unos años antes en la línea de Ravensworth. Otro procedimiento consistió en tachonar la llanta con clavos, lo que no daba buen resultado pues desgastaba rápidamente las zapatas del freno. El siguiente paso fue hacer las ruedas de hierro fundido, sistema que se adoptó rápidamente en las zonas de influencia de la escuela del Tyne, pero no en la propia región. El primer caso registrado es en un puerto de Cumberland llamado Whitehaven, donde se comenzaron a moldear ruedas en 1735, de acuerdo con un diseño sorprendentemente moderno (fig. 82). Lo más relevante de estas ruedas, por cierto de igual diámetro delante y atrás, es su conicidad, fundamento del autoguiado durante la marcha, característica que aparece aquí por primera vez en la Historia. Whitehaven no fue la cuna de la idea, sino que la había tomado de la escuela del condado de Salop, donde se habían comenzado a fundir ruedas en 1729.

En los alrededores de Newcastle se continuó con las ruedas de madera. La resistencia al cambio estuvo fundamentada en la fragilidad de la fundición, propensa a roturas, mayor desgaste de los carriles de madera y, sobre todo, por el hecho de que la región del Tyne estaba muy poco dotada de herrerías (fig. 83). No obstante, a partir de 1750 comienzan a generalizarse las ruedas moldeadas, aunque sólo en el eje delantero, pues se consideraba más eficaz el frenado sobre una rueda de madera. Se continuó así hasta 1780, en que comienzan a construirse ambas de hierro, si bien conservando los diámetros diferentes, hasta el advenimiento de la locomotora. Una típica rueda metálica de la región del Tyne aparece en la obra de Jars, con ocho radios y llanta más estrecha que las de madera (fig. 84).

Los ejes eran de hierro forjado de sección cuadrada, excepto en las manguetas situadas interiormente, provistas de cojinetes de fundición, pues los de bronce se comenzaron a usar después de 1800. Para facilitar las reparaciones, los cojinetes podían liberarse levantando una placa articulada que los mantenía aprisionados contra el bastidor. La sujeción del

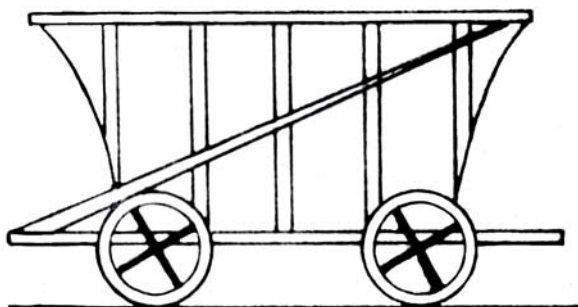


Fig. 85. Sistema de frenado utilizado en Whitehaven a finales del siglo XVIII, según Lewis (1970). (Archivo RENFE).

eje al orificio cuadrado del centro de la rueda se hacía con cuñas y en algunos casos se añadía una chaveta.

Con el fin de dejar espacio para la compuerta de descarga inferior, los ejes quedaban muy cerca de los testeros. A pesar de ello, el empate no llegaba, en ningún caso, a ser mayor de 1,70 m.

Frenado

El sistema más simple de frenado ha sido descrito anteriormente actuando sobre una sola de las ruedas y, por consiguiente, con poca potencia. El propio Jars indica ya, en 1765, un primer perfeccionamiento, consistente en duplicar el equipo en cada una de las ruedas traseras y unir los extremos de las palancas por una barra horizontal, “de manera que un solo hombre puede maniobrar las dos al mismo tiempo”. Trasladando el fulcro de la palanca del centro del vagón al testero delantero se aumenta el brazo de palanca y es posible frenar con más potencia las ruedas

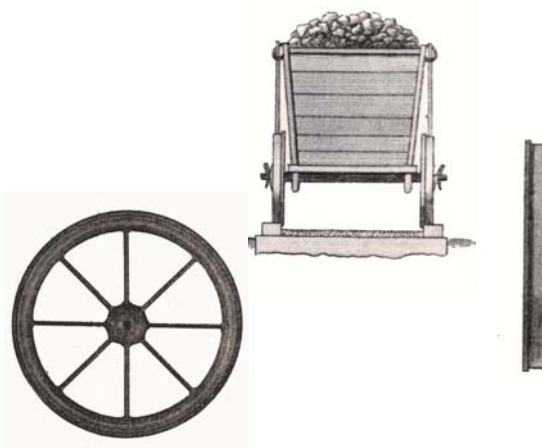


Fig. 84. Rueda metálica utilizada en los vagones de Newcastle, según Jars (1763). (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas).

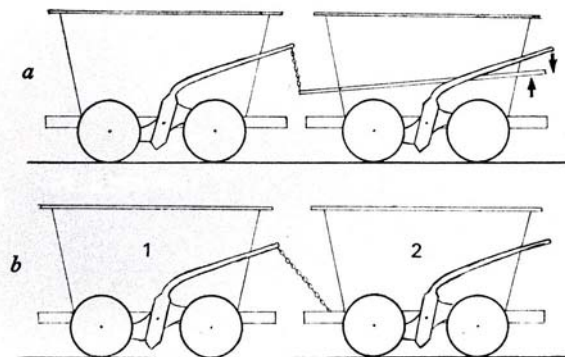


Fig. 86. Sistema de frenado utilizado en la región del Tyne, según Lewis (1970). a) El conductor actúa sobre dos palancas para frenar el primero y segundo vagón. b) La palanca del primer vagón se une, mediante una cadena, al bastidor del segundo. Al frenar éste, la cadena se tensa y, en consecuencia, se activa el freno del primer vagón. (Archivo RENFE).

delanteras en lugar de las traseras, como se hacía en Whitehaven a finales del siglo XVIII (fig. 85). Al final de la vida de las vías de madera surgieron otros perfeccionamientos, con objeto de lograr mayor potencia de frenado (fig. 86). Se logró así formar composiciones de dos vagones en la línea Western el año 1793, pero los graves accidentes ocasionados dieron lugar a utilizar el segundo de los procedimientos indicados en la figura que, evidentemente, resultó mucho más seguro.

El proceso del transporte

Al principio, el carbón extraído del pozo se depositaba en bocamina y desde allí se paleaba en los vagones. Esta operación estaba a cargo del conductor, que nada cobraba por ello. A partir de 1760, los pozos fueron equipándose con cribadoras, de manera que el carbón caía directamente desde éstas al vagón. Una vez completada la carga, el conductor uncía la caballería y partía hacia el cargadero situado en el río. En los tramos horizontales o en rampa caminaba al lado del caballo y en los descensos se situaba sobre la palanca del freno. Por lo general, en las pendientes la caballería trotaba tras el vagón, aunque hay ilustraciones en las que se observa circulaba uncida. Al llegar al cargadero, el conductor desuncía y maniobraba a brazo el vagón, hasta situarlo en la vía de entrada, donde permanecía el encargado de la instalación. Este agente marcaba un trazo al lado del nombre del conductor en una relación nominal, a efectos de controlar el número de viajes realizados. En Cumberland se entregaba una contraseña, sistema similar al que vimos usar con los perros húngaros. Hecho esto, el encargado llamaba al conductor por su nombre, lo que le autorizaba a entrar con el vagón en el cargadero. Las maniobras de entrada y salida se hacían a brazo, para eliminar el riesgo de que la caballería pudiera precipitarse por las compuertas de descarga situadas en medio de la vía. El conductor llevaba el vagón por las placas para cambiar de vía y salir del cargadero, unciendo de nuevo su caballería y retornando, rápidamente, a la mina por la vía ascendente.

El retorno se hacía generalmente en vacío, de no ser que hubiera madera de entibación, ladrillos, herramientas u otros materiales requeridos para el laboreo de las minas.

La densidad de circulación

Aunque las vías de madera suponían un perfeccionamiento respecto a los caminos de carros, la densidad de circulación experimentaba también variaciones estacionales, particularmente durante el invierno con adversas condiciones climatológicas. Las estimaciones realizadas demuestran que en la mayoría de las

líneas la densidad no superaba los 100 vagones cargados por día, si bien había unas pocas excepciones con 200 e incluso 300 vagones por día. La línea Tanfield, la más importante del Tyne, propiedad de la Gran Alianza que la explotaba en común, constituye un caso realmente extraordinario. En 1727, su densidad era de 930 vagones descendentes. Si tenemos en cuenta que el servicio diario —sólo en las horas diurnas— no llegaría a más de once horas, resulta un período de espaciamento entre los vagones de cuarenta y cinco segundos, es decir, una frecuencia de circulación superior a la de los ferrocarriles metropolitanos actuales.

El parque de material en cada línea dependía evidentemente de la densidad de circulación; en otras palabras, del tráfico y de la longitud de la línea. He aquí algunos de los que se tiene noticia:

Línea	Año	Número de vagones
Stella Grand Lease	1680	23
Dunston	1711	85 (y 109 en 1723)
Plessey	1717	50
Tanfield	1727	490
Middleton	1808	93

La tracción animal

En la escuela del Tyne, la regla general fue un conductor, una caballería y un vagón, indudablemente como consecuencia del sistema de frenado. Una excepción fue la línea Wylam que, por discurrir a lo largo del valle, tenía un perfil suave. Aquí la norma era una caballería y dos vagones.

Desde la década de 1790, en que se pudieron frenar simultáneamente dos vehículos, se comenzaron a llevar dos vagones con una sola caballería, aunque, al parecer, el fin no era ahorrar tracción sino personal.

El personal de circulación

Los conductores se solían contratar por un año, determinándose previamente el salario, las obligaciones y las sanciones, generalmente pecuniarias, en las que podían incurrir. La caballería pertenecía bien al empresario o al conductor. Hacia 1800 aparece en el Tyne la figura del contratista, que aportando hombres y caballerías se encargaba del transporte a un tanto alzado. En el condado de York ya se encuentra

este tipo de prestación desde 1760, pero en muy reducida escala.

El salario era a destajo, es decir, se abonaba una cierta cantidad por cada viaje en cargado, dependiente de la distancia al cargadero. Nada se abonaba por el regreso en vacío. De esta suma, las tres quintas partes se destinaban a la caballería y las dos quintas restantes al conductor. Caso de haber transporte de retorno (madera, hierro, etcétera), la cifra era del 50 por 100. Comparativamente, el salario del conductor resultaba equivalente al de los trabajadores de la mina. A finales del siglo XVIII se elevan el coste de la vida y los salarios de los conductores, si bien en menor grado que los de los mineros propiamente dichos. Como en algunas regiones mineras españolas, los conductores compartían su trabajo con las faenas agrícolas, lo que resultaba imprescindible para subsistir.

A consecuencia del descenso del tráfico marítimo durante el invierno, desde noviembre a febrero, las vías de madera dejaban de transportar el carbón o lo reducían a su mínima expresión. Estos períodos más o menos largos de paro provocaron conflictos laborales, los primeros en los anales de la historia del ferrocarril. La voz cantante la llevaban aquí los marineros de las barcazas que transportaban el carbón desde los cargaderos a los buques de alto bordo. En algunos casos, la chispa que inició el fuego fue la subida de los cereales y en general del coste de la vida, como en 1710, 1740 y 1789, en el que se vieron envueltos los marineros, picadores y conductores. En otros, como en 1713, la causa fue el descenso de la producción, lo que dio motivo a los conductores para negarse a transportar las exiguas cantidades de carbón producidas en los pozos de las minas Clavering Stella. La huelga más importante tuvo lugar en 1765, con carácter general en toda la región del Tyne. Duró más de un mes y dio origen a violentos altercados. Se debió a un intento de elevar las prestaciones de los trabajadores por encima de lo establecido en los contratos, sin la contraprestación pecuniaria correspondiente. El conflicto acabó con una victoria, aunque parcial, de los trabajadores.

La seguridad en la circulación

En los registros de defunción de la región del Tyne figuran, a veces, muertes por arrollamiento o vuelco de un vagón, siendo los niños las víctimas más frecuentes de esta clase de accidentes. Ya vimos casos parecidos en la línea Whickham en 1650. El mayor riesgo, sin embargo, procedía del fallo de los frenos destinados a regular la velocidad por aquellas fuertes pendientes. Con lluvia y especialmente con hielo, el coeficiente de rozamiento desciende peligrosamente, perdiendo eficacia el frenado. Si las ruedas se bloquean, el rozamiento se reduce aún más y la deriva

es inevitable. Por ello, en las líneas con mayores pendientes existía la costumbre de suspender la circulación con el mal tiempo. En otras, se destinaba una partida de muchachos y viejos a esparcir escoria o cenizas sobre los carriles. Un chaparrón inesperado podía originar una deriva, anunciada por los conductores, con gritos y voces, de unos a otros. Se colocaban cuerdas atravesadas en la vía para detener los vehículos, pero si éstas se partían el efecto era de lo más desastroso. Hay referencias de accidentes en los que un vagón alcanzó a los precedentes, resultando destruidos diez y, a veces, catorce vehículos y muertas las caballerías respectivas. Según la revista *General Magazine*, antes mencionada, las derivas suceden a menudo, con daños no sólo para los animales, sino para los conductores, que sufren “fracturas, contusiones y, frecuentemente, la más horrible de las muertes”. Como decía Jars, lo mejor que podía suceder en caso de deriva era el descarrilamiento. Otro riesgo era el fuego, cuando la zapata se caldeaba en exceso, pues se destruía la palanca y la deriva era inevitable.

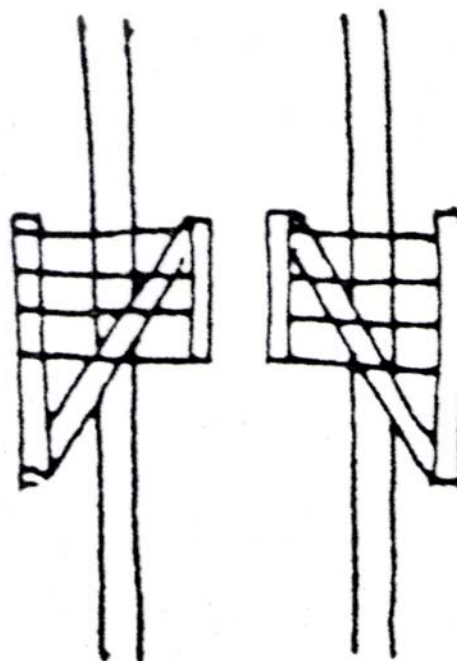


Fig. 87. Paso a nivel con barreras de Tinkler, en el camino de Tanfield Moor en 1772, según Lewis (1970). (Archivo RENFE).

De todas las líneas, la de Bucksnook se distinguía por su extraordinaria capacidad para atraer desgracias, según decía un contemporáneo, James Clavering:

“Este famoso ferrocarril ocasiona tal cantidad de sucesos y aventuras que, verdaderamente, su historia habría podido hacerla una pluma tan buena como la que escribió Don Quijote”.

Transcribiremos, finalmente, un texto de 1775 debido a Carlisle Spedding, propietario de la línea Whingill (Whitehaven) con pendientes del 90 por 1.000.

“Para evitar los graves daños que pueden causar los vagones escapados, preveo instalar en el punto inferior de la pendiente un ramal con su desvío que maniobrará un anciano situado en una cabina mediante una barra de hierro unida a una pequeña palanca. Cuando éste vea venir un vagón escapado maniobrará el desvío, lo que llevará a éste a rodar por el ramal situado sobre un terraplén de tierra y césped sin causar daño alguno, retrocediendo, a continuación, con toda suavidad. Habrá otro desvío que se maniobrará por sí mismo, que llevará el vagón en su retroceso a otro ramal de estacionamiento, donde permanecerá hasta que se desee traer a la vía general por el primer ramal antes mencionado. De esta forma, si vinieran otros vagones escapados detrás, se evitaría la colisión de unos con otros”.

No sabemos si se adoptaron estas medidas de seguridad, pues su autor falleció dos meses después en un accidente ocasionado por el grisú. Resulta, no obstante, muy interesante su contenido, pues se citan aquí por primera vez la vía de seguridad, la maniobra de las agujas a distancia y las agujas de resorte, dispositivos estos últimos que aparecerán con los carriles de hierro, en los planos inclinados.

Pasos a nivel

Los cruces a nivel con los caminos públicos se protegían con cancelas de madera (fig. 87), a cargo de un guarda que residía en una casita, situada en la inmediata proximidad. También se instalaban cancelas en ciertos lugares sin vallar, donde el ganado tenía que pastar a un lado y otro de la vía, así como en algunos puntos de empalme de una línea con otra, aunque aquí parece que su función era regular el tráfico, como se hace hoy día, más que proteger el paso.

La guardería estaba a cargo de ancianos o viudas, como vimos en el accidente ocurrido en la línea Whickham en 1645.

Conservación

Los trabajos de conservación se hacían durante el invierno, cuando el tráfico descendía. En los primeros tiempos estos trabajos los hacía el personal de la mina, pero gradualmente fue apareciendo la figura del contratista, de modo que hacia finales del siglo XVIII este sistema era la regla general. Los contratistas eran personas acomodadas con afición a los ne-

gocios, que empleaban “maestros” y operarios en estos menesteres.

Prescindiendo de los evidentes niveles tecnológicos, pocas diferencias habríamos de encontrar entre las operaciones que, entonces y ahora, se llevan a cabo en los ferrocarriles: reparar la rodadura, el freno y las cajas de los vagones, sustituir carriles, limpiar cunetas, limpiar y añadir balasto, batear, etc. La conservación se pagaba según el tráfico.

En muchos casos, los propios contratistas levantaban o instalaban además nuevos ramales.

Risas y lágrimas

El historiador Brand nos ha dejado un interesante testimonio de 1789 que dice así:

“Existe una tradición entre los mineros de los alrededores de Newcastle, según la cual el primer vagón que circuló se revistió de hojalata y se llenó con un licor denominado ponche. Es fácil deducir que la descarga de un vagón de esta clase constituiría una agradable tarea para los sedientos trabajadores”.

No hay datos acerca de este primer vagón, pero al parecer esta costumbre fue tradicional en la apertura de las líneas. Así ocurrió en la línea Willington en noviembre de 1775 y en la Waldrige Fell en 1779, de la que sobrevive el siguiente relato:

“... asistieron varios cientos de personas, precedidas por una banda de música, banderines de colores, etc. Por la tarde volvieron a las casas situadas al lado de la mina, donde se sirvió una excelente comida caliente, consistente en un cordero asado entero, seis en cuartos y media vaca, todo ello regado con 18 barriles de excelente cerveza. Las campanas de Chester repicaron a intervalos durante el día”.

En otras inauguraciones, como la de Middleton en 1758, sólo hubo campanas y cañonazos desde el fuerte de Leeds, así como “alegría general”.

La azarosa vida de la línea Bucksnook, antes citada, comenzó desde el principio. Los constructores pensaban que habían obtenido los necesarios y suficientes derechos de paso, pero los propietarios de los terrenos opinaban lo contrario. Estos atacaron la línea resultando en parte destruida, lo que motivó el consiguiente pleito y condena por el atentado. Estando el enemigo aún en pie de guerra se verificó la inauguración con fiestas, músicas y el acostumbrado vagón de ponche. En medio de la celebración llegó la noticia de que doscientos hombres estaban des-

truyendo la vía. Se cursaron avisos a los pueblos cercanos para reclutar gente y los invitados salieron a caballo hacia el lugar de los hechos. Los doscientos hombres no eran otra cosa que una manada de reses pastando tranquilamente dentro de los terrenos de la línea.

No fueron raros los conflictos violentos con motivo de los derechos de paso, que dieron lugar a destrucciones de la vía o poner obstáculos sobre ella. Por diferente causa, tuvo lugar un amotinamiento popular en Sheffield el año 1774. Los administradores del duque de Norfolk dieron orden de no vender más carbón en la ciudad que el procedente de una vía de madera construida en noviembre, fijando la cantidad mínima en una carga de caballería y casi al doble del precio que se vendía antes en bocamina. Reunida la gente en gran número, destruyeron varios vagones y edificios de la terminal, prendiendo fuego a todas las instalaciones de descarga. Llevaron en triunfo un vagón hasta la ciudad, donde lo incendiaron y lo arrojaron al río. El técnico que había construido la línea, John Curr, de quien tendremos ocasión de hablar en el próximo capítulo, se dice tuvo que permanecer oculto durante tres días y sus noches para no ser víctima de las iras del pueblo.

Tampoco dejó de haber reacciones violentas por parte de los trabajadores. En la mina *Newbole*, al parecer con motivo de haberse aumentado el tamaño de los cestos el año 1733 o 1734, los mineros amenazaron con destruir la vía de madera y las instalaciones, así como hacer picadillo a uno de los propietarios. Se envió una partida armada oculta en un vagón, y en la reyerta uno de los mineros cayó mortalmente herido. En 1766, unos veintidós conductores exteriorizaron su protesta deteniendo la circulación con obstáculos en la vía y destruyendo dos vagones. “Todo ello, provistos con armas ofensivas, por el espacio de media hora, con gran alboroto y terror para los fieles vasallos del Rey Nuestro Señor”. Se les condenó a tres meses de cárcel.

4. Los caminos de la escuela de Salop

Lamentablemente, no es posible mostrar aquí una pintura de las vías de madera de la escuela de Salop tan completa y detallada como la del Tyne. A la falta de información es preciso unir la heterogeneidad de los caminos de esta escuela. Heterogeneidad no sólo por el tráfico, pues con independencia del carbón transportaban piedra de construcción, piedra caliza,

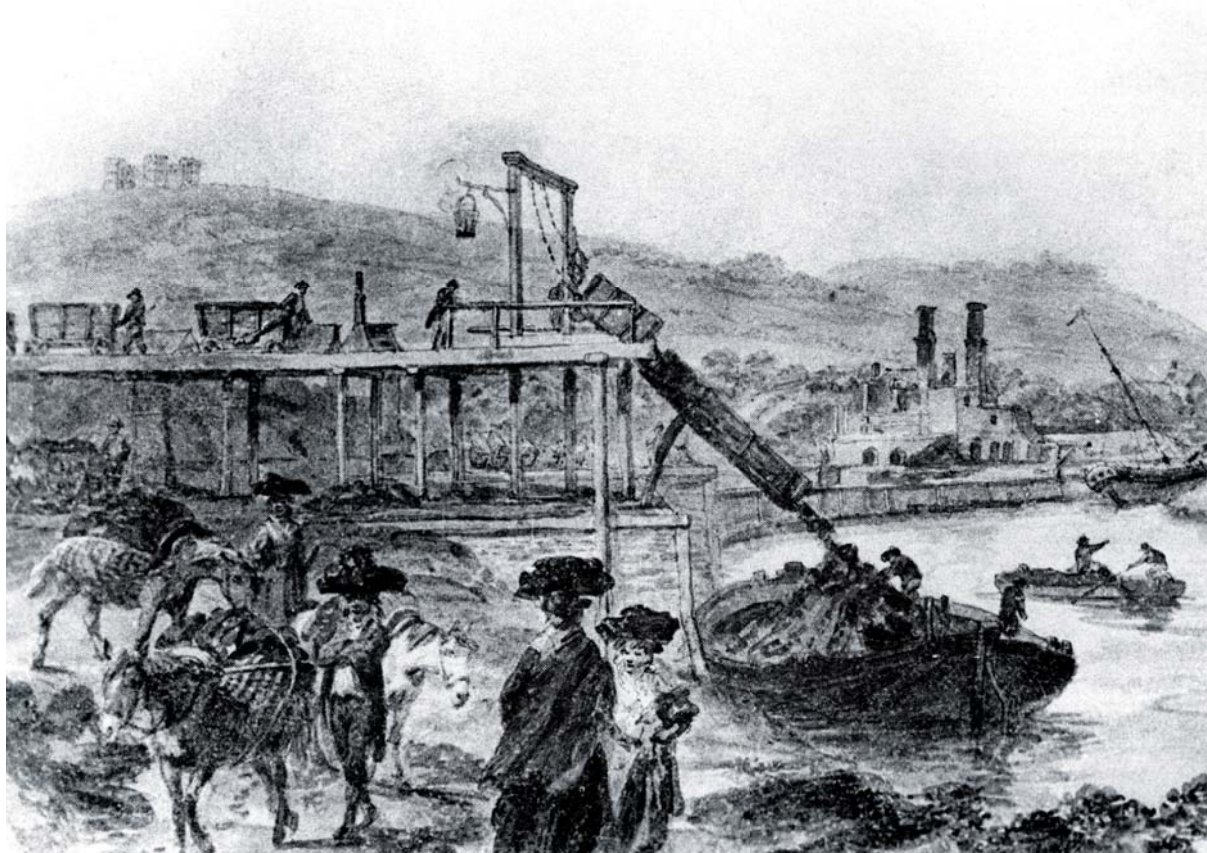


Fig. 88. Cargadero del camino de Landore en 1976, según Lewis (1970). La descarga se realiza por el testero, levantando el vagón por uno de los extremos. (Archivo RENFE).

mineral de hierro, etc., sino por el ancho de vía, estrecho, pero muy variado.

Las instalaciones fijas

En el condado de Salop y zonas de influencia, las líneas fueron siempre de vía única con apartaderos, siendo la vía doble una excepción. Las pendientes, terroríficas, como las de la línea Little Wenlock, que descendía al río Severn con 123 por 1.000 en los primeros 175 m y 111 por 1.000 en los 274 m siguientes, sin más medios que los frenos. Pero esto era una excepción, pues lo más frecuente era emplear cables y cadenas para controlar la bajada, como vimos en las primeras líneas de Broseley. Un procedimiento más adecuado era el plano inclinado, del que hay, en esta escuela, ligeras referencias, entre ellas la de uno situado en una línea temporal para la construcción de un puente en las cercanías de Bath. Se trataba de un plano automotor, construido por Richard Jones en 1755, en un ramal de la línea citada, por la que se transportaba la piedra para su construcción. Los carriles tendían a ser más débiles que los de la escuela del Tyne. Así, los de Coalbrookdale, en 1760, tenían una escuadría de 11 x 8 cm y 10 x 8 cm, y en Mackworth (Gales), 10 x 10 cm en el año 1705. La longitud normal era 1,82 m, con excepciones de hasta 3 m. El doble carril era desconocido, aunque hay un ejemplo en la línea escocesa de Alba, influenciada seguramente por otras de la región, pertenecientes a la escuela del Tyne. No quedan referencias respecto a la infraestructura, que al parecer tenía escasa importancia. Se conserva todavía un puente de piedra de 7,30 m de luz, construido quizá en 1769, y se cita un puente de madera del que no tenemos más datos que su coste, de 100 libras.

Tampoco las instalaciones de los cargaderos situados en los ríos eran tan importantes como en el río Tyne. Al parecer, los vagones no se descargaban por el fondo, sino a través de puertas batientes situadas en los testeros (fig. 88). Este sistema no precisa placas giratorias, por lo que hay aquí escasas referencias a estos dispositivos, utilizados sólo en algunos empalmes de los ramales con la línea principal. En el río Avon encontramos el primer ejemplo de lo que más adelante se denominaría *ferry*. Cuando en 1739 hubo necesidad de traer piedra desde la orilla opuesta del río, se emplearon dos barcazas que transportaban dos vagones cargados en cada una de ellas.

El material móvil

A los anchos de vía estrechos de esta escuela correspondían naturalmente vagones pequeños. Refiriéndonos exclusivamente al carbón, la carga evolucionó también en forma creciente como en la escuela del Tyne. Así, encontramos ejemplos con 711 a 914 kg

en 1705, 1.524 kg en 1756 o 1757, y unos 1.700 kg en 1798. El hecho de que las vías fueran parcialmente subterráneas y el sistema de tracción a brazo explican estos bajos valores. La tracción animal fue aquí desconocida hasta 1750, en que se comenzó a emplear en las líneas que servían las ferrerías.

Con independencia de la línea de Bath, que trataremos después, no quedan dibujos detallados de los vagones de la escuela del condado de Salop, excepto los aportados por Joseph Ritter von Baader (1763-1835), que publicó en 1822 una obra describiendo sus inventos referentes a un sistema de guiado por rueda (Cap. IV). Von Baader estuvo en Inglaterra, atribuyéndose haber reorganizado diversas ferrerías, aunque lo cierto es que fue despedido de la de Haigh en 1793. Posteriormente realizó otro viaje en 1815-16, que le inspiró sus ideas reformadoras. Los dibujos se refieren indudablemente a un vagón de la escuela de Salop, aunque no facilita dato alguno para identificarlo (fig. 89). De acuerdo con la escala, las dimensiones interiores son las siguientes:

Longitud (m) - Superior - Inferior	2,10 1,85
Anchura (m) - Superior - Inferior	1,04 0,86
Altura (m)	0,66
Carga (kg)	1.117 a 1.320

El vehículo tiene las ruedas delanteras y traseras iguales, de 0,61 m de diámetro, que más adelante, dice Baader, fueron sustituidas por otras de 0,44 m. En este y en casi todos los ejemplos conocidos las ruedas son de fundición, con la sola excepción de la línea Maddeley en 1741 y la rueda descubierta en Broseley (Cap. V). No obstante, nada puede afirmarse con carácter general, pues la fundición de ruedas se inició en Coalbrookdale en 1729. Tampoco sigue una regla general el tamaño. Al principio se moldearon de pequeño diámetro, lo que sugiere su empleo en las galerías; pero hay referencias, concretamente en esta ferrería, de vagones de pequeño y gran tamaño. Estos últimos cargaban 2.667 kg, aumentando la capacidad con teleros, y tenían ruedas similares en tamaño a las de la escuela del Tyne (fig. 90). En estos ejemplos, las ruedas tienen igual diámetro, pero en otros son desiguales como en el Tyne. Al estar esta región mejor dotada de fundiciones, los ejes se hacían siempre moldeados con cojinetes de bronce.

El freno era similar al empleado en la región del Tyne, con la palanca más corta y menos curvada, atacando la zapata por la parte superior de la llanta.

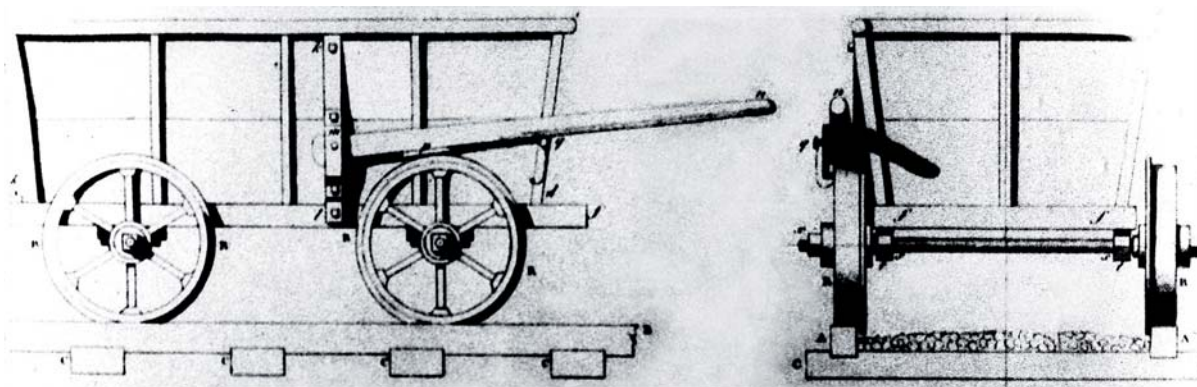


Fig. 89. Vagón utilizado en los caminos de Coalbrookdale (condado de Salop), según Baader (1822). (Archivo RENFE).

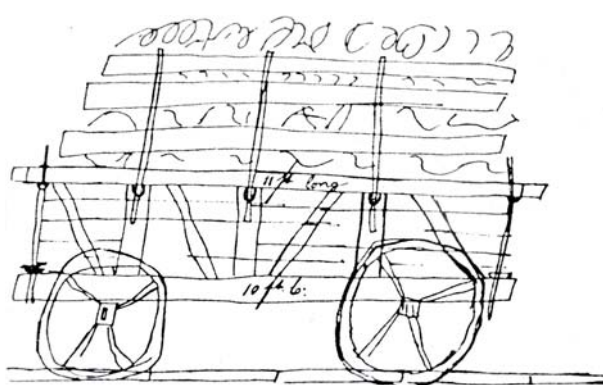


Fig. 90. Croquis de un vagón de gran capacidad, aumentada con teleros, utilizado en los caminos de Coalbrookdale (condado de Salop) en 1796, según Lewis (1970). (Archivo RENFE).

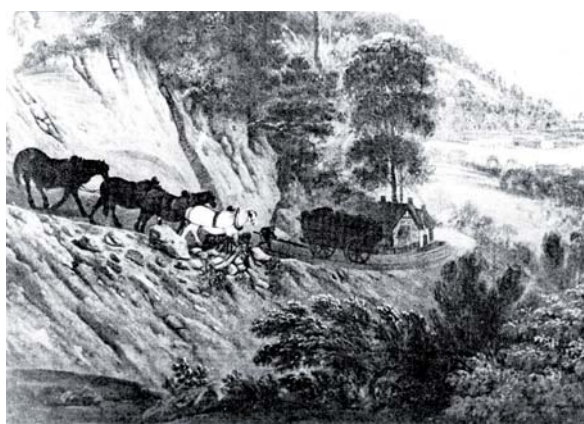


Fig. 91. Descenso por Jigger Bank (Coalbrookdale) de un vagón de gran capacidad en 1777, según Lewis (1970). (Archivo RENFE).

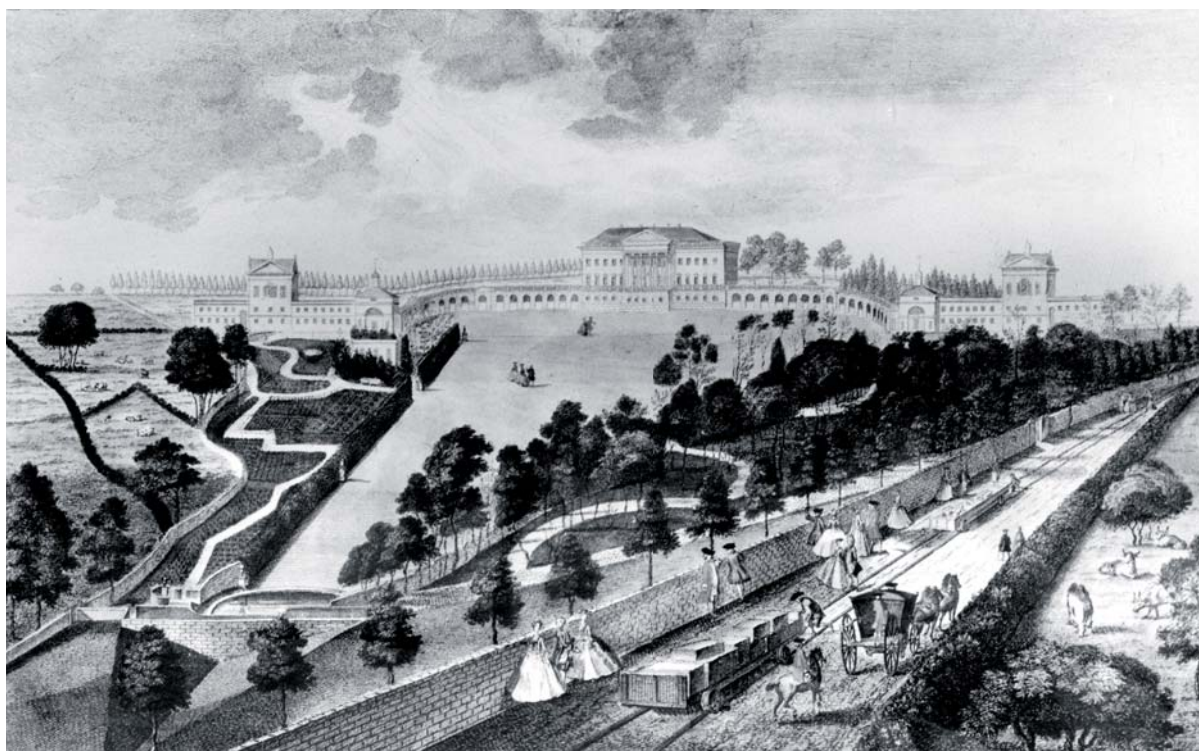


Fig. 92. El camino de Bath en el término de la línea, conocido por Prior Park (1734). (Science Museum, Londres).

Otros sistemas empleados, aquí y en algunas líneas escocesas, fueron arrastrar troncos sujetos al vagón o introducir una barra entre los radios de las ruedas.

La explotación

Muy pocas son las noticias que poseemos sobre la explotación de estas vías de madera. La densidad de circulación, por ejemplo, de la red de las ferrerías de Coalbrookdale debía ser considerable, pues transportaban las materias primas para los hornos y el lingote producido. Así, una estimación de la

La línea de Bath

Esta vía de madera, antes citada, fue construida por Ralph Allen en 1731 (fig. 92). Técnicamente es muy interesante por su tráfico especializado, consistente en grandes bloques de piedra de unas 4 t y por haber sido objeto de una exhaustiva descripción por Charles de Labelye, incluida en un tratado de física publicado en 1734:

“Estas canteras están situadas a 3,2 km del río y unos 152 m por encima del nivel de su

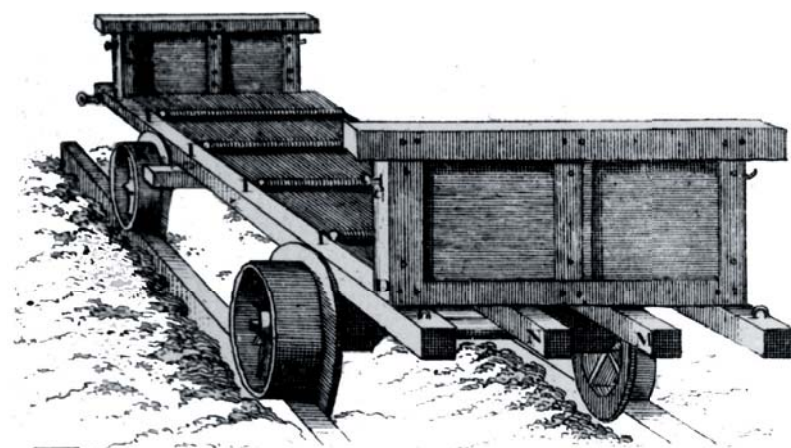
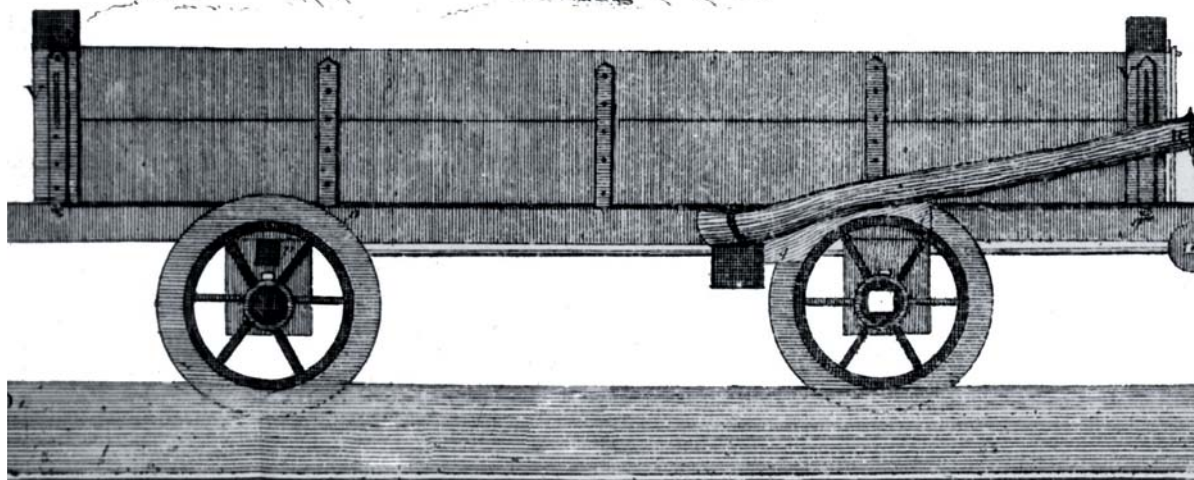


Fig. 93. Vagón utilizado en el camino de Bath, según Labelye (1734). (Biblioteca Nacional).



producción de los hornos Horsehay para el año 1761 exigiría emplear unos 10.000 vagones, y en el período de 1767 a 1774 más de 13.000. La regla de una caballería por vagón era aquí posiblemente una excepción, pues los costes de conducción son mucho más elevados que en el Tyne, lo que a su vez implica mayor número de animales por conductor. En algunos dibujos se muestra un vagón con cuatro caballerías, que seguramente se necesitarían para el refuerzo por las fortísimas pendientes (fig. 91). En otros ejemplos hay dos animales. También hay casos en que se utilizaron bueyes.

superficie, lo que supone una pendiente tan fuerte, que el reducido precio de venta de la piedra difícilmente podría sufragar los costes de transporte, si no se empleara el dispositivo que se indica a continuación...”⁶⁸.

⁶⁸ J. T. Desaguliers: *A course of experimental philosophy*. Londres, 1734-44, págs. 279-9. Hay traducción francesa: *Cours de physique experimental*. París, 1751. Esta obra incluye un trabajo de C. de Labelye titulado “Descripción de los vehículos utilizados por el caballero Ralph Allen para transportar piedra desde su cantera, situada en la cumbre de un monte, hasta la orilla del río Avon, cerca de la ciudad de Bath”.

De acuerdo con la carga, los carriles de madera de roble tenían una sección de 13 x 15 cm, que más tarde, en 1761, fueron recubiertos con unas pletinas de hierro forjado de unos 5 o 7,5 cm de ancho, a imitación del estilo de la región del Tyne.

Los vagones especiales debían soportar una carga de 4 t, aunque otros autores dicen que raramente bajaban de 5 o 6 t. De acuerdo con la figura 93, las dimensiones de la caja serían 3,15 x 1,05 x 0,46 m.

Las paredes laterales eran desmontables y, desde luego, innecesarias para esta clase de transporte, que se cargaba y descargaba mediante grúas en el origen y término de la línea.

Para el descenso por la pendiente, de nada menos que 100 por 1.000, el vehículo estaba provisto de frenos, también especiales, pues con tan elevada carga hubiera sido insuficiente un freno de palanca como los anteriores descritos, accionado manualmente (fig. 94). El fuerte apriete de las zapatas se conseguía tensando la cadena que se enrollaba en las poleas H y G, accionadas por una palanca que se insertaba en el orificio b del árbol, impidiéndose el retroceso mediante el piñón y trinquete i r. Cada rueda trasera tenía un freno independiente, ya que el eje, al tener un extremo redondo y otro cuadrado, hacía que ambas giraran libres.

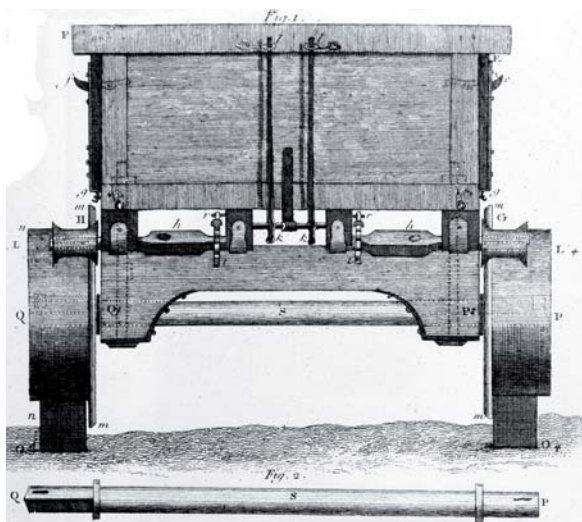


Fig. 94. Testero posterior del vagón utilizado en el camino de Bath, según Labelye (1734). Sistema de frenado. (Biblioteca Nacional).

Las ruedas delanteras disponían de un sistema de frenado mucho más sofisticado (figs. 94 y 95). Se maniobraba independientemente con las palancas *lk* situadas en el testero trasero, desde su posición vertical a otra horizontal, lo que hacía deslizarse a sendas barras longitudinales situadas bajo la caja del vagón K e I. Estas barras, mediante el angular BNL, hacían salir o retroceder las piezas A y D situadas paralela-

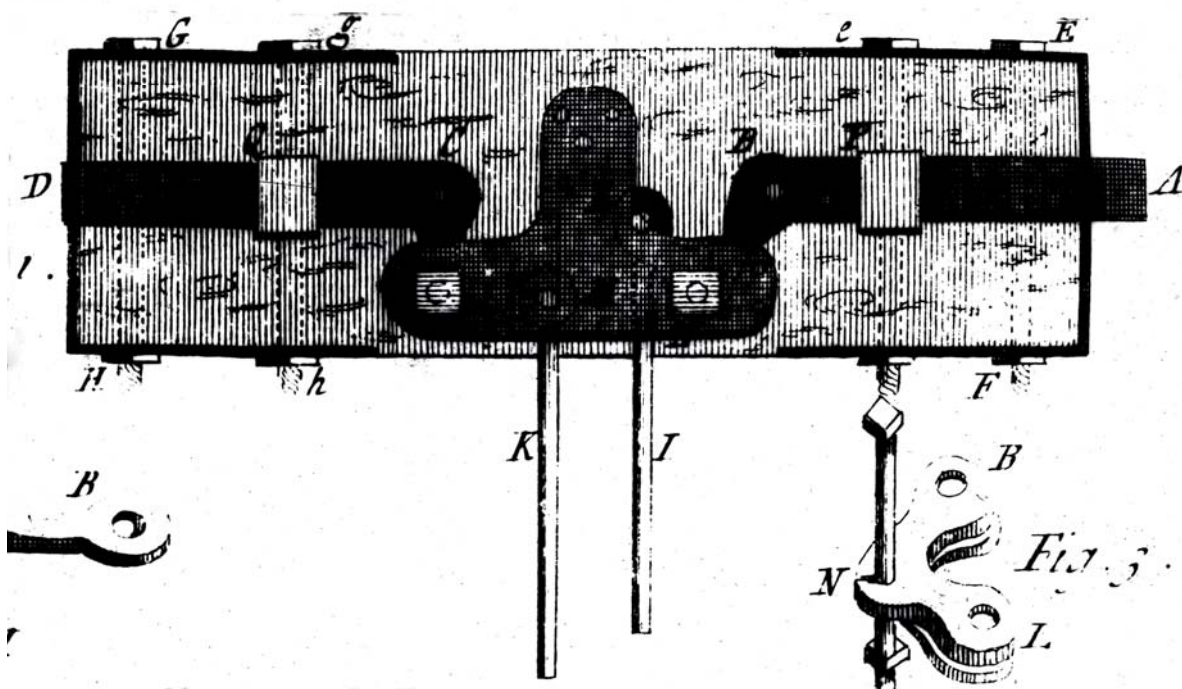


Fig. 95. Dispositivo para el frenado de las ruedas delanteras del vagón utilizado en el camino de Bath, según Labelye (1734). (Biblioteca Nacional).

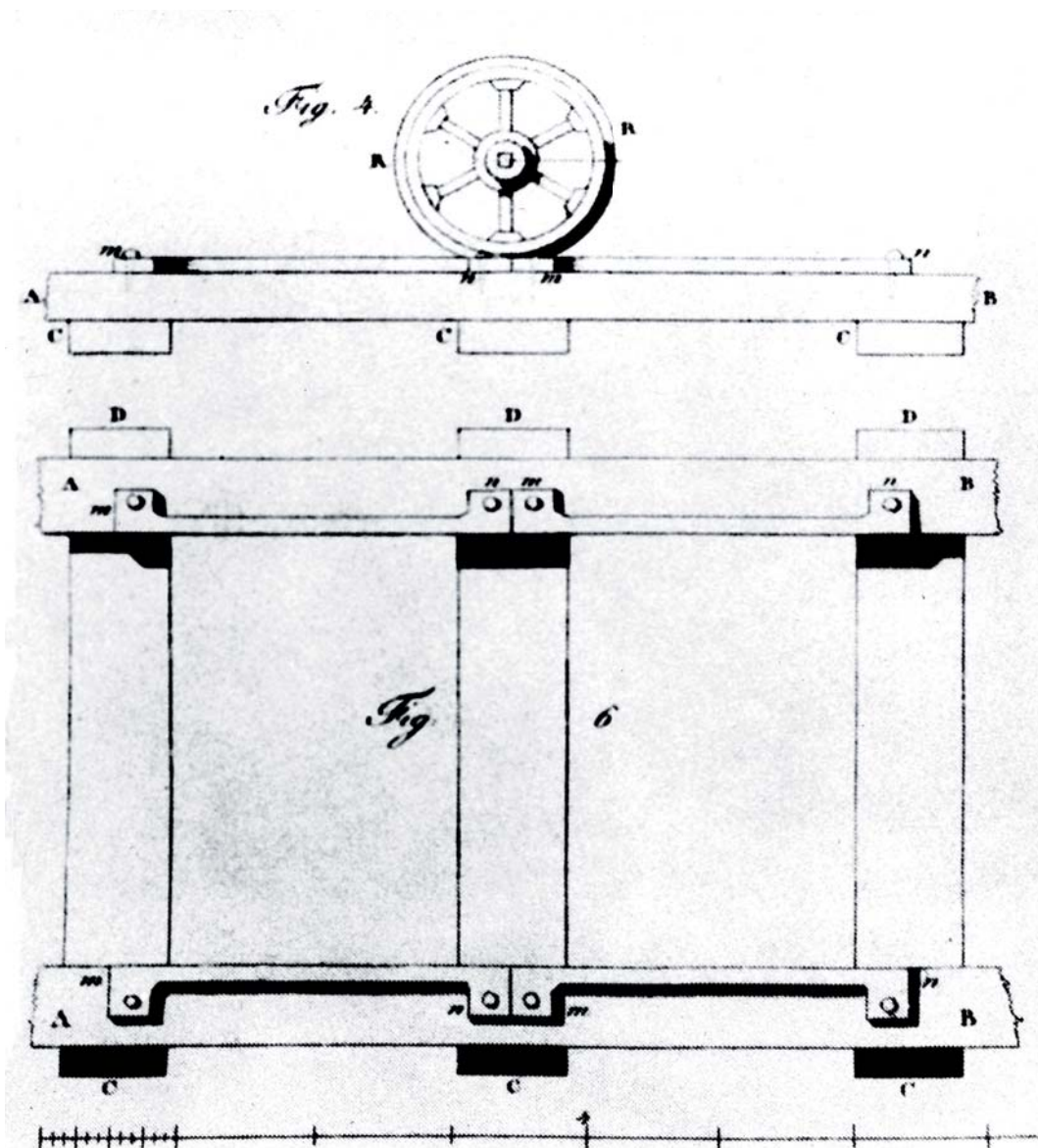


Fig. 96. Carriles de madera recubiertos con carril-placa en los caminos de Coalbrookdale, según Baader (1822). Dimensiones: longitud, 91,4 cm; ancho, 5 cm; espesor, 3,4 cm; y dos orejetas de 7,6 x 9,5 cm. (Archivo RENFE).

mente al eje delantero dentro o fuera de los radios de cada rueda. Es difícil imaginar el efecto de estas barras sobre los radios, pues lo lógico sería que los partieran inmediatamente, pero al parecer el dispositivo funcionaba.

Las ruedas eran de fundición de 0,51 m de diámetro y seis radios, con una frágil pestaña recta de 7,5 cm de espesor.

La tracción se hacía con dos caballerías, necesarias para el ascenso del vagón vacío y el transporte en los trozos horizontales. En 1739, el parque de material se componía de 11 vagones, de los que uno se mantenía en reserva.

5. El carril-placa de Coalbrookdale

En un viejo libro mayor de la ferrería de Coalbrookdale, hoy día perdido, figuraba, con fecha 13 de noviembre de 1767, un asiento relativo a 100 carriles de hierro con un peso total de 5.669 kg. En otro libro de cuentas de la fundición aparecía otra partida de 232 carriles en agosto de 1768 y después ininterrumpidamente otros asientos durante aproximadamente un año, lo que da cerca de 3.000 carriles fundidos.

El responsable de este hecho, que había de influir decisivamente en la historia ferroviaria, fue Richard Reynolds, el gerente de la ferrería. En su nota biográfica puede leerse lo siguiente:

“Para el transporte del carbón y el hierro a las diferentes secciones de la ferrería, así como al río Severn, se habían estado utilizando carriles de madera, que por las enormes cargas transportadas sobre ellos no sólo quedaban pronto fuera de uso, sino que tendían a romperse, ocasionando pérdidas de tiempo, interrupción del servicio y elevados costes en su reparación. Se le ocurrió que estos inconvenientes podrían evitarse utilizando hierro fundido. Hizo pruebas al principio con mucho interés, encontrando una solución tan buena que enseguida todas sus líneas se construyeron con hierro. No intentó asegurarse este beneficio mediante una patente, por lo que más adelante se generalizó el uso de la función en la construcción de ferrocarriles”.

Los primeros ensayos debieron dar buen resultado, pues en otra de las secciones de la ferrería, los hornos de Horsehay, se comenzó a fundir carriles en agosto de 1768, de modo que en los seis años siguientes, según refleja el registro contable, la producción había sido de 16.067 carriles, de una longitud de 1,82 m (6 pies), algunos de 2,13 m (7 pies), y 56,2 kg de peso por término medio.

No se ha conservado ninguno de estos carriles, pero todos los testimonios coinciden en que se trataba de placas estrechas provistas de varias orejetas o salientes donde iba un orificio para sujetarlas con clavos sobre los carriles de madera, lo que nos ha llevado a denominarlos carriles-placa. El ancho de las placas coincide con el de las llantas de las ruedas, es decir, los salientes quedaban fuera de la tabla de rodamiento. Para colocar debidamente los carriles-placa sobre los de madera, estos últimos debían ser más anchos que los primeros y, según hemos indicado, los carriles de madera de la escuela del condado de Salop no llegaban nunca a tener más de 9 cm de ancho. Los carriles-placa, incluyendo las orejetas, tenían, sin embargo, como máximo 16 cm de anchura. La conclusión evidente es que el forrado de los carriles de madera suponía modificar la sección de éstos. Esto parece ser lo ocurrido en la red ferroviaria de Coalbrookdale, precisamente en 1768, pues se renovaron casi todas las líneas con carril de 10 x 20 cm. En los dibujos de Baader, el carril tiene 10 x 19 cm, dimensiones coherentes con las del carril-placa (fig. 96).

Hacia 1780, el propietario de Coalbrookdale, Abiah Darby, escribe lo siguiente:

“La madera para la instalación del camino comenzó a escasear y subir de precio, de modo que en los últimos años se inició la colocación de carriles de hierro. Aunque son más caros,

responden bien en cuanto al desgaste y a la duración. Tenemos en las diferentes dependencias cerca de 32 km de estas vías, con un coste de más de 500 libras por kilómetro”.

Cuatro años más tarde, un viajero francés, de Girvy, decía que había 48 km, utilizando este autor, por vez primera, la expresión *chemin de fer* (camino de hierro), que ha quedado consagrada en el idioma francés.

Se encuentran poquísimos ejemplos que demuestran la difusión de este procedimiento. El inconveniente principal residía en el hecho de que, al ceder la madera, la fundición, con su fragilidad característica, se partía inmediatamente. Así, en 1800 un contemporáneo decía:

“... [*los carriles-placa*] han dado poco o menos servicio que los de madera, ya que con motivo de los últimos perfeccionamientos de las vías férreas han caído en descrédito”.

Sin embargo, es preciso reconocer que los carriles-placa fueron un paso intermedio hasta llegar a la completa sustitución de la madera por el hierro. Constituyeron un excelente banco de ensayo donde se contrastaron la práctica y la teoría, preparando así el terreno para alcanzar otra cota más elevada: la completa metalización de los carriles.

Capítulo 7

EL CAMINO DE HIERRO

1. El advenimiento de los caminos de hierro

El hogar donde crecieron los caminos de hierro estuvo en las vías afluentes a los canales de Inglaterra, aunque su nacimiento tuviera lugar en las galerías de las minas. A partir de 1800, los caminos de hierro irrumpieron en las regiones mineras, como una ola irresistible, dando lugar a nuevas líneas y a la sustitución de la madera en las ya existentes.

El empleo del hierro en los ferrocarriles fue coincidente con un desaforado interés por los canales —la manía de los canales— iniciado en la última década del siglo XVIII. Dio lugar a un excepcional desarrollo de la red de canalización y, consecuentemente, a un crecimiento en número y longitud de las vías ferroviarias conectadas con la misma. En dos de los más importantes centros industriales del país concurrían, además, circunstancias especiales que favorecieron el empleo del hierro. Uno de ellos fue el sur de Gales, donde casi todos los canales fueron abiertos precisamente en esta década que se inicia en 1790. Aquí, el terreno es muy quebrado, lo que implica ferrocarriles de inusitada longitud y, por consiguiente, una cuantiosa demanda de hierro para las nacientes ferrerías que, por esta misma época, comenzaban a instalarse. Otro fue la parte central de Inglaterra, particularmente los condados de Nottingham y Derby, en los que las compañías de canalización recurrían a los servicios de dos famosos ingenieros: Benjamin Outram y William Jessop. Ambos eran fervorosos partidarios de los ferrocarriles y, al mismo tiempo, socios propietarios de la ferrería de Butterley. Por donde pasaban, dejaban tras sí los carriles de hierro.

Otro factor, no menos importante, responsable de la rápida difusión de los caminos de hierro en los primeros años del siglo XIX, fue esencialmente económico. Hasta 1815, Inglaterra había mantenido un estado de guerra permanente contra Napoleón —en junio fue derrotado en Waterloo— que condujo a una elevación de los precios de la madera y al crecimiento de la industria de guerra, con descenso consiguiente del precio del hierro. A igualdad de condiciones, el hierro era preferible a la madera, técnica y económicamente, pues, aunque su coste era más elevado, la conservación era más barata y la duración de la vía férrea mucho más prolongada. Otra ventaja era la reducción del esfuerzo de tracción, de modo que una caballería, según el técnico John Buddle, rendía un 30 por 100 más y, a menudo, el 50

por 100 e incluso el 100 por 100 más que en las vías de madera. La economía en animales y piensos era muy interesante, dado que sus costes también se habían elevado alarmantemente durante las guerras mencionadas.

Los caminos de hierro de los canales cumplían las mismas funciones que sus antecesores de madera, aunque a mayor escala. Así, por ejemplo, todos los canales del Sur de Gales poseían sus propias redes ferroviarias. Entre ellas destaca la del canal de Monmouthshire, con nueve líneas situadas a lo largo del canal, una de ellas de 15 km, y que totalizaban 22,5 km. Otra red famosa era la del canal Ashby-de-la-Zouch, con 20 km de ferrocarriles para el transporte de piedra caliza.

Los ferrocarriles también se utilizaron para unir temporalmente dos secciones del canal en tanto se construía la parte intermedia, como sucedió en el canal de Kennet a Avon, entre 1802 y 1810, durante la construcción de las esclusas de Devizes, o entre 1800 y 1805, durante la perforación del túnel de Blisworth en el canal Grand Junction. En otros casos, la unión tuvo carácter permanente, como en el plano inclinado de Morwellham del canal de Tavistock que salvaba un desnivel de 75 m, o el ferrocarril del canal de Lancaster, con unos 8 km, que unía mediante dos planos inclinados las dos secciones del mismo entre Preston y Walton. Finalmente, otros ferrocarriles tuvieron por objeto unir dos canales diferentes o uno de éstos y un río navegable, como son los casos de la línea de Cromford a High Peak, de 43 km, autorizada en 1825, o de Loughborough a Nanpantan, abierta en 1794, con 4 km de longitud.

2. Los carriles de hierro con reborde

El carril de hierro con sección angular constituye una especie de paréntesis en la evolución tecnológica del ferrocarril. En gran medida supuso un estancamiento y, posiblemente, un retroceso en su proceso de perfeccionamiento. A pesar de estar concebido bajo una idea técnicamente rechazable, la realidad fue que alcanzó, paradójicamente, un éxito considerable.

Los carriles de John Curr

El principio de guiado por el carril de reborde fue una creación de Europa continental, según vimos en el capítulo III, pero en su versión metálica surgió en las minas de carbón inglesas como un procedimiento para mejorar el transporte interior. Su inventor fue John Curr, un técnico minero procedente de la región del Tyne, que tuvo a su cargo el laboreo de las minas de Sheffield, propiedad del duque de Norfolk, desde el año 1780. La propuesta de Curr consistía en un vehículo de cuatro ruedas sin pestaña, donde

se cargarían los cestos que antes se transportaban en los *tram*. En las galerías cercanas a los frentes de arranque, siempre muy estrechas, se llevarían estos vehículos a brazo, hasta las galerías principales, donde una caballería podría fácilmente arrastrar

*Companion*⁶⁹, donde afirma que ésta fue la primera de sus invenciones, aplicada en las minas de Sheffield, tras siete años de experiencias. Como el libro, aunque publicado en 1797, se sabe fue escrito en 1794, resulta ser 1787 el año en que se instaló, por

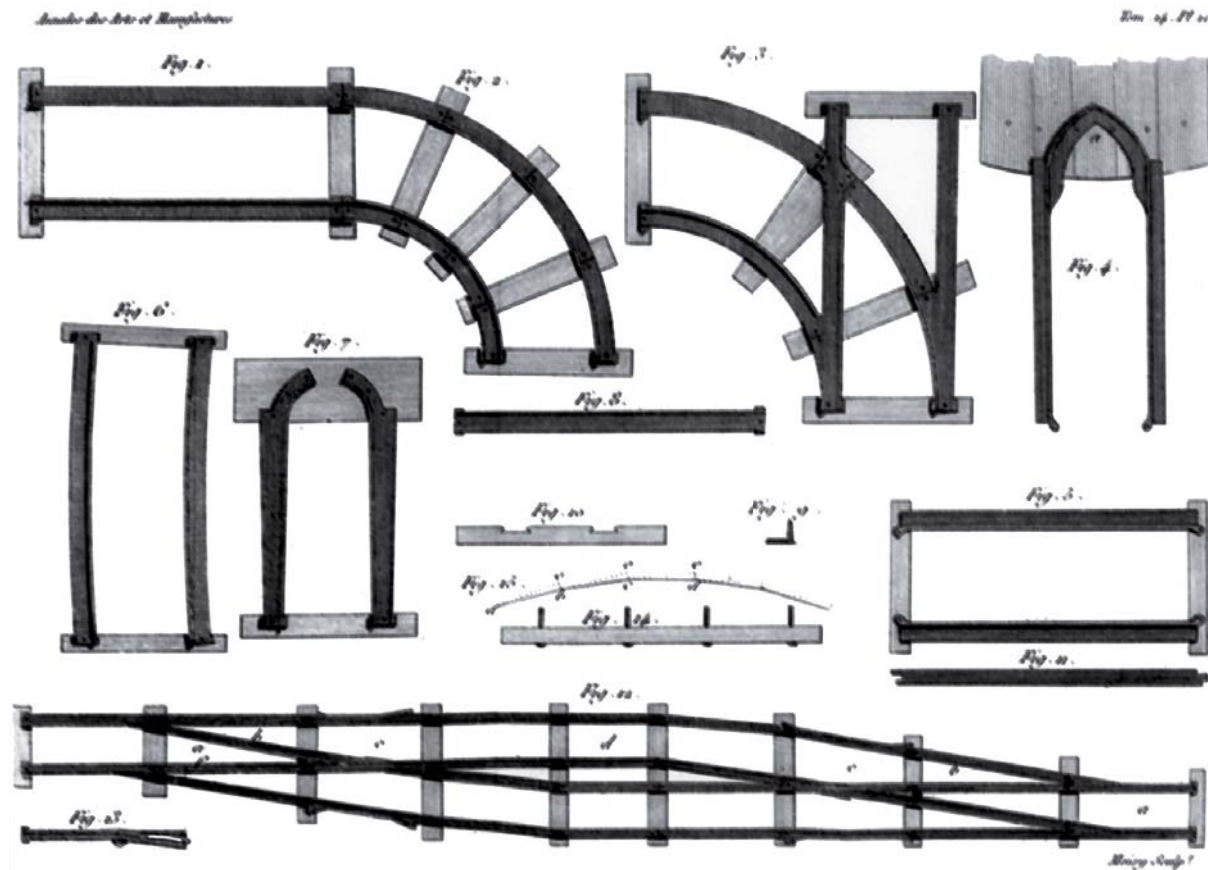


Fig. 97. Vía con carriles metálicos de reborde, inventada por John Curr, según Annales des Arts et Manufactures (1818). El grabado es copia exacta del que figura en *The Coal Viewer*. (Biblioteca Nacional).

nueve o diez de ellos formando un tren. El camino de rodadura de Curr era simplemente una vía para carretillas ensanchada, con los bordes de hierro en lugar de madera. Como la carga habría de repartirse entre las cuatro ruedas, la vía era ligera, a base de carriles de reborde de 1,83 m (6 pies) de longitud, 7,6 cm de anchura en la tabla de rodamiento y 1,3 cm de espesor. El borde se alzaba 5,1 cm sobre la base, con el mismo espesor de esta. El peso del carril oscilaba entre 11,6 y 12,4 kg/m, sujetándose a las traviesas de madera por medio de clavazón, con un ancho de vía de unos 60 cm (fig. 97). Esta vía, decía Curr, podría utilizarse también en los transportes de superficie, en otras palabras, los ferrocarriles propiamente dichos. Aquí reside, quizá, el mayor de los méritos del inventor.

vez primera, un carril de hierro con reborde. Esto coincide con los libros contables de las minas y con un informe del técnico John Buddle para el duque de Norfolk, donde se elogia el invento. Un año después, Curr patentó su idea y en 1792 montó una fundición propia para el suministro de carriles y piezas de máquinas. Poco duró el éxito, pues en 1801 fue despedido inesperadamente por el duque, seguramente por mantener unos costes de explotación superiores a los de la competencia. Protestó vigorosamente, aunque en vano, haciendo ver al duque los beneficios que éste había obtenido con sus inventos. Aquí, se lamentaba, murió mi ingenuidad. Su muerte física tuvo lugar más tarde, en 1823.

El carril de Curr no tardó mucho en difundirse por las galerías de las minas, aunque las primeras imita-

John Curr nos ha dejado una célebre obra publicada en 1797, *The Coal Viewer and Engine Builder's Practical*

⁶⁹ Manual práctico del inspector o veedor de carbones y del constructor de máquinas.

ciones se registran en ferrocarriles de superficie: el plano inclinado del canal de Ketley en el condado de Salop y la línea de la ferrería Wingerworth de Chesterfield, ambos de 1788.

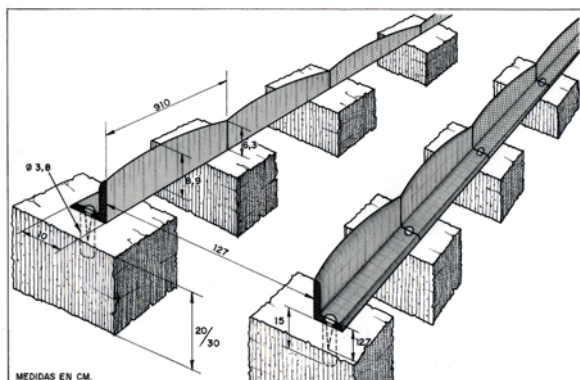


Fig. 98. Vía con carriles de reborde de Benjamin Outram (1803-1809). (Dibujo: Luis Biela).

Los carriles de Benjamin Outram

Benjamin Outram (1764-1805) inició su carrera como ingeniero de canales en 1789, siendo designado para proyectar la continuación del canal de Erewash hasta Cromford. Su primer contacto con los ferrocarriles tuvo lugar con motivo de haber sido encargado de los proyectos de los canales de Derby y Peak Forest, autorizados legalmente en 1793 y 1794, respectivamente. El canal de Derby y una línea ferroviaria, Little Eaton, de unos 6,4 km hasta Smithy Houses, se abrieron al tráfico el 11 de mayo de 1795. El ferrocarril servía de unión entre el canal y una serie de líneas particulares mineras.

En los archivos de la compañía del canal Peak Forest encontramos la primera referencia específica sobre los carriles de reborde. En diciembre de 1794 “se acuerda aprobar la oferta presentada, hoy, por el señor Outram para el suministro a esta compañía de vías de hierro fundido por Benjamin Outram y Cía”. Esta última empresa explotaba la ferrería de Butterley y la habían fundado el propio Outram y otros socios, entre ellos William Jessop. En aquellos tiempos carecía de importancia el hecho de que el técnico de un ferrocarril fuera, al mismo tiempo, proveedor del mismo.

La vía férrea de Outram está descrita en sus *Minutes to be observed in the Construction of Railways*⁷⁰, redactadas en 1803-4 (fig. 98). Los carriles, dice, se fijarán sobre bloques de piedra que habrán de tener, al menos, una altura de 20 cm, sin exceder de 30 cm, con sección

circular, cuadrada o triangular, de modo que resulten de un peso comprendido entre 68 y 91 kg. La base del bloque, así como la cara superior en la parte donde se han de fijar los extremos de los dos carriles contiguos, ha de ser plana, con el fin de obtener un asentamiento adecuado sobre un lecho de grava o balasto, sin interponer, en ningún caso, tierra o detritos. En el centro del bloque se practicará un orificio de 3,8 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, destinado a recibir una espiga de madera de roble bien seca, con sección octogonal de 12,7 cm de longitud, que se introducirá a presión. Esta espiga recibirá a su vez la clavazón de cabeza perdida, destinada a inmovilizar los extremos de los carriles contiguos, que estarán provistos de una muesca al efecto.

Los carriles, de la mejor fundición, tendrán 0,91 m de longitud, con un reborde de 6,3 cm de altura en los extremos y 8,9 cm en el centro. La tabla de rodamiento ha de tener por lo menos 10 cm de anchura y grueso adecuado a la carga que ha de soportar. En las líneas con mayor densidad de circulación y grandes cargas, los carriles tendrán de 19,8 a 24,8 kg/m; en líneas menos importantes no es prudente menos de 14,8 kg/m. Para las intersecciones de unas vías con otras, es decir, en los desvíos, se precisan carriles de forma especial (fig. 99).

Según Outram, el ancho de vía más a propósito era 1,27 m, medido entre los rebordes de los carriles, de modo que los ejes de las tablas de rodamiento de ambos hilos quedaran separados 1,37 m como mínimo. Para mantener el ancho de vía sugería instalar pletinas de hierro transversales a distancias constantes. Recomendaba, finalmente, instalar en las curvas el carril del hilo interior un poco más corto que el del exterior, proporcionalmente a la curvatura, y reducir consecuentemente el ancho, con el fin de facilitar el paso de los vehículos. Si comparamos la vía de Curr con la de Outram, se aprecian escasas diferencias, excepción hecha del ancho de la vía, el tamaño de los carriles y la sustitución de las traviesas por bloques de piedra. Ignoramos quién y cuándo se comenzó a instalar estos bloques, tan comunes en los ferrocarriles de la época, pero sea cual fuese su origen, está claro constituyeron una buena solución funcional. De utilizar traviesas, las caballerías que debían circular entre los carriles hubieran tropezado constantemente con ellas.

La vida ferroviaria de Outram fue particularmente intensa. En enero de 1798 entró en contacto con la compañía del canal Grand Junction, construyendo para ella un ramal en Blisworth. En agosto comenzó a asesorar a la del canal Ashby-de-la-Zouch, construyendo su red ferroviaria. Un año más tarde informa sobre los ferrocarriles del canal de Brecknock a Abergavenny, proponiendo su renovación con carri-

⁷⁰ Especificaciones que han de observarse en la construcción de ferrocarriles.

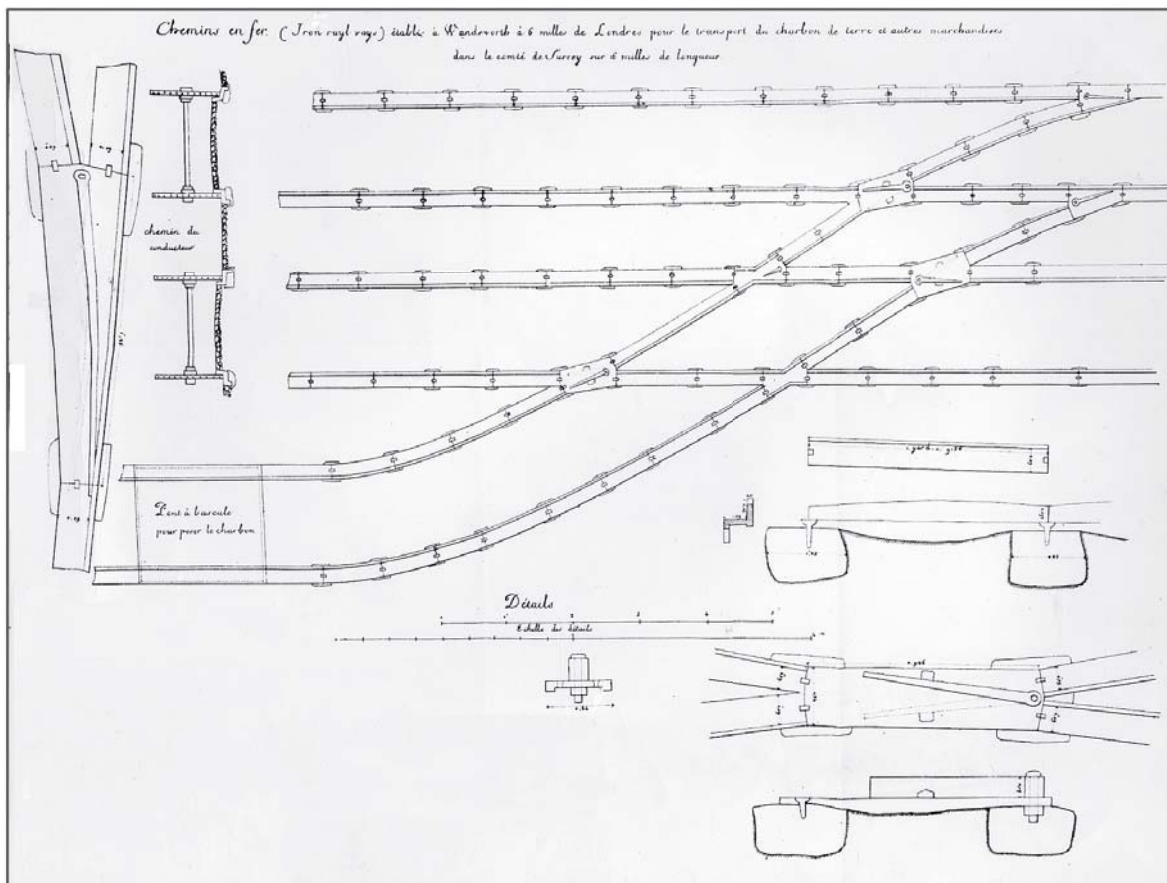


Fig. 99. Camino de madera, en los alrededores de Newcastle, según Gibson (1787). Se aprecian, con toda claridad, la vía principal o descendente y la vía secundaria o ascendente. En la parte derecha, la descarga del carbón desde el cargadero a una barcaza. (British Library).

Origen de la palabra tranvía

Durante el breve reinado de las vías con carriles de reborde se generalizó el uso de las palabras *tramway* y *tramroad* (camino para *trams*), en tanto que *railway* y *railroad* se reservan para las vías provistas de carriles convencionales, es decir, para ruedas con pestaña y, en general, cuando se habla de los ferrocarriles de una y otra clase en su aspecto operativo. El propio Outram utilizaba en sus escritos la palabra *tramroad* creyéndola originaria del país de Gales. La realidad es que su primera aparición se registra en 1794 en Pitferrane (Escocia). En cuanto a *tramway*, cuyo uso se restringiría más tarde a los ferrocarriles de tracción animal y, modernamente, a los ferrocarriles urbanos y suburbanos, se encuentra por vez primera, hacia 1775, en Whitehaven (Escocia).

les de reborde. En 1801 consigue lo mismo para las líneas del canal de Monmouthshire.

Es indudable que Outram es el principal responsable de la expansión ferroviaria durante los treinta años que van de 1790 a 1820. Incluso después de su muerte, en 1805, sus discípulos, especialmente John Hodgkinson, continuaron instalando la vía de Outram en líneas de nueva construcción o que eran objeto de renovación. Puede afirmarse que hacia 1820, casi todos los ferrocarriles de Gran Bretaña situados al sur del río Tyne tenían carriles de reborde, con pequeñas excepciones (Devon, Cornualles, el norte de Gales). La red de Coalbrookdale, donde se venía utilizando desde 1767 el carril-placa, también sucumbió ante el nuevo conquistador, siendo renovada con carriles de reborde hacia el año 1800.

Evolución y fracaso de los carriles de reborde

Dada su corta vida, el carril de reborde tuvo escasas posibilidades para evolucionar. Hay algunos ejemplos de carriles con sección acanalada, pero su empleo estaba limitado a lugares especiales como los pasos a nivel o algún puente donde era necesario compati-

lizar la circulación ferroviaria con la ordinaria. En ciertos pasos a nivel se suprimían los rebordes, sustituyéndolos por bordillos de piedra labrada. Hubo, sin embargo, un ferrocarril de unos 5 km, ramal del canal de Barnsley, denominado Silkstone, que fue construido en 1809 con carriles de sección acanalada en toda su longitud, apoyados sobre grandes bloques de piedra dispuestos diagonalmente.

Al principio, según vimos, el carril se asentaba directamente sobre los apoyos de piedra, pero al final de su vida encontramos ya los primeros cojinetes destinados a dar mayor solidez y firmeza a la sujeción (fig. 100).

Con el transcurso del tiempo, el carril fue adquiriendo solidez. Así, por ejemplo, en la línea Hay los carriles de 1811 tenían 20,7 kg/m, pero en 1820 fue preciso sustituirlos por otros más pesados. La compañía del canal de Monmouthshire utilizaba en 1808 carriles de 27,7 kg/m, pero decidió sustituirlos en el

observadas. Así, la compañía antes citada, que en junio de 1795 admitió vagones de 2,5 t de peso bruto, se vio obligada en abril de 1799 a limitar drásticamente éste a la mitad. En la línea de Surrey, el carril de reborde fue provisto de otro reborde en su parte inferior, con el fin de eliminar esta falta de resistencia (fig. 101).

Otro grave inconveniente, se decía en el informe, residía en su sección angular, que constituía una excelente barrera para acumular el carbón menudo caído de los vagones y los detritos lanzados por los cascots de las caballerías. En nuestra opinión, el defecto más importante estaba constituido por el propio principio de guiado. Como las ruedas carecían de pestaña, sus aros rozarían continuamente con el reborde del carril, especialmente en las curvas, con el consiguiente desgaste, tendencia a volcar el carril y aflojamiento de la clavazón. En cualquier caso, está claro que este principio de guiado hubiera sido incompatible con

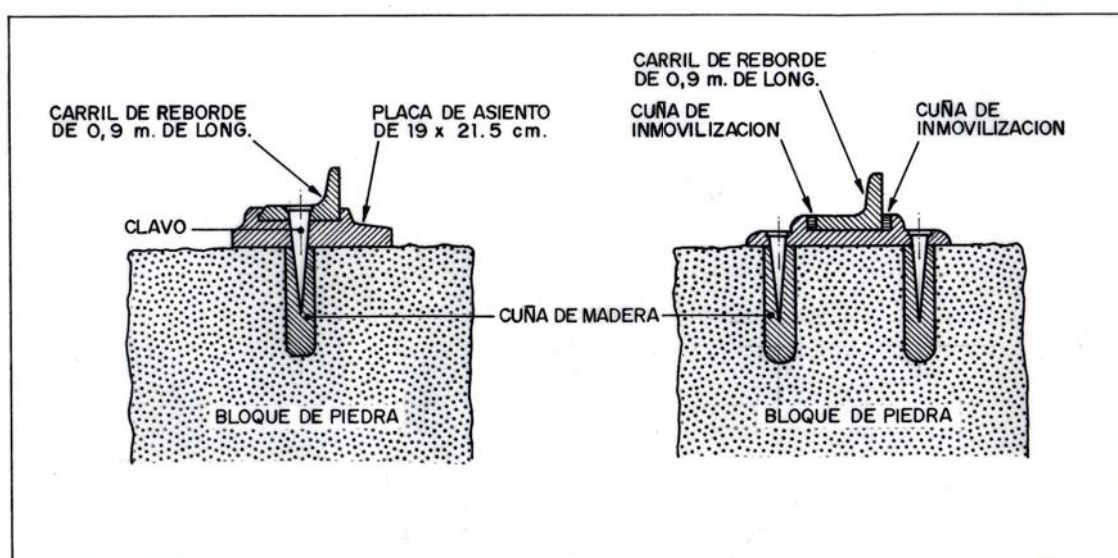


Fig. 100. Cojinetes utilizados en las vías con carriles de reborde, según Baxter (1966). (Dibujo Luis Biela).

futuro por los de 31,5 kg/m. Cuando en 1830 comenzaron a circular locomotoras por sus líneas, tuvo que aumentar aún más su peso. Técnicamente, el carril de reborde carecía de futuro. Cuando se proyectaba la célebre línea de Stockton a Darlington hubo fuertes presiones para que se construyera con esta clase de carriles, pero su ingeniero, George Stephenson, se opuso en un luminoso informe que lleva fecha 19 de mayo de 1821. Su sección transversal, dice Stephenson, está deplorablemente dispuesta para soportar cargas verticales. Comparado con el carril convencional de sección en T, a igualdad de sección y por consiguiente de coste, su resistencia es mucho menor. La práctica demostró amargamente la certeza de este hecho, con las frecuentes roturas

velocidades elevadas. El propio Stephenson, al final de su informe, resaltaba con claridad la ventaja del guiado con pestaña, cuando decía que, al ser las llantas cónicas, un desplazamiento transversal del eje provocaba automáticamente un esfuerzo que corregía éste, de modo que las “ruedas llevaban un movimiento oscilante y suave sobre los carriles”.

Se ha sugerido por B. Morgan⁷¹ que el éxito del carril de reborde fue debido, en gran parte, a la astucia de los agentes comerciales de las ferrerías, hipótesis bastante probable si tenemos en cuenta el escaso nivel de los conocimientos técnicos de la época. No obs-

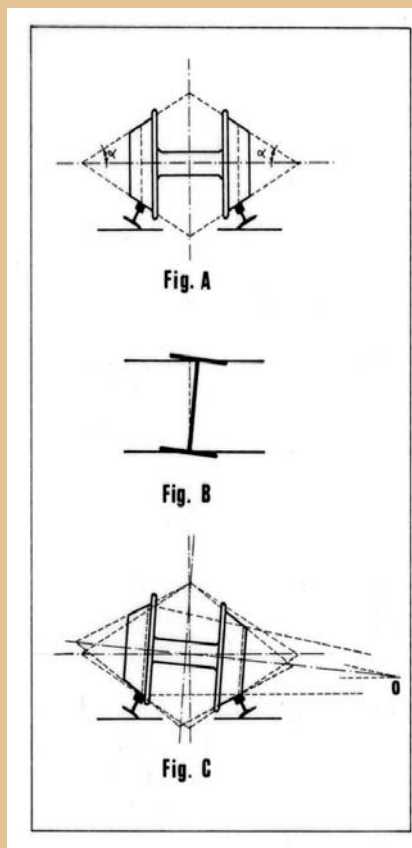
⁷¹ B. Morgan: *Civil Engineering: Railways*. Londres, 1971.

La conicidad de las llantas

Las pestañas de las ruedas sirven para guiar el vehículo sobre la vía, permitiendo restringir la amplitud de la explanación de ésta, con la consiguiente economía de construcción. Su posición debe ser interior a las llantas, pues, de este modo, si la rueda llegara a montar sobre el carril, rodaría sobre un radio mayor, tomando un avance lineal sobre la otra rueda. El eje tendería a girar alrededor de esta última, atrayendo hacia el interior de la vía a la rueda descarrilada y oponiéndose, por tanto, al descarrilamiento. Lo contrario sucedería si las pestañas fueran exteriores a la llanta.

Las llantas de las ruedas no se tornean cilíndricas, sino en forma troncocónica, con inclinación variable sobre la horizontal (fig. A). Esta disposición tiene por objeto guiar al vehículo en alineación recta, atrayendo constantemente aquél hacia el eje de la vía. En efecto, si una de las ruedas de un eje llegara a tomar cierto avance (fig. B), aquél se coloca en posición oblicua a la vía, y rodando la rueda avanzada sobre un diámetro menor, el avance tiende a desaparecer y llega incluso a invertirse, manteniéndose el eje en una posición media a través de una serie de oscilaciones que constituyen el llamado movimiento de lazo.

La conicidad de las llantas tiene por objeto, también, facilitar la circulación por las curvas (fig. C). En efecto, al ser mayor el recorrido por el carril exterior que por el interior, el eje sufre un desplazamiento hacia el exterior de la curva, de modo que la rueda interior rueda sobre un diámetro menor que el de la rueda exterior, compensándose así la diferencia de recorridos.



tante, es preciso reconocer que esta vía férrea supuso un perfeccionamiento sobre la vía de madera, al reducir ostensiblemente el esfuerzo de tracción y los costes de conservación.

3. Los carriles salientes de hierro

Simultáneamente con el carril de reborde fue desarrollándose otra clase de carril para rueda con pestaña, que los viajeros franceses denominaron carril saliente⁷², origen y fundamento del carril actual. Este carril constituye una evolución lógica del carril-placa inventado en Coalbrookdale a mediados del siglo XVIII. Lamentablemente, su historia está plagada de lagunas, de modo que no es posible establecer con precisión la cronología de su desarrollo.

Los primeros carriles salientes de hierro, fundados en el principio de guiado por la pestaña, como sus progenitores de madera, aparecen por vez primera en el sur de Gales, una región adscrita a la escuela de Salop y donde las primeras ferrerías fueron instaladas por técnicos naturales de Broseley. He aquí el primer testimonio, según un escrito de William Taitt en 1791, que era socio de la ferrería Dowlais:

“Estamos, ahora, haciendo carriles para nuestro propio ferrocarril, que pesan de 21,8 a 22,3 kg/m. Tienen 1,82 m de longitud, con tres orificios en los extremos, 7,5 cm de anchura en la cara inferior y 6 cm en la superior, así como 5 cm de altura”.

Este ferrocarril unía la ferrería con el punto origen del canal de Glamorganshire. Carriles similares a éstos se emplearon en las líneas del canal de Monmouthshire, donde la vía presentaba un ancho uniforme de 1,01 m. Un historiador, William Coxe, fue testigo presencial, en 1801, de la construcción de una

⁷² Preferimos traducir así el término inglés *edgerail*, tomándolo del francés *rail sillant*, en lugar de “carril de canto”, que sería la traducción literal.

línea afluyente a este canal, en los alrededores de Blaenavon. Los carriles, dice, son barras de hierro fundido de 1,22 m de longitud y 7,6 x 3,8 cm de sección, con sus extremos alternativamente cóncavos y convexos, de manera que encajan en las juntas. En un principio, las traviesas fueron metálicas, pero como se deformaban, se sustituyeron en seguida por las de madera. Al parecer, según indica Coxe, las ruedas tenían doble pestaña, pues habla de llantas acanaladas de 11,4 cm de anchura. La compañía del canal de Brecknock a Abergavenny encargó carriles similares a éstos y debió usar también esta clase de ruedas. Así se deduce de un reglamento de la compañía de 1799, donde se especifica que las ruedas han de tener esta misma anchura “en el fondo de la cresta”. En otros casos, como las líneas de Measham o Congleton, de esta misma región, las pruebas son irrefutables, pues se citan ruedas en forma de polea. Aunque no hay datos de otros lugares, lo más probable es que este doble guiado fue una excepción privativa del sur de Gales. En los primeros años del s. XIX, a instancias de Outram, las vías de Gales se renovaron con carriles de hierro con reborde.

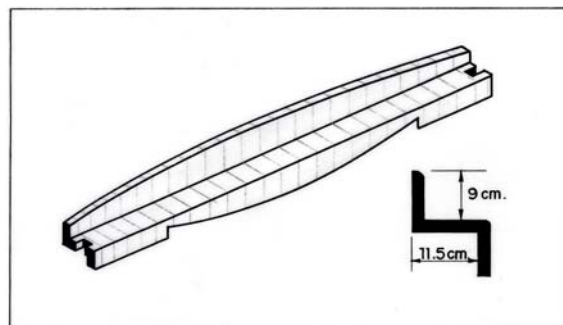


Fig. 101. Retuerzo para aumentar la resistencia de los carriles de reborde en la vía del ferrocarril de Surrey. (1803). (Dibujo Luis Biela).

Nanpantan (conocida también como línea Forest), pero los carriles salientes en vientre de pez fueron instalados más tarde en 1793 o 1794⁷³. Tenían éstos 0,91 m de longitud, como los carriles de reborde, coincidente con el empuje normal de los vagones y, por supuesto, con la distancia entre los bloques de piedra que constituían los apoyos. Uno de los extremos terminaba en un amplio pedestal con un rebaje en el cen-

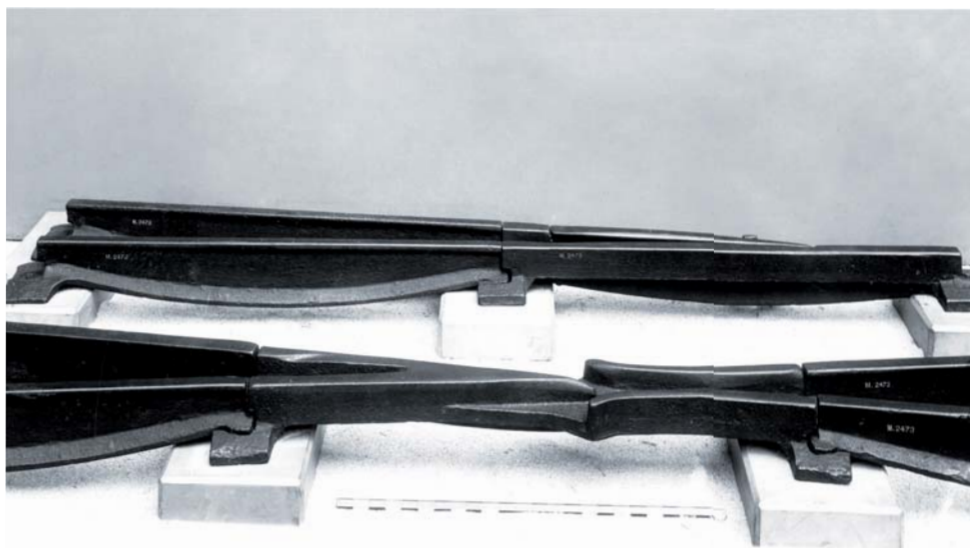


Fig. 102. Vía de carriles salientes en vientre de pez, correspondiente a un desvío y a un cruzamiento. (Science Museum, Londres).

El carril saliente en vientre de pez

Del carril de fundición con sección rectangular se pasa ahora al de sección en T, a base de una cabeza en forma de bulbo y un alma vertical estrecha, con el fin de obtener mayor resistencia. El perfil inferior del alma era el de una curva parabólica o de vientre de pez, que de acuerdo con la resistencia de materiales es la forma adecuada para una barra sometida a cargas verticales. Se ha atribuido a William Jessop, uno de los socios de la compañía Outram en Butterley, la invención de este carril, pero faltan pruebas concluyentes. Jessop, como Outram, intervino en los proyectos de numerosos canales y líneas férreas a ellos conectadas, aunque no siempre instaló carriles salientes. En 1789 proyectó la línea de Loughborough a

tro donde había un orificio para la clavazón; el otro extremo tenía un pedestal más pequeño que se ajustaba en el rebaje de su vecino (fig. 102).

En las minas de las riberas del río Tyne, que habían permanecido fieles al carril para rueda con pestaña, aparece por vez primera, en 1797, un carril inspirado en el anterior. Se trata de uno de los ramales de la línea Heaton a la mina Lawson Main, vía de la que se conservan unos croquis (fig. 103). Las traviesas

⁷³ La historiografía atribuye erróneamente a William Jessop la invención del carril saliente en vientre de pez, hecho del que no se han encontrado pruebas por escrito. La línea obtuvo su ley de concesión en 1791, siendo inaugurada el 24 de octubre de 1794. Se sabe que los carriles se encargaron a dos ferrerías de Chesterfield a primeros de 1792.

son de piedra y para la sujeción del carril vemos aquí por primera vez unos simples y eficaces cojinetes también de fundición. Como ya indicamos al referirnos a las ruedas de los vagones, la región del Tyne estaba pobremente dotada de ferrerías, lo que explicaría su retraso en la adopción del carril de hierro. No obstante, en 1807, los costes de conservación de

hierro como la de Kenton a Coxlodge, inaugurada en 1808, y muchas otras más.

En 1816 se registra una patente a nombre de Losh⁷⁴, propietario de la ferrería Walker, y de George Stephenson. La patente se refería a un nuevo tipo de locomotora con suspensión por vapor y también a un

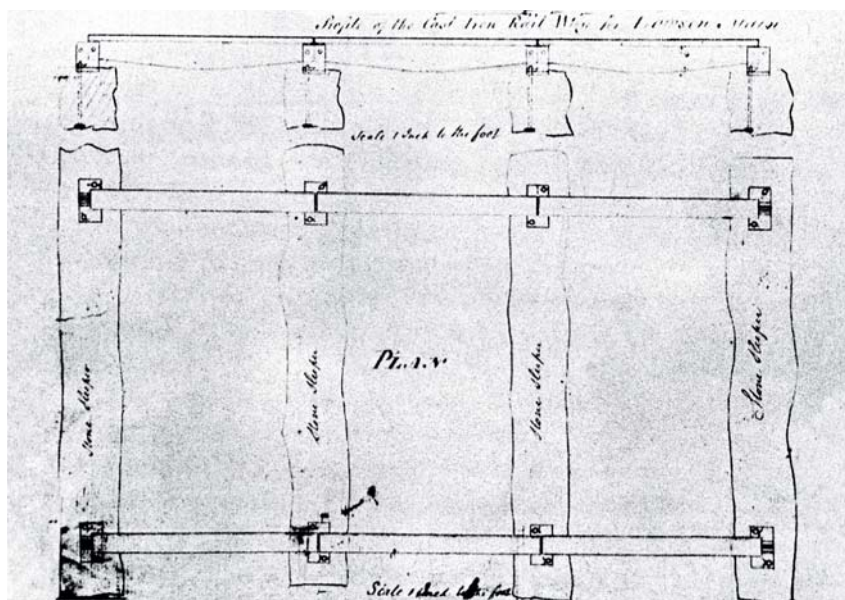
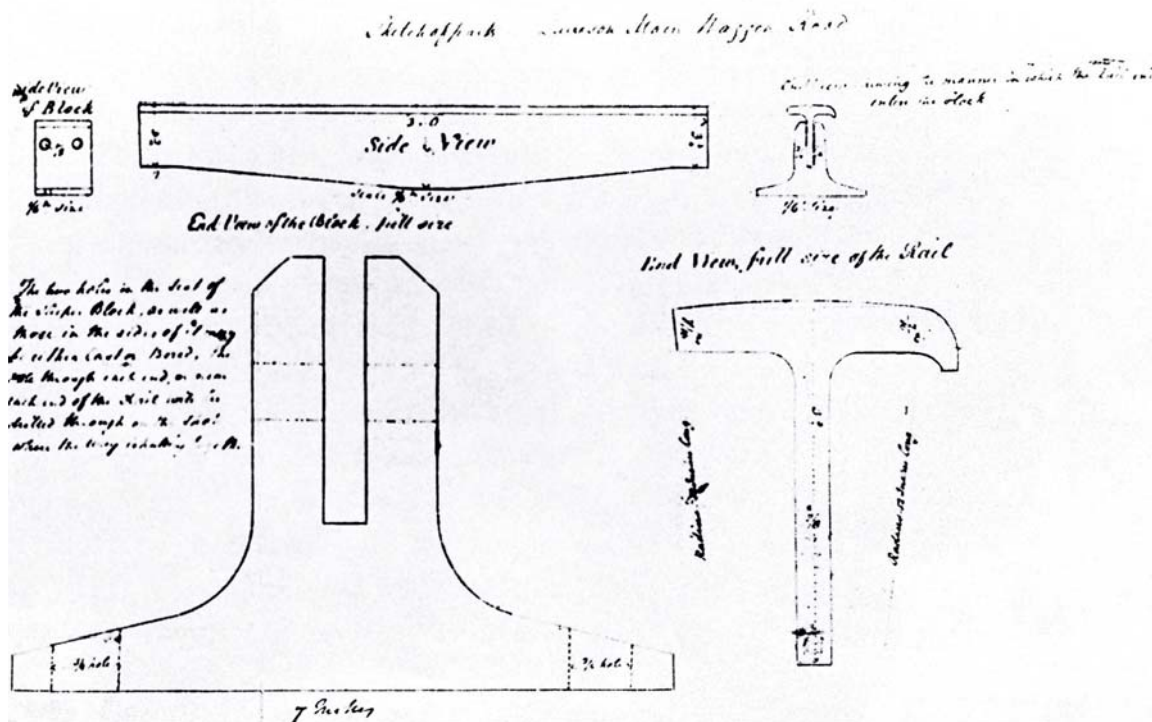


Fig. 103. Croquis de los carriles y cojinetes de hierro utilizados en el camino de Lawson Main (Tyne) en 1797, según Strickland (1826). (Archivo RENFE).

esta vía eran tan reducidos en comparación con la de madera, que se inicia la conversión, incluso importando el hierro de otros lugares, como fue el caso de la línea Backworth en 1810. Por estos años, entre 1807 y 1811, comienza este mismo proceso en las demás regiones dominadas por la escuela del Tyne. Por supuesto, las nuevas líneas se construyeron con

⁷⁴ Patente de 30 de septiembre de 1816. William Losh era un amigo de George Stephenson que se dedicaba a fundir piezas de hierro colado en Newcastle. Su intervención en la patente fue, al parecer, sólo a título de capitalista. Su amistad con Stephenson acabó enfriándose cuando éste comenzó a recomendar el carril de hierro forjado, como se indica más adelante.

nuevo tipo de carril saliente de fundición, una de cuyas primeras aplicaciones tuvo lugar en la línea Hetton (fig. 104). Wood indica que dieron excelente resultado y recibieron numerosas aplicaciones. En la tercera edición de su tratado reconoce, sin embargo, que la forma achaflanada en los extremos fue sustituida por juntas a escuadra.

El carril de hierro con sección oval

El único ejemplo de esta clase de carril (fig. 105), inventado por Benjamin Wyatt, se encuentra en la línea de 10 km que unía unas canteras con el puerto de Penrhyn en el condado de Carnarvon (norte de Gales). El ferrocarril se comenzó a construir en octubre de 1800 y se inauguró en julio de 1801. Según el propio Wyatt, la sección oval, aparte de presentar una sección más resistente que la del carril de reborde, evitaba el inconveniente de acumular detritos en la tabla de rodamiento. Tenía 1,37 m de longitud y un peso de 11,9 kg/m. En la fig. 106 se indica la forma de sujeción a unas traviesas de hierro tundido en las que encajaban los extremos de los carriles.

Las ruedas tenían la llanta acanalada, con doble pestaña. Dieron mal resultado, pues su garganta sufrió un rápido deterioro y fue preciso modificar la forma del carril y de la llanta, como se indica en la fig. 106.

El carril saliente de hierro forjado

Según Wood, los primeros carriles de hierro forjado se instalaron en 1805, sobre una línea que servía a la mina Walbottle, en las cercanías de Newcastle. Se trataba de barras de 60 cm de longitud y sección cuadrada, biseladas en los extremos con un orificio para sujeción al apoyo. Al parecer, eran tan estrechas que las llantas de las ruedas terminaban por sufrir una acanaladura, de modo que fue preciso sustituirlos por carriles de fundición de mayor anchura.

La siguiente aplicación se hizo en la línea Tindall Fell, de Cumberland. En 1808 se ensayaron unas barras de 3,65 m de longitud y 3,8 cm de escuadra, lo que exigía tres apoyos intermedios. También se ensayaron en la célebre línea Wylam, si bien con una sección de 5 x 1,9 cm. Los inconvenientes eran los mismos que los de Walbottle. Resultaban demasiado estrechos y, por consiguiente, muy agresivos para las llantas de las ruedas. Podía aumentarse la sección del carril, pero, en aquella época, esto hubiera supuesto un aumento del coste inadmisibles.

Los ensayos realizados en Tindall Fell fueron descritos por el ingeniero escocés Robert Stevenson en un informe publicado en 1818 acerca de un proyecto ferroviario en Edimburgo, del que éste envió una copia a George Stephenson, ocupado, en aque-

llos años, en la construcción de locomotoras en Killingworth. Stephenson puso el informe en manos de su amigo Michael Longridge, propietario de la ferrería Bedlington, situada en el condado de Durham. Precisamente en aquel momento la ferrería tenía una oferta de la mina Willowbridge (también denominada Bedlington Glebe) mediante la que ésta se comprometía a suministrarle el carbón a bajo precio, si se le construía un ferrocarril hasta la mina. Con este motivo, Longridge determinó realizar ensayos en los que intervino John Birkinshaw, gerente de la ferrería, quien sugirió la idea de construir barras de sección triangular. El resultado fue la construcción del ramal que fue proyectado por George Stephenson, siendo éste el primer ferrocarril en el que intervino como ingeniero y donde se probaron los primeros carriles de hierro forjado. Otra consecuencia fue la patente registrada por Birkinshaw el 2 de diciembre de 1820, cuyo objeto era “un perfeccionamiento en la construcción de carriles de hierro forjado... mediante el cual se reduce su coste y se ahorra el gasto ocasionado por las roturas de los carriles”. La originalidad de la patente residía especialmente en la aplicación de la laminación descubierta poco antes por Cort.

En la fig. 107 se indica el proceso de laminación seguido por Birkinshaw, que por sugerencia de John Buddle adoptó la sección T. Resulta extraordinariamente interesante su visión profética cuando proponía carriles de 5,48 m con el fin de reducir el número de juntas y, consecuentemente, los golpes de las ruedas sobre ellas, indicando al final de la patente que las barras se soldarían unas con otras para “así formar una longitud considerable de carril de una sola pieza”, idea que no se llevaría a la práctica hasta mediados del siglo XX con nuestros carriles de acero.

El carril de hierro laminado se afirmó rápidamente con motivo de su adopción en la línea de Stockton a Darlington, inaugurada el 25 de septiembre de 1825, a propuesta de su ingeniero George Stephenson. A pesar de que Stephenson tenía intereses económicos en el carril de fundición, con su patente en unión de Losh, tuvo la nobleza de reconocer la superioridad del carril laminado, instalándose éste en la vía general con un peso de 14 kg/m, en tanto que el de fundición se dejó para las vías de apartado con un peso de 34,5 kg/m. A igualdad de peso, el carril de hierro forjado tiene doble resistencia que la fundición y, mucho más importante aún, en lugar de ser material frágil, proclive a las roturas, es resistente⁷⁵.

⁷⁵ La resiliencia de un material expresa su resistencia a una carga de impacto. En sentido general, la resiliencia se considera como sinónimo de “no fragilidad”, o sea, resistente al choque.

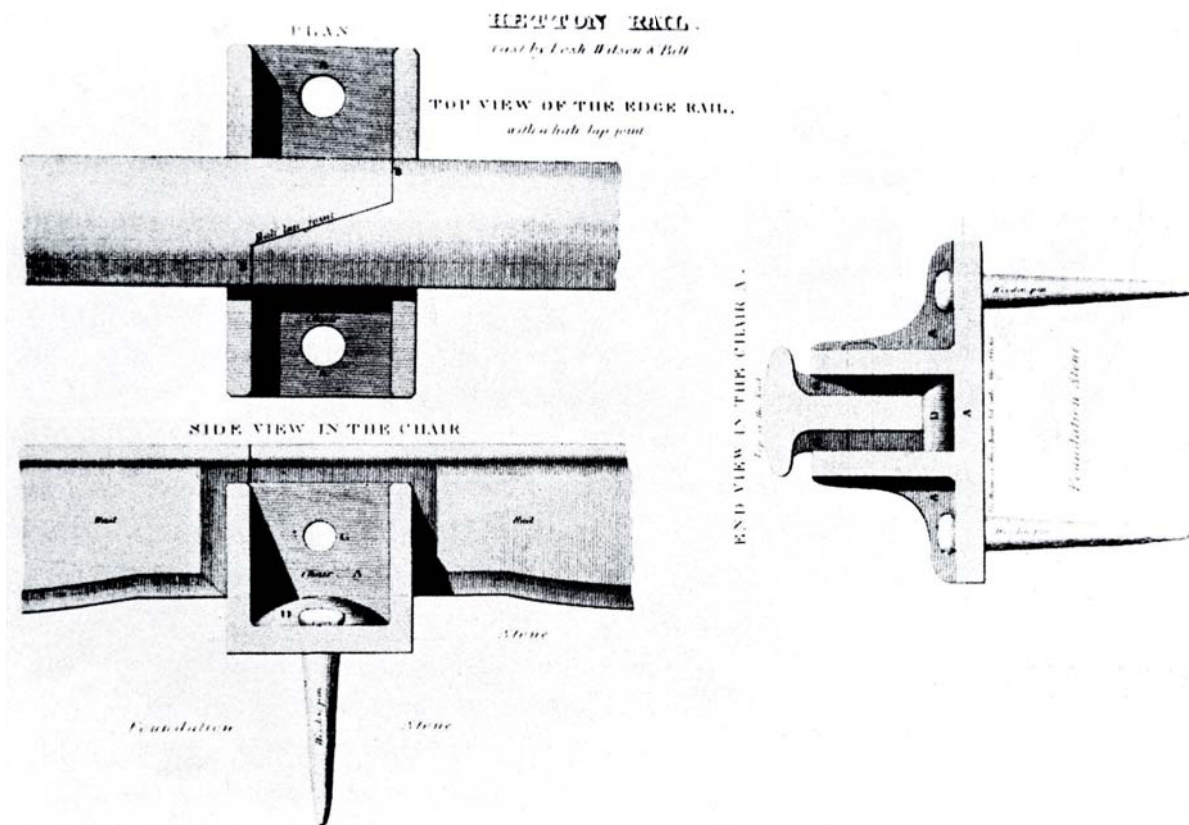
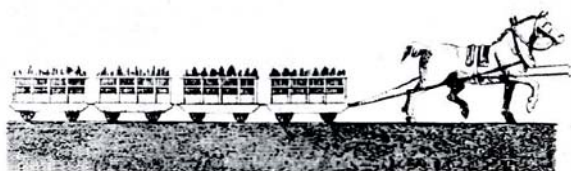


Fig. 104. Detalle del carril y cojinete de la vía del camino de Hetton, de acuerdo con la patente Losh-Stephenson, hacia 1822, según Marshall (1971). (Archivo RENFE).

Hacia la vía del futuro



La consagración definitiva del carril saliente de hierro forjado tuvo lugar en la línea de Liverpool a Manchester, inaugurada el año 1830. Los carriles de 4,6 m de longitud y 17,3 kg/m se apoyaban, a través de cojinetes de fundición, en sólidos bloques de piedra dispuestos diagonalmente (fig. 108). Sólo la sección de Chat Moss, con terreno inestable, era una excepción. Aquí, George Stephenson, ingeniero autor del proyecto, sustituyó los bloques de piedra por traviesas de madera, que, aunque más costosas, impedían la deformación de la vía —especialmente su anchura— en este tipo de plataforma.

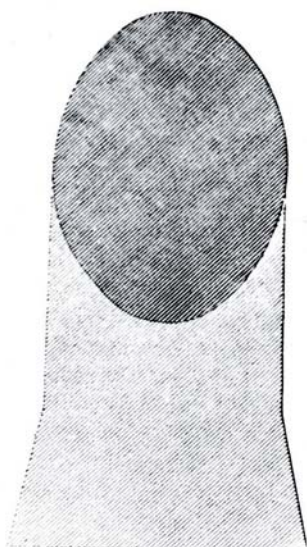


Fig. 105. Sección del carril oval de Wyatt, según Hebert (1849). (Archivo RENFE).

El fuerte tráfico de la línea, desde su apertura, demostró muy pronto que esta vía presentaba graves defectos. Los bloques de piedra, por muy bien que se fundaran en el terreno, eran propensos a desplazamientos verticales y transversales que afectaban al alabeo y al ancho de la vía. Los carriles sufrían roturas con inusitada frecuencia y el agua introducida en las grietas de los bloques o en los orificios practicados para fijar los cojinetes, al helarse, los partía. Durante 1832 se realizaron en la línea toda clase de ensayos para mejorar la calidad y resistencia de la vía. Como consecuencia de ello, la compañía amplió su capital con objeto de renovar la vía, ope-

ración que se finalizó en 1837. Los carriles utilizados ahora eran de 25 kg/m y en algunas secciones de 35 kg/m. Se eliminaron los bloques, sustituyéndolos por traviesas impregnadas en una solución saturada de sublimado corrosivo, con objeto de aumentar su vida en servicio. Estos resultados no eran fruto de consideraciones científicas, sino de continuas pruebas acertadas y erróneas. Así, se llegó a comprender el hecho de que la vía precisaba mantener un cierto grado de elasticidad, en contra de las primitivas ideas de Stephenson que, con sus firmes apoyos y carriles sin posibilidad de flexión, creía debía mantenerse rígida. Por ello, hacia 1840 comienza a generalizarse en los ferrocarriles el carril de 35 kg/m y a eliminarse su forma en vientre de pez para pasar al carril de sección constante, por cierto ensayado en las pruebas realizadas en 1832. Este carril de sección cons-

tante y simétrica, con doble cabeza, tenía mucha mayor flexibilidad (fig. 109).

Se pretendía, además, reducir los costes de conservación, puesto que una vez desgastada la cabeza superior podía invertirse el carril para presentar la opuesta. Esta ventaja se demostró era ilusoria, pues la cabeza inferior resultaba dañada en los cojinetes, lo que hacía impracticable la operación. Se utilizaba, no obstante, el procedimiento en las vías secundarias. En 1847, B. Adams, un firme partidario de dar elasticidad a la vía, en unión de R. Richardson, patentó la brida con tornillos pasantes, con lo que se facilitó en gran medida la utilización de este tipo de carril. En otros casos, para eliminar estos inconvenientes se utilizaba un carril de doble cabeza pero de sección asimétrica que, naturalmente, no era reversible.

Resistencia comparada del carril de reborde y del carril saliente

La resistencia de un carril depende de su momento de inercia y del módulo de elasticidad.

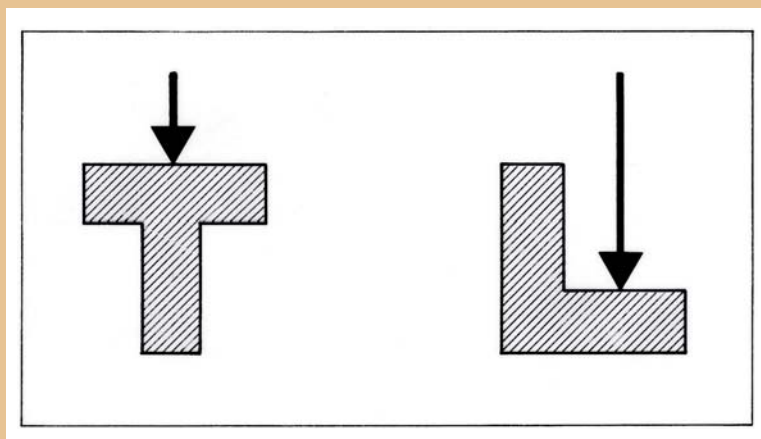
Un carril de reborde de sección en L y un carril saliente de sección en T, tienen el mismo momento de inercia si tienen la misma sección y son iguales el espesor y la altura.

No ocurre así con el módulo de elasticidad. En tanto que el hierro fundido del carril de reborde tiene un módulo de elasticidad de 750.000 a 1.050.000 kg/cm², el módulo de elasticidad del hierro forjado, material empleado en el carril saliente, es de 2.000.000 kg/cm².

Se deduce, por consiguiente, que un carril saliente de la misma sección que uno de reborde resiste una carga de 26 a 2 veces mayor.

Con independencia de su mayor resistencia, el carril saliente presenta otra evidente ventaja respecto al de reborde.

En el carril saliente, la carga de la rueda actúa en el eje vertical, de modo que todo el material trabaja simétricamente. En el carril de reborde, la carga de la rueda actúa descentrada, sometiendo a éste a una torsión, es decir, a un vuelco hacia la derecha que tiende a deformar el ala inferior del carril y a aflojar la clavazón.



Hubo otros tipos de carril, entre ellos el inventado por C. B. Vignoles en 1837 y hoy conocido por este nombre. Su gran mérito residía en que podría apoyarse directamente sobre la traviesa, sin necesidad de cojinete, fijándolo directamente con escarpías. Fue adoptado inmediatamente por los contratistas en las vías temporales utilizadas en las construcciones ferroviarias y posiblemente, por este motivo, despreciado por los ingenieros ingleses. En Estados Unidos, donde los ferrocarriles se establecían con mucha economía, fue inmediatamente adoptado, así como en algunas líneas del continente europeo. Más tarde, con una pequeña placa de asiento, vendría a ser el carril ferroviario por excelencia.

Otro inventor, W. H. Barlow, patentó en 1849 un carril de sección en V invertida, que pretendía eliminar no sólo el cojinete, sino la traviesa misma, ya que, por su forma, podía hundirse firmemente en el balasto manteniéndose el ancho de la vía mediante pletinas de hierro dispuestas transversalmente a intervalos regulares. Aunque se utilizó bastante en Inglaterra y en otros países, concretamente en España, la práctica demostró que no presentaba suficiente resistencia para soportar el tráfico pesado.

I. K. Brunel, contemporáneo de George Stephenson y como éste imbuido en la idea de proporcionar a la vía gran rigidez, inventó un sistema original a base de un carril de sección en V invertida fijado sobre un sólido armazón de madera fuertemente inmovilizado por pilotes (fig. 110). Todo el armazón

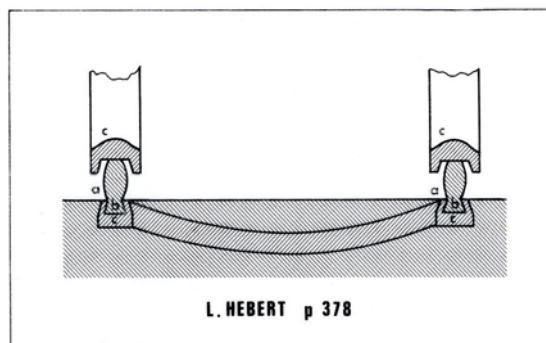


Fig. 106. Modificación introducida en la sección del carril oval y en las llantas de las ruedas para evitar desgastes, según Herbert (1849). (Archivo RENFE).

quedaba embebido en una capa de arena o balasto, bien bateada bajo las longrinas que soportaban el carril.

En un principio, Brunel utilizó carril de 21,3 kg/m, pero más tarde, en 1839, lo sustituyó por otro de 30,7 kg/m sobre longrinas de 18 x 35 cm de escuadría, suprimiendo los pilotes por sus malos resultados. El carril Brunel, instalado en las líneas de la compañía Great Western, pudo competir en calidad y resistencia con la vía convencional a base de carriles de 37 a 42 kg/m utilizados en 1870.

Otro elemento fundamental de la vía son los cambios o aparatos de vía cuya disposición y forma depende de la de los carriles utilizados. Con el carril saliente de hierro, los aparatos de vía fueron de dos tipos, según tuvieran articuladas las agujas en el

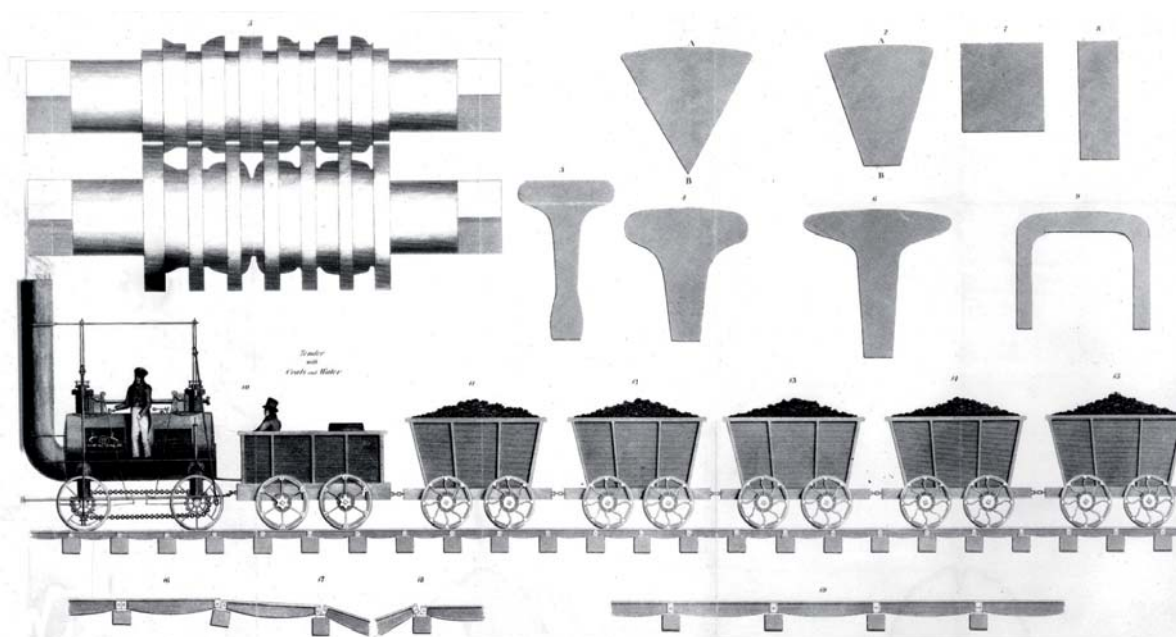


Fig. 107. Proceso para la laminación de carriles de hierro forjado. El grabado corresponde a la portada de la patente de Birkinshaw (1820). En la parte inferior, una locomotora de Stephenson. (Science Museum, Londres).

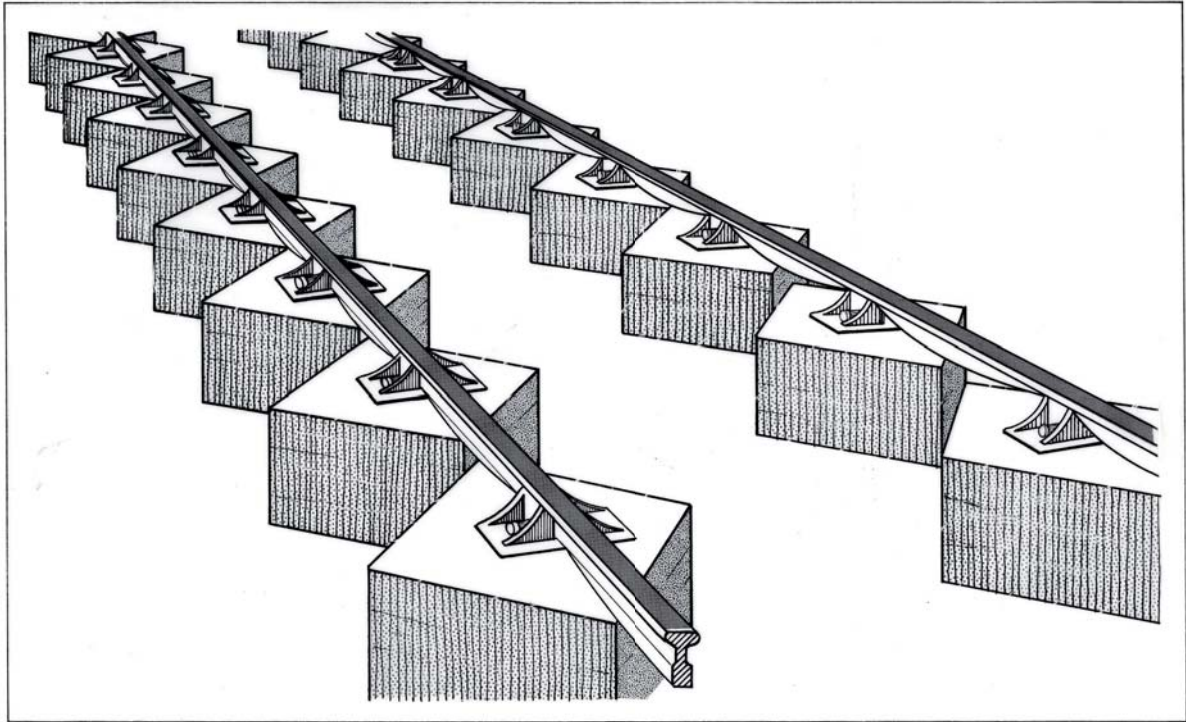


Fig. 108. Vía del ferrocarril de Liverpool a Manchester (1830). (Dibujo Luis Biela).

talón o en la punta. El primer tipo es el utilizado todavía en nuestros días y el segundo parece fue instalado por George Stephenson en la línea de Liverpool a Manchester (fig. 111). Como es lógico, esta clase de aparatos de vía tuvo escasa aplicación dado el continuo riesgo de descarrilamiento si es tomado de talón con las agujas mal dispuestas.

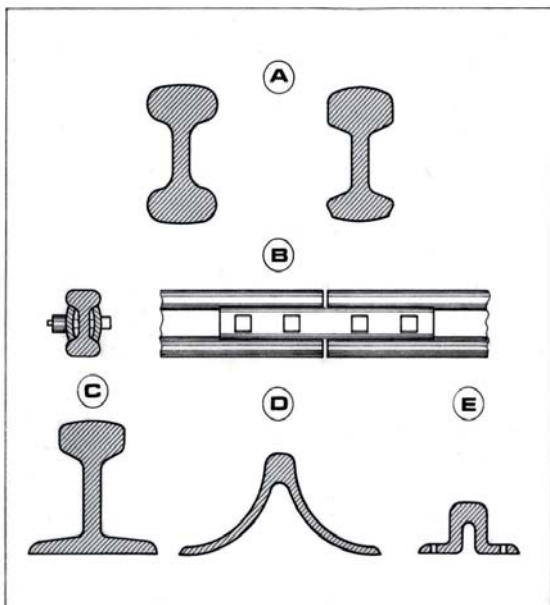


Fig. 109. Diversas formas del carril de hierro forjado. (A) Doble cabeza; (B) Junta de B. Adams; (C) Carril Vignoles; (D) Carril Barlow; (E) Carril Brunel. (Dibujo Luis Biela).

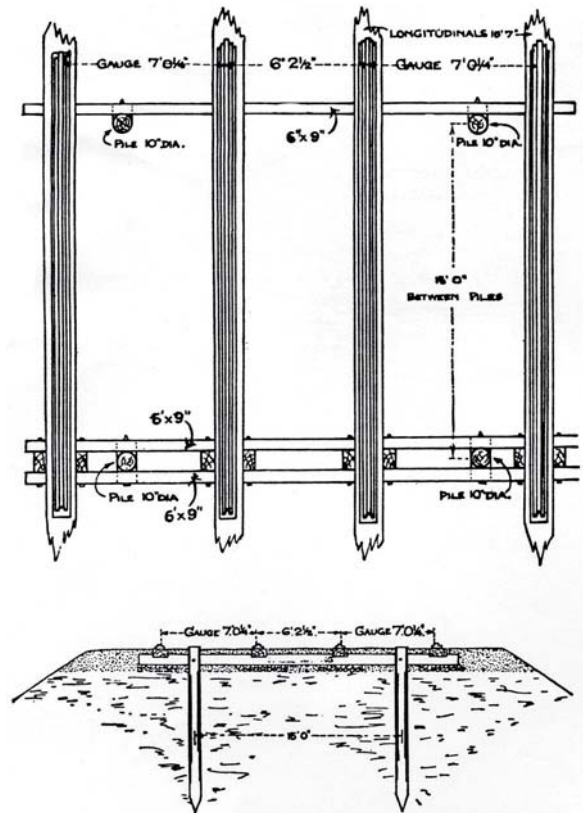


Fig. 110. Vía de Brunel utilizada en el ferrocarril de Londres a Bristol en 1839, según Macdermot (1964). (Archivo RENFE).

4. Ingeniería de los caminos de hierro

La sustitución de los caminos de madera por los de hierro no se limitó a un simple cambio de materiales. Estuvo acompañada, además, por una modificación de los criterios básicos utilizados en la construcción de ferrocarriles. Nadie mejor que Benjamin Outram podría exponerlos con mayor claridad. Para definir un trazado, dice, es preciso calcular el tráfico previsible. Cuando es aproximadamente igual en ambos sentidos, el perfil ha de ser tan horizontal como sea posible. Si el tráfico esperado es en un solo sentido, como es normal entre las minas y los canales o los ríos navegables, el perfil será suavemente descendente, de modo que las caballerías puedan retornar los vagones vacíos con facilidad. Lo ideal en estos casos sería una pendiente de 10 por 1.000, y si la vía y los vehículos presentan una cuidada construcción, se puede

un lecho de balasto o buena grava a base de cantos rodados de 15 cm, sobre el cual se colocarán los bloques de piedra en que se apoyan los carriles.

Durante esta fase de la historia ferroviaria, la infraestructura cobra mayor relevancia que en la fase de las vías de madera. La razón de ello es bien sencilla. Al asumir el ferrocarril el papel de vía de comunicación con mucho mayor alcance, el tráfico aumentó y con ello la posibilidad de hacer inversiones en el camino, que eran prohibitivas.

Los terraplenes tienen ahora mayor altura y longitud, en algunos casos verdaderamente notables, como en la línea Grosmont, donde había uno de unos 400 m de longitud y una altura en su parte central comprendida entre 12 y 15 m. Otro interesante ejemplo estaba en la línea de Stratford a Moreton. Para cruzar el río Avon mediante un puente, el terraplén se extendía unos 800 m, y después de

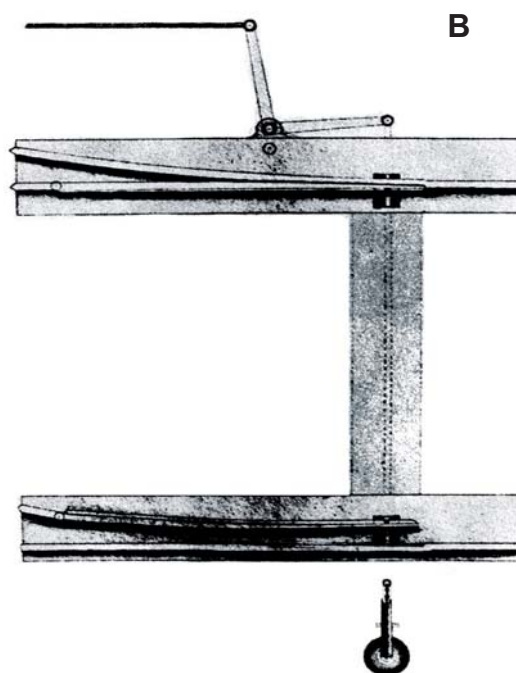
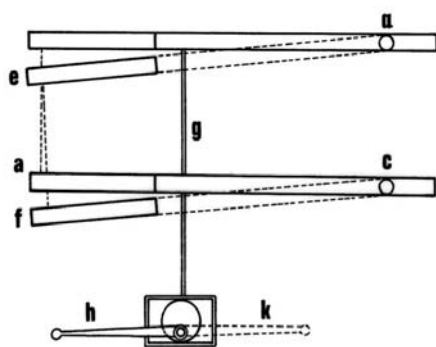


Fig. 111. Aparatos de vía primitivos: (A) Liverpool a Manchester (1830); (B) Línea escocesa de Elgin (1821-23). (Archivo RENFE).

llegar hasta el 20 por 1.000, siempre, por supuesto, que el tráfico ascendente sea despreciable. A veces la pendiente ha de superar este límite, pero entonces el descenso de un tren de 6 u 8 vagones, con una carga de 1,5 a 2 t, sería francamente peligroso. En tales casos proponía aplicar varios calces a las ruedas durante la bajada. Cuando la pendiente era muy fuerte, la solución consistía en planos inclinados automotores. Con el fin de mejorar el trazado, tanto en el perfil como en las curvas, lo más prudente era cruzar los valles mediante puentes, así como utilizar trincheras y terraplenes. En terrenos muy quebrados aconsejaba incluso cortos túneles. Una vez fijado el trazado, había que preparar la plataforma cuidando mucho su drenaje. Su anchura en vía única la fijaba en 3,66 m y en vía doble 5,48 m, excluidos, naturalmente, los taludes. La plataforma, decía, deberá cubrirse con

cruzar una carretera mediante un paso superior, continuaba con una trinchera de 1,6 km hasta volver a emerger al terreno llano. En la prolongación de la línea de Surrey había importantes trabajos de esta clase y en la de Avon a Gloucestershire todavía pueden observarse una trinchera perforada en la roca y un viaducto de mampostería.

En los caminos de hierro comenzaron a aparecer los túneles, algunos de longitud apreciable, como se muestra en la siguiente relación cronológica:

Año	Línea	Longitud aproximada (m)
1796	Peak Forest	91
1803	Ashby	46
1803	Ashby	409
1803	Ashby	132
1809	Bullo Pill	914
1812	Monmouth	302
1815	Radstock	261
1817	Hay	616
1818	Harford	823
1819	Plymouth-Dartmoor	608
1825	Hills	1.829
1825	Hills	64
1826	Hereford	183

También sucedió lo mismo con los puentes, de los que se conservan ejemplos significativos, como el de cantería de tres arcos en la línea Bridgent, construido en 1829 por Thomas Morgan, y el viaducto de 32 arcos en la línea Sirhowy. Posiblemente, los puentes más audaces se encuentren en la línea Penydarren. Para atravesar el río Taff había dos puentes de madera, muy similares en su estructura, con un arco elíptico de 19 m de luz y 8,2 m de altura. En este mismo río, un viajero describió en 1819 un auténtico *ferry* cuyo primer precedente encontramos en la escuela de Salop sobre el río Avon (cap. VI, 61). La barcaza dispuesta para la travesía del río disponía de vía propia, donde se depositaban uno o dos vagones. Un cable atravesaba la corriente sirviendo de guiado a la barcaza.

Los cargaderos, para el transbordo de la vía ferroviaria a la fluvial o marítima, experimentaron considerables perfeccionamientos (fig. 112). Hay buenas descripciones, a este respecto, de los dispositivos empleados para descargar directamente el vagón en las bodegas de los buques (fig. 113). El dispositivo consistía en un contrapeso, de modo que el vagón descendía sobre una plataforma por la acción de la gravedad. Una vez descargado, la plataforma y el vagón ascendían automáticamente. El control de los movimientos de ascenso y descenso se hacía mediante un freno.

La tracción animal, los vagones y el frenado continuaron sin modificación, como en la última fase de las vías de madera. Es posible que la introducción de

los trenes en la explotación diera lugar a una más extensa aplicación del sistema de freno continuo descrito en el capítulo precedente (fig. 114). Outram, como hemos visto, proponía frenar las composiciones aplicando calces, pero ignoramos su diseño y la forma de utilización de modo que no fueran expulsados por las ruedas.

Una estimación global de las vías con tracción animal, hacia 1830, es la siguiente:

Nacionalidad	km
Inglaterra	1.720
Gales	640
Escocia	144
Total	2.504

Con la llegada de la tracción vapor, los ferrocarriles de sangre inician su fase de extinción. Así, entre 1830 y 1847 sólo se construyeron cuatro líneas de esta clase. En esta fase, los viejos caminos de hierro hubieron de modificar sus trazados para eliminar las curvas cerradas y fueron adaptando sus carriles a las crecientes cargas por eje de las locomotoras. Las líneas mineras se modernizaron. En unos casos fueron absorbidas por las nuevas compañías ferroviarias o buscaron el enlace con las líneas de éstas, en otros se desmantelaron. Hacia 1870 puede afirmarse que había desaparecido la tracción animal en Inglaterra, con excepción de las líneas tranviarias de las ciudades.

5. Los planos inclinados

La profusión de planos inclinados en los caminos de hierro aconseja dedicarles un apartado específico, pues constituyeron, sin duda, una de las peculiaridades más significativas de este período. Sin embargo, los planos inclinados trascienden la prehistoria y pasan a la historia ferroviaria con personalidad propia. Su evolución fue inversa a la de la locomotora de vapor. A medida que ésta proporcionó prestaciones más brillantes, los planos inclinados fueron siendo suprimidos al ser invadidos por la tracción vapor. Todavía permanecen algunos en servicio a lo largo de ciertas líneas mineras de Inglaterra. En nuestro país, el ferrocarril minero de Langreo mantuvo uno en explotación hasta fechas recientes.

Los primeros precedentes

Ya hemos tenido ocasión de describir varios planos inclinados en las vías de madera de Europa continen-

Fig. 112. Cargadero de la región minera del río Tyne, según Hair (1844). (British Library).



Fig. 113. Cargadero de Wallsend (Tyne), según Hair (1844). (British Library).

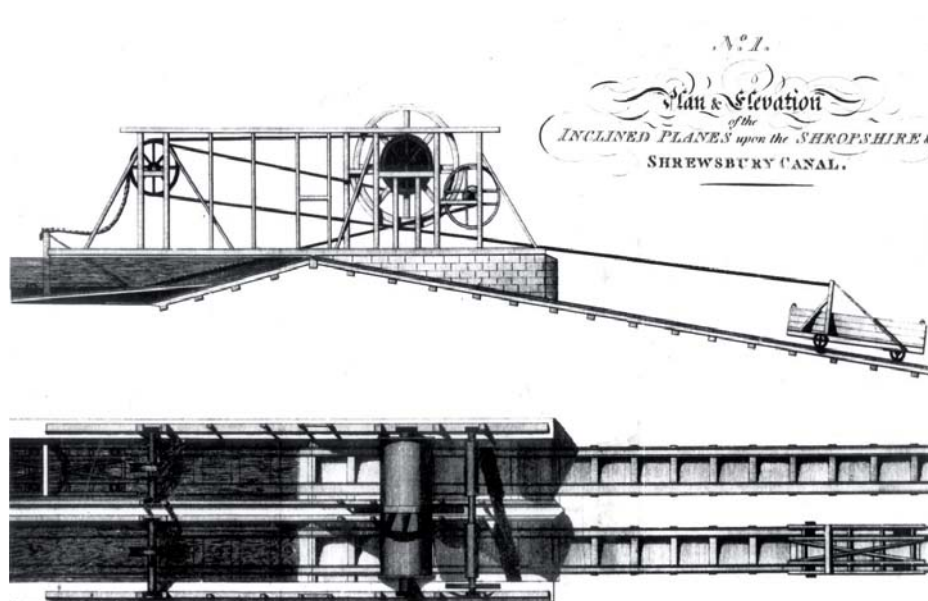


Fig. 114. Parte superior de uno de los planos inclinados instalado en el canal de Shropshire (condado de Salop), según Plimely (1803). (British Library).

tal, donde germinó esta idea durante el siglo XVI. También hemos visto rastros de ellos en los primeros caminos de madera de la escuela de Salop, donde se utilizaron cables para el descenso de los vagones por las fuertes pendientes del río Severn, así como un plano automotor construido en Bath, el año 1755, para el transporte de piedra durante la construcción de un puente. La idea, sin embargo, había sido patentada poco antes, en 1750, por el abogado escocés Michael Menzies. Proponía una vía doble y a lo largo de ésta un cable sin fin que pasaría por dos poleas situadas en los extremos. A dicho cable

El descalabro de Ducart llegó a conocimiento de William Reynolds, gerente de la ferrería Ketley (condado de Salop), quien puso en práctica la misma idea en un pequeño canal para el servicio interior de la factoría. Tuvo tal éxito que fue inmediatamente copiado por la compañía del canal del condado de Salop, construido entre 1789 y 1791, al que se unía el canal anteriormente citado. Para salvar los desniveles se instalaron tres planos inclinados para trasbordar los barcos de una sección a otra mediante plataformas rodantes. Los planos recibieron los nombres de Wrockwardine Wood (36,6 m de altura y 320 m de longitud), Windmill (38,4 m y 548,6 m) y Hay (63 m y 320 m), de los que el primero se operaba con una máquina fija de vapor y los otros dos con fuerza animal, aunque fueron pronto mecanizados.

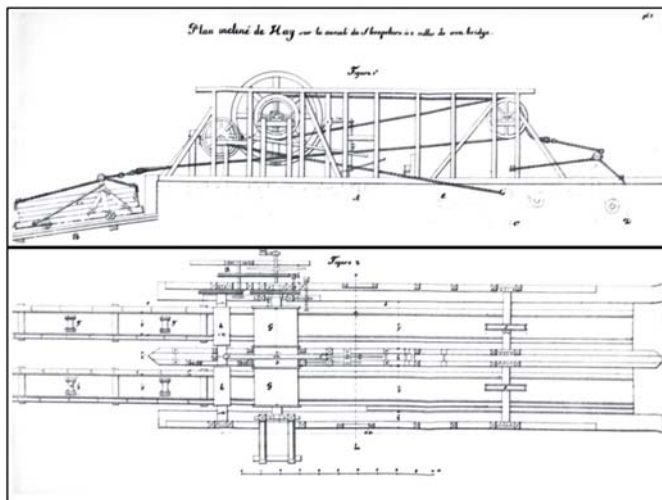


Fig. 115. Plano inclinado de Hay en el canal de Shropshire (condado de Salop), según Dutens (1819). (Biblioteca Nacional).

La vía doble de los planos constaba de sólidos carriles de madera de 35 cm de escuadría y traviesas situadas a 1,82 m de distancia sobre un lecho de excelente balasto. Para asegurar el guiado, en la parte superior había unos carriles de hierro con reborde de 1,82 m de longitud y sección de 20 x 5 cm y reborde de 7 cm, inspirados en el diseño de John Curr (fig. 114).

Cuando un barco de 6 x 1,88 x 0,9 m y 5 t de peso llegaba a la parte superior del plano, se le situaba sobre una plataforma sumergida en el agua. Una vez enganchado el cable, la máquina de vapor situaba el conjunto en el punto inicial de la pendiente. La barcaza descendente cargada subía al mismo tiempo otra vacía ascendente, asistido el movimiento del cable por la máquina cuando la diferencia de peso lo requería. Llegado el barco a la base del plano, la plataforma quedaba sumergida y

se engancharían los vagones cargados y vacíos, obteniéndose el movimiento por la acción de la gravedad. En la práctica, la patente quedó sin aplicación hasta el año 1778 en que caducó. No es posible determinar, hoy día, si los constructores de planos inclinados, en esta época, se inspiraron en esta patente, copiaron de Europa continental o se trató de una idea propia.

Donde realmente los planos inclinados se desarrollaron con vigor fue en los canales, durante la fase en que las vías eran todavía de madera. En 1757, el técnico Davies Ducart inició la construcción de un canal con objeto de transportar el carbón desde la mina irlandesa Coalisland al río navegable Tyrone. Se trataba de una serie de secciones de canalización, que se conectarían mediante planos inclinados para salvar las diferencias de nivel existentes, entre 14,5 y 21,3 m. Estos planos fueron equipados en 1777 con carriles de madera y unas plataformas rodantes, sobre las que ascendían y descendían los barcos de 3 x 1,4 x 0,76 m. El sistema fue un fracaso, siendo levantado diez años más tarde.

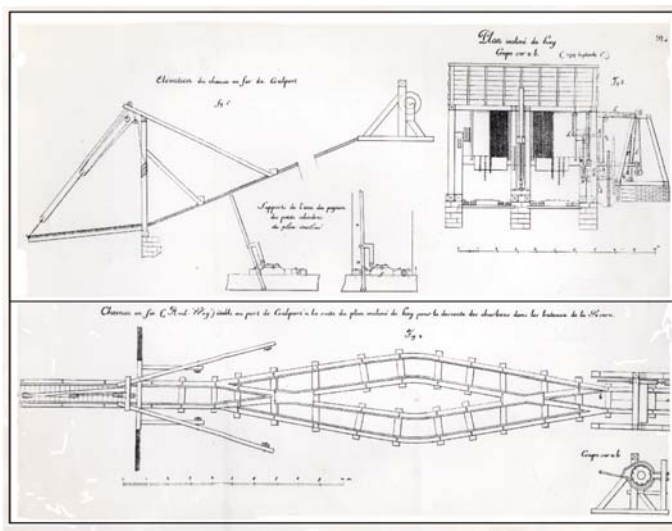


Fig. 116. Vías y mecanismo de arrastre del plano inclinado de Hay en el canal de Shropshire (condado de Salop), según Dutens (1819). (Biblioteca Nacional).

quina de vapor situaba el conjunto en el punto inicial de la pendiente. La barcaza descendente cargada subía al mismo tiempo otra vacía ascendente, asistido el movimiento del cable por la máquina cuando la diferencia de peso lo requería. Llegado el barco a la base del plano, la plataforma quedaba sumergida y

la barcaza flotaba. Las plataformas, muy sólidas, eran de madera reforzada con hierro y estaban provistas de cuatro ruedas de 41 y 68 cm de diámetro, respectivamente, con el fin de mantener la barcaza sensiblemente horizontal.

Las figs. 115 y 116 se refieren al plano Hay y corresponden a la obra de Dutens en 1819. En estos años, como puede observarse en la figura, los carriles de madera habían sido sustituidos por los de hierro con reborde. El ancho de la vía es 1,34 cm.

Los planos inclinados del canal del condado de Salop también constituyeron un éxito, pero dieron lugar a fricciones constantes con los usuarios, pues la compañía cargaba un peaje extra en cada uno de ellos.

Hubo otros ejemplos similares en otros canales del país, ya que, en realidad, esta idea había sido sugerida, antes y después, por diversos técnicos. A este respecto, cabe distinguir al ingeniero americano Robert Fulton⁷⁶, que en 1796 proponía un plan económico de transporte a base de canales de pequeña sección y planos inclinados para salvar las diferencias de nivel, eliminando así las esclusas, siempre de elevado coste (fig. 117).

El año siguiente, el ingeniero civil William Chapman escribía⁷⁷ una refutación de las ideas de Fulton. Entre sus alegatos había uno de indudable interés histórico. Según Chapman, el alabeo inevitable de las vías provocaría, en los barcos transportados sobre plataformas, deformaciones en su tablazón y, por consiguiente, pérdida de estanqueidad en las juntas. Para evitar este inconveniente proponía plataformas con ocho ruedas, cuatro en cada extremo, de modo que cada par de ejes pasaría en su punto medio a través de una barra que los uniría entre sí. En otras palabras, Chapman proponía, por vez primera, sendos bogies en un vehículo ferroviario, lo que aplicaría más tarde en una locomotora de su invención (cap. VIII, apart. 5).

Los planos inclinados ferroviarios

En 1776, los planos inclinados se utilizaban en las líneas de madera de la escuela de Salop, según referencias de Arthur Young, que visitó la región minera del Severn. En las líneas afluentes a los canales también se encuentran numerosos ejemplos de estas instalaciones. No olvidemos, por otra parte, que Outram los construía y recomendaba con el fin de

obtener trazados suaves en el resto de la línea. En la escuela del Tyne, su aplicación es más tardía. Las primeras huellas se refieren a la línea Middleton, donde, según los libros de contabilidad, parece existía uno de ellos, al menos desde 1781. Poco después, en 1784, un viajero francés, Faujas de Saint-Fond, describe el descenso de vagones cargados y la subida de los vacíos, mediante la acción de la gravedad, sin necesidad de tracción animal. Esta referencia antecede en pocos años al plano automotor, citado por Wood como el primero de la región, instalado en el camino de hierro de la mina Benwell el año 1798. A partir de 1800, su utilización se había generalizado en todas las regiones mineras.

La concepción del plano automotor implica, necesariamente, que el tráfico vaya en un solo sentido, de modo que los vehículos cargados permitan elevar los vacíos. Al generalizarse la máquina de vapor fija pudieron llevarse a cabo otras instalaciones que resolvían los casos en que la rampa estaba en el sentido del tráfico o cuando el volumen de las mercancías descendentes no era suficiente para elevar las ascendentes. De acuerdo con Wood y otros autores, la primera máquina de vapor fija la instaló Samuel Cooke, uno de los propietarios de la mina y línea Urpeth (también conocida por Bewicke Main), que inició el servicio de un plano inclinado motor el 17 de mayo de 1809, elevando por la rampa cortes de cuatro vagones cargados. En un principio se utilizaron máquinas de vapor tipo Newcomen, pero después fueron sustituidas por las más perfeccionadas de Watt.

De las numerosas referencias existentes pueden citarse las correspondientes a las instalaciones más importantes, construidas durante esta era preferroviaria:

PEAKFOREST: Línea afluente al canal del mismo nombre para el transporte de piedra caliza desde las canteras de Dovehole. Fue proyectada en 1796 por Benjamin Outram, con un plano automotor de unos 546 m de longitud y 111 por 1.000 de pendiente.

CALDON LOW: Línea afluente al canal Trent-Mersey, con el mismo objeto que la anterior. Aunque su construcción se remonta a 1777, fue renovada y reconstruida en 1802 por John Rennie, que instaló cuatro planos inclinados automotores.

HETTON: Línea minera proyectada por George Stephenson, abierta al servicio el 18 noviembre de 1822. Por tratarse de un terreno ondulado, Stephenson instaló seis planos inclinados automotores y cinco con máquinas de vapor fijas. De los 12,8 km de la línea, los planos automotores cubrían unos cinco km, las máquinas fijas 2,4 km y el resto se explotaba con tracción vapor.

⁷⁶ R. Fulton: *A treatise on the improvement of canal navigation*. Londres, 1796. Hay traducción francesa: *Recherches sur les moyens de perfectionner les canaux de navigation*. Paris, 1796.

⁷⁷ W. Chapman: *Observations on the various systems of canal navigation*. Londres, 1798.

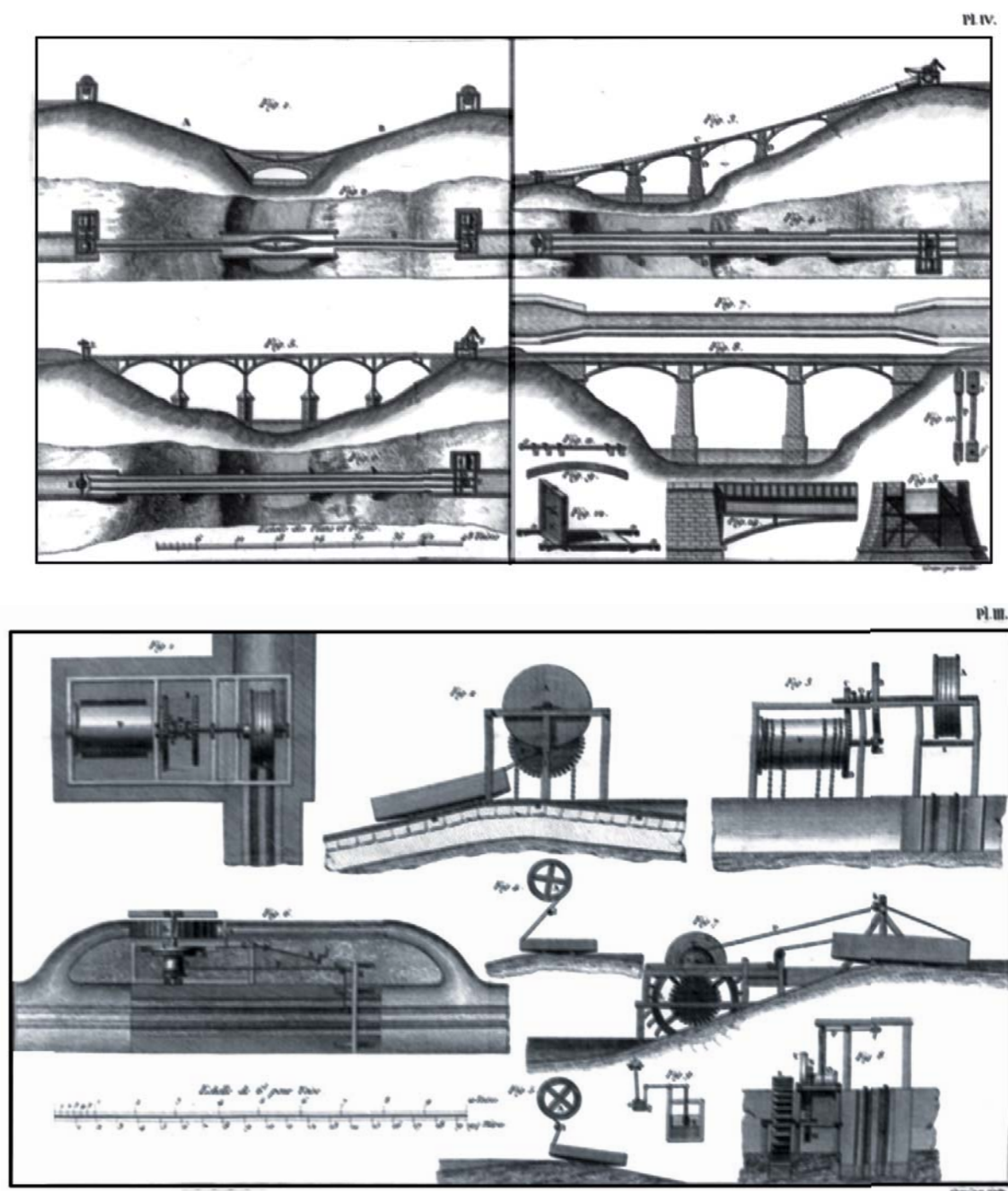


Fig. 117. *Sustitución de canales por planos inclinados, según el plan económico de Fulton (176).* (Biblioteca Nacional).

CROMFORD-HIGH PEAL: Línea de conexión entre los canales de Comford y Peak Forest, de 54,5 km de longitud, que cruzaba una pequeña cadena montañosa de 300 m de altura. El técnico proyectista, Jossias Jessop, instaló tres planos inclinados en cada una de las vertientes, conectados entre sí por tramos sensiblemente horizontales que se explotaban con tracción animal. Aunque la línea se inauguró en 1830, el proyecto era de cinco años antes.

STOCKTON-DARLINGTON: Esta célebre línea, proyectada por George Stephenson y en servicio desde 1825, tenía dos planos inclinados motores, explotándose el resto con tracción vapor y animal.

Con independencia de estos ejemplos, mencionaremos, finalmente, la línea Byker que descendía al río Tyne desde una cota situada a 23 m sobre el nivel de las aguas mediante un trazado en zigzag, que más tarde sería aplicado en los ferrocarriles de montaña, particularmente en la travesía de los Andes.

Las instalaciones

En el punto superior del plano inclinado se instalaba una gran polea con garganta acanalada para el paso del cable que se enganchaba por un extremo al corte de vagones cargados descendentes y, por el otro, al corte de vagones vacíos ascendentes (fig. 118). El diámetro de la polea venía determinado por la distancia existente entre los ejes de las vías ascendentes y descendentes. Según Wood⁷⁸, en cuyo tratado se encuentra amplia información sobre esta materia, la polea se instalaba bajo la vía, según puede observarse en la primera de las figuras citadas. El guiado del cable por el eje de la vía se hacía mediante pequeñas poleas fijadas sobre el terreno a intervalos regulares, excepto en los tramos curvos, donde éstos se reducían convenientemente. Los planos inclinados más antiguos tenían vía doble (fig. 119), de modo que el corte descendente bajaba, alternativamente, por una u otra vía, de forma análoga que el corte ascendente. Era necesario, por consiguiente, instalar desvíos en la parte inferior y superior del plano, con el fin de cambiar de vía a los vagones. Más adelante, con objeto de reducir el coste de primer establecimiento, se utilizó otra disposición de vías más económica (fig. 120). En la mitad superior del plano se disponían dos vías con tres hilos de carril, siendo el interior común a ambas, y en la mitad inferior una vía única. En la mitad del plano se dejaba un corto tramo de vía doble, donde tenía lugar el cruce del corte cargado con el vacío. Los espadines situados en el extremo inferior del tramo eran talonados por el corte cargado descendente, dejando así preparado el itinerario al corte vacío ascendente siguiente. Esta disposición de las agujas obligaba, evidentemente, a bajar el corte cargado, alternativamente, por una y otra de las vías.

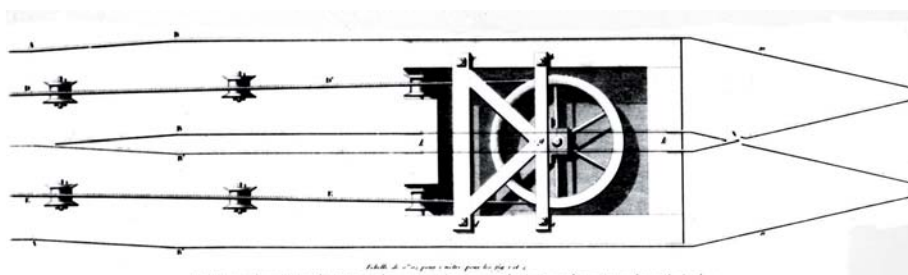


Fig. 118. *Instalación y vía de un plano inclinado automotor, según Wood (1825). (Biblioteca Nacional).*

Los cables estaban constituidos por maromas de cáñamo, aunque hay algunos ejemplos donde indican el empleo de cadenas de hierro. La utilización de cables de alambre trenzado es muy posterior, hacia el año 1841.

Como el corte cargado precisaba tener mayor peso que el vacío para iniciar la marcha, a lo que es preciso añadir el peso del cable a medida que el corte des-

centía, el movimiento resultante era acelerado. Era, pues, imprescindible contar con un freno para controlar el giro de la polea. Un freno de esta clase consistía en zapatas de madera fijadas alrededor de una pletina circular, que se aplicaban, mediante un sistema de palancas, a un aro metálico solidario con la polea. Para evitar el deslizamiento del cable durante el frenado era corriente que éste diera una vuelta y media alrededor de la polea. En otros casos se aumentaba la superficie de fricción instalando unos rodillos como los de la fig. 121.

En los planos inclinados motores, las instalaciones eran prácticamente similares, excepto, naturalmente, la polea, que aquí se sustituía por dos tambores girando en sentidos opuestos y conectados, mediante engranajes, con la máquina de vapor (fig. 122). Un sistema de embrague tosco —indicado en la figura— permitía independizar los tambores de la máquina.

La tracción por cable

La primera sugerencia acerca de este modo de tracción se debe a R. L. Edgeworth, que en 1802 proponía construir ferrocarriles de servicio público, según veremos en el capítulo IX. Su realización práctica se debe a Benjamin Thompson, que patentó la idea el 14 de diciembre de 1821. Como se trata de una aplicación de las instalaciones de los planos inclinados motores a las líneas ferroviarias, sea cualquiera su perfil, la incluiremos en este apartado.

La patente descrita en un folleto de Newcastle el año 1822 define el sistema a base de situar a intervalos regulares, a lo largo de la línea, una serie de estaciones constituidas por máquinas fijas de vapor. Cada má-

quina fija, mediante un cable, remolcaría un tren al cual se engancharía otro cable por cola procedente de la máquina situada en la estación colateral. Una vez llegado el tren a la estación, el cable de cola podría utilizarse para remolcar otro de sentido contrario. El sistema es aplicable tanto en vía única como doble, sin más que duplicar los cables y tambores, donde éstos se enrollan y desenrollan. Como en los planos inclinados, los cables se guiaban por el eje de la vía mediante poleas situadas a intervalos regulares.

⁷⁸ N. Wood: Obra citada en la nota 62 del capítulo VI.

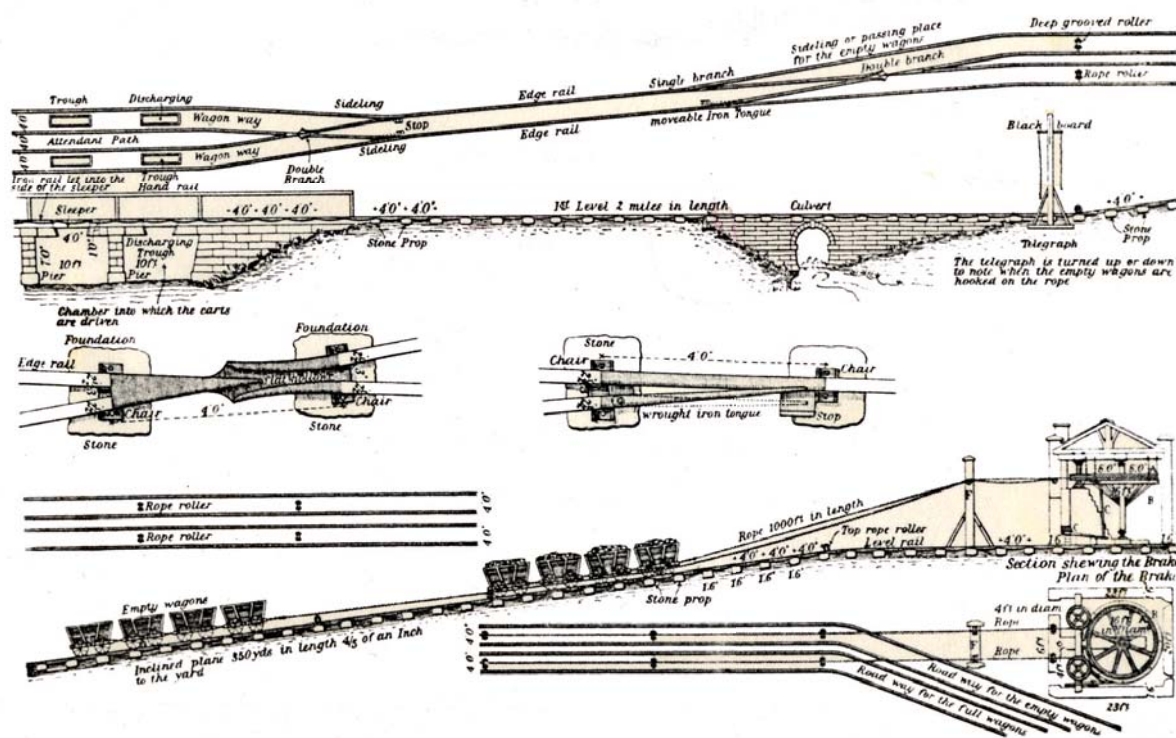


Fig. 119. Plano inclinado automotor de las minas de Middleton, en los alrededores de Leeds, según Strickland (1825). (Archivo RENFE).

Thompson era uno de los socios propietarios de las minas Ouston, por lo que ensayó allí el sistema en una sección de 2,4 km de longitud, circunstancia que le obligó a construir los cables de esa misma longitud, la mayor hasta entonces conocida. A la vista de los excelentes resultados se instaló este modo de tracción en la línea de la mina Fawdon, de la que era propietario Thompson, sobre una sección de 1,6 km y 83 por 1.000 de pendiente. Esta línea fue absorbida, en parte, por la de Brunto-Shields construida en 1826 y proyectada por este inventor. De los 16 km con que contaba la línea, 8 km se explotaban con tracción por cable mediante cinco estaciones provistas de máquinas fijas de vapor.

6. La explotación de los caminos de hierro

Hasta la completa implantación de la tracción vapor, la explotación de los caminos de hierro siguió casi los mismos principios que se habían aplicado en las vías de madera.

Hubo, no obstante, algunos factores en acción, como la mejoría de los perfiles, la interrelación de ferrocarriles y canales, los planos inclinados y el principio de libre circulación impuesto en los caminos de hierro de servicio público, que implicaron ciertas modificaciones en la organización del servicio.

La reglamentación ferroviaria

El origen de la reglamentación ferroviaria en la fase precedente a la introducción de la tracción vapor, y por consiguiente a la utilización de los trenes como grandes unidades de transporte, está estrechamente unido al principio de libre circulación impuesto en las líneas de servicio público. Cuando el Parlamento británico tuvo que considerar los primeros proyectos de ley relativos a empresas ferroviarias, carecía en absoluto de precedentes, sin saber qué criterios aplicar de modo que, salvaguardando el interés público, no se pusieran cortapisas a esta nueva industria en desarrollo. La solución fue aplicar al ferrocarril el mismo principio que anteriormente se había fijado para los canales, es decir, las líneas podrían ser utilizadas por cualquier transportista con sus vagones, como ocurría en los canales con los barcos, siempre, por supuesto, mediante el pago de un peaje. Aquí terminó la intervención legislativa, pero las compañías ferroviarias tuvieron que suplir esta laguna regulando diversos aspectos de la explotación, para lograr un servicio racional que redundara no sólo en beneficio del camino de hierro, sino también de los propios usuarios.

En casi todas las líneas de servicio público, los vagones debían estar marcados con su número, propietario y tara, datos verdaderamente imprescindibles a la

hora de cobrar el peaje. Como vimos al tratar de los carriles, se regulaba también el peso total de los vehículos por su clara incidencia en las roturas de estos elementos. De la información disponible, ya citada, se observa cómo de límites de carga amplios hubo que pasar, bien a otros más reducidos, o a sustituir los carriles por otros de mayor peso lineal.

Si la vía era de carriles salientes, resultaba necesario que los ejes montados tuvieran sus ruedas dispuestas

modificación pertinente. Como los carriles de reborde permitían la circulación de carros ordinarios, las compañías prohibían, para evitarlo, la circulación de vehículos con menos de cuatro ruedas, o que no estuvieran contruidos de acuerdo con las especificaciones de las mismas. Por supuesto, se exigía el buen estado de conservación del material, y en algunos casos, como en la línea Hay, que no se realizara modificación alguna sin permiso de la compañía.

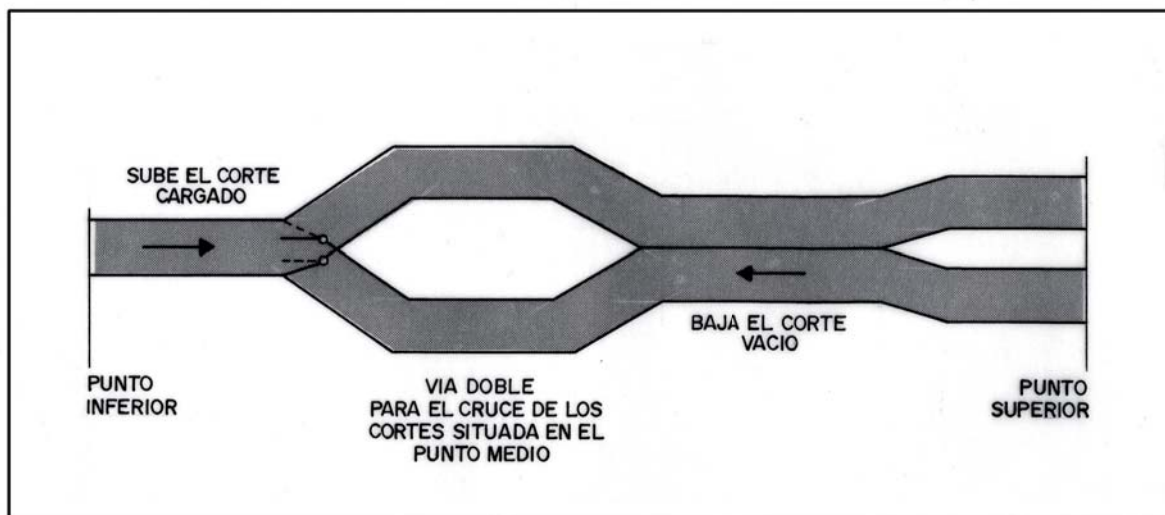


Fig. 120. Trazado de vías en los planos inclinados. (Dibujo Luis Biela.)

de acuerdo con el ancho de la vía. Así, en 1799, la compañía Monmouthshire ordenó a su ingeniero reconocer los vagones y sus ejes, con el encargo de informar a los usuarios de cuáles eran las dimensiones más adecuadas, advirtiéndoles que las infracciones serían objeto de querrela judicial. La realidad es que la propia vía tampoco estaba muy de acuerdo con el ancho de vía, pues dos años después se le ordenaba corregir los defectos observados. También se regulaba el ancho de la pestaña, como en la compañía del canal de Brecknock a Avergavenny, que vimos tenía vehículos con ruedas de llantas acanaladas. Se prescribía que la garganta no bajaría de 11,4 cm y la cabeza del carril de 6,35 cm, diferencia explicable para permitir la circulación por las curvas.

En las vías con carriles de reborde, las prescripciones relativas al ancho permitían, evidentemente, mayores tolerancias. Esto traía consigo mayor número de infracciones, de modo que las compañías tuvieron que prescribir el rechazo de los vagones defectuosos, e incluso sanciones, como la compañía del canal Ashby-de-la-Zouch. Se conservan las tolerancias de esta compañía que, teniendo un ancho de vía de 1,27 m, proveyó a sus agentes con una regla para comprobar que la distancia entre caras internas de las ruedas habría de ser $1,27 + 0,04$. Caso de excederse éstas, los agentes de la compañía venían obligados a apartar el vagón y efectuar la

En tanto que el propietario respondía del vagón y de la carga, el conductor era responsable de su circulación. Tenía obligación de cuidar el acondicionamiento del cargamento, que no debía sobresalir, caer, derramarse u obstruir la vía. En caso de descarrilamiento, era obligado proceder a su inmediato encarrilamiento, pero en la línea Hay, si esto no se lograba en quince minutos, había que proceder a su apartado fuera de la vía⁷⁹. Para estos casos, la compañía del canal Monmouthshire prescribía llevar en el vagón un gato o una palanca, prohibiendo, al propio tiempo, utilizar las caballerías en estos trabajos. En la compañía del canal de Lancaster existía un reglamento similar, y además se prohibía circular al vagón más de 9 m descarrilado, so pena de abonar una multa por cada yarda que excediera esta distancia. En las vías con carriles de reborde, el encarrilamiento debía hacerse con el vehículo descargado.

El conductor debía evitar la colisión con otros vagones, particularmente en los desvíos; tampoco se le permitía detenerse sin causa justificada, o dejar vehículos en plena vía sin autorización de los agentes de la compañía. En la del canal Ashby-de-la-Zouch se fijaba una multa por cada hora de

⁷⁹ Primera referencia al periodo de quince minutos, establecido en las reglamentaciones ferroviarias, para pedir socorro.

intercepción, debiendo los agentes de la compañía descargar el vagón o apartarlo hasta tanto se abonara ésta.

Siguiendo la costumbre establecida en la carretera, la circulación en las líneas de vía doble se hacía por la izquierda, aunque hubo un ferrocarril, Severn-Wye, donde se circulaba en una sección por la izquierda y en la siguiente por la derecha.

En la vía única, las normas de circulación eran heterogéneas, según se indica en los siguientes ejemplos:

- Compañía del canal Brecknock a Avergenny: el vagón cargado por la vía descendente tenía preferencia, de modo que los vehículos ascendentes, tanto cargados como vacíos, debían retroceder hasta el próximo apartadero.
- Compañía del canal Monmouthshire: en caso de cruce, retrocedía el vehículo, cargado o vacío, que se encontrara más cerca del apartadero.
- Compañía del ferrocarril Hay o del Severn-Wye: tenían establecido un sentido preferente.
- En casi todas las compañías: prohibido el cruzamiento a base de sacar fuera de la vía uno de los vagones.

En los túneles, todos de vía única, los cruzamientos eran imposibles, por lo que se recurría, cuando su

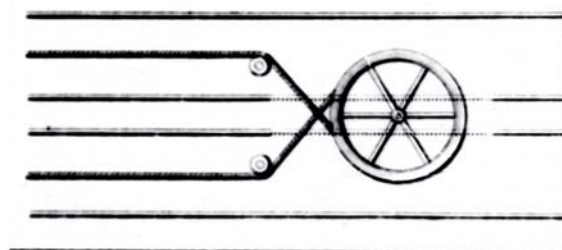


Fig. 121. Sistema para aumentar la fricción en los planos inclinados automotores, según Wood (1825). (Biblioteca Nacional).

longitud impedía la visibilidad, a un sistema que es seguramente el origen del bloqueo. Así, en el túnel del ferrocarril Bullo Pill, ya mencionado, el paso se realizaba por baterías de vagones. El último conductor era portador de una señal constituida por la vara de un árbol, comunicándose al otro lado su llegada y, por tanto, la liberación del cantón, con el toque de un cuerno de caza.

Como en las vías de madera el horario del servicio era diurno, comenzando entre las 4 y 6 de la mañana, para finalizar a las 18 o 20 horas, correspondiendo el período más largo a los meses comprendidos entre abril y septiembre. La compañía del canal Ashby-de-la-Zouch lo fijaba desde una hora antes de salir el sol hasta una hora después de su puesta. Los caminos de hierro continuaron con la costumbre, ya arraigada en las vías de madera, de cercar o vallar el camino, estando prohibido cruzar o permanecer en los terre-

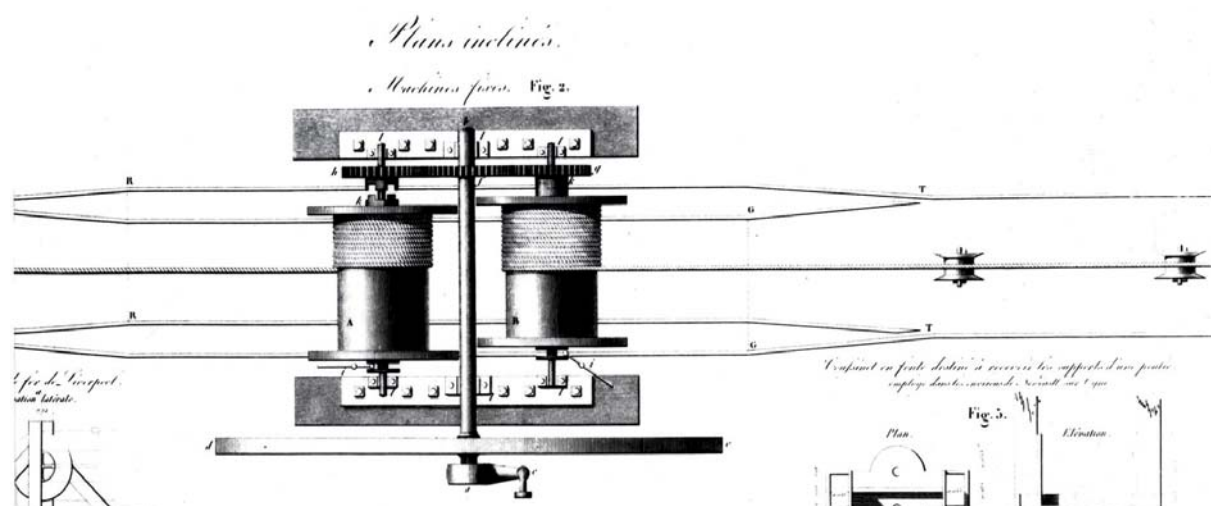


Fig. 122. Instalación y vía de un plano inclinado motor, según Wood (1825). El embrague y desembrague del motor se hacía con las palancas i, que desplazaban lateralmente los tambores A y B, de modo que la corona dentada k engranaba o desengranaba de la corona solidaria con las ruedas g y h. (Biblioteca Nacional).

nos del ferrocarril, excepto en los pasos a nivel. En casi todas las líneas se prescribía que las caballerías circularan al paso, debiendo el conductor marchar a pie, sin exceder la velocidad de unos 6 a 8 km/h. No obstante, los descensos de las pendientes por gravedad se continuaron efectuando en las líneas del norte del país y en Gales, con el conductor subido al vagón y el caballo detrás.

El servicio público ferroviario supuso el nacimiento de los primeros documentos de transporte, inspirados, sin duda, en los que se utilizaban en los canales. El conductor era portador de un documento —hoy diríamos carta de porte— en el que se indicaba la cantidad y clase de la mercancía, así como el origen y el destino. Si había descargado mercancía antes de llegar al puesto de peaje, esta circunstancia, debidamente detallada, era preciso constara en dicho documento. En la compañía del canal de Monmouthshire se sancionaba al conductor que transportara mercancías sin el documento correspondiente, o en el que no constara el control del puesto de peaje precedente. Los peajes se abonaban normalmente en los cargaderos de la compañía o en ciertos puestos intermedios. El pago lo hacía el conductor, si bien, como ahora, se concedía crédito a los clientes importantes.

La tracción animal

Excepto en los planos inclinados, descritos en el apartado anterior, la tracción en los caminos de hierro continuó siendo la fuerza animal. Ahora bien, la mejoría de los perfiles y la reducción del rozamiento con los carriles de hierro dio lugar a que pudiera aumentarse la carga remolcada y comenzaran a explotarse las líneas con mayor rendimiento.

El 14 de agosto de 1799 tuvo lugar en el ferrocarril de la mina de carbón Measham, situada en el condado de Derby, una demostración ante una comisión delegada del consejo de la compañía del canal Grand Junction que estaba estudiando la utilidad de este modo de transporte. Un caballo arrastró un tren de 21 vagones, carga total de 35,5 t, sobre una pendiente de 8,6 por 1.000. El mismo caballo, al regreso, sólo pudo con 5 t, y sobre otra rampa de 47 por 1.000, la carga remolcada sólo fue de 3 t. Al día siguiente, en otra línea de la mina Brinsley, los resultados fueron prácticamente similares. En una pendiente de 9,2 por 1.000, el caballo arrastró 44 t y al regreso sólo 7 t.

George Overton, el ingeniero autor del primer proyecto de la línea Stockton a Darlington, publicó en 1825 un trabajo en el que describe los distintos ferrocarriles construidos por él, entre ellos el célebre de Penydarren, donde se ensayaría la primera locomotora en el mundo. Refiriéndose a la línea que servía las canteras de la compañía Dowlais, dice que en

una pendiente de 6,5 por 1.000, cada caballo bajaba una carga remolcada de 9 o 10 t y conseguía regresar con los correspondientes vagones vacíos. En la línea Penydarren, donde la inclinación máxima era de 27 por 1.000 y el resto del perfil variaba entre 7,5 y 2,5 por 1.000, un caballo arrastraba 10 t y regresaba con los correspondientes vagones vacíos.

En la vía con carril de sección oval de la línea Penrhyn, antes mencionada, dos caballerías arrastraban 24 vagones, lo que suponía 24 t. La pendiente de la línea era de 10,4 por 100.

Un grabado relativo al ferrocarril escocés de Monkland a Kirkintilloch, fechado el 27-II-1828, muestra un caballo arrastrando una composición de 14 vagones, con una carga remolcada de 50 t. De acuerdo con la descripción del trazado, éste era casi horizontal.

Todos estos ejemplos, en algunos casos exagerados, muestran cómo del vagón aislado, arrastrado por una caballería, se pasó a composiciones de varias unidades enganchadas, es decir, a lo que hoy denominamos un tren. El número de vehículos no seguía ninguna norma, dependiendo del volumen del tráfico y del perfil. Así, la línea Sirhowy utilizaba trenes de 15 vagones con una reata de cuatro o cinco caballerías, lo que permitía regresar con el mismo número de vehículos vacíos. En una línea del canal Ashby-de-la-Zouch, el ingeniero John Hodgkinson prohibía los trenes de más de tres vagones, con protesta de los transportistas, sin duda para evitar daños en la vía. En 1830, el camino de hierro de Severn-Wye limitaba las composiciones a nueve vagones como máximo, y en el del canal de Lancaster, según su reglamento de 1800, los trenes no podían exceder de cuatro vagones grandes o seis pequeños.

Durante los descensos, las caballerías marchaban detrás del tren, pero en la línea de Stockton a Darlington se inventó un sistema para evitar el agotamiento de los animales. En cola del tren circulaba una plataforma sobre la que se situaban las caballerías.

Los planos inclinados

Una línea con planos inclinados requería la máxima atención y experiencia profesional de su jefe de movimiento, especialmente cuando éstos eran automotores. Cualquier incidencia en la circulación repercutía desequilibrando los tráficos ascendente y descendente. A esto se añadía la posible congestión de material en los puntos extremos de la línea. El mal estado de la mar, por ejemplo, originaba la acumulación de los vagones cargados en el cargadero del río o del puerto y la falta consiguiente de material vacío en las minas, con gran perjuicio para

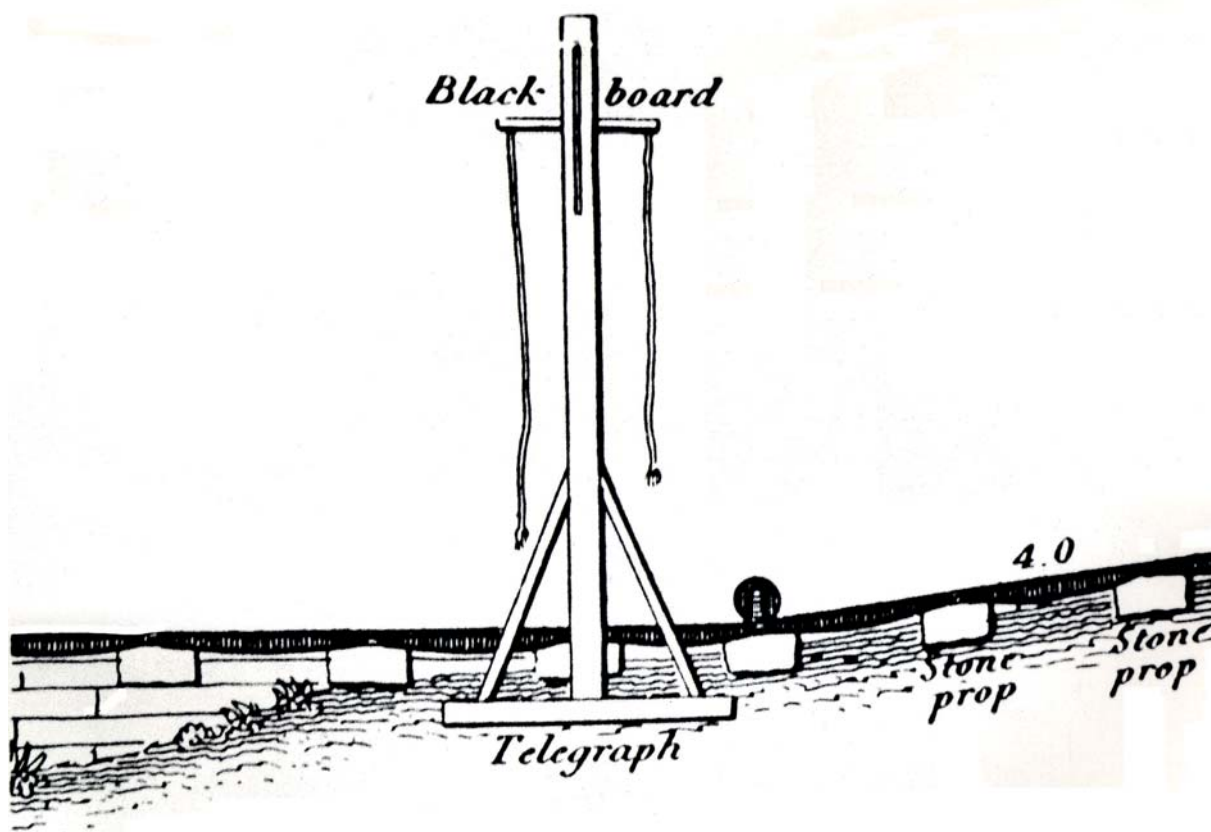


Fig. 123. La primera señal ferroviaria en la historia del ferrocarril, instalada en el plano inclinado automotor de Middleton, hacia 1781, según Strickland (1826). (Archivo RENFE).

el laboreo de éstas. Hay alguna referencia de vagones cargados con lastre que se utilizaban si faltaban los cargados de carbón, aunque no parece fuera un método generalizado por ser antieconómico.

El número de vagones de los cortes dependía, naturalmente, de la pendiente del plano y de la resistencia del cable. Hay ejemplos de ocho vagones por corte en planos automotores, si bien en algún caso muy favorable se llegaba hasta 24. En los planos motores, la composición media del corte era de 12 vagones, efectuándose el transporte de 11 a 17,5 km/h. De la línea de Stockton a Darlington sabemos que los cortes tenían ocho vagones y circulaban a velocidades comprendidas entre 13 y 16 km/h. Un plano inclinado importante tenía una capacidad de transporte de 2.000 a 4.000 t brutas por día.

La plantilla del personal se componía de un guardafrreno, dos enganchadores y un engrasador. En los planos motores había, además, un maquinista y un fogonero, aunque el primero actuaba también como guardafrreno. El servicio tenía lugar durante las horas diurnas, pero si el tráfico ascendente y descendente se desequilibraba, se trabajaba de noche, con el riesgo consiguiente para la seguridad de la

circulación. Se ayudaban, en estos casos, con faroles o antorchas y hay un caso en el que se utilizó el método de simulación, mediante un modelo de la instalación a escala reducida que reproducía, exactamente, los movimientos reales.

Los accidentes eran frecuentes y las causas múltiples: explosión de las calderas, fallo del freno de la polea o tambor, rotura del eje de éstos y derivas de material. De todos ellos, los más frecuentes eran estos últimos, ocasionados por la rotura del cable, la fuerza del viento o desenganchar el corte del cable antes de que hubiera quedado estacionado en la parte superior del plano. Allí la vía era horizontal o con ligera contrapendiente. Desde 1765 se empleaba en Whitehaven, y luego en otros lugares, una especie de gancho curvo situado bajo la caja de uno de los vagones del corte ascendente. Si el cable se rompía, el gancho se clavaba en el terreno e impedía la deriva de éste.

Casi con certeza completa, la explotación de los planos inclinados dio lugar a la creación de la señalización óptica y acústica de los ferrocarriles. En la fig. 123 se indica, ampliada, la señal mecánica utilizada en el plano inclinado de Middleton, que es la

primera de la que se tiene referencia en la historia del ferrocarril. Se trata de un disco de color blanco que se giraba y quedaba de perfil cuando el corte vacío descendente había llegado al punto inferior de la rampa y se había desenganchado del cable. También se utilizaron palancas en los puntos superior e inferior, conectadas mediante un cable de forma análoga a los actuales transmisores de llaves Boure. Como señal acústica se empleó la campana, instalada en el punto superior y accionada mediante una transmisión desde el punto inferior. Se conservan datos sobre los primeros fallos humanos de la historia ferroviaria, con motivo de presentar señales indebidamente o no acatar las órdenes.

El sistema Thompson

La tracción por cable con máquinas fijas de vapor, ideada por Thompson, permitía explotar las líneas con buenos rendimientos. En la línea de Brunton-Shields, única en que se aplicó el sistema, se obtenía una velocidad de circulación de los cortes de 16 km/h, aunque teniendo en cuenta las paradas, la velocidad comercial se reducía a 9,6 km/h. Este notable resultado, comparable con las prestaciones de las primeras locomotoras, si no superior, pudo constituir una grave dificultad para el desarrollo de la tracción vapor. De no ser por el poder de convicción de George Stephenson, la tracción por cable hubiera desplazado a la de vapor durante un considerable periodo, como tendremos ocasión de considerar en el capítulo IX.

Como en los planos inclinados, aquí también fue necesario utilizar señales para coordinar las operaciones de enganche y desenganche de los cortes. Thompson utilizaba banderines, dado que las estaciones tenían completa visibilidad entre ellas, pero si las condiciones climatológicas impedían ésta, se hacían señales convencionales tensando ligeramente el cable con la máquina de vapor, lo que se percibía fácilmente en el extremo opuesto. En la línea citada se prestaba el servicio incluso de noche, utilizándose para ello señales de llama. Todos los cortes circulaban acompañados por un agente situado en un asiento portátil colocado en el vagón de cabeza, cuyas funciones eran la de enganchar y desenganchar los cortes y vigilar la marcha en previsión de alguna anomalía.

Los contenedores

La necesidad de transbordar las mercancías del ferrocarril al canal dio origen a una extensa aplicación de los contenedores. En algún caso, la propia caja del vagón era transbordada indistintamente de los vagones a las barcazas mediante grúas. En otras ocasiones, como en la mina Whinghill, se utilizaron

cestos de mimbre con capacidad para 559 kg de carbón. Se sabe también que la compañía del canal Peak Forest empleaba cajones de hierro para el transporte de piedra caliza, uno por vagón, pues consta una orden en sus archivos, de fecha 7-X-1800, para adquirir 200 vagones y los correspondientes contenedores. La referencia más antigua corresponde a la línea Little Eaton, afluente del canal de Derby y proyectada por Outram, que se abrió al servicio en 1795, y utilizaba contenedores para carbón de 1.676 a 1.905 kg transbordados a los barcos mediante grúas, en uso hasta 1831.

El transporte de viajeros

El primer rastro de transporte de viajeros se encuentra en la línea Oystermouth, que iba desde el puerto de Swansea, en la costa de Gales, hasta Mumbles. Este ferrocarril de servicio público obtuvo su ley de concesión en 1804, siendo destinado al transporte de mineral desde su apertura en el año 1807. En los primeros días de ese año, la compañía recibió una oferta de un tal Benjamin French que se comprometía a pagar 20 libras anuales si le autorizaban la circulación de uno o varios vagones, desde el 25 de marzo siguiente, con el fin de transportar viajeros. Su contrato fue aceptado, según se deduce de una descripción de Elizabeth Spence, que viajó por la línea en 1808:

“Este carro lleva doce personas y está construido principalmente de hierro. Sus cuatro ruedas corren por un camino de hierro con ayuda de un caballo. Se trata de un vehículo cómodo y ligero”.

La escritora olvidó mencionar el ruido y traqueteo, pero en 1814 un contemporáneo, Richard Ayton, nos habla de que éste era similar al de veinte martillos pilones, de modo que, al descender del carro, al final del viaje, uno se tambaleaba con mareo y pérdida de los sentidos. Al parecer, este servicio se mantuvo hasta 1826 en que se abandonó por la competencia de la carretera, pero en 1860 volvió a reanudarse con motivo de haberse renovado el carril primitivo de reborde por otro saliente.

Otra línea de servicio público, Severn-Wye, concedida por ley en 1809, permitía viajar en los vagones vacíos de modo ocasional, pero en 1821 determinó el peaje que habrían de abonar Samuel Holden y James Ward por un vehículo de paseo tirado por un caballo, a los que se autorizaba a transportar mercancías y paquetería, así como viajeros. También en la línea escocesa de Kilmarnoch a Troon, cuya ley de concesión es de 1808, se encuentran huellas de esta clase de servicio. Poco después de la apertura en 1810 se transportaban viajeros en dos vehículos

que, según un viajero francés de 1816-18, se asemejaban a los carromatos de los gitanos. En los archivos de la compañía del canal Monmouthshire, correspondientes a 1823, figura la tarifa cobrada al señor Kingson cada vez que utilizaba su carricoche en la línea Sirhowy y, cinco años después, otra referida a “todos los vehículos que lleven viajeros por los ferrocarriles de la compañía”, lo que da idea de una generalización del servicio.

Todos estos ejemplos se refieren a servicios ocasionales, que desde luego no contaban con autorización legal, pues las leyes de concesión se referían exclusivamente al transporte de mercancías. La primera autorización parlamentaria se encuentra en la ley de concesión del ferrocarril llamado Monmouth en 1810, en la que figura el peaje máximo a aplicar.

“Por cada carruaje que lleve viajeros, mercancías de detalle y paquetería: 6 peniques por milla”.

No hay constancia de si esta cláusula fue realmente aplicada. Probablemente no se contemplaba la posibilidad de que la compañía estableciera un servicio de viajeros, sino el que los usuarios pudieran utilizar sus propios vehículos. Una autorización similar figuraba en la ley de concesión de la línea de Berwick a Kelso (Escocia) en el año 1811, pero que no tuvo ocasión de aplicarse, pues el ferrocarril no se construyó, disolviéndose la compañía en 1838.

La línea de Stockton a Darlington, de que antes se ha hecho mención, estaba autorizada legalmente para el servicio de viajeros, pero sus promotores creyeron, al principio, que éste sería más bien un subproducto del tráfico. La realidad es que el tráfico carretero entre las dos ciudades se limitaba a un servicio de diligencias que hacían tres o cuatro viajes por semana y cuyo propietario obtenía, con ello, escasos beneficios. A los quince días de la apertura, la compañía inició el servicio con un coche de viajeros de su propiedad, pero al poco lo alquiló a un tal Pickersgill, desentendiéndose de este servicio, del que se limitaba a cobrar el peaje correspondiente. Hasta 1833, el servicio estuvo en manos de particulares, que utilizaban vehículos con tracción animal. Al principio el tráfico fue reducido, pues, hacia 1832, el número de viajeros entre Stockton y Darlington no llegaba a 520 por semana, si bien el número de coches se había incrementado desde dos o tres en 1830 a siete en 1832. Las perturbaciones ocasionadas por estos vehículos en el tráfico del carbón, que se hacía con tracción vapor, determinó a la compañía a efectuar el servicio por su cuenta, lo que inició el 1-XII-1833 entre Shildon y Darlington y al año siguiente en todo el recorrido, por supuesto con tracción vapor. Los domingos se

suprimía el servicio, pero la compañía facilitaba un coche al que deseara viajar ese día mediante el abono de un penique por milla más seis peniques por milla en concepto de peaje.

La primera línea en la historia ferroviaria donde se estableció el tráfico regular de viajeros fue en la de Liverpool a Manchester. Aquí los viajeros eran transportados a una velocidad doble de la de los más rápidos servicios carreteros o fluviales y con una tarifa reducida aproximadamente a la mitad. Al poco de inaugurarse el ferrocarril, las diligencias y demás medios de transporte entre estas dos ciudades cayeron en desuso y fueron suprimidos. Antes de la apertura de la línea, el tráfico previsible se estimaba en unos 180.000 viajeros por año, pero en septiembre de 1831, es decir, un año después, la compañía declaraba haber transportado nada menos que 460.000.

Capítulo 8

LA LOCOMOTORA DE VAPOR

1. La máquina de vapor

El descubrimiento de la fuerza motriz del vapor sigue un largo proceso de casi dos milenios, durante los que el hombre intenta domeñar su energía.

No es una casualidad que el triunfo sobre el vapor tenga lugar precisamente cuando la industria del carbón inicia una fuerte expansión. El vapor y el carbón impulsaron la tecnología mecánica y constituyeron, en consecuencia, los dos elementos esenciales de la industrialización iniciada en Inglaterra a finales del siglo XVIII.

La primera idea surge, poco antes de iniciarse la era cristiana, cuando Heron de Alejandría (150 a 250 a. C.), prolífico inventor ya citado en el capítulo I, inventa su eolípila (fig. 124), que es una auténtica máquina de vapor, en forma de turbina de reacción, y que aparece descrita en su tratado *Spiritualia seu Pneumatica*.

Han de pasar varios siglos hasta encontrar otro eslabón en esta cadena de intentos. En 1601, el italiano Giovanni Batista della Porta publica su obra *Spirituali*. En una de sus ilustraciones (fig. 125) muestra un dispositivo que expulsa el agua de un depósito mediante la presión del vapor obtenido en una caldera independiente. Battista describe, además, con exactitud, la posibilidad de obtener el vacío en un recipiente lleno de vapor de agua que se condensa por enfriamiento, obteniendo así el rudimento de una bomba aspirante.

Salomón de Caus (1576-1626) es el autor de *Les raisons de las forces mouvantes*, obra publicada en 1615, y en la que se ilustra la posibilidad de expulsar agua de un recipiente cerrado cuando éste se calienta, de acuerdo con el procedimiento utilizado en nuestras actuales cafeteras. Su idea es análoga a la de Battista y nada añade al progreso.

En 1629, otro italiano, Giovanni Branca, describe en su tratado *Le Machine* un dispositivo (fig. 126) “para triturar las materias con que se hace la pólvora, pero con un motor maravilloso”; es decir, inventa la primera turbina de impulsión conocida en la Historia.

A pesar de las discusiones de los eruditos, parece que el marqués de Worcester (1601-1667) fue el inventor de la primera máquina de vapor efectiva, cosa muy diferente de las sugerencias o meros juguetes creados

por sus predecesores⁸⁰. En 1663 publica su obra *Century of Inventions*, que había escrito al comenzar 1655, en donde describe con estilo grandilocuente y misterioso “una máquina movida por agua”, en la que el fuego tenía un papel esencial. Patentó este invento y construyó un prototipo en Vauxhall del que existen descripciones realizadas por dos viajeros en 1663 y 1669, respectivamente. Aunque ninguno de ellos menciona escapes de vapor, esto nada indica, pues tampoco se apreciarían escapes en una máquina como la de Savery que, más adelante, describimos.

A Denys Papin, nacido en 1647, se han atribuido excesivos méritos en su contribución a la tecnología del vapor. No hay duda que debemos atribuirle la inven-

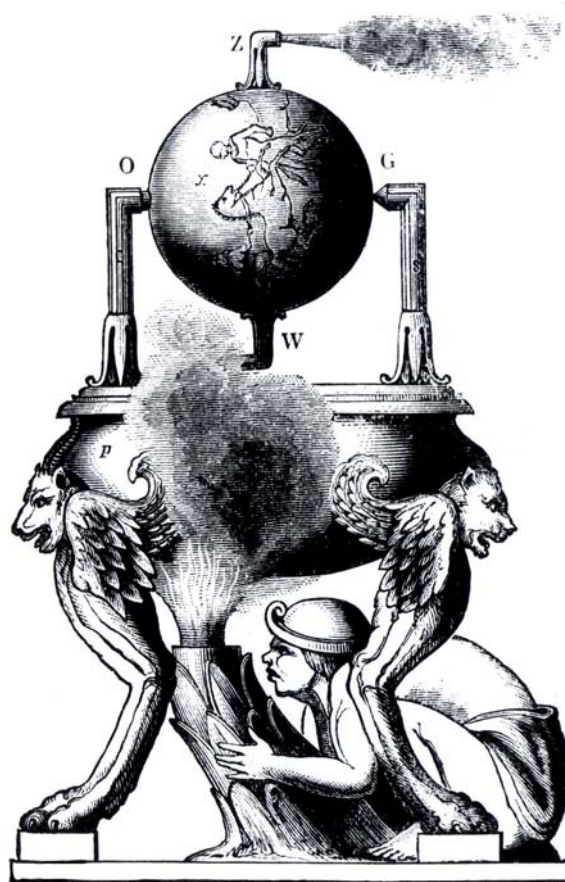


Fig. 124. Eolípila de Heron de Alejandría (150 a 250 a. C.). El vapor procedente de la caldera P se hace llegar al recipiente esférico por el tubo O. Al vapor por los tubos acodados Z y W, en sentidos opuestos, se origina un movimiento giratorio de reacción en el recipiente esférico, alrededor de los puntos O y G. (Biblioteca Nacional).

⁸⁰ De acuerdo con Arago, el primer historiador francés de la máquina de vapor, el marqués de Worcester visitó en 1641 a Salomon de Caus en el manicomio de Bicetre, robándole la idea. Se funda, para ello, en una carta fechada el 3 de febrero de 1641, donde se da cuenta de esta visita. La realidad es que Salomon de Caus falleció en 1626 y el marquesado de Worcester no fue creado hasta 1646.

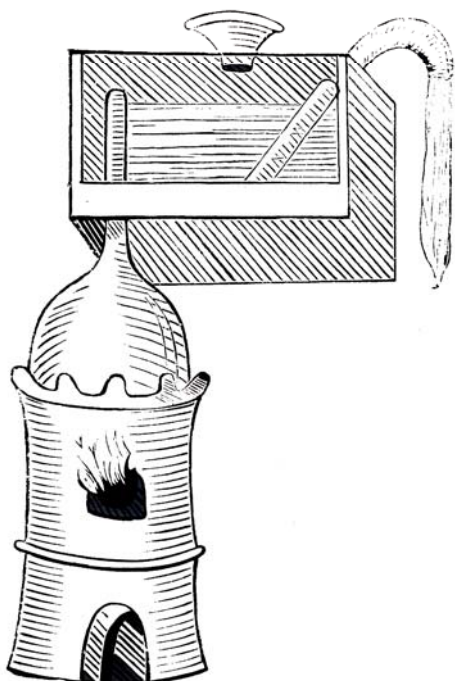


Fig. 125. Dispositivo de Giovanni Battista della Porta (1601). El vapor procedente de la caldera se hace llegar a la parte superior del recipiente lleno de agua. La presión del vapor provoca la evacuación del recipiente. (Biblioteca Nacional).

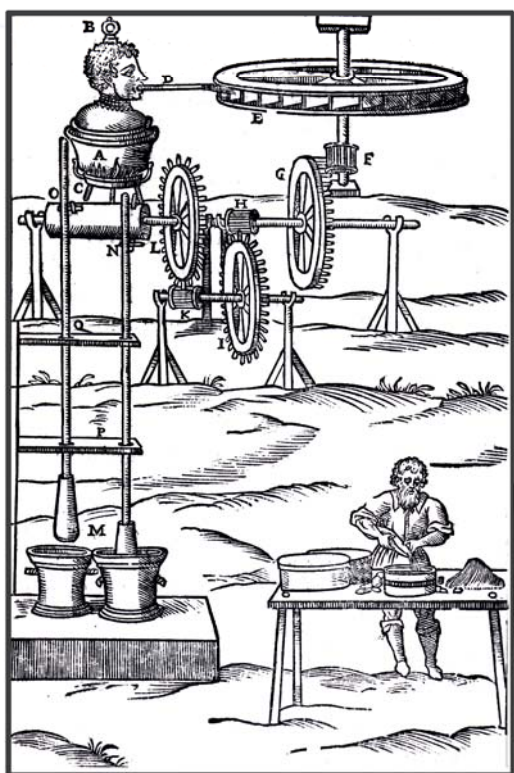


Fig. 126. Máquina de trituración de Giovanni Branca (1629). El vapor procedente de la caldera A sale por el tubo D, haciendo girar la rueda E, provista de álabes. Mediante un tren de engranajes, se hace girar el tambor C, que actúa, por medio de los resaltes O y N, sobre los mazos de los morteros M. (Biblioteca Nacional).

ción de la válvula de seguridad, aunque la función prevista por Papin no fuera prevenir la explosión de la caldera, sino la de constatar la evolución de su presión. También es cierto que propuso, por vez primera, el cilindro y el pistón, pero no de una forma práctica.

Con Thomas Savery (1650?-1715) llegamos al primer inventor de una máquina de vapor aplicada a una función concreta: el desagüe de las galerías mineras (fig. 127). Patentó su invento en 1698 y logró vender algunos ejemplares, pero su funcionamiento resultó insatisfactorio, pues la altura a que lograba elevar el agua era insuficiente. El fundamento de su máquina consistía en llenar un recipiente con vapor, condensarlo, a continuación, con agua fría y aprovechar el vacío originado para succionar el agua situada en un nivel inferior.

La fabricación de la primera máquina de vapor, en plan industrial, corresponde a Thomas Newcomen (1663-1729), un herrero de Dartford, cuando en 1712 construye, con la colaboración de su ayudante John Cawley, una máquina provista de cilindro y pistón. Newcomen no registró patente alguna y tuvo que asociarse con Savery, que se había reservado el derecho exclusivo de aplicar los efectos del fenómeno de la condensación del vapor. La caldera de Newcomen producía vapor a presión atmosférica. El vapor pasaba a la parte inferior del cilindro, cuyo pistón ascendía por el propio peso del vástago situado en el otro lado del balancín. A continuación se cerraba el paso del vapor al cilindro mediante una válvula y se inyectaba un chorro de agua fría en su interior. El vapor se condensaba y, en consecuencia, el pistón era empujado de nuevo al fondo del cilindro por el vacío ocasionado. Como la operación podía repetirse indefinidamente, se lograba así un movimiento continuo de vaivén típico de las bombas de desagüe (fig. 128). La propia máquina accionaba las válvulas para la entrada del vapor y del agua, de modo que se conseguían, al principio, de 6 a 8 golpes de pistón por minuto y más tarde de 10 a 12 con los perfeccionamientos introducidos. Antes de su muerte, Newcomen había instalado numerosas máquinas en las minas del Reino Unido y en varias naciones europeas.

La culminación del proceso se logra con James Watt (1736-1819), cuya genial idea fue perfeccionar la máquina de Newcomen a base de realizar la condensación del vapor fuera del cilindro, en un recipiente denominado condensador, refrigerado con agua.

En un principio, sus máquinas fueron de simple efecto, es decir, el vapor se introducía en el cilindro por un solo lado. La presión del vapor desplazaba el pistón y una vez llegaba éste al final de su carrera, se

ponía el cilindro en comunicación con el condensador. Se conseguía así el vacío y el pistón regresaba al punto inicial. Más tarde construyó máquinas de doble efecto en las que el vapor se admitía alternativamente por ambos lados del pistón. Unos ingeniosos mecanismos permitían estas operaciones mediante válvulas accionadas por la propia máquina, con la que se conseguía un movimiento continuo de vaivén que se podía aplicar directamente a las bombas de desagüe o, transformado en movimiento giratorio, a otras clases de máquinas. Como el mecanismo de la biela y manivela había sido patentado por Wasborough, Watt tuvo que utilizar ingeniosos mecanismos para obtener el movimiento giratorio como se ve en la fig. 129.

Los inventos de Watt no se limitaron a la máquina de vapor patentada en 1769. Así, en 1782 descubre y patenta el efecto de la expansión del vapor en el cilindro, de modo que cerraba la admisión cuando el pistón había recorrido las tres cuartas partes de su carrera, dejándole operar por expansión en el resto de la misma. También debemos a Watt el regulador centrífugo que aparece en la fig. 129, un dispositivo con el que puede graduarse el caudal del vapor admitido en el cilindro, de acuerdo con la velocidad de giro de la máquina. Otra de sus invenciones fue el indicador, llamado de Watt, con el que se registra sobre un papel la curva de evolución de la presión en el interior del cilindro durante la carrera del pistón.

Asociado con Mathew Boulton, dueño de la fábrica Soho Manufactory en Birmingham, Watt construyó 496 máquinas de vapor para Gran Bretaña y el extranjero, hasta 1800, en que se retiró de la vida activa.

2. Aplicación de la máquina de vapor a la locomoción

La primera referencia de la utilización del vapor, con objeto de poner en movimiento un vehículo, se debe al misionero jesuita padre Verbiest. En 1681 construyó en Pekín un carruaje movido por una turbina, provista de álabes, de forma similar a como la había ideado Branca.

También se atribuye a Denys Papin, antes citado, la construcción de otro modelo provisto, posiblemente, de un pistón y un cilindro. Pero el primer carruaje de vapor práctico llega con el oficial del Ejército francés Nicholas-Joseph Cugnot (1725-1804). En 1769 construyó un prototipo, destinado al transporte de la artillería, que fue objeto de una demostración ante el ministro de la Guerra, duque de Choiseul, con resultado insatisfactorio por un fallo en su sistema de alimentación. Al año siguiente construyó otro modelo (fig. 130), que, hoy día, se encuentra preservado en el Conservatoire des Arts et Metiers en París. El error

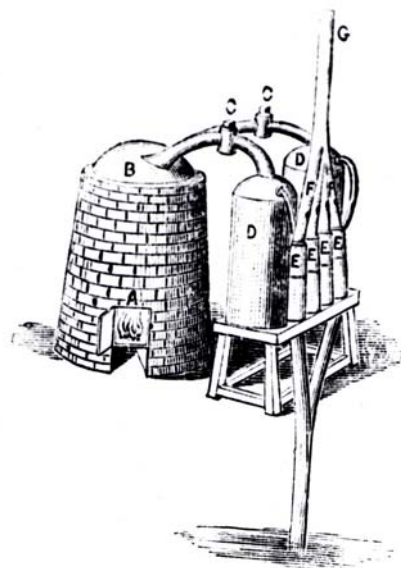


Fig. 127. Máquina de vapor de Savery (1698). A, hogar; B, caldera. Al abrir la llave C, se llena el recipiente D de vapor. A continuación se refrigera D con objeto de que el vapor se condense y se provoque el vacío. Seguidamente se abre por E y se aspira el agua situada en un nivel inferior. Se abre de nuevo la llave C, que expulsa el agua aspirada por el tubo G. La máquina consta de dos recipientes D, D, que se actúan alternativamente. (Biblioteca Nacional).

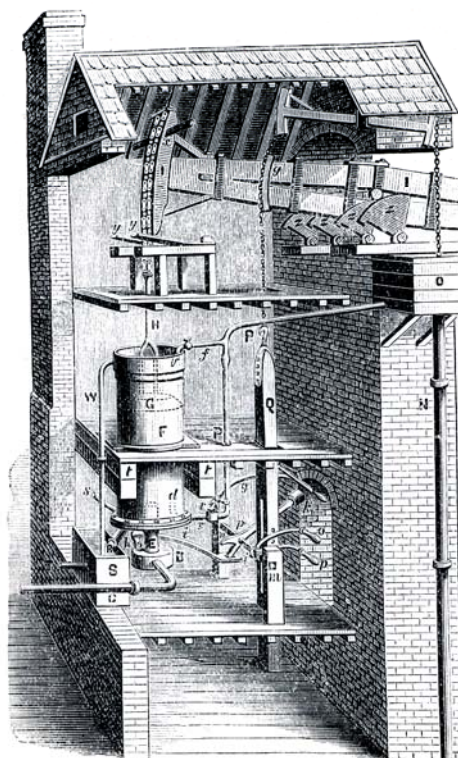


Fig. 128. Máquina de vapor de Newcomen (1712). C, entrada del vapor; F, cilindro; G, pistón; Pd, entrada del agua de refrigeración en el interior del cilindro; Q, vástago conectado mediante una cadena al balancín y cuyo movimiento alternativo abre y cierra el paso del vapor y del agua de refrigeración. (Biblioteca Nacional).

de Cugnot fue situar la caldera sobre la rueda delantera, lo que hacía ingobernable el carruaje.

También existen referencias sobre otro carruaje construido en Amiens por el belga Dallery en 1780, con análogos resultados. Al parecer, el vehículo carecía de estabilidad al disponer de sólo un par de ruedas en el centro y otras de pequeño diámetro en los extremos.

En esta relación de inventores es preciso incluir también al propio James Watt, pues en 1757-58 inició la

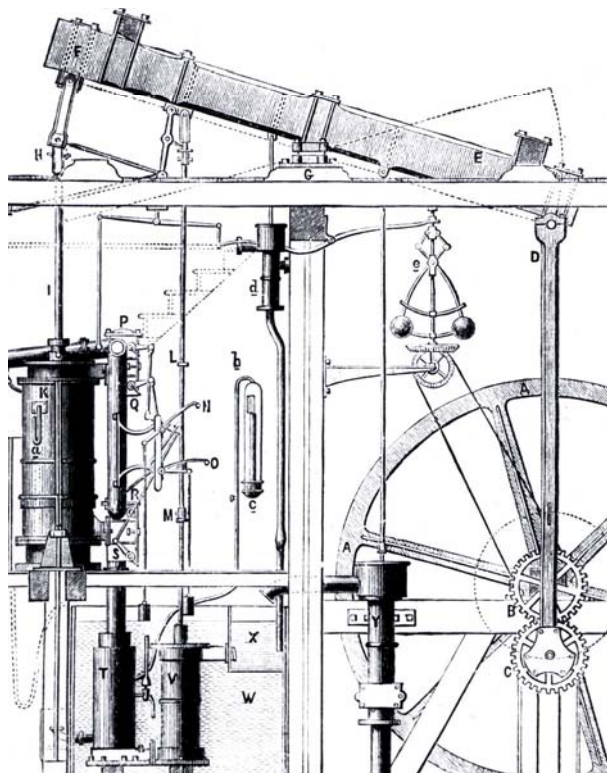


Fig. 129. Máquina de vapor de J. Watt (1781). (Biblioteca Nacional).

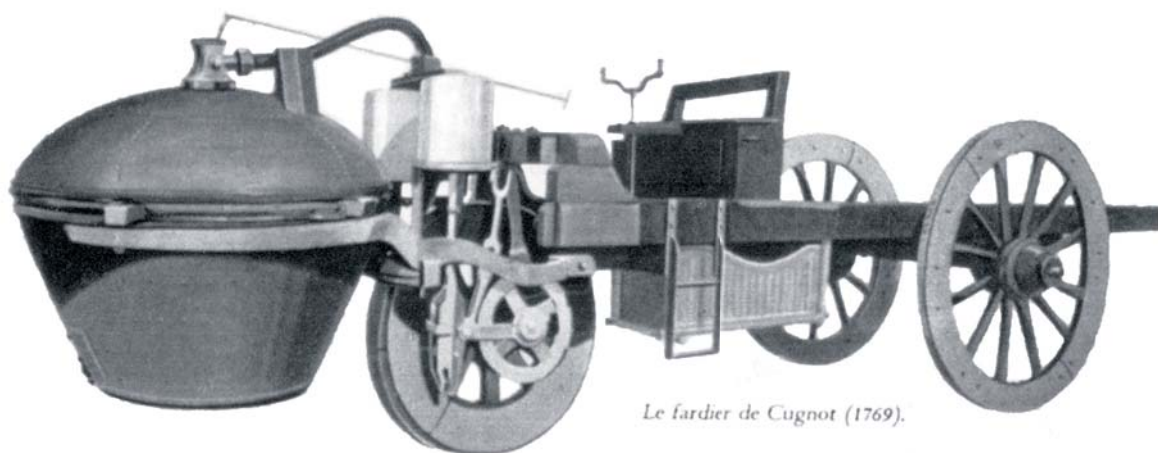
construcción de un carruaje de vapor e incorporó la idea en su patente de 1784. Dos años después comenzó a construir otro modelo, pero, igual que el primero, lo dejó sin acabar.

En 1784, William Murdock, ayudante de Watt, construyó el modelo de la fig. 131, es decir, la primera motocicleta de la Historia. Como puede observarse, el calor era generado por una lámpara de alcohol y el vapor producido actuaba sobre un pequeño cilindro de 1,9 cm de diámetro y 5 cm de carrera.

Dos años después, William Symington presenta un modelo de carruaje (fig. 132) cuya característica más notable era el sistema de transmisión, a base de una cremallera que, accionada por el pistón, engranaba en un piñón.

En 1790, la antorcha pasa a Estados Unidos, donde Nathan Red patenta un carruaje movido por vapor y con el mismo sistema de transmisión que el de Symington. Lo más notable de este vehículo era su caldera tubular.

Otro americano, Oliver Evans, solicitó y obtuvo, en 1787, del Parlamento del Estado de Maryland el derecho exclusivo para construir carruajes movidos por el vapor. Inició la construcción de uno de ellos, pero, al poco, abandonó el intento y transformó el modelo en una máquina de vapor fija, pensando que esta última tendría mayores aplicaciones. En 1804 se sirvió de una de estas máquinas para transportar por tierra una draga de fondo plano. Para ello montó el barco sobre ruedas e instaló en cubierta la máquina de vapor. La hazaña fue comentada en los periódicos, por los que sabemos el exótico nombre dado por Evans al vehículo: *Oruktor amphibolis*.



Le fardier de Cugnot (1769).

Fig. 130. Carruaje de vapor de Cugnot (1769). El peso de la caldera y el bogar sobre la rueda delantera hacían ingobernable el carruaje. (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

Richard Trevithick, de quien trataremos a continuación como creador de la primera locomotora, era ingeniero de las minas de Cornualles (Inglaterra) y se había distinguido por la construcción de máquinas de vapor fijas de alta presión, extensamente aplicadas en las minas de estaño de la región. A finales del siglo XVIII, Trevithick efectuaba ensayos acerca de la posibilidad de la locomoción a vapor en el camino de Camborne (Cornualles). La víspera del día de Navidad de 1801 es una fecha relevante en la historia del transporte. Este día, un carruaje de vapor, ideado por Trevithick, lograba transportar los primeros viajeros del mundo a una velocidad superior a la de paso de hombre, en horizontal, y subir una rampa de 800 m de longitud que los coches de caballos acometían al paso. Al año siguiente, en unión de su socio Vivian, patentaba un carruaje de vapor que, en 1803, exhibió en Londres, durante seis y ocho meses, para hacer publicidad del invento. El asunto fue abandonado por falta de medios económicos.



James Watt (1736-1819)
(Science Museum, Londres)

Durante la década de 1820 a 1830 continuaron los ensayos en Inglaterra, con objeto de conseguir un carruaje de vapor eficaz. De la extensa relación de inventores (Griffiths, Gordon, James, Summers,

Ogle, Maceroni) hay que destacar a Walter Hancock y Goldsworthy Gurney, por las brillantes prestaciones de sus vehículos. Así, en 1829, un carruaje de Gurney (fig. 133) recorrió 320 km en un viaje de Londres a Melksham y regreso, del que se conoce la velocidad media del regreso a 19 km/h. En otra prueba, con un carruaje de Hancock, se subió la cuesta de Pentoville Hill, que tenía una inclinación variable del 12,5 al 5 por 100, a una velocidad comprendida entre 9 y 13 km/h. Este mismo carruaje adquirirá en horizontal una velocidad de 16 a 19 km/h.

Pero los carruajes de vapor no sólo se utilizaron para hacer demostraciones, también se aplicaron al servicio público. Así, Gurney tuvo establecido, durante cuatro meses, un servicio regular entre Gloucester y Cheltenham, con cuatro viajes diarios, llegando a transportar unos 300 viajeros.

Lamentablemente, los carruajes de vapor no tuvieron éxito. A partir de 1830 se levantó una fuerte oposición contra ellos por parte de los empresarios de coches de caballos y también por los comisionados encargados del mantenimiento de las carreteras, unos hombres con gran influencia en el Parlamento. Se objetó a este modo de transporte que la elevada carga

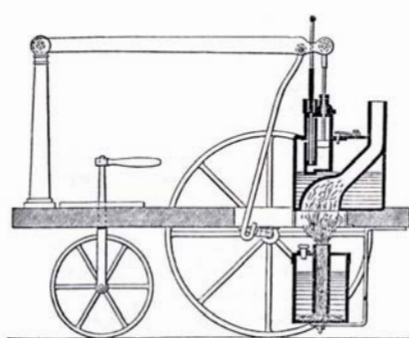


Fig. 131. Carruaje de vapor de W. Murdock (1794), según Kinnear Clark. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

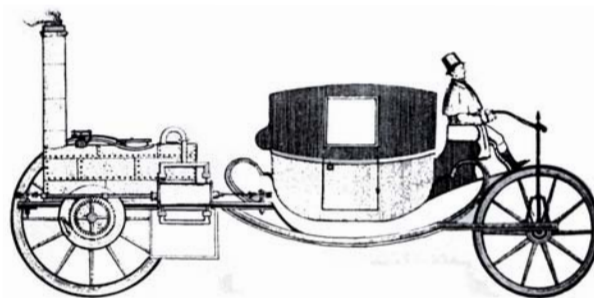


Fig. 132. Carruaje de vapor de W. Synnington (1786). (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

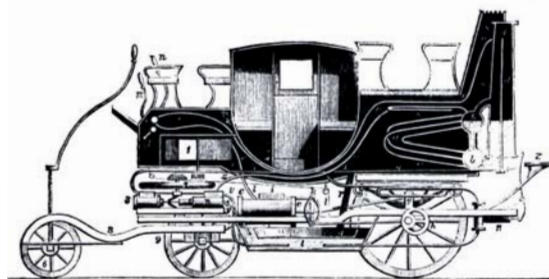


Fig. 52. — Voiture à vapeur de Gurney, 1828.

Fig. 133. Carruaje de vapor de Gurney (1828). Hacia una velocidad media de 19 km/h. (Biblioteca Nacional).

por eje de los vehículos destrozaría las carreteras y que los resoplidos y el humo de las máquinas asustarían a los caballos. La oposición logró imponer sus criterios en el Parlamento y, en consecuencia, éste impuso a los carruajes de vapor unos exorbitantes peajes e impuestos, de modo que no pudieran resultar competitivos.

Bien sea por motivos económicos o por haber sido eclipsados por el ferrocarril que irrumpía revolucionariamente en el mercado del transporte de 1830, la realidad fue que los carruajes de vapor desaparecieron sin dejar otras huellas que las mencionadas.

Desde el punto de vista tecnológico, sin embargo, los carruajes de vapor supusieron un avance notable. Con objeto de obtener la mayor potencia posible por unidad de peso, los inventores utilizaron siempre presiones de caldera elevadas, desconocidas durante décadas en el mundo ferroviario, y lograron demostrar las amplias posibilidades de la máquina de vapor con alta presión y sin condensador.



Richard Trevithick (1771-1833). Retrato al óleo por Linnell (1816). (Science Museum, Londres).

Corresponde a Trevithick el mérito de haber sido el primer técnico de la historia ferroviaria que logró situar una máquina de vapor sobre carriles de hierro.

Poco es lo que se sabe sobre esta locomotora.

El 22 de agosto de 1802, Trevithick dirigía una carta, desde Coalbrookdale, a su amigo Davies Giddy en la que consta la siguiente posdata:

“La compañía Dale ha comenzado un carruaje a su costa para los ferrocarriles, y está dedicándose a ello con la mayor premura”.

Nada más iniciarse las pruebas tuvo lugar un accidente —una explosión o un arrollamiento— que causó la muerte de un operario. Con este motivo, el proyecto fue abandonado, acabando así su efímera vida la primera locomotora del mundo.

En febrero de 1804, Trevithick había construido otra locomotora en la ferrería Penydarren (Merthy Tydvil) (fig. 134), por orden de su propietario, Samuel Homfray. El encargo parece ser estaba motivado por una apuesta de 500 guineas entre éste y Anthony Hill, de la ferrería próxima Plymouth. Se trataba de comprobar si una locomotora sería o no capaz de remolcar una carga de 10 t de hierro.

A través de las diversas cartas de Trevithick a Giddy pueden seguirse, puntualmente, los históricos acontecimientos. El 11 de febrero se encendió el hogar y se hizo funcionar la locomotora, todavía desprovista de ruedas. Dos días después se situó sobre los carriles de hierro con reborde de la línea Penydarren. “Marchó muy bien —decía Trevithick—, tanto en las rampas como en las pendientes, siendo muy gobernable”. En los días sucesivos continuaron las pruebas, llegando hasta 3,2 km de la ferrería. Según su constructor, la locomotora en servicio pesaba 5.080 kg, con un solo cilindro de 21 cm de diámetro y 137 cm de carrera. Remolcando una serie de vagones vacíos, hacía 6,5 km/h. “El vapor expulsado por la máquina se lleva a la chimenea... El fuego arde mucho mejor cuando el vapor sube por la chimenea que cuando esto ocurre mientras permanece parada”. Esta idea de situar el escape en la chimenea fue la gran contribución de Trevithick a la tracción vapor.

3. Richard Trevithick (1771-1833)

Nace Trevithick en Carn Brea, cerca de Redruth (Cornualles), en un ambiente minero. Su padre era un prestigioso técnico de minas en la región. Desde muy joven muestra una gran afición por la mecánica, de modo que pronto abandona los estudios clásicos y entra de aprendiz en las minas. A los dieciocho años aparece en el registro de nóminas de la mina Stray Park con el mayor salario, después del gerente. En 1797 ostenta ya el cargo de ingeniero de las minas de carbón de Cornualles, y es a partir de ese año cuando inicia su carrera incesante de inventos en los más variados campos de aplicación de la mecánica (máquinas y bombas para las minas, la navegación y la agricultura). En 1817 se traslada a América del Sur con objeto de supervisar la exportación de máquinas de vapor a Perú, Colombia y Costa Rica, regresando en 1827 para continuar sus innumerables inventos.

A su muerte, en abril de 1833, tenía entre manos el proyecto de una torre metálica monumental de 300 m de altura. Como reza la tradición en la vida de los grandes hombres, murió pobre. Su entierro fue sufragado mediante una colecta entre los obreros de Dartford.

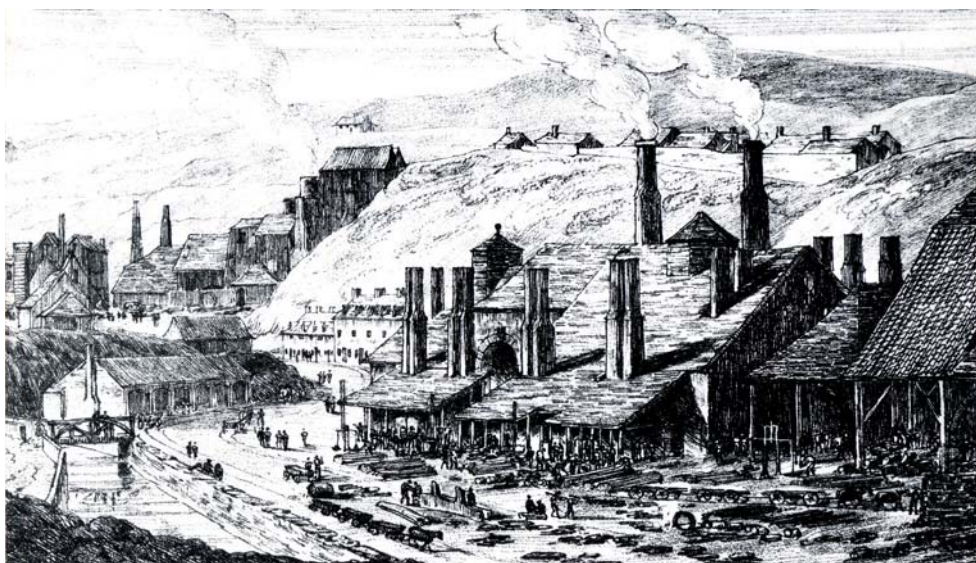


Fig. 134. La ferrería de Pen-y-darren en 1813, según J. G. Wood. Aquí construyó Trevithick su segunda locomotora. (British Library).

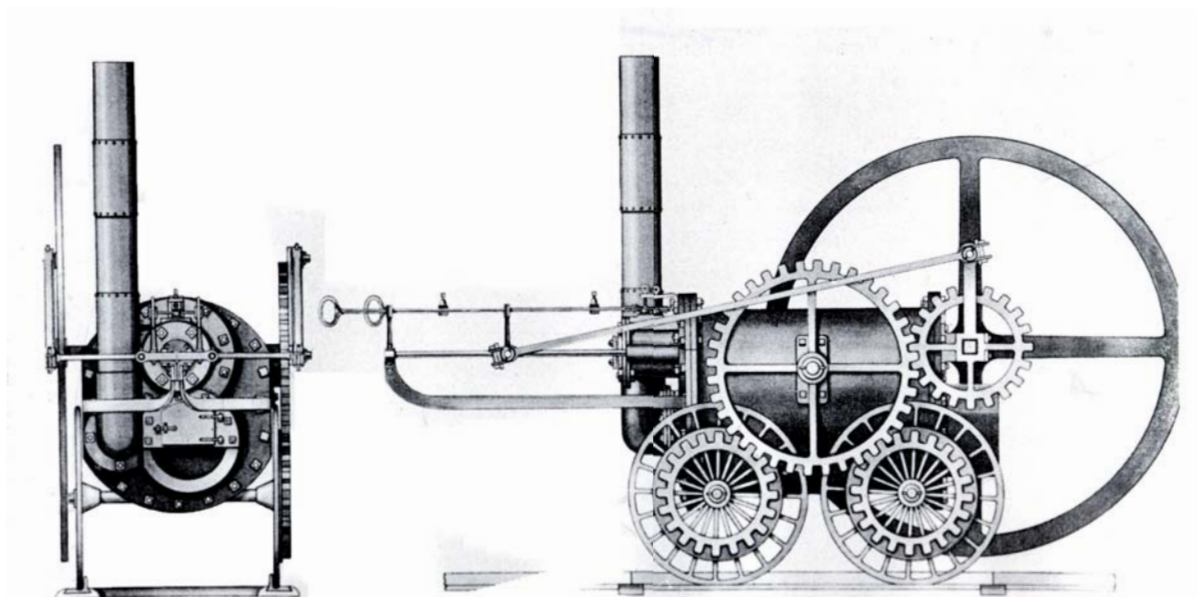


Fig. 135. Plano de locomotora de Trevithick construida en la ferrería de Pen-y-darren (1804). El enorme volante de inercia tenía por objeto superar los puntos muertos de la carrera del pistón, dado que la locomotora tenía un solo cilindro. (Archivo RENFE).

El día 21 se verificó la prueba objeto de la apuesta. La locomotora remolcó cinco vagones con 10.160 kg de hierro y 70 personas subidas sobre ellos. El recorrido de ida fue de unos 15,5 km, empleándose cuatro horas y cinco minutos, si bien se efectuaron diversas paradas para talar algunos árboles y desplazar piedras de buen tamaño, posiblemente por interferir el gálbo. Al regreso, uno de los pernos que sujetaba el eje a la caldera se partió, ocasionándose la pérdida de agua y, con ello, la primera inutilización de una locomotora de que se tiene referencia.

Un periódico, *The Cambrian*, publicaba el 24 de febrero una carta desde Merthy Tydvil describiendo el suceso. Su autor resaltaba la velocidad alcanzada de 8 km/h, así como la ausencia de condensador, un

dispositivo típico de las máquinas de vapor fijas. Para el futuro auguraba una reducción sustancial del número de caballerías dedicadas al transporte.

Posteriormente, la locomotora efectuó dos o tres salidas más, pero según Davies Giddy, que presencié una de ellas, dieron lugar a frecuentes roturas de carril. Esta incompatibilidad de la vía para soportar la carga por eje de las locomotoras, supuso un constante obstáculo para su desarrollo y perfeccionamiento.

Aunque no hay certeza completa, el diseño de esta locomotora es el de la fig. 135, si bien contiene algún error, como el de la carrera del cilindro con 91 cm, en lugar de 137 cm indicado por el propio Trevithick.

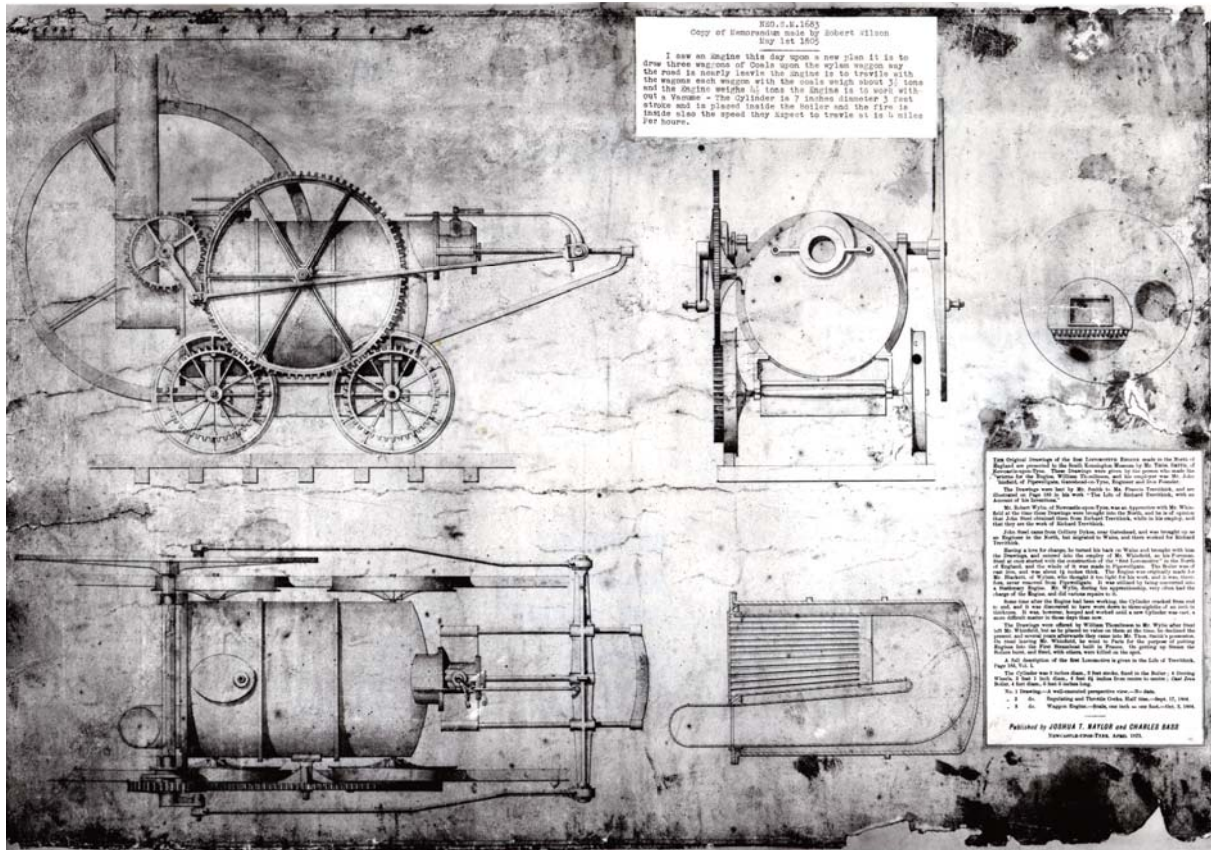
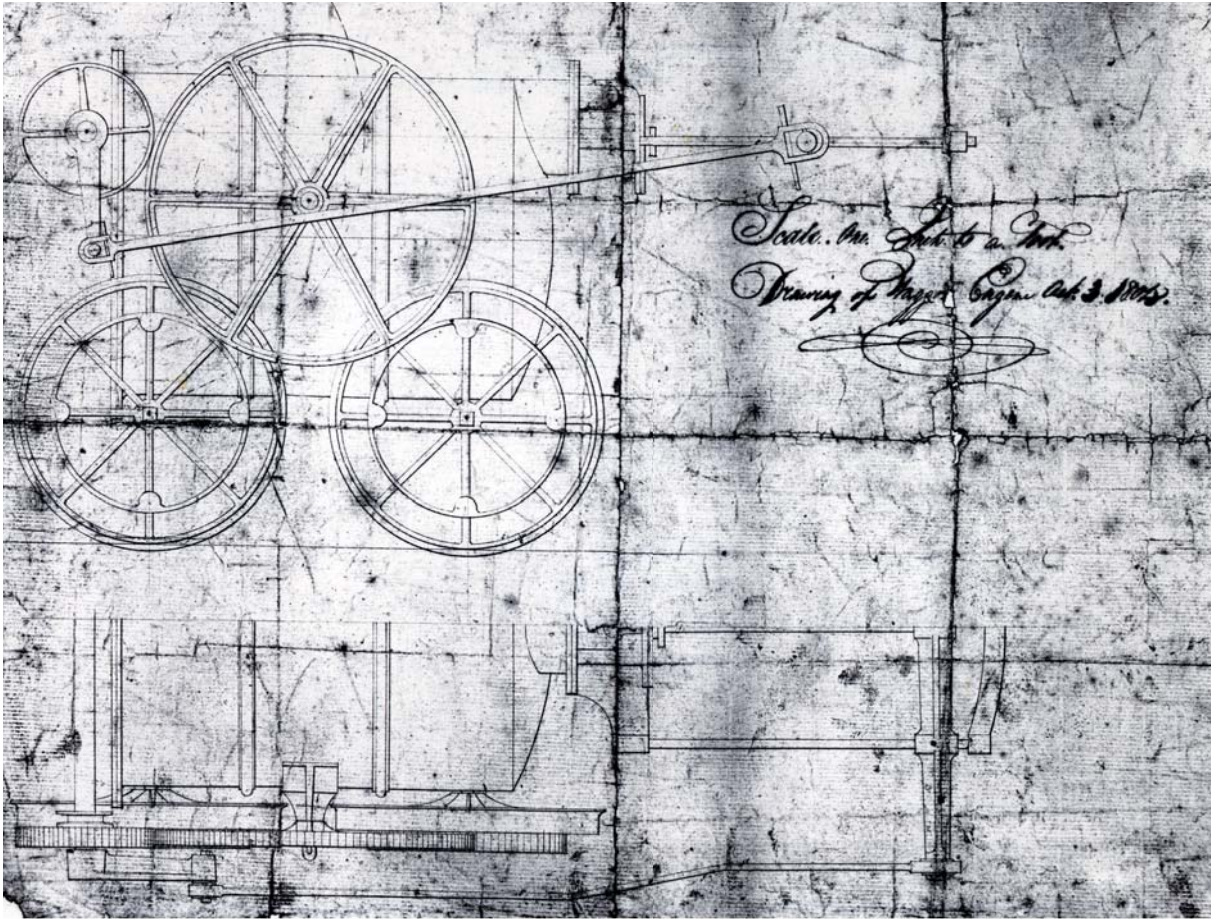


Fig. 136. Dibujos de la locomotora de Trevithick, construida en la fundición de Gateshead (1805). (Science Museum, Londres).

La caldera tenía un solo tubo de humo con flujo de retorno, es decir, con forma de U, estando situadas, por tanto, la chimenea y la puerta del hogar en el mismo lado. La distribución se hacía mediante la varilla, provista de un asa en el extremo, y que, según la figura, queda situada paralelamente al árbol del pistón. En dicha varilla había dos tacos accionados alternativamente por la barra vertical solidaria con la cruceta. Esta varilla actuaba sobre una válvula giratoria de cuatro vías que tenía por misión conducir el vapor a un lado y otro del pistón, así como facilitar su evacuación a la chimenea. El asa de la varilla tenía por objeto situar la válvula en posición para el arranque o cambio de marcha. Carecía de válvula de seguridad y de sitio para el maquinista, por lo que éste debería caminar a su lado como hicieron los conductores de los vagones en los siglos precedentes.

La siguiente locomotora le fue encargada por Christopher Blackett, el propietario, como vimos, de la mina y línea Wylam. Se construyó el año 1805, en la fundición de John Whinfield en Gateshead (Newcastle), por un ayudante de Trevithick, John Steel, al que éste facilitó los planos, de los que se conserva copia (fig. 136). El diseño es prácticamente igual al precedente, aunque el cilindro tiene aquí 23 cm de diámetro —según el hijo de Trevithick eran 18 cm— y 91 cm de carrera. Un anciano operario de la fundición declaró que se construyó una vía temporal para efectuar las pruebas, que dieron excelentes resultados, pero, a pesar de ello, Blackett se negó a recepcionarla, quedando en la fundición, donde se utilizó como máquina fija para accionar los fuelles de los hornos. Desconocemos los términos del contrato de adquisición, pero habría alguna cláusula que permitía a Blackett rechazar el pedido. La hipótesis más probable es que éste debió quedar sorprendido por el enorme peso de una locomotora de 4.572 kg que, en pocos días, habría destruido los carriles de madera de la línea.

Tres años después, en 1808, Trevithick realiza un último intento. Alquila un solar en Londres, próximo al lugar donde hoy se alza la estación de Euston, e instala en él una vía circular —probablemente con carril de hierro con reborde— rodeada de una valla, con el fin de realizar exhibiciones públicas mediante el pago de una entrada. El diseño de la locomotora utilizada en esta ocasión figura en las tarjetas que, bien utilizaba como entrada, o repartía como propaganda (fig. 137). El dibujo es muy simple y carece de rigor, lo que no permite deducir dimensiones. Sabemos que su peso era de más de 8 t, según comunicó Trevithick a su amigo Giddy en julio de 1808. Por sugerencia de una hermana de este último, se le puso por nombre *Catch me who can*

(Cógeme si puedes), que figuraba en una placa sobre la locomotora.

Su elevado peso volvía a dar quebraderos de cabeza a Trevithick, pues durante los cuatro o cinco días de las pruebas, la locomotora destrozó las traviesas y partió los carriles, de modo que tuvo que renovar completamente la vía. El *Times* del 19 de julio de 1808 decía:

“LOCOMOTORA DE CARRERAS. Esta sorprendente máquina comenzará a exhibir al público su potencia y velocidad, HOY, a las 11 en punto, continuando sus pruebas sólo unos pocos días. Las entradas, a 5 chelines, se pueden retirar en el mostrador de todos los cafés de Londres, así como en...”.

Surgirían nuevas dificultades, pues la inauguración hubo de posponerse hasta septiembre, según se deduce del *Star* del día 5, donde se vuelve a insistir en que la exhibición será por pocos días, una expresión publicitaria hoy hartamente desacreditada por su falsedad. En este anuncio, la nueva máquina desafiaba a recorrer en veinticuatro horas más millas que cualquier caballo de Inglaterra.

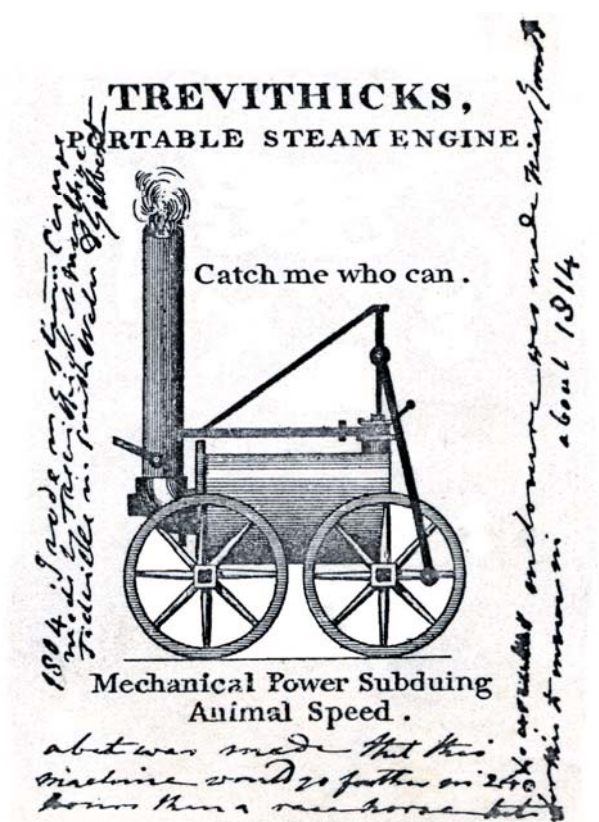
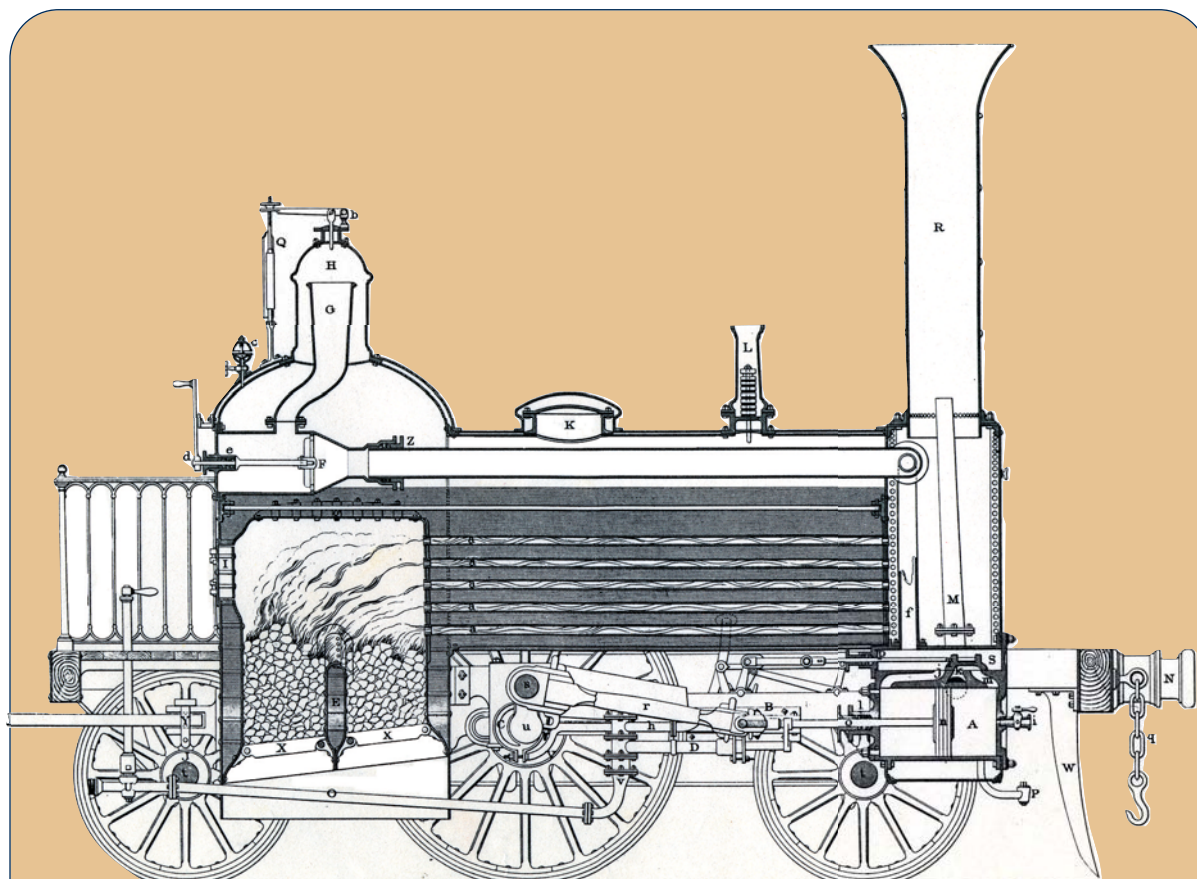


Fig. 137. Croquis de la tercera locomotora construida por Trevithick (1808). Texto: Máquina de vapor móvil de Trevithick. Cógeme si puedes. La potencia mecánica vence a la velocidad animal. (Archivo RENFE).



FUNCIONAMIENTO DE LA LOCOMOTORA DE VAPOR

Generador o caldera de vapor

Consta del hogar, el cuerpo cilíndrico, atravesado por los tubos de humo, y la caja de humo en la parte delantera.

En la caldera están situados:

L: Válvula de seguridad de resorte, inaccesible al personal de conducción.

H: Cúpula para la toma de vapor seco por el tubo.

Q, b: Válvula de seguridad regulable.

d, F: Regulador y válvula para graduar el vapor de admisión.

Mecanismo motor

A: Cilindro.

f: Tubo de admisión del vapor en el cilindro procedente de la caldera.

T, S: Válvula de distribución plana. El movimiento oscilante de la válvula descubre alternativamente las lumbreras de admisión *j* y *m* para la entrada del vapor en el cilindro. En tanto que el vapor pasa por *j*, al lado izquierdo del pistón, el vapor existente en el lado derecho es expulsado

por las lumbreras *m* y *k* a la chimenea, a través del tubo *M* de escape.

M: La salida del vapor en el centro de la chimenea *R* provoca una depresión que aviva el tiro de los gases procedentes del hogar.

a: Árbol del pistón.

B: Cruceta para guiar el movimiento alternativo del árbol del pistón.

r: Biela.

u, S: Manivela. Las manivelas de ambos cilindros están caladas 90°, de modo que cuando el pistón de uno de los cilindros se encuentra en el punto muerto, el correspondiente del otro lado queda situado en la posición de máximo esfuerzo.

C: Excéntrica que acciona, a través del mecanismo de distribución, la válvula plana *TS*.

Alimentación

D: Bomba de alimentación. En las primitivas locomotoras, esta bomba era accionada por el árbol del pistón y, por consiguiente, resultaba imprescindible poner en movimiento la locomotora para introducir agua en la caldera.

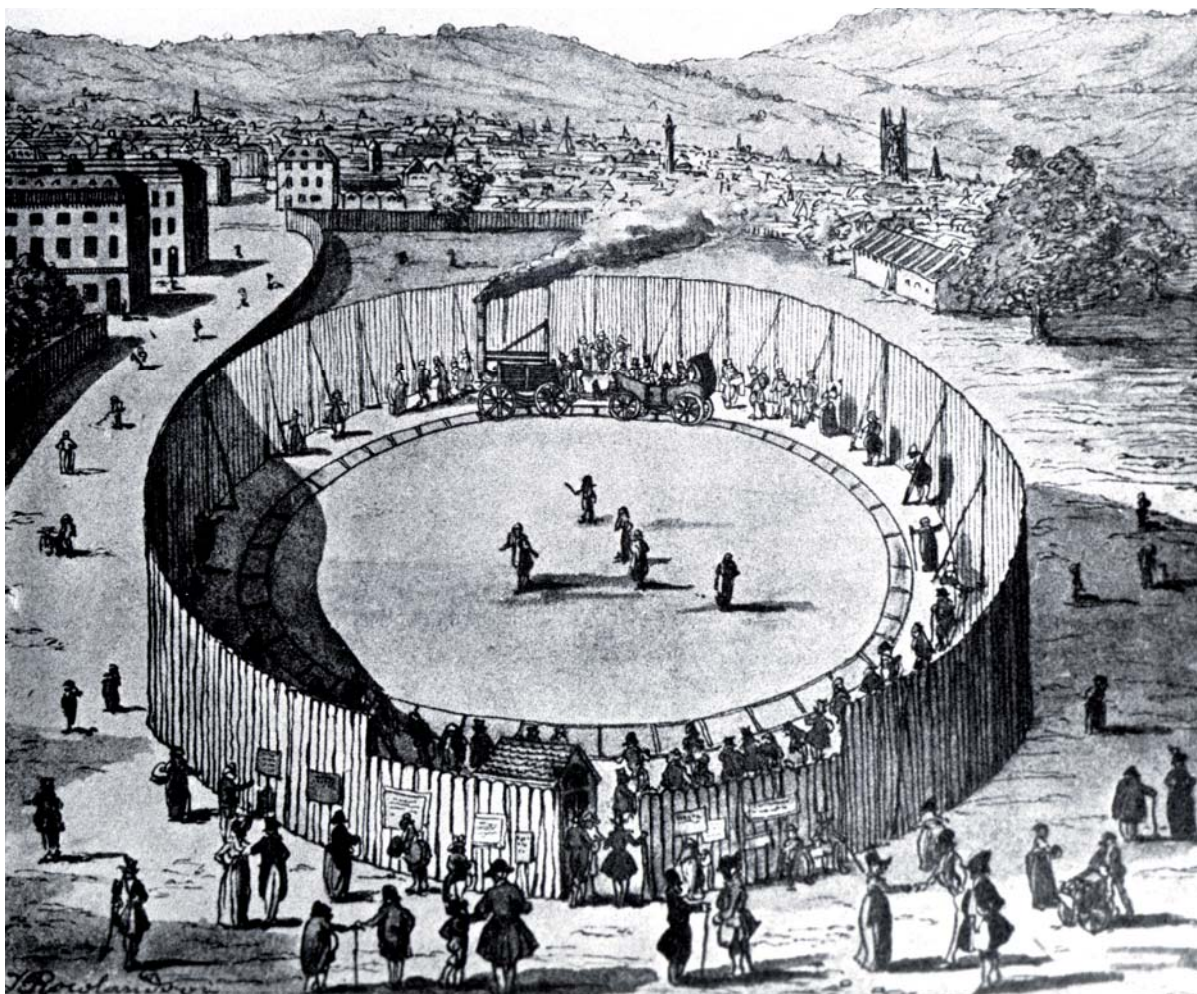


Fig. 138. La exhibición de la locomotora de Trevithick en Londres, según un grabado de Rowlandson. Se trata de una representación imaginaria posterior, pues una de las iglesias que se divisan en el fondo fue construida en 1826, dieciocho años después del acontecimiento. (Archivo RENFE).

Desgraciadamente, el asunto acabó mal, como todos los emprendidos por Trevithick en el campo ferroviario. La locomotora circuló algunas semanas, hasta que descarriló y volcó con motivo de la rotura de un carril. Tanto ésta como las anteriores roturas se achacaron a la inestabilidad de la plataforma, pero la realidad es que la locomotora resultaba demasiado pesada para una vía tan débil.

En la fig. 138 se muestra la exhibición de Trevithick con gran realismo, aunque los expertos han dictaminado que el grabado es de fecha muy posterior al de este acontecimiento.

Taylor Swainson

Según consta fehacientemente, en 1812 se probó una locomotora con objeto de llevar hasta el puerto los vagones de carbón de las minas de Whitehaven. Su proyectista y constructor fue Taylor Swainson, en aquellos tiempos el técnico de las minas. La locomotora dio buenos resultados, pero tuvo que desecharse por las frecuentes roturas de carril a que daba lugar su enorme peso sobre los carriles de hierro fundido

de la línea. Un incendio destruyó los planos que se conservaban de esta locomotora, pero según el testimonio de uno que los vio, la locomotora tenía un gran volante de 2,13 m de diámetro y una disposición de sus elementos muy similar a las de Trevithick, de las que no sería más que una copia. Esta locomotora de tan corta vida fue denominada *Iron Horse* (Caballo de hierro).

4. John Blenkinsop y Matthew Murray

Cuatro años después del fracaso de Trevithick, es decir, en 1812, otros técnicos y en lugares diferentes de Inglaterra reanudaron los esfuerzos para conseguir situar una máquina de vapor sobre carriles. Veamos, en primer lugar, el intento de mayor éxito y repercusión posterior.

En 1811, el gerente de la mina y línea Middleton (fig. 139), John Blenkinsop, había patentado lo que hoy conocemos como el ferrocarril de cremallera. La patente tenía por objeto el transporte de carbón, y aunque no se mencionaba el motor que ha-

bría de utilizarse, se indicaba como preferible la tracción vapor.

Para poner en práctica su patente, Blenkinsop buscó la colaboración de la compañía Fenton, Murray and Wood de Leeds, que era, después de Bulton and Watt, el fabricante más importante de máquinas de vapor. Uno de sus socios, Matthew Murray (1765?-1826), hizo el proyecto, verificándose la primera prueba el día 20 de junio de 1812. El periódico *Leeds Mercury* del 27 se hacía eco de este suceso:

“Esta locomotora es, por supuesto, una máquina de vapor de 4 CV de potencia que, mediante unas bielas, hace girar una rueda dentada que engrana en unos dientes de hierro instalados a un lado del camino y es capaz de moverse, con una pequeña carga, a una velocidad de 16 km/h”.

“A las cuatro en punto de la tarde, la locomotora fue desde el cargadero hasta la cima del Hunslet-Moor y allí se engancharon, por la parte trasera, seis y después ocho vagones de carbón de 3,25 t cada uno. Con esta inmensa carga, a la que se añadieron unos 50 especta-

dores que subieron sobre los vagones, al acercarse a la ciudad, partió de regreso al cargadero, haciendo el recorrido de unos 2,4 km, la mayoría en horizontal, en veinticinco minutos sin el menor incidente. La prueba fue presenciada por cientos de espectadores y fue coronada por el éxito más completo. Cuando se piensa que este invento es aplicable a cualquier ferrocarril, y que en éste de Mr. Brandling se ahorrarán 50 caballerías, amén del pienso necesario, y casi 200 operarios, no podemos dejar de aclamar este invento como uno de los de mayor utilidad pública y situar al inventor entre los benefactores de su patria”.

De esta locomotora se conserva una detallada descripción, acompañada de un plano (fig. 140), publicados por el técnico francés Andrieux en el *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, correspondiente al mes de abril de 1815.

Por referencias posteriores, se sabe que este plano, facilitado por el propio Murray, corresponde al primitivo proyecto de la locomotora, que fue después objeto de importantes modificaciones. Así, las dos cremalleras situadas en ambos hilos del carril fueron



Fig. 139. La mina de Middleton, según un grabado de G. Walker (1814). (National Railway Museum, Inglaterra).

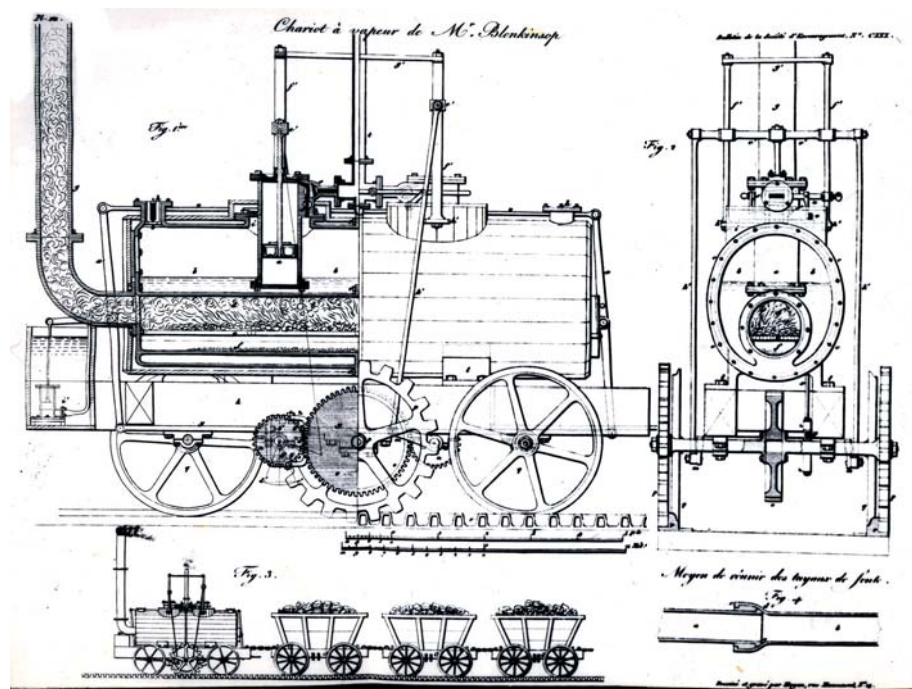


Fig. 140. Planos de la locomotora de Blenkinsop, según el Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie National (1815). (Biblioteca Nacional).

sustituidas por una sola, dado su elevado coste. Murray, como buen técnico, no estaba conforme con esta disposición. Prefería situar la cremallera en el eje de la vía, como hoy se hace, para evitar los esfuerzos transversales que se originan al estar ésta situada en uno de los carriles, pero esta solución hubiera hecho el camino incompatible con la tracción animal, al entorpecer el paso de las caballerías. En el plano aparecen las bielas de los cilindros caladas a 180° , actuando el vapor por simple efecto, es decir, por la parte superior de los cilindros. La realidad es que las ilustraciones posteriores corroboran la afirmación del propio Blenkinsop de que las bielas se calaron a 90° , lo que implica, evidentemente, cilindros de doble efecto, actuando el vapor alternativamente por ambas caras del pistón (fig. 141). Esta disposición, que aquí aparece por vez primera, fue mantenida en todas las locomotoras construidas durante la era de la tracción vapor. También fue eliminada la bomba de alimentación que aparece en la parte delantera de la locomotora, posiblemente a causa de sus continuas averías.

La caldera de hierro fundido tenía sección ovalada, con una presión de $3,86 \text{ kg/cm}^2$ y dos válvulas de seguridad de resorte, cuya presión se regulaba mediante un tornillo, es decir, al estilo de las que hoy se utilizan. De la escala del plano se deduce para los cilindros un diámetro de 22,8 cm, si bien la realidad es que éstos tenían 20,3 cm y 61 cm de carrera. El mecanismo de distribución —puede distinguirse en la figura— se basaba en válvulas de cuatro vías giratorias como las utilizadas por Trevithick, del que también se copia la disposición de los cilindros parcialmente inmersos en la caldera. Prueba de ello es que abonaba a éste 30 libras al año por los dere-

chos de su patente. Las válvulas mencionadas giraban 60° mediante una transmisión por bielas articuladas, situadas en ambos extremos de la caldera, que tomaban el movimiento de la rueda dentada central situada en la parte inferior.

Se construyeron cuatro locomotoras que, según la tradición, recibieron por nombres *Prince Regent*, *Salamanca*, *Lord Wellington* (según otros, *Marquis Wellesley*) y *Marquis Wellington*⁸¹.

Sus prestaciones eran muy brillantes en relación con el período histórico considerado, pues en una carta de fecha 26 de marzo de 1814, dirigida por Blenkinsop al *Monthly Magazine* (junio de 1814), éste afirmaba que remolcaban 30 vagones cargados de carbón, es decir, unas 105 t, a 5,6 km/h en horizontal, aunque en otra carta particular indicaba que en la práctica diaria el tren se componía de sólo 20 vagones con 74 t.

Al no haber bomba de alimentación, la capacidad de la caldera se calculó de acuerdo con el agua consumida en cada viaje, siendo precisa la toma de ésta al término de cada uno de ellos. Blenkinsop no ignoraba que calentando el agua de alimentación se reducía el consumo de combustible, pues consta que realizó pruebas en este sentido. En la cuarta locomotora de las citadas, la caldera se construyó de hierro forjado, un perfeccionamiento aplicado por los cons-

⁸¹ Con *Salamanca* se trataba de conmemorar la batalla del mismo nombre, ganada por el general Wellington a los franceses el 22 de julio de 1812, durante la guerra de la Independencia. Wellington estaba al frente del cuerpo expedicionario inglés, enviado por Inglaterra a la Península en nuestra ayuda.

tractores sucesivos hasta la aparición del acero. También se sustituyó la distribución, lo que nos lleva a suponer que fue entonces cuando se emplearon los cilindros de doble efecto.

Ya hemos visto anteriormente cómo la falta de solidez de la vía supuso un factor limitativo en el desarrollo de la locomotora. Otro factor, no menos importante, fue el riesgo de explosión. En 1818, una de las calderas explotó con motivo de haber sobrecargado el maquinista las válvulas de seguridad, perdiendo la vida en el accidente. Según el *Leeds Mercury* del 15 de febrero de 1834, ocurrió otra explosión el día 12, quedando hecho pedazos el cuerpo del maquinista, que fue proyectado en todas direcciones. Con motivo de esta desgracia se suprimió la tracción vapor y se restauró la tracción animal.

Las locomotoras de Blenkinsop en otras líneas

Sabemos con certeza que Murray construyó, en total, seis locomotoras, de las que tres o cuatro prestaron servicio en la línea Middleton. Las dos restantes se utilizaron en la línea de las minas Kenton y Coxlodge, próximas a Newcastle, que fue inaugurada el 2 de septiembre de 1813.

De cartas cruzadas entre Watson, uno de los propietarios de las minas, y Blenkinsop y Murray se deduce que aquél adquirió dos locomotoras, inaugurándose el servicio con una de ellas. Otra, llamada *Willington*, al parecer se utilizó en una línea con el mismo nombre, pero se devolvió más tarde a Middleton, una vez finalizado el plazo del alquiler.

Las minas Orrell, cercanas a Middleton, también utilizaron el ferrocarril de cremallera en la parte media de la línea que las unía con el canal de Liverpool. Diversas publicaciones de 1822 nos proporcionan algunos datos sobre dos locomotoras empleadas aquí.

Una de ellas indica que pesan en servicio 7 t y se las denomina popularmente con el mote de “Caballo andante” por sus resoplidos cada vez que expulsan el vapor por la chimenea. Remolcan 20 vagones cargados con más de 1 t de carbón, a 6,4 km/h por las rampas y a 8 o 9,6 km/h por los tramos en horizontal. Otra publicación se refiere a tres locomotoras, una de ellas de reserva, en servicio desde 1813. Se indican las prestaciones de 4,8 km/h con una carga remolcada de 12 vagones y 36 t en total, sobre una rampa que varía de 23 a 27 por 1.000, y la misma velocidad con una carga remolcada de 90 t en horizontal. Aquí se indica un peso en servicio de 6,5 t y una presión de 2,25 kg/cm². Las locomotoras adquiridas por Watson, antes indicadas, para las minas de Kenton y Coxlodge pesaban cerca de 5 t.

Hay rastros de otras locomotoras Blenkinsop en tres líneas más, situadas en el País de Gales, por las que éste cobraba los derechos de patente.

Exportación de las locomotoras de Blenkinsop

El periódico *Spencersche Zeitung* del 20 de junio de 1816 daba una extensa noticia acerca de una locomotora, construida en la Real Fundición de Berlín como resultado de un viaje a Inglaterra realizado por el superintendente Kriger. Se preveía prestara servicio en el ferrocarril que unía las minas de carbón de Königsgrube con la ferrería de Königshütte, en Silesia.

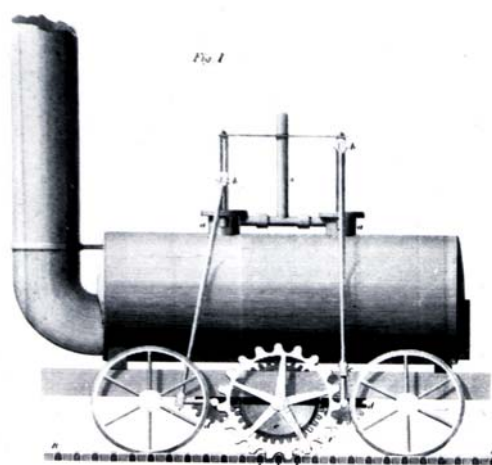


Fig. 141. Locomotora de Blenkinsop, según *Treatise on railroads* de N. Wood (1825). Las bielas de los cilindros están caladas a 90°. (British Library).

La descripción de la locomotora con su piñón y cremallera corresponde a Blenkinsop. La caldera, añade, tiene 1,29 m de longitud y 0,61 m de diámetro, con una chimenea de 1,82 m de altura. También describe los dos cilindros parcialmente inmersos en la caldera, facilitando sus dimensiones: 15 cm de diámetro y 38 cm de carrera.

Se efectuaron pruebas con éxito en la misma fundición sobre una vía temporal, admitiéndose al público, según el *Vossische Zeitung*, mediante una entrada de 10 pfennings destinados a obras de caridad.

En octubre se envió a su destino desarmada en 30 contenedores, pero en el momento de iniciar las pruebas se comprobó que el ancho de las ruedas no correspondía con el ancho de la vía de la línea. El ferrocarril tenía un ancho de vía de 3 pies de Silesia, pero en Berlín se diseñó la locomotora para 3 pies de Prusia⁸². No obstante, por orden de Berlín se efectuaron nuevas pruebas sobre otra vía temporal, pero la

⁸² Equivalente a 0,93 m.

resistencia, aversión y miedo a una explosión existente en Königshütte dio lugar al más completo fracaso.

La Real Fundición construyó otra locomotora para las minas de Saarbrücken con objeto de transportar el carbón hasta el río Saar. El 2 de septiembre de 1818 se envió por mar, vía Hamburgo, a Amsterdam, llegando a su destino en febrero del año siguiente. Esta locomotora era de mayor tamaño que la anterior, pues la caldera tenía 2,5 m de longitud y 1 m de diámetro. En las pruebas, los resultados fueron desalentadores por su escasa potencia. Con el fin de elevar ésta, se aumentó la presión de timbre de 1,5 kg/cm² a 3 kg/cm², pero ello dio lugar a fugas de vapor por las juntas de las planchas. En 1835 se vendió como chatarra.

Hay referencias acerca de otra locomotora de esta misma clase, construida por la compañía Horlot, de la región minera de Lieja (Bélgica), con el mismo lamentable resultado.

5. William Chapman (1749-1832)

El 30 de diciembre de 1812, William Chapman y su hermano Edward patentaron “un carruaje motor, sea con vapor, gas inflamable o cualquier otra cosa”, del que se construyeron dos prototipos. William era un ingeniero civil de considerable reputación, constructor de canales y puertos y autor de numerosas patentes y diversas publicaciones sobre ingeniería. En el capítulo anterior tuvimos ocasión de recoger su propuesta de un vehículo con bogies para el transporte de barcos por ferrocarril.

En la patente mencionada, la parte más importante es la dedicada al bogie de su locomotora y del que, no hay duda, fue el inventor. El dibujo de la fig. 142 corresponde al original de la patente y muestra un bogie trasero sobre el que propone cargar los dos tercios del peso de la locomotora. También indica que,

si hubiera que repartir el peso sobre más ejes, podría sustituirse el eje delantero por otro bogie similar.

El movimiento se conseguía de forma original. A lo largo de la vía y en toda su longitud se tendía una cadena, fija en sus dos extremos, que estaba soportada por unas horquillas situadas a intervalos frecuentes. La cadena pasaba alrededor de un tambor situado en la locomotora, de manera que al girar éste, en un sentido o en otro, el vehículo se desplazaba. Debajo del tambor, Chapman situaba dos más con objeto

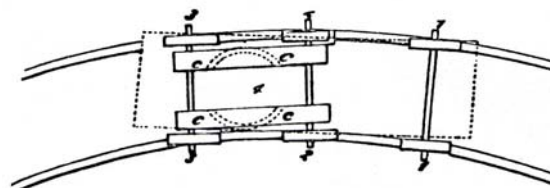


FIG. 17.

Fig. 142. El bogie de la locomotora de W. Chapman, según el original de la patente del autor (1812). (Archivo RENFE).

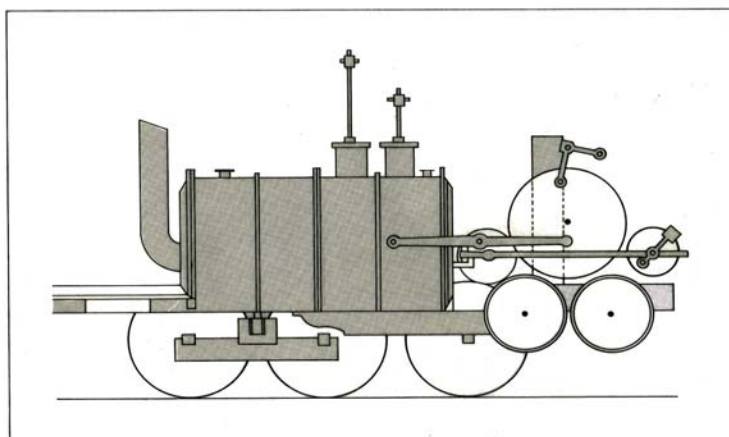
de que la cadena abrazara prácticamente todo el perímetro de éste, evitando así el deslizamiento de la misma (fig. 143).

La máquina estaba constituida por una caldera con un tubo de humo con flujo de retorno y dos cilindros de 61 cm de carrera.

Una locomotora, según este principio, fue probada en la línea Heaton en octubre de 1813. A las pocas semanas, el proyecto se abandonó debido a las frecuentes roturas de la cadena.

El 21 de diciembre de 1814 se probó otra locomotora, de acuerdo con la patente mencionada, en la línea Lambton que aflúa al río Wear. Según el *Tyne Mercury*, remolcó 18 vagones de carbón, unas 64 t en total, sobre una rampa de 8,7 por 1.000 a 6,4 km/h.

Fig. 143. Locomotora de W. Chapman, según el original de la patente del autor (1812). (Dibujo: Luis Biela).



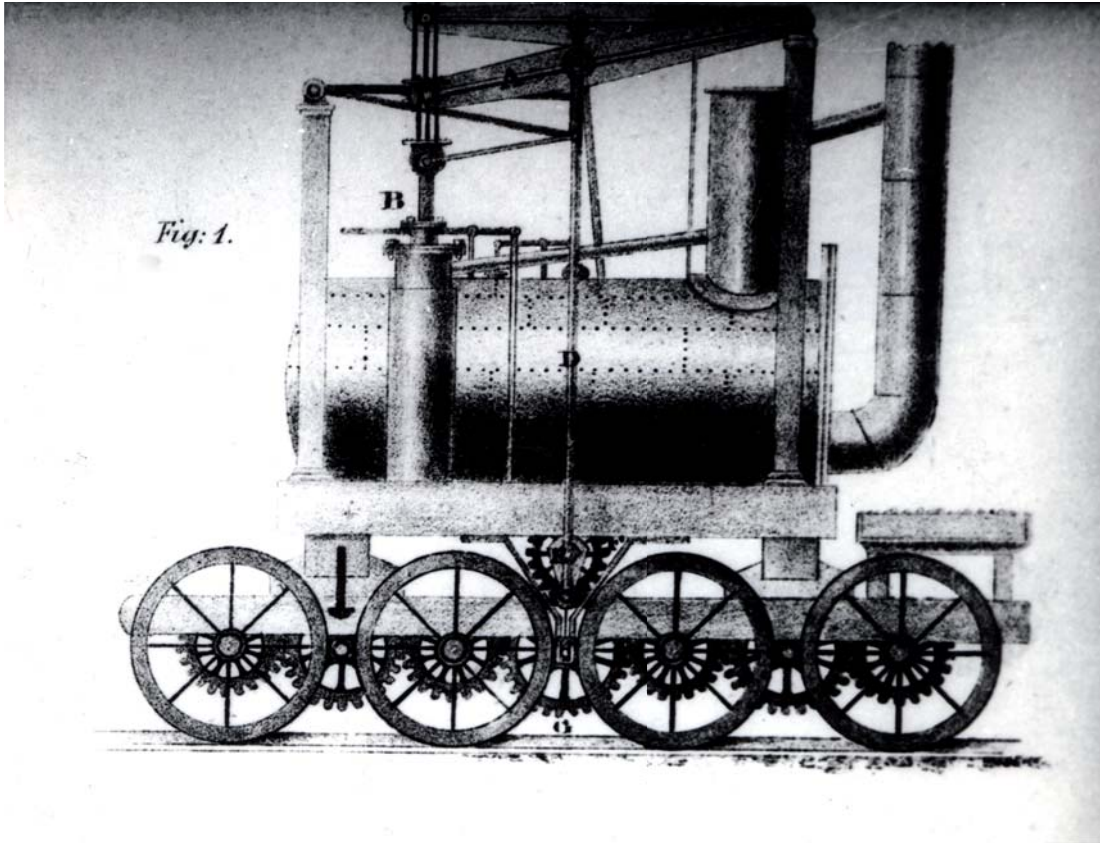


Fig. 144. Locomotora de W. Chapman, según el *Journal of Elemental Locomotion* de Gordon (1832). (British Library).

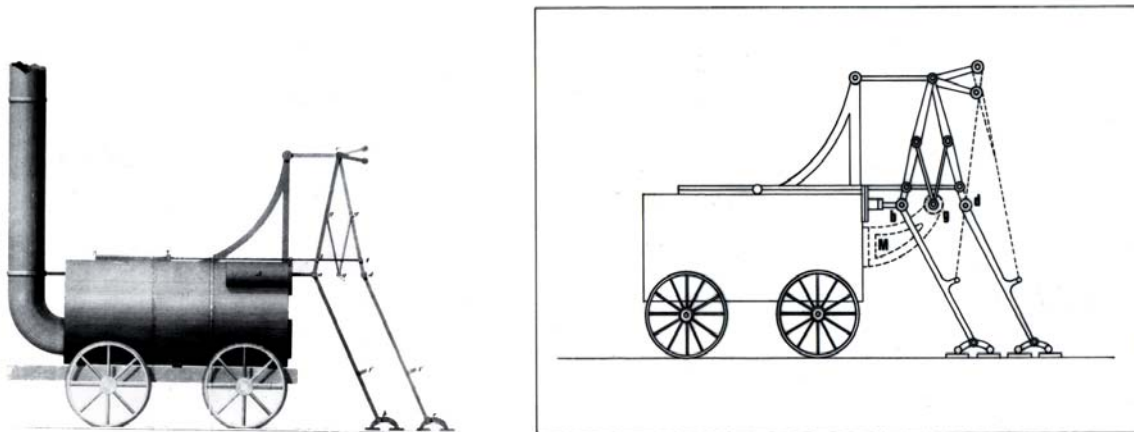


Fig. 145. Locomotora de W. Brunton, según *Treatise on railroads* de N. Wood (1825). (British Library).

Fig. 146. En todas las ilustraciones de la locomotora de W. Brunton se muestra el punto g libre. La realidad es que tiene que estar fijo, mediante la pieza M marcada con trazos, con objeto de que los puntos b y d sigan trayectorias horizontales. (Dibujo: Luis Biela).

En el *Reportory of Arts* de febrero de 1814 se indica además que los carriles de fundición de la línea estaban previstos para una carga de 1,5 t por eje, pero como la locomotora en servicio pesaba 6 t, se había recurrido a montarla sobre cuatro ejes, en lugar de dos, es decir, se utilizaron, de alguna forma, los bogies patentados por Chapman.

Un diseño probable de esta locomotora se indica en la fig. 144, aunque es difícil admitir que los bogies pivotaran y mantuvieran, al propio tiempo, los engranajes en contacto. Para ello habría sido necesario construir los dientes con su cabeza o borde exterior circular, lo que parece tecnológicamente muy avanzado para su época. No hay rastros de esta locomotora en fechas posteriores. En lo que Chapman resultó ser un hombre con visión de futuro, fue en

su propuesta, hecha en 1825, sobre los coches restaurantes:

“El solo punto que falta por considerar es transportar los viajeros de un lugar a otro con rapidez y confort, lo que se puede conseguir con grandes carruajes sobre ocho ruedas, que lleven medios necesarios para proveer a éstos de desayuno, comida, etcétera, mientras circulan”.

6. William Brunton (1777-1851)

Aunque la aportación de Brunton a la tecnología de la tracción vapor es despreciable, merece la pena mencionarla, aunque no sea más que por su ingenuidad. Brunton era un hábil mecánico que había trabajado en la compañía Boulton and Watt, pasando en 1808 a la ferrería Butterley (condado de Derby). Su curiosa patente de mayo de 1813 se refiere a una locomotora provista de un cilindro horizontal, situado en la parte trasera, que accionaba un par de patas metálicas por el eje de la vía (fig. 145).

Según el propio Brunton, se construyó en la ferrería mencionada una locomotora para la línea Newbottle, próxima a Newcastle, que fue probada con excelente resultado. De acuerdo con diversos testimonios, prestó servicio desde 1813 hasta mediados de 1815. El 31 de julio, con motivo de haber sobrecargado el maquinista la válvula de seguridad, explotó la caldera durante una prueba en la que se remolcaban 20 vagones. Hubo tres muertos —uno de ellos el maquinista— y 15 heridos, pues la prueba había despertado la curiosidad de numeroso público. El objeto de ésta era comprobar el funcionamiento de una nueva caldera con que se había dotado a la locomotora.

Existen referencias de otra locomotora para la línea Rainton que estaba conectada con la anteriormente citada, pero poco más se sabe de ella.

En una comunicación de Brunton a la revista *Repository of Arts*, dice que la caldera era de hierro forjado con 0,91 m de diámetro y 1,67 m de longitud, “construida de una manera tal que evitaba toda curvatura aguda de las planchas y capaz de soportar una presión interna de 28 a 35 kg/cm²”, aunque la presión de timbre era sólo de 2,8 a 3,1 kg/cm². Entre otros datos, citaba el peso de la locomotora en servicio de unas 2,3 t y el cilindro con 15 cm de diámetro y 91 cm de carrera. Había sido proyectada para circular por rampas de 2,7 por 1.000 a una velocidad de 5 km/h.

En todas las ilustraciones que se conservan de esta locomotora caminante falta la pieza M, marcada de trazos en la fig. 146, esencial para mantener el punto

g fijo. De otro modo, el árbol del pistón se hubiera torcido durante la marcha.

7. William Hedley (1779-1843)

Volvemos ahora a la línea Wylam, escenario de uno de los fracasos de Trevithick en 1805. Precisamente poco después, en 1808, la línea había sido renovada con carriles de hierro con reborde, siendo ésta la única línea de la escuela del Tyne que se decidió por esta clase de carril. Los personajes de esta historia, bastante confusa, son numerosos: Christopher Blackett, el propietario; William Hedley, el gerente; Jonathan Foster, el técnico principal; Timothy Hackworth, el contraamaestre, y, muy probablemente, el ingeniero William Chapman.

La adherencia de la locomotora

Algunos historiadores, con escasos conocimientos técnicos, han sustentado la opinión de que los primeros constructores de locomotoras desconocían el fenómeno de la adherencia entre rueda y carril. A ello, probablemente, fueron inducidos por el propio William Hedley, muy interesado en mantener su prestigio en el aspecto técnico.

Con motivo de una serie de conferencias impartidas por el doctor Lardner⁸³ en Newcastle, en las que atribuía a Georges Stephenson la paternidad de la locomotora de vapor, Hedley hizo publicar repetidas veces en los periódicos de la villa, durante el mes de diciembre de 1836, una carta abierta de réplica donde hacía ver sus propios méritos en este campo. En octubre de 1812, decía, teniendo a su cargo la mina Wylam, recibió el encargo de su propietario, Blackett, de construir una locomotora. En aquella época, continuaba, se sustentaba el criterio de que una locomotora sólo podía remolcar, en horizontal, una carga igual a su propio peso. Por ello, argumentaba, Trevithick propuso en su patente utilizar llantas con resaltes; Blenkinsop, su carril de cremallera; Chapman, una cadena, y Brunton, las patas metálicas. Como él mantenía distinto criterio, después de efectuar unas pruebas, construyó un vagón especial sobre el que situaba un cargamento de hierro cuyo peso y el del vagón calculaba exactamente. A este vehículo se le hacía rodar, remolcando un corte de vagones cargados de carbón, mediante cuatro ma-

⁸³ Dionysius Lardner (1793-1859), profesor de Filosofía de la Naturaleza y Astronomía en la Universidad de Londres. Interesado por el ferrocarril, publicó un tratado sobre la locomotora de vapor y colaboró con Wood en el cálculo de la resistencia de los trenes a la tracción. En sus declaraciones ante una comisión parlamentaria, manifestó que resultaba muy peligroso para los viajeros circular por los túneles. Calificado por sus enemigos como “un ignorante e imprudente empírico”.

nivelas acopladas a los ejes y accionadas por unos operarios situados sobre una plataforma suspendida del vehículo de manera que éstos no tocaran el suelo. Los experimentos consistían en modificar el cargamento de hierro del vagón especial, hasta conseguir que las ruedas de éste patinaran al intentar remolcar el corte.

Debe, pues, atribuirse a Hedley el haber sido el primero en establecer un método práctico para calcular el coeficiente de adherencia y confirmar, por consiguiente, el hecho de que una locomotora podía remolcar una carga apreciable siempre que la rampa del trazado fuera suave. Trevithick, efectivamente, menciona en su patente las ruedas con llantas provistas de resaltes, pero sólo a título opcional, pues, de hecho, sus locomotoras tenían las ruedas con llantas lisas. Los demás constructores utilizaron procedimientos distintos, pero no por la adherencia, sino con el fin de evitar el patinaje. Todos ellos sabían que con locomotoras de peso tan liviano y con un solo eje motor, la adherencia era insuficiente. A pequeña velocidad y utilizando cilindros de gran carrera, era cierto en aquellos años, y lo es hoy, que la adherencia de un eje cargado con 2 o 3 t es insuficiente para la práctica ferroviaria, especialmente con aquellos carriles llenos de detritos y posiblemente engrasados. Hay que reconocer que si hubiéramos continuado utilizando locomotoras de 5 t de peso, habríamos tenido que recurrir al carril de cremallera o a un dispositivo similar, para aprovechar rentablemente la potencia del vapor.

La hipótesis más probable es que Hedley utilizó llantas lisas por razones puramente económicas. El carril de cremallera de Blenkinsop era muy costoso, precisaba abonar los derechos de la patente y era muy propenso a las roturas por ser de fundición.

Locomotoras construidas

El 13 de marzo de 1813, pocos meses después de los experimentos sobre la adherencia, Hedley patentó una locomotora, de la que se construyó un prototipo en los meses posteriores. Poco se sabe de este primer intento. La caldera era de fundición con un solo tubo de humos y presión de 3,5 kg/cm². Como en las locomotoras de Trevithick, había un solo cilindro de 15 cm de diámetro y un pequeño volante de inercia. Se dice recibió el nombre de *Black Billy* (Negro Guillermo), y tuvo escaso éxito por su pequeña capacidad de vaporización.

En vista de ello, Hedley construyó otro modelo hacia marzo de 1814 que, según afirma en la carta abierta antes citada, presentaba diversos perfeccionamientos respecto a la precedente y proporcionaba unas prestaciones tan satisfactorias que despertó gran interés en la región. Remolcaba ocho vagones cargados de carbón a una velocidad media de 6,5 a 8 km/h. La caldera se construyó de hierro forjado y se instaló un tubo de humo con flujo de retorno, es decir, con forma de U. Los cilindros, de acuerdo con los que se conservan, tenían 20 cm de diámetro y 91 cm de carrera. Esta locomotora es, sin duda, la denominada



Fig. 147. Locomotora Puffing Billy, de W. Hedley. (Science Museum, Londres).

Puffing Billy (Bufante Guillermito) (fig. 147), construyéndose una tercera, *Wylam Dilly* (Carro de Wylam), con la caldera un poco más larga y, al parecer, una cuarta que se llamó *Lady Mary*.

En un principio, estas locomotoras se montaron sobre dos ejes, pero como los carriles de hierro con reborde de la línea eran muy débiles, se sustituyeron

A pesar de las reivindicaciones de Hedley y sus descendientes⁸⁴, poco es lo que puede atribuirse a éste en el perfeccionamiento de la locomotora, de no ser su excelente construcción. La locomotora *Puffing Billy* permaneció en servicio nada menos que hasta el año 1862, en que pasó al museo donde hoy se encuentra preservada.

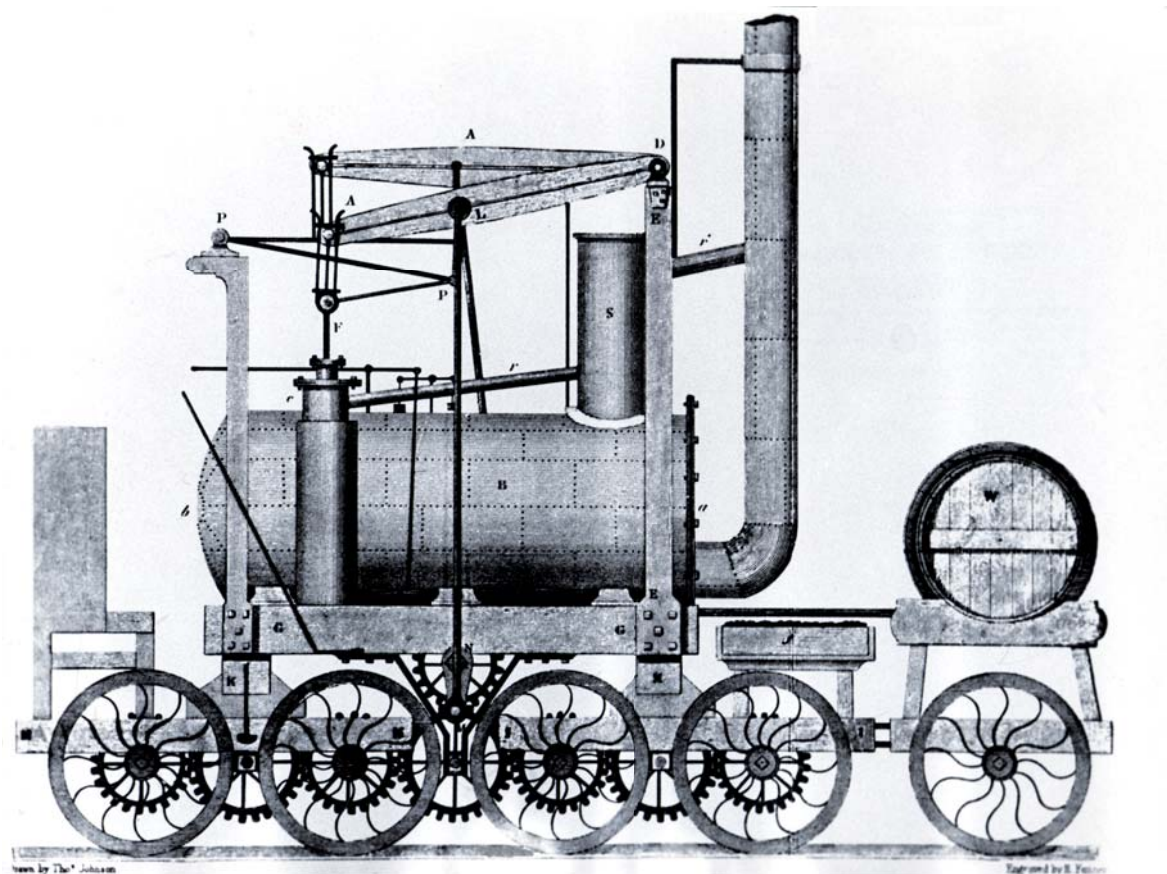


Fig. 148. Locomotora de W. Hedley, según *Treatise on railroads* de N. Wood (1825). (British Library).

por cuatro en los comienzos del año 1815. La fig. 148 procede de la primera edición de la obra Wood y fue facilitada a éste por el propio Hedley. Si comparamos esta ilustración con la de la fig. 144, correspondiente a la locomotora de Chapman de 1814, el parecido es sorprendente. Según Wood, había relaciones entre ambos constructores, por lo que la explicación de esta semejanza residiría en que Hedley copió los bogies de Chapman y éste el diseño de la locomotora. De acuerdo con la descripción que hace Wood de la fig. 148, los pivotes de los bogies no eran giratorios, pues sólo hace mención de un desplazamiento del travesaño K de la figura, es decir, los bogies eran desplazables transversalmente a la vía. Con este sistema no se facilita la circulación por las curvas, lo que explicaría por qué estas locomotoras fueron restauradas a su estado primitivo hacia 1828.

8. William Stewart

Según una carta fechada en septiembre de 1844 y dirigida por Stewart a una revista de mecánica de Glasgow, éste afirmaba haber propuesto a la compañía minera Parkend (condado de Gloucester) la construcción de una locomotora para el transporte de carbón. Esta compañía tenía cedido este servicio a un contratista que lo hacía con tracción animal por 3.000 libras al año. Stewart se comprometía a rebajar el coste del transporte, con tracción vapor, en un 50 por 100, es decir, a 1.500 libras, quedando, además, de su cargo la conservación de la locomotora.

⁸⁴ Un hijo de este, O. D. Hedley, publicó en 1858 la obra *Who invented the Locomotive?* (“¿Quién inventó la locomotora?”), en la que atribuye a su padre casi todos los méritos.

Construida la locomotora, se verificaron las pruebas con resultado satisfactorio, pero al ver el contratista su negocio en peligro, rebajó el precio a 2.000 libras, con lo que automáticamente Stewart, obligado a hacerlo por la mitad, perdía 500 libras anuales. Desalentado y disgustado por el contratiempo, abandonó el asunto, teniendo que dejar la locomotora en poder de la compañía, que le había hecho un adelanto de fondos para financiar su construcción.

Nada más se sabe de esta locomotora, de la que no se conservan referencias. Es de suponer no daría muy buenas prestaciones, pues no llamó la atención de los periódicos de la región.

De otras cartas de Stewart que llevan fechas de 8 de enero y 13 de febrero de 1816, respectivamente, se deduce que o bien logró recuperar la locomotora en poder de la compañía Parkend o construir otra que ofreció a la compañía del canal Monmouthshire. Su propuesta, posiblemente, fue rechazada, bien porque la compañía temiera la rotura de los carriles de reborde o sospechara que Stewart podría ser un peligroso competidor en el transporte. Sabemos con certeza que en 1830 la compañía prohibió circular por sus líneas a las locomotoras desprovistas de muelles de suspensión, con objeto de prevenir roturas de carril.

9. George Stephenson (1781-1848)

Nacido en Wylam, donde su padre trabajaba, inició George su vida profesional como mecánico a los catorce años de edad. A los veintidós años pasa a la mina Killingworth como técnico mecánico, donde permanece hasta 1813, en que pudo independizarse para ejercer la profesión de ingeniero civil. Por aquellos años, el título de ingeniero no se obtenía en los centros de estudios ingleses, lo adquiría aquel que era

capaz de demostrar con hechos su capacidad en este campo. Hasta los dieciocho años, Stephenson fue analfabeto, pero su energía y capacidad le permitieron salvar los obstáculos, demostrando continuamente una inteligencia natural que le acompañó hasta el fin de su vida. Desde 1813, George Stephenson estuvo implicado en todos los grandes proyectos ferroviarios de su país y otras naciones europeas, incluso España, a donde viajó en 1845 para impulsar el ferrocarril en los últimos años de su vida.

Las locomotoras de Killingworth

La mina Killingworth pertenecía a la Gran Alianza, la asociación de mineros más poderosa de Newcastle, fundada en el siglo XVIII, según vimos en el capítulo VI. Esta asociación, que utilizaba los servicios técnicos de George Stephenson, al igual que otras minas de la región, le encargó una locomotora, cuya construcción inició en septiembre de 1813. Previamente, durante ese año, Stephenson había hecho frecuentes visitas a Wylam, donde pudo seguir los trabajos de Hedley, y a la línea de las minas de Kenton y Coxlodge, por la que circulaban las locomotoras de Blenkinsop.

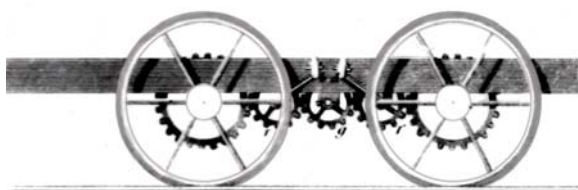


Fig. 149. Mecanismo de transmisión de la locomotora Blucher, de G. Stephenson, según *Treatise on railroads*, de N. Wood (1825). (British Library).

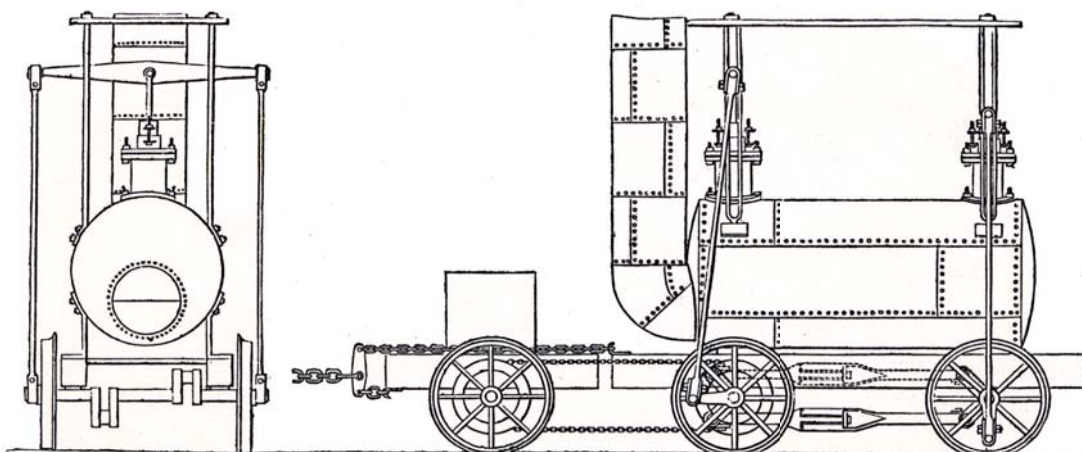


Fig. 150. Locomotora patentada por G. Stephenson y D. Dodds (1815), según *Locomotive Engineering*, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

El 25 de julio de 1814 estaba terminada la locomotora y el 27 se probaba en la línea. En una rampa de 2,2 por 1.000 remolcaba ocho vagones de carbón, en total unas 30 t, a 6,4 km/h. Se le puso por nombre *Blucher*⁸⁵. Según Wood, seguía el estilo de Murray con dos cilindros verticales, parcialmente inmersos en la caldera, con 20,3 cm de diámetro y 61 cm de carrera. La caldera, de 2,43 m de longitud y 0,86 m de diámetro, disponía de un solo tubo de humo de 51 cm de diámetro. Alrededor de la chimenea llevaba una cámara donde se precalentaba el agua de alimentación. Para aumentar la adherencia, instaló una cadena sin fin que, mediante ruedas dentadas, acoplaba el eje trasero con el delantero del tender, pero durante las pruebas se suprimió por innecesario. De la *Blucher* no se conservan planos, excepto un pequeño detalle que ilustra el mecanismo de transmisión similar al de Murray (fig. 149). Es posible se construyera otro modelo bajo el mismo diseño, aunque no hay completa certeza.



George Stephenson (1781-1848). Retrato por H. P. Briggs. (Science Museum, Londres).

El 28 de febrero de 1815, G. Stephenson, en unión de Ralph Dodds, gerente de Killingworth —según parece, este último colaboraba sólo como capitalista—, patentaron una locomotora que presenta una interesante variante respecto al modelo precedente (fig. 150).

Aparece aquí, por vez primera, un eje cigüeñal para acoplar las ruedas mediante bielas interiores que, al parecer, no se puso en práctica dadas las dificultades de la época para forjar los codos del eje. Lo más probable es que el acoplamiento fuera mediante una cadena sin fin —posibilidad apuntada por Wood—, como se ve en la figura, entre uno de los ejes motores y el tender. Según este autor, se construyó un prototipo que se ensayó el 6 de marzo de 1815, comprobándose “funcionaba notablemente bien”.

El 30 de septiembre de 1816 se registra otra patente por G. Stephenson, en unión de Losh, referente a una locomotora y a un carril de fundición, del que tratamos en el capítulo precedente (fig.151). En esta locomotora se mantiene la transmisión por cadena sin fin y se propone un curioso sistema de suspen-

sión constituido por cilindros en comunicación directa por la parte superior con el vapor de la caldera, siendo los pistones de dichos cilindros solidarios con los ejes. Tenían 17,7 cm de diámetro, por lo que supuesta una presión en la caldera de 3,51 kg/cm² permitirían soportar un peso de 3,5 t con cuatro de ellos. Como es fácil suponer, la suspensión por vapor fracasó en la práctica, por la dificultad en mantener la estanqueidad del pistón, siendo suprimidos los cilindros de modo que los ejes apoyaban directamente sus manguetas bajo el bastidor.

En las figs. 152 y 153 se muestran las últimas locomotoras construidas por G. Stephenson en Killingworth, tomadas del tratado de Wood. De este autor y de la escala de las figuras se deduce que los cilindros tenían, como en la primitiva *Blucher*, 20,3 cm de diámetro y 61 cm de carrera. La presión en servicio era de 3,51 kg/cm². Lamentablemente, nada indica Wood

sobre los perfeccionamientos introducidos, aunque en la segunda de las figuras se observa ya que el acoplamiento de los ejes motores se hace con bielas. Esta figura data del año 1831, es decir, seis años después de la construcción de la locomotora *Locomotion* que, como veremos más adelante, fue la primera en tener estos dispositivos.

Las locomotoras de G. Stephenson en otras líneas

En 1810 se abrió a la explotación una línea escocesa, fundamentalmente minera, desde Kilmarnock a Troon, para la que G. Stephenson recibió el encargo de construir una locomotora, en competencia con Blenkinsop, cuya patente también había sido objeto de consideración.

La locomotora fue construida y entregada el año 1817, recibiendo por nombre *The Duke* (El Duque) en honor del duque de Portland, propietario de la línea. No hay planos de esta locomotora, sólo una descripción de la que se deduce correspondía al modelo de la patente de 1816 con tres ejes acoplados mediante cadena sin fin en lugar de dos como las locomotoras de Killingworth. El diseño de la misma sería probablemente similar al de la fig. 154, que tomamos del tratado de Wood y en el que se ha omitido la rueda dentada del eje central.

El ferrocarril tenía carriles de hierro fundido con reborde, por lo que al poco tiempo la locomotora

⁸⁵ En honor del general prusiano Blucher (1742-1819), que, en unión del general Wellington, derrotó a Napoleón en la batalla de Waterloo.

tuvo que ser retirada del servicio a causa de las frecuentes roturas que producía. La línea Hetton (fig. 155), citada en el capítulo precedente por sus planos inclinados, fue inaugurada en noviembre de 1822. El ingeniero proyectista era el propio G. Stephenson, quien había previsto emplear tracción vapor en dos de las secciones con perfil más suave. Según una descripción del día de la inauguración, el ferrocarril contaba con un parque de cinco locomotoras, todas ellas del estilo de las construidas en Killingworth, es decir, similares a las indicadas en las figs. 152 y 153.

Contribución de G. Stephenson a la tecnología de la tracción vapor

La participación de G. Stephenson en el desarrollo de la locomotora ha sido objeto de controversias, si bien hay que hacer constar que su fama ha sido elogiada y enaltecida, en cantidad y calidad, mucho más que sus errores. Los trabajos publicados sobre este insigne ingeniero tuvieron, casi siempre, por autores personas poco versadas en cuestiones técnicas y cuando lo eran manifestaban siempre una entrañable parcialidad hacia el personaje.

Lo primero que es preciso puntualizar objetivamente es la energía y tesón desplegados por Stephenson. A diferencia de los constructores antes mencionados y por mencionar, no se limitó a construir un prototipo, sino que intentó perfeccionar su obra en los modelos sucesivos. Stephenson fue el primer hombre que manifestó tener fe en las posibilidades de la locomotora de vapor. Su mayor mérito fue alumbrar con esfuerzo estas posibilidades, a base de probar y equivocarse, por lo que debe considerársele, de acuerdo con la opinión de sus contemporáneos, como el padre de la tracción vapor.

Stephenson perfeccionó la transmisión, eliminando los engranajes que originaban un ruido molesto y, sobre todo, tirones debidos a la holgura de los dientes. También propuso, por vez primera, el eje cigüeñal y las bielas, aunque a nivel de sugerencia. La introducción de excéntricas en el mecanismo de distribución, hacia 1824, fue otro perfeccionamiento significativo. Finalmente, debe atribuírsele, en unión de Losh, la idea de construir las ruedas en dos partes, el centro y radios de fundición y el aro de hierro forjado que se colocaba en caliente y a presión como en la actualidad.

Constituyeron, sin embargo, un retroceso tecnológico el hecho de utilizar un tubo de humo sin flujo de retorno, de excesivo diámetro, que reducía en gran medida la superficie de calefacción y la supresión del tiro forzado, llevando el vapor del escape a

la chimenea, que fue eliminado por considerarlo innecesario⁸⁶.

El ingenioso dispositivo para el cambio de marchas, a base de una excéntrica libre que podía adoptar la posición de marcha adelante y marcha atrás (fig. 156), se debe a Wood y no a Stephenson. De acuerdo con una carta dirigida, en 1822, por Stephenson a William James, un célebre promotor de ferrocarriles del que trataremos en el próximo capítulo, las prestaciones de sus locomotoras eran las siguientes:

Velocidad en horizontal	6,4 a 12,8 km/h
Velocidad en rampa de 3,4 por 1.000	4,8 a 6,4 km/h
Velocidad en rampa de 6,9 por 1.000	4 a 4,8 km/h
Carga remolcada	48,7 a 51,8 t

Cuando las rampas de la línea excedían de 5,2 por 100 y el tráfico tenía lugar en ambos sentidos, Stephenson desaconsejaba utilizar sus locomotoras, pero si el tráfico era sólo descendente, la rampa límite la fijaba en 13,8 por 1.000, que permitía el remolque del tren vacío de regreso (12 a 15 t).

George Dodds

Cabe citar, finalmente, en este apartado al ingeniero Dodds por haber introducido, con éxito, la locomotora de vapor en Escocia. A principios de 1831, la empresa del ferrocarril de Monkland a Kirkintilloch, que se explotaba con tracción animal, encargó a Dodds dos locomotoras capaces de remolcar un tren de 60 t a una velocidad de 6,4 a 8 km/h. Estas locomotoras eran una copia de las construidas por Stephenson en Killingworth, aunque perfeccionadas, pues tenían caldera tubular y pistones con juntas metálicas. A los seis meses de servicio, el Consejo de Administración de la compañía manifestaba que se había suprimido completamente la tracción animal, y que los resultados de las locomotoras habían sido muy satisfactorios, sin que hubieran sufrido la menor avería.

⁸⁶ De acuerdo con el testimonio de Nicholas Wood, sabemos que Stephenson llevaba el vapor del escape a la chimenea, pero que, dada la escasa longitud de la caldera y el excesivo diámetro del tubo de humo, se había suprimido por ineficaz. Véase J. G. H. Warren: *A Century of Locomotive Building by Robert Stephenson and CO, 1823-1923*. Londres, 1970.

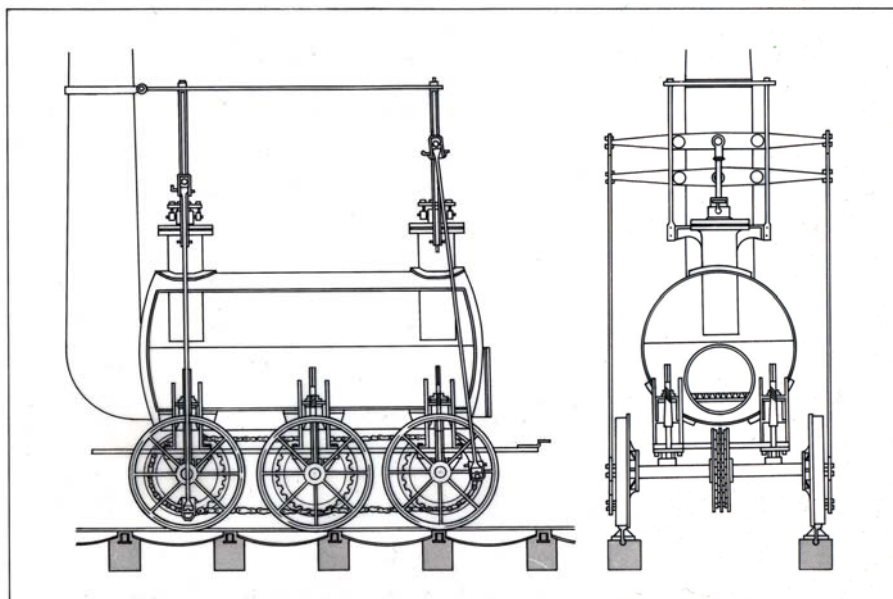


Fig. 151. Locomotora patentada por G. Stephenson y Losh (1816). (Dibujo: Luis Biela).

Fig. 152. Locomotora de G. Stephenson, en servicio en la mina Killingworth, según Treatise on railroads, de N. Wood (1825). (British Library).

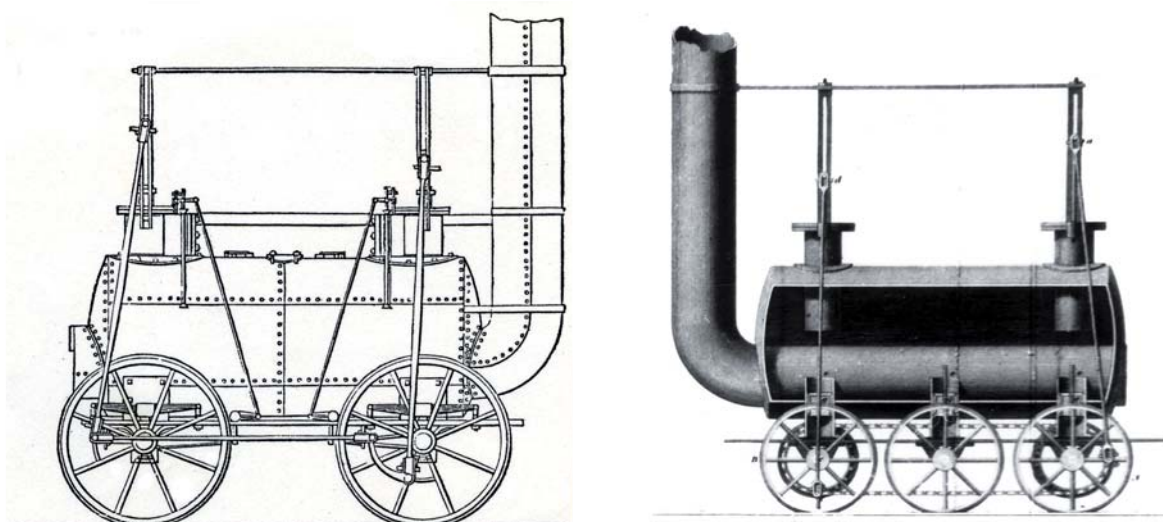
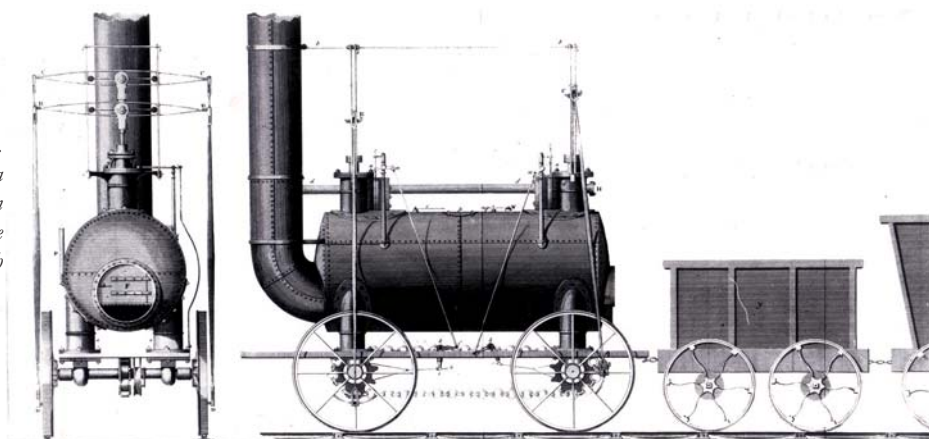


Fig. 153. Locomotora de G. Stephenson, en servicio en la mina Killingworth en 1831, según Locomotive Engineering, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

Fig. 154. Probable diseño de la locomotora The Duke, de G. Stephenson, para el ferrocarril minero de Kilmarnock a Troon, según Treatise on railroads, de N. Wood (1825). El dibujante ha omitido la rueda dentada del eje intermedio. (British Library).

10. Robert Stephenson (1803-1859)

Nacido en Willington Quay, comenzó su carrera a los dieciséis años, como aprendiz en la mina Killingworth, bajo la dirección de Nicholas Wood, gerente de la mina y amigo de su padre, George. En 1821 pasó, como ayudante de su padre, al levantamiento

bras, repartido en diez acciones de 400 libras, de acuerdo con la siguiente distribución:

Robert Stephenson	2 acciones,
George Stephenson	2 acciones,
Edward Pease	4 acciones,
Michael Londgridge	2 acciones.

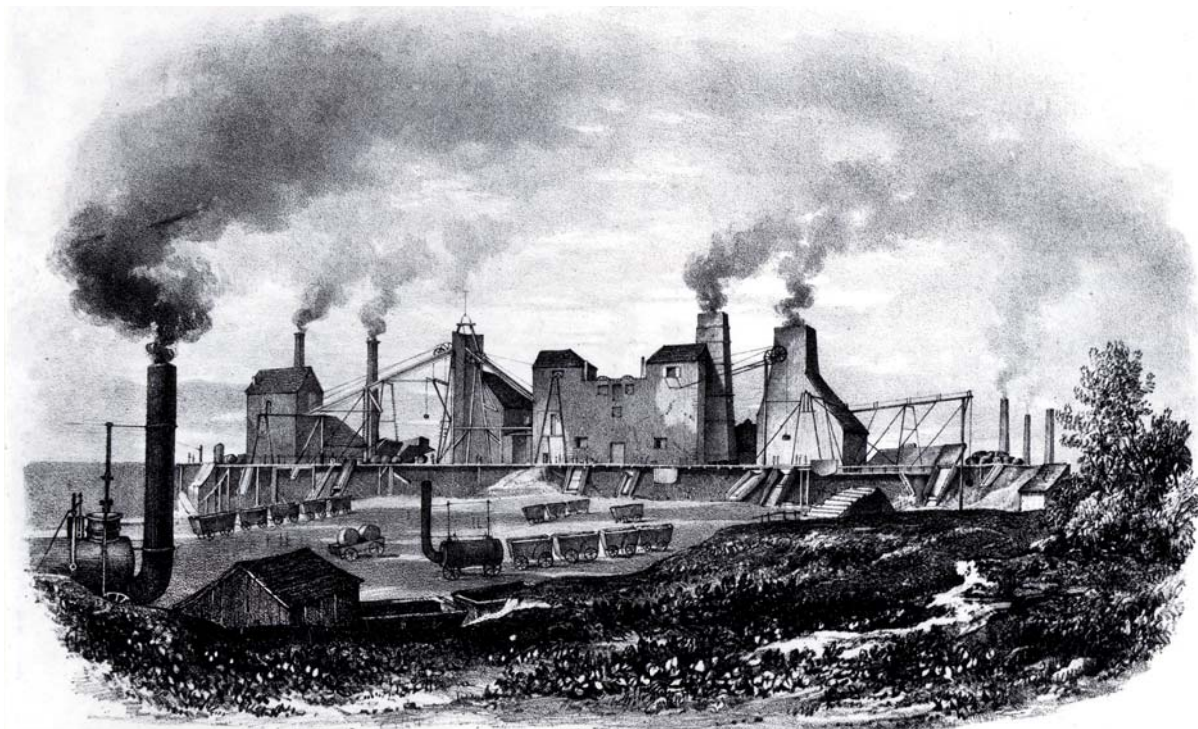


Fig. 155. La mina Hetton, según un grabado de J. D. Harding (1822). (National Railway Museum, Inglaterra).

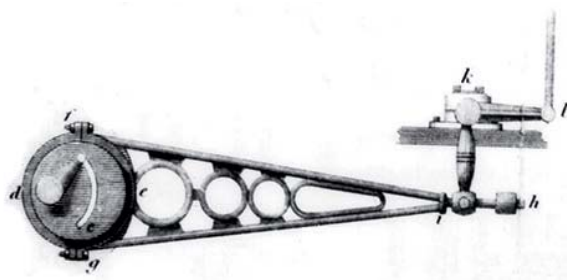


Fig. 156. Mecanismo de cambio de marcha, según Treatise on railroads, de N. Wood (1825). (British Library).

de los planos de la línea de Stockton a Darlington y después con William James al proyecto del ferrocarril de Liverpool a Manchester. En octubre de 1823 siguió un curso de seis meses en la Universidad de Edimburgo y en junio del año siguiente le vemos en Colombia dirigiendo estudios sobre explotaciones mineras. A su regreso en 1827, pasa a dirigir la empresa Robert Stephenson & Cía. que había fundado su padre, en unión de dos socios más, el 23 de junio de 1823, en la ciudad de Newcastle. El capital de la empresa, bautizada con su nombre, era de 4.000 li-

Según los estatutos, la dirección de la empresa se encomendaba a Robert Stephenson, con un sueldo de 200 libras anuales, bajo la condición de que su padre “facilitara los planos, etcétera, que fueran necesarios”. La condición era evidente, puesto que en 1823 el joven Robert tenía veinte años de edad y naturalmente carecía de experiencia. Hasta el regreso de Robert de América, la empresa fue dirigida por Londgridge, pero desde 1827 esta responsabilidad fue completamente suya.

Las actividades de Robert Stephenson no se limitaron a dirigir la empresa que pronto sería una de las más importantes del mundo. También participó, desde 1829, en muchos proyectos de líneas ferroviarias en los que se distinguió por sus puentes metálicos. A los cuarenta años su reputación y fama eran mundiales, y hasta tal extremo, que muchos empresarios, e incluso gobiernos, requerían su asesoramiento antes de adoptar cualquier decisión sobre temas ferroviarios.

A los Stephenson, padre e hijo, corresponde el mérito de haber elevado al ferrocarril guiado por rueda con

PRIMERAS LOCOMOTORAS CONSTRUIDAS POR ROBERT STEPHENSON AND CÍA.

N.º	Comprador	Nombre	Fecha de entrega
1	Mina Mount Moor	-	12-04-1826
2	Mina Mount Moor	-	26-04-1826
3	Fc. de Stockton a Darlington	Locomotion	16-09-1825
4	Fc. de Stockton a Darlington	Hope	1-11-1825
5	Fc. de Stockton a Darlington	Black Diamond	17-04-1826
6	Fc. de Stockton a Darlington	Diligence	18-05-1826
7	Fc. de Stockton a Darlington	-	19-03-1827
8	Fc. de Stockton a Darlington	Experiment	11-1827
9	Séguin Hnos. and E. Biot	-	17-03-1828
10	Séguin Hnos. and E. Biot	-	4-04-1828
11	Fc. de Bolton a Leigh	Lancashire Witch	1-07-1828
12	Fc. de Delaware a Hudson	Pride of Newcastle	10-1828
13	Fc. de Liverpool a Manchester	Twin Sisters	2-07-1829
14	Fc. de Sirhowy	Britannia	18-07-1829
15	Fc. de Stockton a Darlington	Rocket	25-09-1829
16	Ferrería de Penyardren	-	18-07-1829
17	Fc. de Baltimore a Ohio	-	17-09-1829
18	Proyecto	Quick Speed	-
19	Fc. de Liverpool a Manchester	Rocket	1-10-1829
20	Fc. de Liverpool a Manchester	Meteor	7-01-1830
21	Fc. de Liverpool a Manchester	Comet	21-01-1830
22	Fc. de Liverpool a Manchester	Arrow	4-02-1830
23	Fc. de Liverpool a Manchester	Dart	25-02-1830
24	Fc. de Canterbury a Whiststable	Invicta	15-04-1830
25	Fc. de Liverpool a Manchester	Phoenix	19-06-1830
26	Fc. de Liverpool a Manchester	Northumbrian	31-07-1830
27	Fc. de Liverpool a Manchester	North Star	14-08-1830
28	Fc. de Liverpool a Manchester	Planet	3-09-1830
29	Fc. de Stockton a Darlington	Globe	2-11-1830
30	Fc. de Stockton a Darlington	-	23-11-1830
31	Fc. de Liverpool a Manchester	Majestic	20-11-1830
32	Fc. de Liverpool a Manchester	Mercury	24-12-1830
33	Fc. de Liverpool a Manchester	Mars	31-12-1830
34	Fc. de Liverpool a Manchester	Samson	15-01-1831
35	Fc. de Liverpool a Manchester	Jupiter	19-02-1831
36	Fc. de Liverpool a Manchester	Goliath	4-03-1831
37	Fc. de Liverpool a Manchester	Saturn	26-03-1831
38	Fc. de Stockton a Darlington	North Star	9-03-1831
39	Fc. de Stockton a Darlington	Sun	9-04-1831
40	Fc. de Warrington a Newton	Warrington	16-04-1831
-	Fc. de Liverpool a Manchester	Venus	04-1831
-	Fc. de Liverpool a Manchester	Etna	06-1831
-	Fc. de Glasgow a Garnkirk	St. Rollex	07-1831
-	Fc. de Glasgow a Garnkirk	George Stephenson	07-1831
-	Fc. de Mohawk a Hudson	Robert Fulton	08-1831
-	Fc. de Liverpool a Manchester	Victory	09-1831
-	Fc. de Liverpool a Manchester	Atlas	10-1831
-	Fc. de Liverpool a Manchester	Vesta	11-1831
-	Fc. de Camden a Amboy	John Bull	11-1831
-	Fc. de Bolton a Leigh	Nelson	1832
-	Fc. de Baltimore a Susquehana	Nerald	1832

NOTA: Hay referencias de dos locomotoras, Mohawk y Hudson, construidas en 1831 para el ferrocarril de Mohawk a Hudson, y de las locomotoras Meteor y Boston para el ferrocarril de Boston a Worcester, en 1832.



Fig. 157. Locomotora Locomotion preservada en la estación de Darlington. (National Railway Museum, Inglaterra).

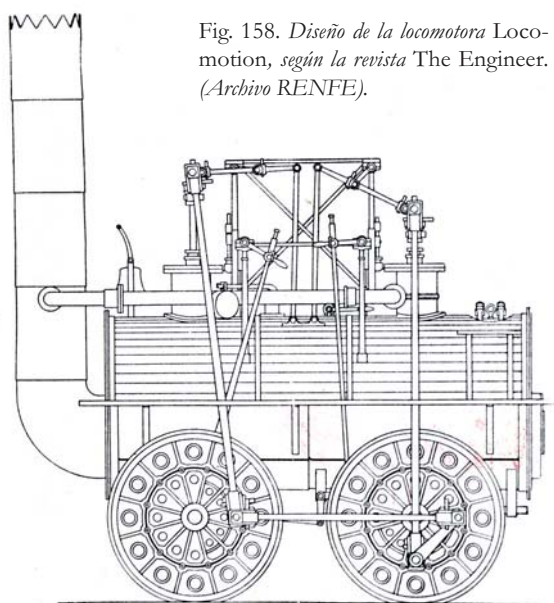


Fig. 158. Diseño de la locomotora Locomotion, según la revista The Engineer. (Archivo RENFE).

pestaña a la categoría de modo de transporte universal, seguro, rápido, capaz y económico.

Un viejo libro mayor de Robert Stephenson and Cía., descubierto hace años, permite seguir puntualmente las actividades de la empresa, en el sector de locomotoras, hasta el año 1831. En el cuadro anterior se han indicado cronológicamente las locomotoras construidas, su nombre y el comprador. De estas locomotoras se mencionan, a continuación, las más importantes, bien por su significado histórico o por haber incorporado los sucesivos avances tecnológicos.

Número 3. Locomotion

Con esta locomotora se inauguró la línea de Stockton a Darlington, en septiembre de 1825. Su diseño es obra de James Kennedy⁸⁷ y sigue el estilo de los modelos de Killingworth. En la fig. 157 se muestra la locomotora tal como hoy se conserva en la estación de Darlington. Sus principales características son las siguientes:

Caldera de hierro forjado	3,1 m (longitud) y 1,2 m (diámetro)
Un tubo de humo	61 cm (diámetro)
Velocidad en rampa de 6,9 por 1.000	24 cm (diámetro) y 61 cm (carrera)
Ruedas	1,22 m (diámetro)
Presión	3,51 kg/cm ²
Superficie de calefacción	3,57 m ²
Peso en servicio	8,5 t

Es de destacar en esta locomotora el acoplamiento de los ejes mediante bielas, que aparece aquí por vez primera en la Historia. En el mecanismo de transmisión se han sustituido la cruceta y las paralelas de los modelos de Killingworth por el paralelogramo de

⁸⁷ Más tarde se asociaría con Edward Bury en la construcción de locomotoras, como se indica en el apartado 14 de este capítulo.

Watt⁸⁸. Al parecer se trataba de eliminar la dificultad que suponía engrasar las crucetas situadas en posición vertical. La distribución se hace mediante una excéntrica, situada en el primer eje, cuya biela acciona directamente la válvula. Una segunda biela, acoplada a esta excéntrica, transmite el movimiento a la válvula del segundo cilindro, a través de un árbol situado bajo la caldera (fig. 158).

De acuerdo con la descripción de los ingenieros prusianos Von Oeynhausen y Von Dechen⁸⁹, que visitaron el ferrocarril de Stockton a Darlington en 1827, esta locomotora era similar a las número 4, 5 y 6 construidas posteriormente. Por ellos sabemos que estas locomotoras no estaban provistas de suspensión y que, para evitar la descarga de las ruedas, uno de los ejes giraba en el interior de un tubo de hierro forjado, sobre cuyo punto medio apoyaba la caldera, dejando así libertad al tubo para oscilar en el plano vertical de acuerdo con el alabeo de la vía.

La *Locomotion* explotó en julio de 1828, a los tres años de vida activa. Después fue reconstruida con una nueva caldera por Hackworth y posteriormente con una tercera, muy similar a la original, acabando por ser retirada del servicio en 1841.

Los ingenieros prusianos nos facilitan, también, datos de las prestaciones de estas locomotoras. En invierno, dicen, cuando los carriles están húmedos, los trenes se componen de 16 vagones, que se elevan a 20 en verano, con los carriles secos. Estas composiciones suponen unas cargas remolcadas de 59 y 74 t, respectivamente. El viaje de ida, en cargado, hasta el puerto de Darlington y de regreso, en vacío es de unos 64 km en total, y se emplea un tiempo que va de nueve a once horas.

Número 8. Experiment

El nombre atribuido a esta locomotora revela que se trataba de ensayar nuevas ideas. Su diseño se debe, probablemente, a George Stephenson, pues Robert se encontraba aún en América.

⁸⁸ Ingenioso dispositivo, utilizado por Watt, con objeto de guiar el árbol del pistón con un movimiento rectilíneo.

⁸⁹ Estos ingenieros visitaron los ferrocarriles ingleses durante 1826 y 1827. El interesante y detallado informe de su viaje fue publicado en la revista minera *Archiv für Bergbau und Hüttenwesen*. Berlín, 1829.

Según los ingenieros prusianos que vieron esta locomotora en Newcastle casi terminada, tenía dos cilindros horizontales inmersos en la parte posterior de la caldera y transmisión por el paralelogramo de Watt. Con objeto de aumentar la superficie de calefacción, la parrilla del hogar estaba constituida por ocho tubos de 3,8 cm de diámetro, por los que circulaba el agua de la caldera. Estos tubos estaban conectados, por la parte trasera, a un recipiente en comunicación con la caldera y, por la parte delantera, a un cilindro, también en comunicación con la caldera. Con esta disposición, los gases procedentes de la combustión circulaban por un tubo de humo, en cuyo interior quedaba situado el cilindro antes citado.



Robert Stephenson (1803-1859), en un grabado de Hall que se halla en el Science Museum.

Otra innovación era precalentar el agua de alimentación con el vapor procedente del escape de los cilindros en un recipiente situado en la proximidad de la chimenea.

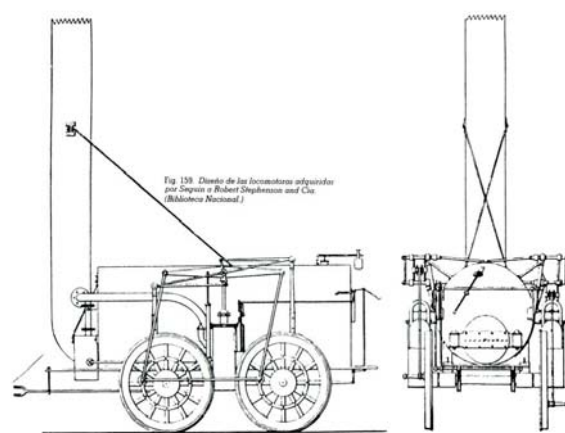


Fig. 159. Diseño de las locomotoras adquiridas por Séguin a Robert Stephenson and Cia. (Biblioteca Nacional).

La *Experiment* había sido encargada por la compañía del Ferrocarril de Stockton a Darlington en 1827. Sometida a pruebas en noviembre, fue objeto de modificaciones que llevaron un tiempo considerable, pues su recepción definitiva no tuvo lugar hasta el 4 de febrero de 1828. Según los archivos de la compañía, se decidió dejarla fuera de servicio hasta tanto fuera provista de tres ejes, pues su elevado peso sobre dos la hacía muy dañina para los carriles. Por una minuta sabemos que esta modificación tuvo lugar en octubre de 1828, siendo provista, al mismo tiempo, de muelles de suspensión. Al parecer, sus prestaciones eran su-

periores a las de la serie *Locomotion*. Esta locomotora tuvo corta vida, siendo reconstruida en 1830 con un diseño similar al de la *Royal George*⁹⁰ y vendida en 1839.

Números 9 y 10. Locomotoras exportadas a Francia

Las locomotoras números 9 y 10 se adquirieron en 1828 por la compañía Séguin Hnos. and E. Biot que, en aquellos años, promovía la construcción del ferrocarril francés desde Saint-Etienne a Lyon. Una de ellas se envió a un constructor de máquinas de Arras para su estudio, la otra quedó en poder de Séguin con el mismo objeto⁹¹.

El diseño de estas locomotoras se indica en la fig. 159. Según el propio Séguin tenían cilindros de 23 cm de diámetro y 61 cm de carrera. La presión era de 4,2 kg/cm² y como la *Experiment* estaban provistas de tubos en la rejilla por los que circulaba el agua de la caldera. Carecían de muelles de suspensión.

En una nota redactada por Séguin el 31 de julio de 1830, se indica que, después de numerosas pruebas, las locomotoras no dieron buenos resultados, debido a su escasa capacidad de vaporización, razón por la cual nunca entraron en servicio. Para Séguin, la causa residía en que las locomotoras debían vencer mayor resistencia a la tracción en el ferrocarril de Saint-Etienne, donde existían numerosas y cerradas curvas, circunstancia inexistente en el de Stockton a Darlington.

Número 11. Lancashire Witch (Bruja del condado de Lancaster)

Esta locomotora la encargó la compañía del Ferrocarril de Liverpool a Manchester el 7 de enero de 1828, a propuesta del secretario y tesorero de la compañía, Henry Booth, que apoyaba a George Stephenson. La locomotora consumiría su propio humo, condición exigida por el Parlamento inglés en la ley de concesión. En abril de ese mismo año, la compañía acuerda cederla al ferrocarril de Bolton a Leigh, que era una línea afluente a la de Liverpool a Manchester, próxima a inaugurarse antes que ésta.

El diseño es obra de Robert Stephenson, aunque recibió numerosos consejos de su padre, según consta en la correspondencia mantenida entre ambos.

Se trataba de incrementar, todo lo posible, la superficie de calefacción y con este objeto habían previsto instalar dos tubos de humo con flujo de retorno, idea

que, aunque aplicada por Trevithick y Hedley, había sido siempre rechazada por George Stephenson. En la correspondencia mencionada se da cuenta detallada de las dificultades de orden técnico que el joven Robert encontraba para construir los codos de los tubos de humo. La decisión final fue instalar dos hogares independientes y dos tubos de humo que se unían en su parte final para acceder conjuntamente a la chimenea.

Las características de esta locomotora (fig. 160), son las siguientes:

Caldera	1,22 m (diámetro), 2,7 m (longitud)
Dos tubos de humo	45,7 cm (diámetro)
Cilindros inclinados 39°	23 cm (diámetro), 61 cm (carrera)
Ruedas acopladas	1,22 m (diámetro)
Superficie calefacción	6,13 m ²
Peso en servicio	7,1 t
Peso del tender	3,8 t

La *Lancashire Witch* reunía importantes perfeccionamientos. Fue la primera locomotora de que se tiene referencia en ser provista de muelles de suspensión. También fue la primera en tener cilindros exteriores, sistema que después se perfeccionaría en las locomotoras tipo *Rocket*.

Aunque de forma imperfecta, disponía del primer dispositivo destinado a facilitar la expansión del vapor en el cilindro. Con este objeto se había instalado en el eje trasero un engranaje cónico que transmitía su giro a un árbol vertical que, atravesando la caldera, accionaba en la parte superior de la misma una válvula giratoria. Unos sectores dentados (ver planta en la figura) permitían al maquinista graduar la entrada del vapor en los cilindros, de modo que en una de las posiciones el vapor actuaba durante toda la carrera del pistón y en la otra cortaba la admisión a mitad de carrera, operando en el resto por expansión.

Fue también la primera locomotora alimentada con coque en lugar de carbón, utilizado en todas las locomotoras precedentes. La idea, como hemos visto, era de Booth y tenía por objeto cumplir la condición impuesta de no expulsar hollín ni humo por la chimenea⁹².

⁹⁰ De esta locomotora y su constructor, T. Hackworth, se trata en el apartado 11 de este capítulo.

⁹¹ Véase, más adelante, el apartado 16 de este capítulo.

⁹² Esta medida para evitar la polución atmosférica se impuso en todas las leyes de concesión siguientes de Inglaterra y restantes países europeos, incluido España. Entre

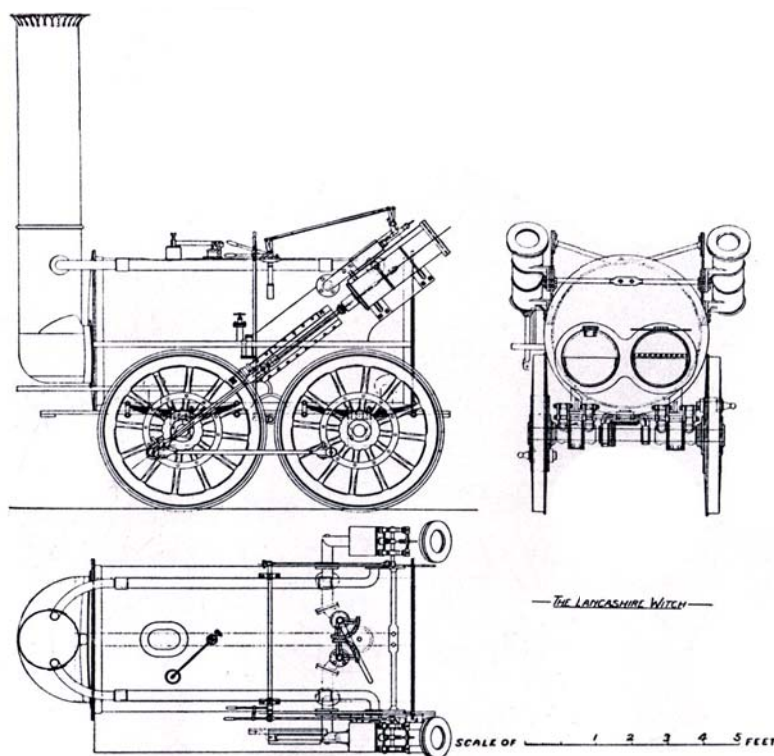


Fig. 160. Diseño de la locomotora Lancashire Witch, según la revista *The Engineer*. (Biblioteca Nacional).

Las prestaciones de esta locomotora superaban las de sus antecesoras que prestaban servicio en la línea de Stockton a Darlington. Así, en una prueba con 13 vagones cargados, en una rampa de 2,3 por 1.000 el tren alcanzaba una velocidad de 12,8 km/h, arrastrando una carga de 63 t, ténder incluido.

Número 12. *Pride of Newcastle* (Orgullo de Newcastle)

El interés de esta locomotora es puramente histórico, ya que fue la primera locomotora exportada a Estados Unidos. Tecnológicamente, su diseño era similar al de la *Lancashire Witch*.

Durante 1826 y 1827, la utilización de la tracción vapor en la línea de Stockton a Darlington se había extendido por el mundo entero. No es, pues, extraño que el Consejo de Administración de la Compañía del Canal de Delaware a Hudson decidiera enviar un técnico a Inglaterra con objeto de que estudiara esta nueva posibilidad, adquiriese una locomotora y viese si convenía o no encargar las restantes, previstas para una línea afluente al mencionado canal.

El técnico designado fue Horatio Allen, un entusiasta propulsor de la locomotora de vapor, como veremos más adelante⁹³. Se conservan las instrucciones dadas a Allen por el ingeniero jefe de la compañía John B.

1855 y 1860 se puso a punto la posibilidad de consumir carbón, que era mucho más barato, con lo que esta cláusula antipolución pasó a ser letra muerta.

⁹³ Apartado 17 de este capítulo.

Jervis en una carta del 16 de enero de 1828. El peso de la locomotora, decía, no excederá de 6 o 7 t, si tiene tres ejes, o de 5,5 t, si tiene dos. De acuerdo con el tratado de Wood, Jervis le aconsejaba sobre el tamaño más apropiado de los cilindros, presión y diámetro de las ruedas. El precio no pasará de 800 libras, pero le autorizaba a admitir un sobrepeso caso de que la calidad de la locomotora lo justificase.

Allen mantuvo contacto con los Stephenson, padre e hijo, adquiriendo cuatro locomotoras, una a Robert Stephenson and Cía., y las otras tres a Foster and Rastick, según veremos más adelante⁹⁴.

Las tres últimas locomotoras costaron 100 libras menos que la de Stephenson, pero Allen consideró que el exceso de precio era una compensación por el asesoramiento de los Stephenson.

La *Pride of Newcastle* llegó por barco a Nueva York el 15 de enero de 1829. Como veremos más adelante, la locomotora resultaba incompatible con la escasa solidez de la vía y nunca llegó a prestar servicio. Se la empleó como máquina fija en los talleres de la compañía.

La locomotora número 17 también estaba destinada a Estados Unidos. Había sido adquirida, en 1828, por el mayor George Whistler para el ferrocarril americano de Baltimore a Ohio, durante una visita de estudios a Inglaterra en unión de otros ingenieros. Según el *Aberdeen Journal* del 29 de septiembre de 1829, la locomotora nunca llegó a Estados Unidos. El buque *Fraser* que

⁹⁴ Apartado 14 de este capítulo.

la transportaba encalló en las rocas situadas a la entrada del puerto de Peterhead.

Número 13. *Twin Sisters* (Hermanas gemelas)

Fue la primera locomotora adquirida por la compañía del Ferrocarril de Liverpool a Manchester. Aunque existe poca documentación sobre esta locomotora, se ha podido concluir que tenía cilindros inclinados y tres ejes acoplados, alimentándose con coque por exigirlo así la ley de concesión, como vimos anteriormente.

La más destacada característica de la *Twin Sisters* eran las dos calderas de que estaba provista. Este extraño diseño refleja indudablemente las tentativas de Stephenson, en todas las direcciones posibles, con objeto de perfeccionar la locomotora.

Esta locomotora, adquirida en 1829, se empleó en trenes de trabajos durante la construcción de la línea y, después, en trabajos de conservación, remolcando trenes de balasto.

Número 19. *Rocket* (Cohete)

No se debe confundir esta locomotora con la número 15, del mismo nombre, adquirida por la compañía del Ferrocarril de Stockton a Darlington y de la que sabemos tenía tres ejes acoplados, cilindros inclinados y un tubo de humo con flujo de retorno, similar al instalado en las locomotoras números 14 y 16, en las que Stephenson ensayó este sistema por vez primera.

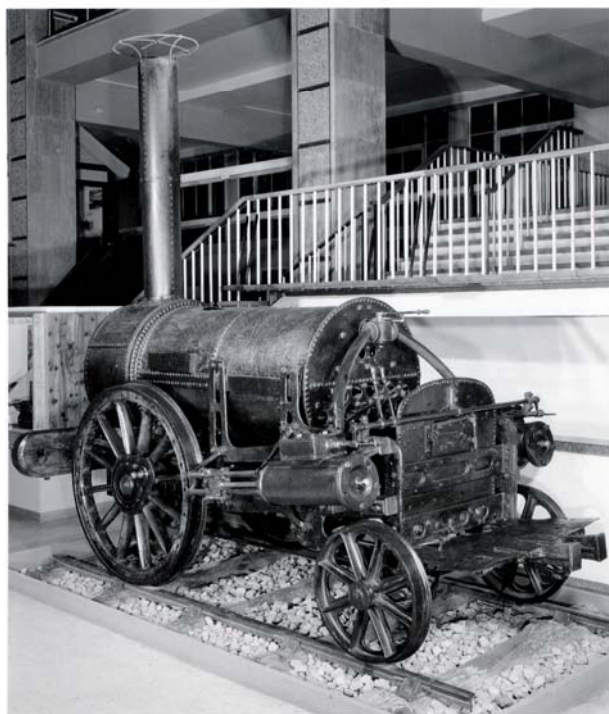


Fig. 161. Locomotora *Rocket*, de R. Stephenson. (Science Museum, Londres).

La célebre locomotora *Rocket* se construyó con el objeto exclusivo de participar en el concurso de Rainhill de 1829, resultando ganadora, como tendremos ocasión de ver en el capítulo siguiente.

Gran parte del diseño es de Robert Stephenson, excepto la caldera tubular que fue propuesta por Henry Booth, tesorero y secretario del Ferrocarril de Liverpool a Manchester. De acuerdo con las cartas enviadas a Booth por Robert Stephenson, durante el mes de agosto de 1829, la construcción de la caldera tubular planteó muchas dificultades. La más destacada fue conseguir una perfecta estanqueidad en la unión de los tubos con la placa tubular. Al parecer, ésta se consiguió remachando el extremo del tubo sobre la placa.

El 5 de septiembre de 1829, Robert comunicaba a Booth que la locomotora había sido probada en el Ferrocarril de la mina Killingworth, remolcando el tender y cinco vagones de 4 t con 40 personas sobre ellos. Se comprobó que la locomotora podía cumplir con exceso las condiciones exigidas en el concurso, produciendo el vapor suficiente si se alimentaba cuidadosamente el hogar. Las uniones de los tubos de humo con las placas resultaron perfectamente estancas. Tal como se conserva, la *Rocket* se muestra en la fig. 161. Sus principales características eran las siguientes:

Caldera tubular	1,83 m (longitud) y 1 m (diámetro)
Cilindros inclinados	20 cm (longitud) y 35° 43 cm (carrera)
25 tubos de cobre	7 cm (diámetro exterior)
Caja de fuego	0,61 m (longitud), 0,91 m (ancho), 0,91 (altura)
Superficie total calefacción	12,41 m ²
- Superficie de los tubos	10,9 m ²
- Superficie de la caja de fuego	2,32 m ²
Ruedas motoras	1,42 m (diámetro)
Ruedas libres	0,76 m (diámetro)
Empate	2,18 m
Peso en servicio	4,3 t
Peso del tender	3,2 t

Comparando esta locomotora con la *Lancashire Witch* se deduce que la *Rocket* no era más que un perfeccionamiento de ésta. Se mantiene la disposición de los cilindros inclinados, pero se reduce la carrera del pis-

tón y se aumenta el diámetro de la rueda motora, todo ello con objeto de obtener mayor velocidad.

Dado que los modelos que se conservan de la *Rocket* presentan numerosas modificaciones, se desconocía la forma y disposición original de la caja de fuego. La cuestión fue resuelta definitivamente en 1829 por el

rante las pruebas de la *Rocket*, añadía, se llevaron a cabo varias pruebas con tubos de escape de distintos diámetros, midiéndose la depresión obtenida en cada caso. De acuerdo con su testimonio, la sección definitivamente adoptada para los tubos era ligeramente inferior a la superficie de las lumbreras de escape⁹⁶.

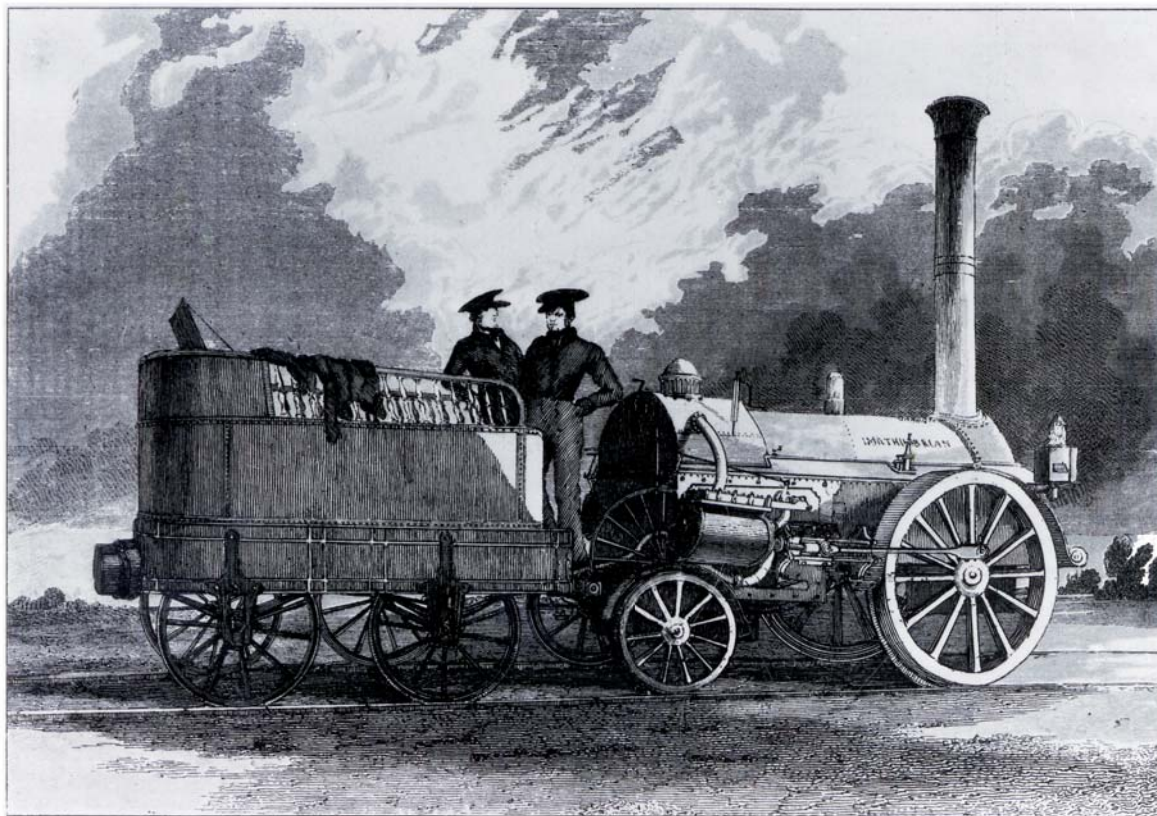


Fig. 162. Locomotora Northumbrian, según un grabado de la época. (Biblioteca Nacional).

historiador Marshall⁹⁵, al descubrir el libro de notas de Rastrick, uno de los miembros del Jurado en el concurso de Rainhill. En dicho libro figuran dos croquis a mano alzada de la caldera y caja de fuego, observándose que esta última tenía forma paralelepípedica y estaba adosada al extremo posterior de la caldera, de modo que su cara superior coincidía con la hilera de tubos más elevada.

Otra cuestión, objeto de controversia, ha sido si el vapor del escape de la *Rocket* se descargaba o no en la chimenea. Sin embargo, se olvida que Robert Stephenson había informado sobre el asunto en una carta dirigida a la revista *The Engineer* en 1858. En esta carta, Stephenson afirma que su padre siempre había instalado el escape del vapor en la chimenea de las locomotoras de Killingworth y así se había continuado haciendo en las construidas por él mismo. Du-

Número 26. Northumbrian (natural del condado de Northumberland)

Con esta locomotora, Robert Stephenson logra perfeccionar al máximo el tipo *Rocket*, objetivo que había ido consiguiendo gradualmente en las locomotoras precedentes números 20 a 25, todas ellas adquiridas por el Ferrocarril de Liverpool a Manchester y utilizadas en los primeros trenes que circularon por la línea.

En la *Northumbrian* (fig. 162), la caldera y el hogar dejan de estar adosados, como en la *Rocket*, y pasan a formar un conjunto similar al de las calderas actuales. Se trata también de la primera locomotora provista de caja de humo.

⁹⁵ El autor y su obra se citaron en la Introducción a este trabajo.

⁹⁶ Tenía dos tubos de escape, uno por cilindro, que descargaban el vapor en las proximidades de las paredes de la chimenea, en lugar de hacerlo en el eje de la misma, por lo que resultaban poco eficaces para avivar el tiro de los gases.

La superficie de calefacción se incrementa de forma notable. Así los tubos pasan a ser ahora 132, reduciéndose su diámetro a 4 cm, con lo que se obtienen 35,2 m² en lugar de los 10,9 m² de la *Rocket*. Se aumenta también la anchura de la caja de fuego, lo que proporciona 3,4 m² de superficie en lugar de 2,32 m². Los cilindros, de 28 cm de diámetro y 41 cm de carrera, permiten mayor esfuerzo tractor. Todo ello da lugar a mayor peso, alcanzándose así las 7,4 t.

Según la revista *Mechanic's Magazine*, esta locomotora es “una de las últimas y mejores de las construidas por Mr. Stephenson, distinguiéndose de

clararía Robert Stephenson en 1852, la idea se la había sugerido Trevithick y tenía por objeto mantener los cilindros a temperatura elevada, lo que proporcionaba mayor rendimiento⁹⁷. Otra era situar los mecanismos de transmisión y de distribución debajo de la caldera, idea tomada del carruaje de vapor de Gurney. Finalmente se adoptaba por vez primera un bastidor exterior sobre el que se apoyaban los ejes y que tenía por objeto prevenir las consecuencias de la rotura del eje cigüeñal motor. A este bastidor exterior acompañaban, con el mismo objeto, otros cuatro bastidores interiores, de modo que este eje cigüeñal poseía seis manguetas de apoyo.



Fig. 163. Locomotora Planet, según un grabado de la época. (Biblioteca Nacional).

las demás por tener su caldera y chimenea de cobre en lugar de hierro”. Nada sabemos de la proporción de cobre empleada, pero de acuerdo con una carta del constructor a la compañía ferroviaria, sabemos que su precio se había encarecido hasta 650 libras, como consecuencia de llevar más cobre y más cuidadosa construcción.

Número 28. Planet (Planeta)

La locomotora *Planet* (fig. 163), adquirida por el Ferrocarril de Liverpool a Manchester, constituye el punto de partida de la locomotora moderna. Hay tres características fundamentales de la misma que determinan el diseño de todas las locomotoras construidas posteriormente. La primera de ellas fue situar los cilindros en el interior de la caja de humo. Según de-

clararía Robert Stephenson en 1852, la idea se la había sugerido Trevithick y tenía por objeto mantener los cilindros a temperatura elevada, lo que proporcionaba mayor rendimiento⁹⁷. Otra era situar los mecanismos de transmisión y de distribución debajo de la caldera, idea tomada del carruaje de vapor de Gurney. Finalmente se adoptaba por vez primera un bastidor exterior sobre el que se apoyaban los ejes y que tenía por objeto prevenir las consecuencias de la rotura del eje cigüeñal motor. A este bastidor exterior acompañaban, con el mismo objeto, otros cuatro bastidores interiores, de modo que este eje cigüeñal poseía seis manguetas de apoyo.

La caldera de la *Planet* tenía aproximadamente las mismas dimensiones y superficie de calefacción que la *Northumbrian*; sin embargo, su potencia se había incrementado.

⁹⁷ Como vimos, Trevithick situaba el cilindro parcialmente inmerso en la caldera con este objeto. La potencia desarrollada es mayor cuanto más elevada sea la temperatura en el cilindro. Por ello, las modernas locomotoras utilizan vapor recalentado.

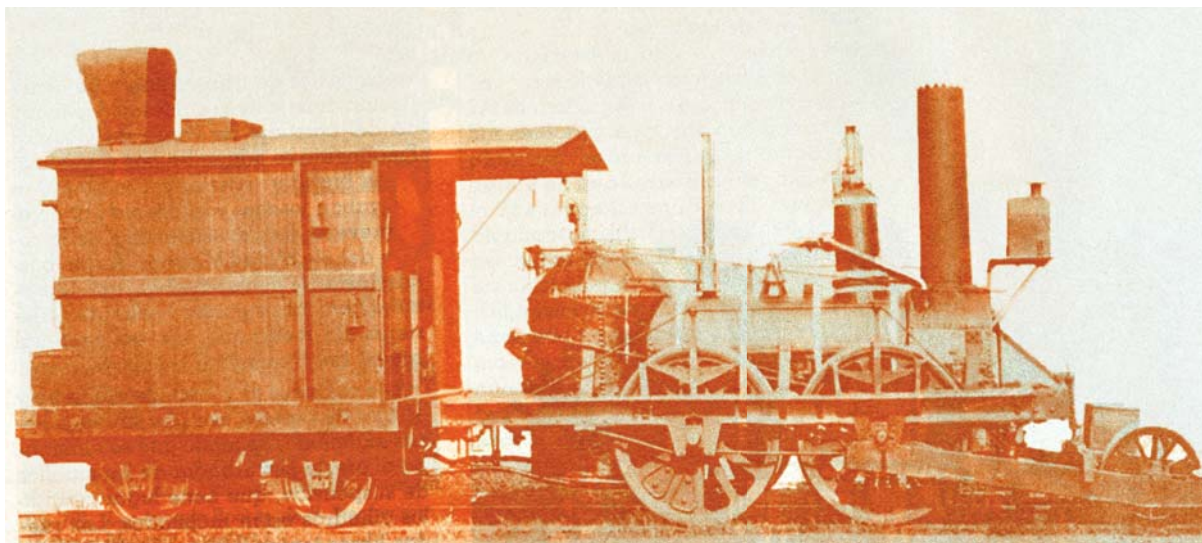


Fig. 164. Locomotora John Bull, preservada en la Smithsonian Institution de Washington. (Archivo RENFE).

El 4 de diciembre de 1830 se probaba la locomotora en la línea con un tren de mercancías, compuesto de 18 vagones que transportaban una carga neta de 51,8 t, equivalente a una carga remolcada, incluido el tender, de 81 t.

Los 48 km existentes entre Liverpool y Manchester fueron recorridos en dos horas cincuenta y cuatro minutos, con tres paradas intermedias incluidas. El 23 de noviembre, la locomotora *Planet* aislada había hecho este mismo recorrido en una hora, incluidos dos minutos de parada para engrase e inspección a mitad de camino.

Las locomotoras números 31 a 37 siguieron el estilo de la *Planet*. De éstas hay que destacar las denominadas *Samson* y *Goliath*, destinadas a prestar servicio en las dos únicas rampas de 10 por 1.000 existentes en la línea de Liverpool a Manchester. Con objeto de obtener mayor esfuerzo tractor, estas locomotoras tenían dos ejes acoplados y una superficie de ca-

lefacción de 42,4 m² en lugar de los 37,8 m² de la *Planet*. Al tener todos los ejes acoplados, su peso de 10 t podía utilizarse como peso adherente, consiguiéndose así el doble del peso adherente de la *Planet* que era sólo de 5 t.

En una de las rampas antes mencionadas, la locomotora *Samson* era capaz de remolcar 44,6 t a una velocidad de 13,6 km/h.

Locomotoras para el extranjero

De 1831 a 1836, Robert Stephenson and Cía. suministra locomotoras para las primeras líneas ferroviarias de Estados Unidos y Europa, lo que demuestra el prestigio adquirido en todo el mundo.

En estos cinco años se venden siete locomotoras a distintos ferrocarriles americanos. Una de las más célebres es la *John Bull* (fig. 164), adquirida para el ferrocarril de Camden y Amboy en 1831. La figura

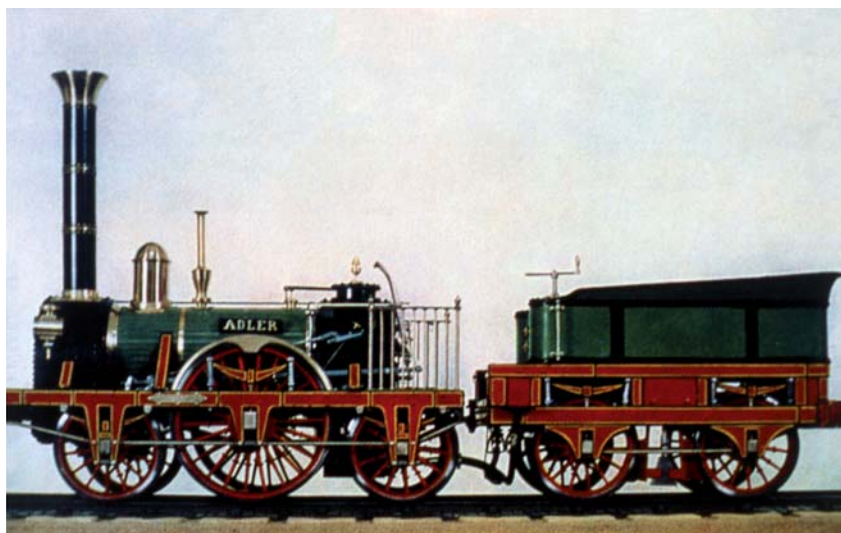


Fig. 165. Una reconstrucción de la locomotora Der Adler, preservada en el Museo de Nüremberg. (Archivo RENFE).

muestra las modificaciones introducidas por los técnicos americanos: tónder cubierto, un enorme quitabueyes, la campana, etcétera. La locomotora era del tipo *Planet*.

Las locomotoras de Stephenson no dieron buenos resultados en América. Resultaban demasiado pesadas para las vías americanas, constituidas, en muchos casos, por carriles de madera recubiertos con pletinas de hierro. En 1835, un ingeniero americano manifestaba que estas locomotoras eran de buena construcción, pero con poca solidez para soportar las fuertes rampas y las cerradas curvas de las líneas del país. Económicamente resultaban gravosas por las numerosas y costosas reparaciones.

El 6 de mayo de 1835 se inauguraba el primer ferrocarril belga, entre Bruselas y Malinas, con tres locomotoras construidas por esta compañía: *L'Elephant* (Elefante), *La Flèche* y *Stephenson*. Tres trenes compuestos de diez coches, llevando cada uno cien personas, recorrieron el trayecto de 20 km en cincuenta y tres minutos. A la vuelta, los 30 coches remolcados por *La Flèche* hicieron el recorrido en poco más de media hora.

En 1835, Robert Stephenson and Cía. construye la locomotora que ha de inaugurar el primer ferrocarril alemán de Nüremberg a Fürth. Una réplica de la misma, denominada *Der Adler* (El Águila, fig. 165), se conserva, hoy día, en el Museo Ferroviario de Nüremberg.

También se suministran locomotoras a Francia, entre ellas *La Victoriense* (La Victoriosa), adquirida por el Ferrocarril de Versalles, inaugurado en 1837, y a Rusia, para su primera línea desde San Petersburgo a Tsarkoeselo, en el mismo año.

A partir de 1840 puede afirmarse que gran parte de las locomotoras de los ferrocarriles europeos habían sido construidas por Robert Stephenson and Cía.

La locomotora de vapor perfeccionada

Entre 1833 y 1842, Robert Stephenson sienta las bases de lo que habría de ser la locomotora de vapor actual. Así, la patente registrada, a finales de 1833, se refería a una locomotora de tres ejes, de los que sólo el intermedio era motor. Para facilitar la circulación por las curvas, las ruedas motoras carecían de pestañas. Esta decisión de repartir el peso de la locomotora era consecuencia del creciente au-

mento del mismo y tenía por objeto, evidentemente, prevenir la rotura de los carriles. Durante los años precedentes, las locomotoras de dos ejes venían provocando numerosas roturas de carril en la vía del ferrocarril de Liverpool a Manchester.

El 28 de abril de 1834, Stephenson ofrecía a la compañía de este ferrocarril construir una locomotora de acuerdo con esta patente. Después de realizar las pruebas correspondientes, la locomotora fue aceptada por la compañía por un precio de 1.000 libras. Se le dio por nombre *Patentee* (Patentada) (fig. 166) y fue la primera locomotora de este tipo y la última que Robert Stephenson and Cía. suministraba a este ferrocarril. La *Patentee* pesaba en servicio 11,6 t, tenía cilindros de 28 cm de diámetro y 46 cm de carrera y disponía de una superficie de calefacción

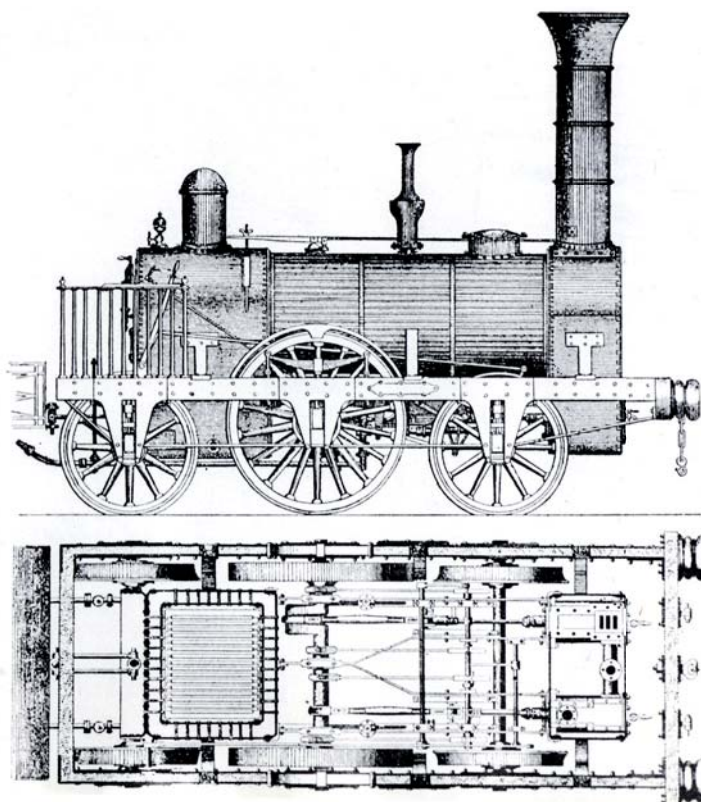


Fig. 166. Diseño de la locomotora tipo Patentee de 1837, según la revista The Engineer. (Archivo RENFE).

de 33,8 m², ligeramente inferior a la existente en la *Planet*. Esta reducción era debida a la necesidad de situar los tubos de humo más separados, con objeto de aumentar el rendimiento calorífico.

En 1841, Stephenson decide alargar la caldera que, hasta entonces, raramente excedía de 2,60 m. Su objetivo, constantemente perseguido, era incrementar la superficie de calefacción. Las locomotoras construidas con este diseño, se denominaron

de “caldera alargada” y estaban soportadas por tres ejes situados bajo ésta. El hecho de disponer los tres ejes relativamente próximos venía impuesto por la necesidad de no exceder de 3,65 m de empate total, que era el diámetro de las placas giratorias entonces existentes.

La decisión de alargar la caldera estaba condicionada por la firme creencia de los técnicos de la época, en el sentido de que debía mantenerse el centro de gravedad lo más bajo posible. En efecto, podía haberse aumentado el diámetro, pero esto no era posible, al quedar situada la caldera

Puede afirmarse, finalmente, que a partir de estos años, la locomotora de Stephenson reunía ya las principales características que habrían de permanecer inalterables durante la era de la tracción vapor.

11. Timothy Hackworth (1786-1850)

Hackworth era hijo del encargado del taller de mecánica de la mina Wylam, cargo en que le sucedió, en 1807, a los veintiún años de edad. Como vimos al tratar de Hedley, debió participar en la construcción de las locomotoras de este constructor, durante el período 1812-15, aunque ignoramos en qué medida.

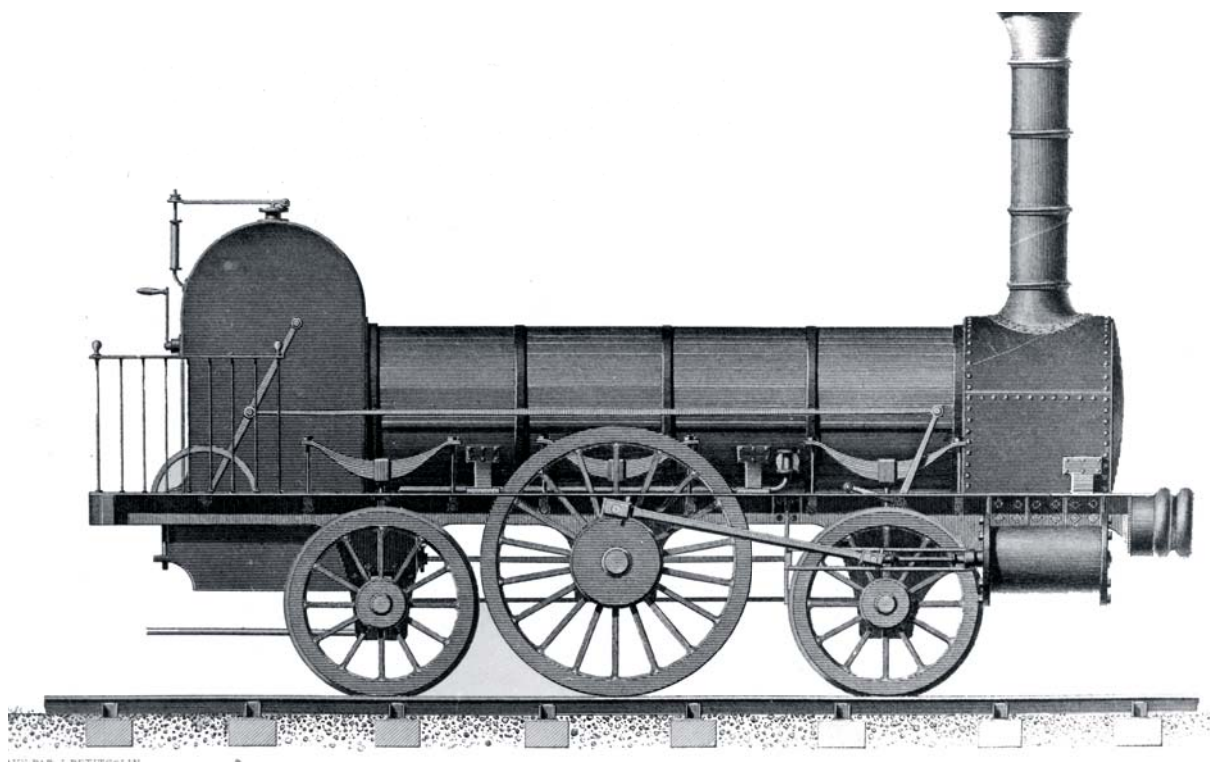


Fig. 167. Locomotora de caldera alargada de R. Stephenson, (1845), según *Traité des chemins de fer* de A. Perdonnet. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

entre las ruedas, ya que no se podía elevar su altura sobre el carril por la creencia mencionada.

En octubre de 1842, la locomotora de caldera alargada (fig. 167), recibía un perfeccionamiento decisivo: el mecanismo de distribución de Williams-Howe, comúnmente conocido como sector de Stephenson. Mediante este ingenioso mecanismo, podía regularse de forma continua el grado de admisión del vapor en los cilindros y, en consecuencia, el grado de expansión⁹⁸.

En 1815, con motivo de ciertos desacuerdos con el propietario, dejó Wylam y pasó a ocupar un puesto similar en la mina Walbottle hasta el año 1824, en que parece trabajó para Robert Stephenson and Cía. durante un breve período de tiempo. El papel relevante de Hackworth en la historia de la locomotora se inicia en mayo de 1825, cuando la compañía del Ferrocarril de Stockton a Darlington le nombra jefe de tracción y de vía y obras, cargo que desempeñaría hasta 1840. Se ha pretendido atribuir a Hackworth, con este motivo, una intervención decisiva en los proyectos de las primeras locomotoras suminis-

⁹⁸ Al trabajar el vapor por expansión en una parte de la carrera del pistón se consumía menos vapor y, por consiguiente, menos combustible. Hasta estos años, el coste

del combustible influía decisivamente en los costes de explotación.

tradas por los Stephenson a este ferrocarril, pero no se han encontrado pruebas evidentes al respecto.

Lo cierto y probado es que el Consejo de la citada compañía le autorizó en 1827 para construir una locomotora que recibió el nombre de *Royal George*. En septiembre de ese año se realizaban las pruebas y en octubre iniciaba el servicio en la línea, donde permaneció hasta 1840 en que se vendió a una compañía minera, curiosamente a un precio superior al de coste.

La *Royal George* se muestra en la fig. 168, pero el dibujo corresponde a la locomotora tal como se encontraba varios años después de su construcción. Hackworth utilizó la caldera de una locomotora, debida a Robert Wilson⁹⁹, que la compañía había adquirido a finales de 1825. Conservó el mismo diámetro de 1,32 m, pero aumentó su longitud de 3,30 a 3,96 m. La calefacción se obtenía mediante un tubo de humo con flujo de retorno de 66 cm de diámetro que, partiendo del hogar, finalizaba en la chimenea situada en el mismo lado que ésta. Como consecuencia de la longitud de la caldera y del tubo de humo en forma de U, la superficie de calefacción era de 13 m², es decir, más del doble de la *Locomotion*, siendo, por tanto, la locomotora más potente de aquellos años.

Los cilindros de 28 cm de diámetro y 51 cm de carrera estaban dispuestos verticalmente y transmitían el movimiento a la rueda trasera mediante el paralelogramo de Watt. La presión era de 3,6 kg/cm², disponiendo de una válvula de seguridad constituida por un resorte que estaba tarado a 3,4 kg/cm².

Entre los diversos perfeccionamientos introducidos por Hackworth debemos destacar la contracción del tubo de escape del vapor que, situado en el centro de la chimenea, era mucho más eficaz que el sistema instalado en las primeras locomotoras de Robert Step-

henson. Otro interesante perfeccionamiento eran las bielas equilibradoras situadas en los ejes primero y segundo, en aquellos años, desprovistos de muelles. De acuerdo con una resolución de la compañía, en octubre de 1828 se ordenaba a Hackworth instalar muelles en todas las locomotoras de la compañía, posiblemente ante los excelentes resultados de los instalados en la *Experiment* de Stephenson. Al poco tiempo, en 1829, Hackworth construye otra locomotora muy similar a la anterior que recibió el nombre de *Victory* (Victoria). A la vista de su excelente capacidad de vaporización, los cilindros se aumentaron de tamaño (30 cm de diámetro y 56 cm de carrera), sustituyéndose además el paralelogramo de Watt por la transmisión clásica de biela y manivela provista de cruceta y paralelas. Al parecer, la *Victory* era una reconstrucción de la locomotora número 7 que Robert Stephenson and Cía. había suministrado al Ferrocarril de Stockton a Darlington.



Timothy Hackworth (1786-1850).
(Archivo RENFE).

Hackworth fue uno de los participantes en la competición de Rainhill presentando su locomotora *Sans Pareil* (Sin Igual) (fig. 169), cuyas características resumimos a continuación:

Caldera	1,27 m (diámetro) y 1,83 m (longitud)
Cilindros verticales	18 cm (diámetro) y 46 cm (carrera)
Ruedas acopladas	1,37 m (diámetro)
Peso en servicio	4,85 t

La caldera estaba provista de un tubo de humo con flujo de retorno similar al de la *Royal George*, que antes de unirse a la chimenea atravesaba un recipiente circular con objeto de precalentar el agua de alimentación. La pequeña plataforma, situada en el lado de los cilindros, estaba destinada al maquinista. El fogonero viajaba en el tender situado en el lado de la chimenea, por donde se introducía el coque en el hogar. La locomotora carecía de bastidor, y en el modelo que se conserva, de muelles de suspensión, quedando los cojinetes adosados directamente a la caldera mediante pernos. No obstante, es muy posible que la locomotora original llevara muelles, puesto que ésta era una de las condiciones estipuladas en el concurso.

⁹⁹ A finales de 1825 se probaba en las vías del ferrocarril de Stockton a Darlington la locomotora *Chittapat*, construida por Robert Wilson. Al parecer tenía cuatro pequeños cilindros verticales de 21 cm de diámetro situados por parejas en ambos lados de la caldera. Al cabo de un mes se comprobó que la locomotora no daba buenos resultados, pero se adquirió, no obstante, por el valor de la caldera y de las ruedas. Wilson se había establecido en Newcastle, desde 1824, como constructor de máquinas de vapor.

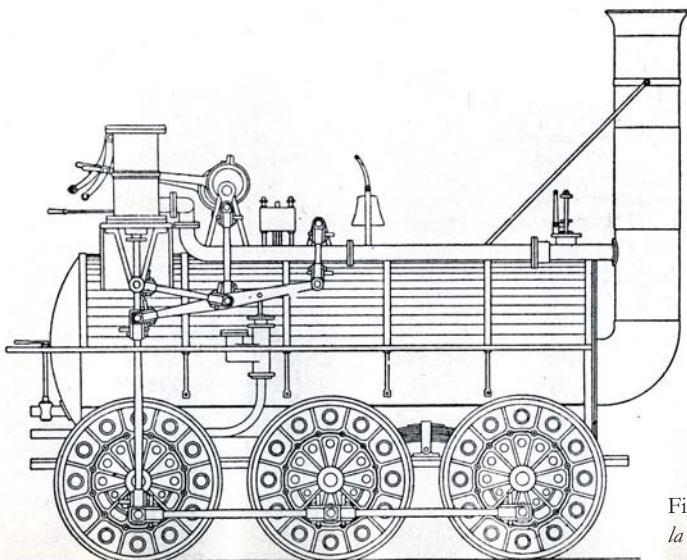


Fig. 168 (izda.). Diseño de la locomotora Royal George, según la revista The Engineer. (Archivo RENFE).

Fig. 169. Locomotora Sans Pareil, de T. Hackworth. (Science Museum, Londres).

Fig. 170. Probable diseño de la locomotora Globe, de T. Hackworth, según Locomotive Engineering, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

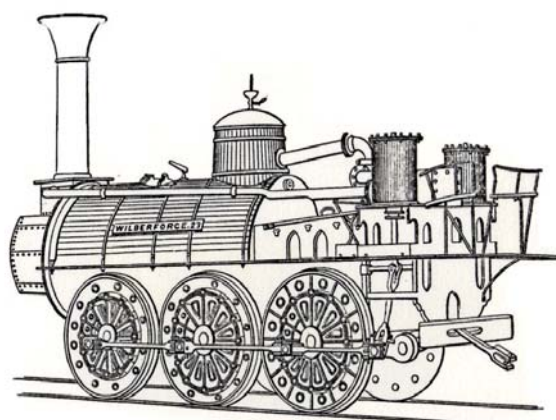
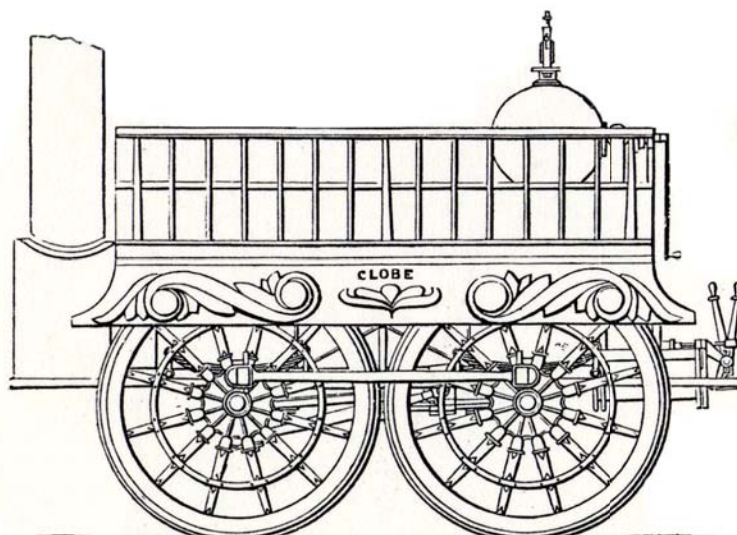


Fig. 171. Locomotora tipo Wilberforce de T. Hackworth, según Locomotive Engineering, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

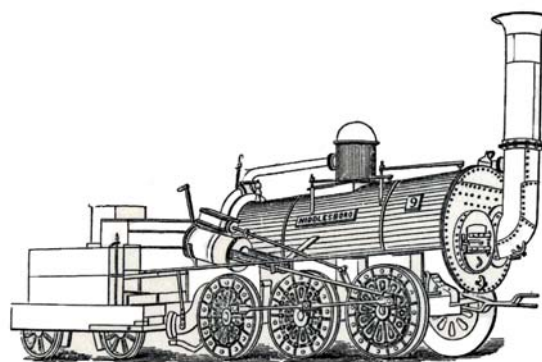


Fig. 172. Locomotora perfeccionada de T. Hackworth, según Locomotive Engineering, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

Como veremos en el próximo capítulo, la *Sans Pareil* quedó fuera de concurso en la competición de Rainhill por exceder del peso estipulado de 4,5 t. Fue adquirida por la Compañía del Ferrocarril de Liverpool a Manchester en 500 libras y posteriormente revendida. Acabó su vida activa en 1863, siendo restaurada y preservada en el Museo de la Ciencia de Londres.

El siguiente intento de Hackworth tenía por objeto construir una locomotora apta para el tráfico de viajeros y, en consecuencia, capaz de desarrollar más velocidad que las locomotoras hasta entonces en servicio. Recibió el nombre de *Globe* (Globo) con motivo del enorme domo situado sobre la caja de fuego. Su construcción se encargó a Robert Stephenson and Cía., en marzo de 1830, que la entregó en noviembre del mismo año. En esta locomotora se trató de elevar la capacidad de vaporización al máximo, utilizando un sistema tubular no a base de tubos de humo, sino de tubos de agua —tenía 120— en comunicación con la caldera, e instalados en el hogar. El resultado de este y otros ensayos similares fue un fracaso debido a las incrustaciones que obstruían la libre circulación del agua por los tubos. Como no podría por menos preverse, la caldera explotó el 18 de junio de 1838, acabando así su vida activa ferroviaria.

La *Globe* tenía grandes ruedas de 1,52 m de diámetro y cilindros horizontales de 23 cm de diámetro y 41 cm de carrera (fig. 170). Se ha pretendido atribuir a Hackworth la primacía de instalar los cilindros interiores y el eje motor cigüeñal, pero esta misma disposición se encuentra en la *Planet* de Robert Stephenson y la *Liverpool* de Bury¹⁰⁰, construidas al mismo tiempo que la *Globe*.

Hasta 1840, año en el que Hackworth abandonó el Ferrocarril de Stockton a Darlington para hacerse constructor de locomotoras independiente, continuó construyendo locomotoras para esta compañía de un diseño especial. Sus principales características consistían en mantener los cilindros verticales y continuar utilizando el tubo de humo con flujo de retorno en lugar de la caldera tubular. De este diseño se construyeron, a partir de 1830, dos series de locomotoras de seis unidades cada una. En la serie tipo *Wilberforce*¹⁰¹ (fig. 171), los cilindros quedaban situados en la parte trasera y en la serie tipo *Majestic* (Majestuosa) en la delantera. Todas las series tenían tres ejes acoplados, verificándose la transmisión del movimiento a través de un árbol situado bajo los cilindros. El tubo de humo de 61 cm de diámetro atravesaba una cámara en forma

de D, al otro extremo de la caldera, y retornaba de nuevo a la chimenea atravesando 50 o 60 tubos de pequeña sección a través de los que circulaba el agua. Se conseguía así una superficie de calefacción de 46 m².

Otras características eran: presión de 4,2 kg/cm², ruedas de 1,22 m de diámetro y cilindros de 37 cm de diámetro y 41 cm de carrera. A pesar de que los cilindros verticales no eran una buena solución mecánica y hubiera exigido un contrapeso en el árbol intermedio, la realidad fue que las locomotoras dieron excelentes resultados, posiblemente debido a la baja velocidad establecida por la compañía, que nunca excedía de 9,5 km/h. Más tarde, en 1838, Hackworth abandona los cilindros verticales y vuelve a los cilindros inclinados a 30°, que actuaban directamente sobre el primer eje (fig. 172). Su semejanza con la *Lancashire Witch* de Stephenson es evidente. Como seguían manteniendo un tubo de humo con flujo de retorno, la locomotora requería dos ténderes, uno en la parte trasera para el agua y el otro en la parte delantera para el carbón¹⁰².

12. John Braithwaite (1797-1870) y John Ericsson (1803-1889)

John Braithwaite fue el tercer hijo de un distinguido ingeniero del mismo nombre, que había fundado un taller de construcciones mecánicas en New Road (Londres). A su muerte, el taller pasó por herencia a dos de sus hijos, Francis y John, falleciendo el primero en 1823. Habiendo quedado solamente John al frente del taller, tomó como socio a Ericsson cuatro años después.

En 1834, Braithwaite abandonó su actividad en el taller de New Road y pasó a ocupar el cargo de ingeniero del ferrocarril Eastern Counties, donde, a propuesta suya, impuso un ancho de vía de 1,52 m, distinto del normalmente utilizado de 1,435 m. Hacia 1846, y hasta su muerte en 1870, se dedicó a asesorar a los ferrocarriles franceses como ingeniero consultor.

John Ericsson procedía de una familia de mineros de Suecia, donde ejerció la carrera militar. Hombre de brillante imaginación, el rey de Suecia le aconsejó marchar al extranjero donde podría desarrollar su capacidad. Así lo hizo Ericsson y en 1826 llega a Inglaterra donde se asocia, al poco, con Braithwaite. En 1839 pasó a Estados Unidos, donde tuvo una brillante y célebre actividad como inventor.

Braithwaite y Ericsson participaron en el concurso de Rainhill con su locomotora *Novelty* (Innovación), siendo la más rápida entre sus competidoras. Su pro-

¹⁰⁰ Véase apartado 15 de este capítulo.

¹⁰¹ Posiblemente en honor del político inglés William Wilberforce (1759-1833), fervoroso partidario de la abolición del comercio de esclavos.

¹⁰² Por ser un ferrocarril minero, las locomotoras consumían carbón en lugar de coque.

yecto y construcción fue muy precipitado, pues se hizo en las siete semanas precedentes a la fecha de la competición. En aquellos años no había ningún ferrocarril en las cercanías de Londres, motivo por el cual no pudieron llevarse a cabo las pruebas de circulación imprescindibles. Todo ello contribuyó, sin duda, a las importantes averías sufridas por la locomotora durante la competición.

La *Novelty* fue construida en los talleres de Braithwaite, pero el diseño y el proyecto parece ser fueron de Ericsson (fig. 173). Como se observa en la figura, el aspecto de la locomotora es innovador, como su nombre indica, e inusual respecto a las locomotoras precedentemente construidas.

La caldera vertical y la disposición general tienen más bien semejanza con las máquinas para extinción de incendios, uno de cuyos modelos acababa Ericsson de patentar. La alimentación del coque se hacía por la parte superior, existiendo un ventilador, accionado por la propia locomotora, en su parte inferior. La *Novelty* transportaba su propio combustible y el agua, por lo que puede ser considerada como la primera

locomotora tanque del mundo. He aquí sus principales características:

Caldera vertical	36 cm (diámetro)
Dos cilindros verticales	15 cm (diámetro), 30 cm (carrera)
Ruedas	1,27 m (diámetro)
Peso en servicio	3,8 t

Finalizado el concurso, la *Novelty* fue reacondicionada, siendo objeto de una prueba el 26 de enero de 1830 en el Ferrocarril de Liverpool a Manchester. Los consejeros de la compañía quedaron tan favorablemente impresionados de sus prestaciones, que encargaron la construcción de dos unidades, aunque de mayores dimensiones, evaluándose el precio en 1.000 libras cada una. En 1833, la *Novelty* fue objeto de reconstrucción, instalándose una caldera tubular, nuevos cilindros y ejes cigüeñales, pasando a prestar servicio en la línea carbonera de St. Helens que era afluente de la de Liverpool a Manchester, acabando allí su vida ferroviaria.

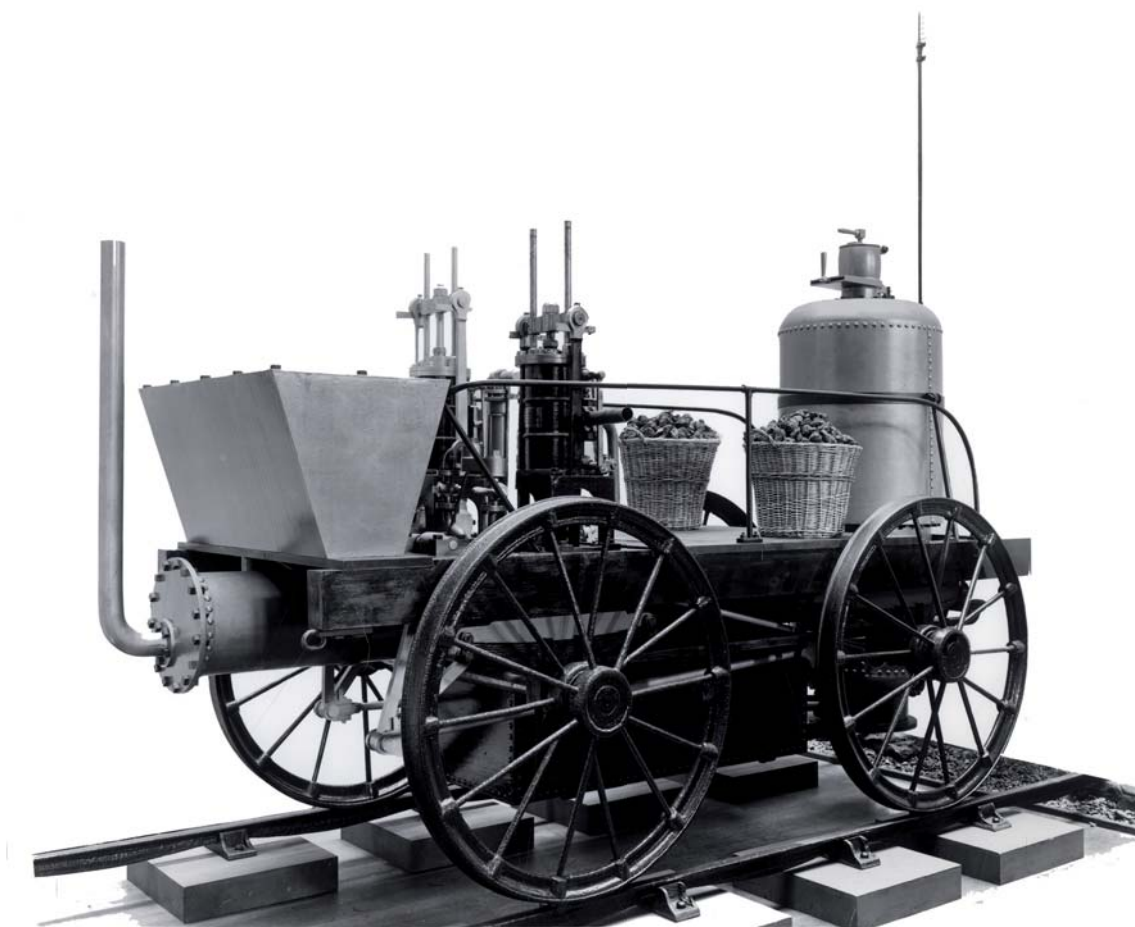


Fig. 173. Locomotora Novelty, de Braithwaite y Ericsson. (Science Museum, Londres).

Fig. 2.

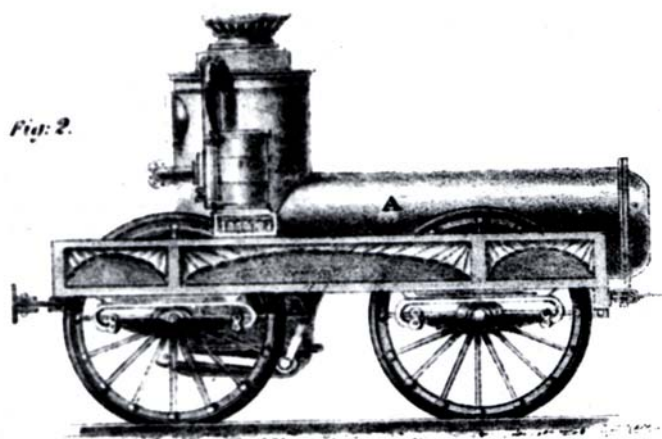


Fig. 174. Locomotora William IV, de Braithwaite y Ericsson, según Gordon (1832). (British Library).

A Gordon del ex Libr.

Fig. 175. Locomotora Perseverance, de T. Burstall, según un grabado de origen desconocido. (Biblioteca Nacional).

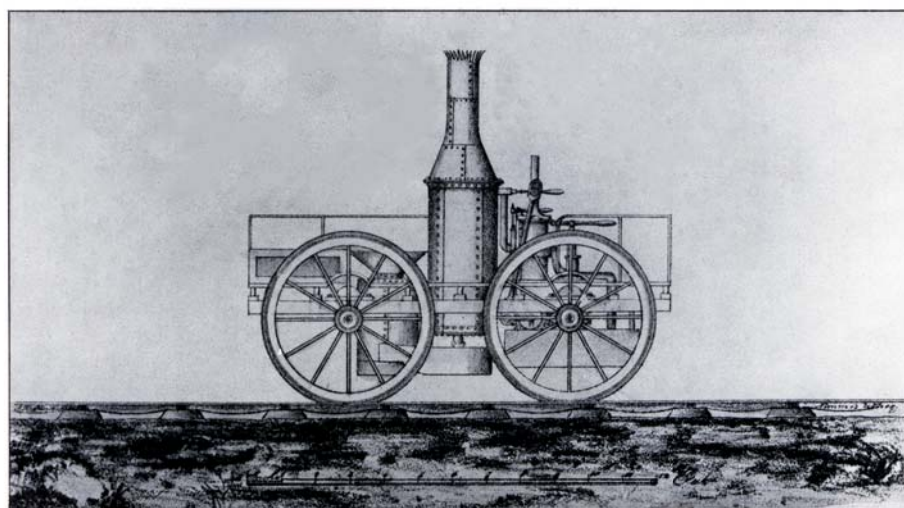


Fig. 176. Carruaje de vapor de T. Burstall (1826). (Archivo RENFE).

Las dos locomotoras encargadas en enero de 1830 llegaron a Manchester en septiembre con los nombres de *William IV* (fig. 174) y *Queen Adelaide* (Reina Adelaida). Según el contrato debían remolcar 40 t de carga entre Liverpool y Manchester en un tiempo de dos horas, con un consumo específico máximo de 140 gr de coque por tonelada-kilómetro. Verificadas las pruebas en octubre de 1830 y en febrero de 1831, los resultados fueron desfavorables, de modo que la compañía renunció a su adquisición. Según el propio Ericsson, el fracaso era debido a su escasa capacidad de vaporización, producida por la ineficacia del ventilador que ahora había situado en la parte superior de la caldera.

13. Timothy Burstall (1776-1860)

Timothy Burstall es un personaje con escasa incidencia en la historia de la locomotora de vapor. Si lo mencionamos aquí es con motivo de haber construido la locomotora *Perseverance*, una de las participantes en la competición de Rainhill en el año 1829. La fig. 175 reproduce una litografía en la que se muestra una ilustración de esta locomotora. Tiene caldera vertical, disposición muy poco utilizada en los ferrocarriles, excepción hecha del de Baltimore a Ohio, como veremos más adelante, y en algunas líneas de tranvías del siglo XIX. Su peso era de 2,9 t, sin que se conozcan más detalles técnicos.

Burstall había patentado en 1825 y 1826 sendos carruajes a vapor, siendo la fig. 176 una representación del segundo de ellos. La *Perseverance*, llamada así por los años que el inventor llevaba intentando aplicar el vapor a la locomoción, está inspirada precisamente en la caldera de este vehículo de vapor.

De acuerdo con una carta de Burstall, en enero de 1830, a la compañía del Ferrocarril de Liverpool a Manchester, éste ofreció para la apertura de la línea otra locomotora con diversos perfeccionamientos. En mayo de 1830 reiteró la oferta sin que se registren ulteriores noticias, lo que nos lleva a concluir que la locomotora no fue construida.

14. John Urpeth Rastrick (1780-1856)

Hijo de un constructor de maquinaria, inició el oficio con su padre hasta los quince años de edad, pasando después a la ferrería Ketley donde amplió su experiencia en la fundición de piezas de hierro que entonces comenzaban a utilizarse ampliamente en la construcción de maquinaria. Desde 1808 a 1817 se dedicó con su socio John Hazeldine a la construcción mecánica, siendo esta firma la responsable de la construcción de la locomotora *Catch me who can* de

Trevithick. Poco después se asocia con William Foster y forma la Foster, Rastrick and Cía. dedicada también a la construcción de toda clase de máquinas. Desde 1822, Rastrick comienza a intervenir en asuntos ferroviarios, primero como ingeniero de la línea de Stratford a Moreton y después como asesor técnico de varias compañías de ferrocarriles, entre ellas la del Ferrocarril de Liverpool a Manchester, como veremos en el capítulo siguiente. Participó como juez en la competición de Rainhill y más tarde lo encontramos asociado con la historia de muchas líneas de Inglaterra, entre ellas la de Brighton, de la que fue ingeniero hasta 1846.

Aunque no era ferviente partidario de la tracción vapor, su compañía construyó cuatro locomotoras durante el año 1829, de las que tres se exportaron a Estados Unidos y la cuarta prestó servicio en un ferrocarril minero llamado Shutt End.

Las locomotoras enviadas a Estados Unidos fueron encargadas por Horatio Allen durante su visita a Inglaterra en 1828. Ya indicamos al tratar de Robert Stephenson que el motivo de la compra fue que Foster, Rastrick and Cía. cobraba 100 libras menos por unidad que el primero.

Las tres locomotoras recibieron los nombres de *Stourbridge Lion* (León de Stourbridge) en honor de la ciudad donde radicaba la compañía constructora, y *Delaware* y *Hudson* en honor de la denominación de la compañía americana que las adquirió. Según todas las referencias, las tres locomotoras respondían al mismo diseño inspirado, sin duda, en la *Puffing Billy* de Hedley, con la variante de sustituir la transmisión por engranajes de esta última por balancín y bielas acopladas (fig. 177). Las principales características eran las siguientes:

Caldera	1,22 m (diámetro) y 3,20 m (longitud)
Cilindros	22 cm (diámetro) y 91 cm (carrera)
Ruedas	1,24 m (diámetro)

De la caja de fuego partían dos tubos de humo independientes que convergían en la base de la chimenea. La distribución por válvulas planas se accionaba por excéntricas caladas en el eje motor similares a las ideadas por Wood, transmitiéndose su movimiento por un sistema de bielas y palancas.

La *Stourbridge Lion* se envió por barco desde Liverpool, llegando a Nueva York el 13 de mayo de 1829. Según un periódico de esta última ciudad, su peso era de 7 t y sus prestaciones se estimaban en



Fig. 177. *El primer viaje de la locomotora Stourbridge Lion por la vía del ferrocarril de Delaware a Hudson (1829).* (Archivo RENFE).

una carga remolcada de 30 a 36 vagones cargados con 2 t de carbón a una velocidad de 6,4 km/h.

El 8 de agosto de 1829 se encendió el hogar y, elevada la presión, bajo la mano de Horatio Allen, circuló aislada durante 4,8 km entre los gritos del numeroso público que presenciaba la prueba y el estruendo de los cañonazos disparados con este motivo. Según un testigo presencial, la locomotora se asemejaba a un gigantesco saltamontes dotado de numerosas patas. El 13 de septiembre, Allen comunicaba al tesorero de la compañía la realización de otra prueba, de cuyo resultado se deducía que la vía carecía de la estabilidad necesaria. Recomendaba reconocer cuidadosamente ésta y aumentar su solidez, sin lo cual estimaba sería muy peligroso poner la locomotora en servicio.

En efecto, según recordaba el propio Allen en 1851, la vía consistía en carriles de madera de pino, absolutamente incompatibles con el peso de la locomotora. De aquí que de este fiero león y de las otras locomotoras, incluida la adquirida a Stephenson, la Historia silencie su vida ulterior, con motivo de este fracaso.

Si la vía no hubiera sido tan débil, la Historia no la hubiera olvidado, como ocurrió con la cuarta locomotora denominada *Agenoria*¹⁰³, que permaneció en servicio en la línea de Shuntt End durante casi medio siglo. El día de la apertura, remolcó ocho coches con 360 viajeros a 12 km/h y en el viaje de regreso se le agregaron 12 vagones de carbón que hacían un total de 131,5 t.

Esta locomotora, como sus hermanas, reunía algunos perfeccionamientos, entre ellos dos válvulas de seguridad, de la que una era inaccesible al maquinista y, por consiguiente, imposible de sobrecargar, y un dispositivo de engrase en las manguetas muy similar a las paletas de nuestras cajas de grasa.

15. Edward Bury (1749-1858) y James Kennedy (1797-1886)

Hacia 1825, Bury era propietario de un taller, en Liverpool, dedicado a la construcción de maquinaria, que más tarde se ampliaría, con la intervención de dos socios, para formar en 1842 la sociedad Bury,

¹⁰³ Diosa de la actividad en la mitología latina.

Curtis and Kennedy. Esta compañía acabaría siendo una de las más importantes en la construcción de locomotoras. Construyó numerosas locomotoras para los ferrocarriles británicos y también para los de Estados Unidos y Francia.

El socio James Kennedy era, antes de la constitución de la sociedad, el director del taller mencionado, propiedad de Bury. Había seguido el oficio de mecánico en Edimburgo, y en 1824 le vemos de gerente de Robert Stephenson and Cía. hasta finales de 1825 en que pasó a dirigir el taller de Bury. Como vimos anteriormente, durante su estancia en la compañía de Stephenson, diseñó la locomotora *Locomotion*.

No es posible distinguir el grado de participación de Bury y Kennedy en el diseño de las locomotoras construidas por la sociedad. La primera de ellas fue la *Dreadnought* (Sin Miedo) comenzada a construir en 1828 por encargo de la compañía del Ferrocarril de Liverpool a Manchester, en cuya línea fue objeto de pruebas al año siguiente. Bury la describe con tres ejes y cilindros de 25,4 cm de diámetro y 61 cm de carrera. También cita éste una válvula doble de distribución que permitía actuar al vapor por expansión durante la parte final de la carrera del pistón. En la necrología de Kennedy se dice que esta locomotora tenía los cilindros horizontales, transmitiéndose su movimiento mediante las bielas a un eje cigüeñal, conectado al eje del motor por una cadena sin fin.

La *Dreadnought* fue un completo fracaso. Su elevado peso era dañino para los carriles y su circulación muy inestable. A pesar de algunas modificaciones, los resultados no mejoraron, por lo que fue devuelta al

constructor y allí desguazada. No se conservan planos de la misma.

La siguiente locomotora de la que tenemos noticia fue la *Liverpool*, construida también para la línea de Liverpool a Manchester y probada en julio de 1830, siendo utilizada en los trenes de trabajo durante la construcción. Uno de los primeros jefes de tracción de esta compañía la describe con dos ejes acoplados y cilindros interiores situados bajo la caja de humo. El cambio de marcha iba en la parte delantera, lo que obligaba a ir allí al maquinista, en tanto que el fogonero quedaba detrás. La caldera estaba atravesada por tubos de humo en forma de serpentín y el tiro se forzaba mediante un fuelle accionado por el movimiento de uno de los ejes del tender.

Como es de suponer los resultados eran muy pobres, lo que motivó su retirada y devolución al constructor. El 17 de mayo de 1831, la locomotora, reconstruida con una nueva caldera tubular y hogar circular, volvió de nuevo a la línea para realizar pruebas (fig. 178). En esta época, el ingeniero del ferrocarril, George Stephenson, informó desfavorablemente sobre la locomotora, argumentando que sus grandes ruedas de 1,83 m la hacían muy agresiva para la vía e insegura en su circulación. Se ordenó entonces realizar una serie de pruebas durante dos meses, pero los resultados, lamentablemente, no han llegado hasta nosotros. Según el propio Bury, la *Liverpool* era capaz de remolcar un tren de 152 t a una velocidad de 40 km/h en horizontal.

Con ligeros perfeccionamientos, la sociedad continuó fabricando locomotoras, de acuerdo con este prototipo (fig. 179), durante los quince años siguientes.

Uno de los mayores éxitos de Bury fue su contratación como jefe de tracción de la compañía del Ferrocarril de Londres a Birmingham, inaugurado en 1838. Naturalmente, el ferrocarril se explotó con las locomotoras de este constructor y con excelentes resultados.

Sin embargo, el 8 de mayo de 1842 tuvo lugar en la línea francesa de París a Versalles un gravísimo accidente, posiblemente el primero en importancia de la historia del ferrocarril (fig. 180). Un tren remolcado en doble tracción por cabeza descarriló y se incendió posteriormente, ocasionando numerosísimas víctimas. La causa del accidente fue la rotura del eje motor de la locomotora de cabeza. Con este motivo se levantó una fuerte controversia entre los técnicos y constructores de locomotoras, acerca de los inconvenientes y ventajas de las locomotoras de dos o tres ejes. Edward Bury, posiblemente por



Fig. 178. Locomotora Liverpool, de E. Bury, reconstruida (1830). (Archivo RENFE).

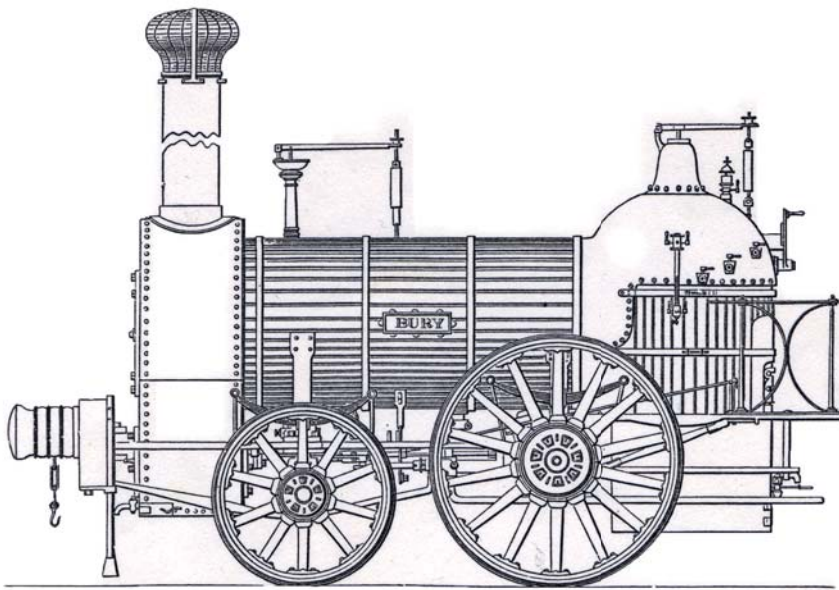


Fig. 179. Locomotora prototipo de la serie utilizada en el ferrocarril de Londres a Birmingham para trenes de viajeros, según Locomotive Engineering, de Z. Colburn. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

motivos comerciales, defendió sus locomotoras de dos ejes, hasta que la evidencia de los hechos vino a demostrar la superioridad, a este respecto, de los vehículos de tres ejes. Su prestigio ante la compañía del Ferrocarril de Birmingham quedó en entredicho y, en consecuencia, en 1846 fue cesado de su cargo.

16. Marc Séguin (1786-1875)

El insigne Marc Séguin, sobrino de los hermanos Montgolfier, inventores de la aerostación, es uno de los precursores del ferrocarril en la Europa continental. En 1839 publicó *De l'influence des chemins de fer et*

de l'art de les tracer et de les construire, un interesante estudio donde se exponen, por vez primera, los principios técnicos y económicos bajo los cuales deben proyectarse los ferrocarriles.

Promotor de la compañía del Ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon visitó Inglaterra en unión de su hermano Carlos y de un tal Gaillard, empleado de la compañía, entre el 9 de diciembre de 1827 y el 3 de febrero de 1828. El objeto del viaje era adquirir conocimientos prácticos del ferrocarril y, en especial, de la línea de Stockton a Darlington. De esta visita y de las conversaciones mantenidas con Stephenson, surgió la decisión adoptada por Marc



Fig. 180. El primer accidente grave en la historia del ferrocarril: descarrilamiento seguido de incendio en el ferrocarril de París a Versalles (8 de mayo de 1842). (Biblioteca Nacional).

Séguin, de explotar la línea de Saint-Etienne con tracción vapor.

Como vimos al tratar de Robert Stephenson, Séguin adquirió dos locomotoras. Una de ellas se envió a Hallette, un distinguido constructor de maquinaria de Arras, y la otra quedó en poder de Séguin para su estudio. Estas locomotoras, en opinión de Séguin, no tenían suficiente capacidad de vaporización, por lo que apenas podían remolcarse a sí mismas, razón por la cual nunca entraron en servicio.

Los hechos posteriores de esta historia aparecen estrechamente unidos con la invención de la caldera tubular que los ingleses atribuyen a Henry Booth y los franceses a Marc Séguin. La realidad es que la idea de aumentar la superficie de calefacción de la caldera, mediante tubos, se remonta a 1776 con la patente de John Blakey. Otra patente en 1791, debida al coronel americano John Stevens expone los fundamentos básicos. En 1826, James Neville registra una patente en la que se proponen tubos a través de los cuales pasarían los gases de la combustión. Y a partir de 1821, en adelante, muchos de los carruajes de vapor están dotados de calderas con tubos por los que circula el agua.

El 22 de febrero de 1828, Séguin patenta una caldera tubular cuyo dibujo original se indica en la fig. 181. Es indudable que la idea se refiere a una caldera para una máquina fija, aunque no es menos

cierto que Séguin pretendía aplicarla a máquinas marinas y locomotoras. Hasta junio de 1828, esta caldera había sido objeto de diversos ensayos, obteniéndose el tiro de los gases mediante un ventilador movido a brazo.

En 1829, Séguin inicia la construcción de una serie de locomotoras destinadas a perfeccionar el modelo traído de Inglaterra.

Una de las primeras —se indica en la fig. 182— muestra un diseño fuertemente inspirado en la locomotora adquirida a Stephenson.

Según nos dice Séguin, había instalado en ella una caldera tubular e introducido ligeras modificaciones: muelles de suspensión, cilindros de mayor diámetro y un resorte en la válvula de seguridad para evitar su disparo ante el menor vaivén producido por las irregularidades de la vía. Otra de las modificaciones consistía en dos enormes ventiladores, situados en el

ténder, que tomaban el movimiento de su eje trasero, mediante una correa de transmisión. Lo curioso del caso es que en la locomotora de Stephenson el vapor de escape de los cilindros se enviaba a la chimenea, como se puede apreciar claramente en la fig. 159, pero Séguin debió dudar de su eficacia. Poco tiempo después, según confesión de Séguin, los ventiladores presentaron grandes inconvenientes y el tubo de escape del vapor, desde los cilindros a la chimenea, fue restaurado.



Marc Séguin (1786-1875).
(Archivo RENFE).

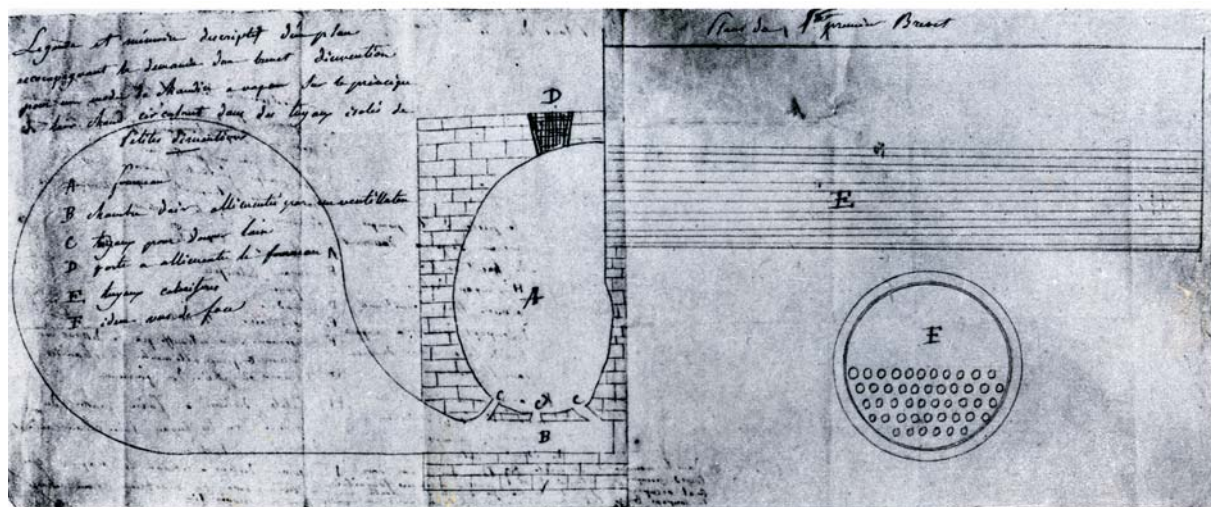


Fig. 181. La caldera tubular de M. Séguin, según el original de la patente (1828). Texto manuscrito: Leyenda y memoria de un plan acompañando la petición de patente de invención para un modelo de caldera de vapor basado en el principio de la circulación de aire caliente por tubos aislados de pequeñas dimensiones. A, hogar; B, cámara de aire alimentada por un ventilador; C, tubos para la entrada del aire; D, puerta para la alimentación del hogar; E, tubos caloríferos; F, idem, vistos de costado. (Biblioteca Nacional).

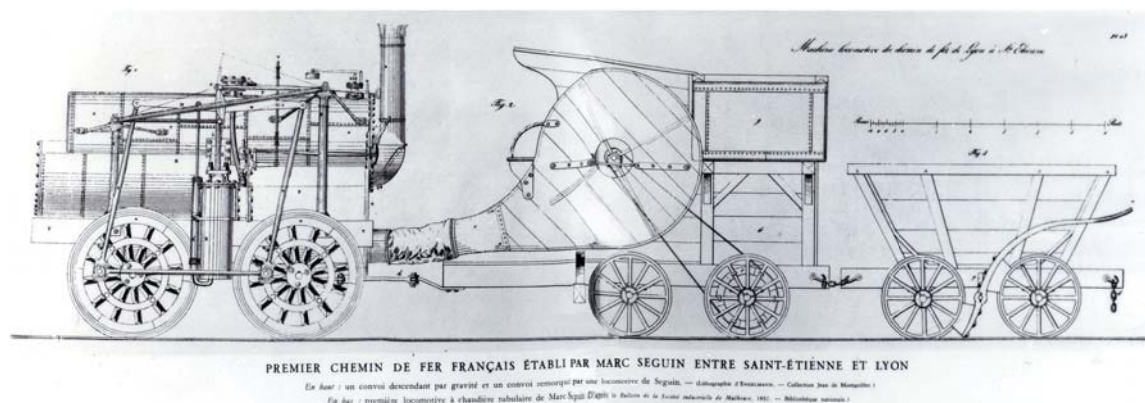


Fig. 182. Diseño de una de las primeras locomotoras construidas por M. Séguin (1829). (Biblioteca Nacional).

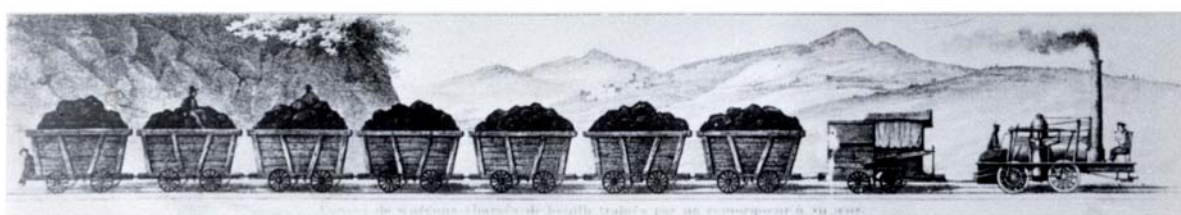


Fig. 183. Locomotora de M. Séguin perfeccionada. (Biblioteca Nacional).

El 7 de noviembre de 1829 se probaba esta locomotora sobre una vía temporal de 140 m de longitud, instalada en los talleres de la compañía en Perrache (Lyon). Los resultados fueron buenos, pues la locomotora conseguía remolcar 19 t de carga en una rampa de 14 por 1.000 a una velocidad de 8,2 km/h.

Ahora bien, en el informe del Consejo de la compañía, celebrado el 20 de octubre de 1829, se indica que estas pruebas se venían ya realizando tiempo atrás, aunque no se precise la fecha de su iniciación. Por otra parte, Séguin dice que el 13 de mayo de 1829 había decidido el diseño de esta locomotora y que su construcción se finalizaría al cabo de dos meses, lo que permite suponer estaría en pruebas hacia el mes de agosto o septiembre de 1829.

En relación con la *Rocket*, es sabido, como antes indicamos, que el 5 de septiembre de 1829 la locomotora se probaba con éxito en el ferrocarril de la mina Killingworth, es decir, en las mismas fechas en que Séguin probaba la suya.

Dado que Henry Booth, autor de la idea de la caldera tubular de la *Rocket*, no tuvo conocimiento de la patente de Séguin —en aquellos años las patentes no se publicaban— podemos concluir que ambos inventos fueron independientes y casi simultáneos.

En cualquier caso, forzoso es reconocer que la caldera tubular de Séguin no era del mismo diseño que la de la *Rocket*. Basta examinar la fig. 182 para dedu-

cir que la caldera de Séguin tenía flujo de retorno, ya que la chimenea y los ventiladores quedan del mismo lado.

Séguin construyó 12 locomotoras de este mismo diseño para el ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon. En algún momento, cuya fecha desconocemos, las locomotoras fueron modificadas, siendo sustituidas sus calderas por otras que seguían el estilo de la *Rocket* como se demuestra en la fig. 183. Se observa en ella que han sido suprimidos los ventiladores del tender, siendo sustituidos por cortinas. El maquinista continúa, sin embargo, conduciendo la locomotora en la parte de cabeza, la misma posición que debería ocupar en la locomotora de la fig. 182.

17. La tracción vapor en Estados Unidos

Coronel John Stevens

Nacido en 1749 se dedicó a la abogacía, pero hacia 1788 comenzó a interesarse por la ingeniería, especialmente la navegación a vapor. Su patente de 26 de agosto de 1791 propone dos ideas luminosas. Una de ellas se refiere a una caldera compuesta de tubos verticales, abiertos por sus extremos, contenidos en un recipiente con agua y vapor. La otra es una caldera en la que el calor es conducido a través de una serie de tubos que pasan a través de agua. En 1802 y 1804 logra propulsar un barco mediante hélices accionadas por una má-

quina de vapor. Hacia 1812, dedica su atención al ferrocarril y publica un folleto titulado “Documentos con objeto de demostrar las ventajas de los ferrocarriles y carruajes de vapor, sobre los canales de navegación”.

Con visión profética, Stevens anunciaba la posibilidad de alcanzar la velocidad de 160 km/h en las vías férreas, aunque proponía no exceder de 30 a 40 km/h. En 1832, el Estado de Pennsylvania le concede una línea de ferrocarril desde Filadelfia a Columbia, pero el asunto fracasa por falta de capital.

Con objeto de demostrar prácticamente las posibilidades de la tracción vapor, construye en 1825 una vía circular para exhibición, en el jardín de su casa en Hobok. Sobre esta vía, monta una locomotora elemental a base de una plataforma con cuatro ruedas provista de una caldera tubular vertical. El movimiento se obtenía con un solo cilindro horizontal, el cual, mediante un cigüeñal, accionaba dos ruedas dentadas que engranaban entre sí. La segunda de ellas, de mayor diámetro, se acoplaba sobre una cremallera situada en el centro de la vía.

La locomotora de Stevens, reproducida en la fig. 184, fue la primera de Estados Unidos y la primera del mundo con caldera tubular.

Peter Cooper

Dueño de una fundición y arriesgado comerciante de Nueva York, Peter Cooper propuso al Consejo de Administración de la compañía del Ferrocarril de Baltimore a Ohio la construcción de una locomotora, con objeto de demostrar las posibilidades de la tracción vapor. En 1830, la compañía había construido sólo 21 km y sus consejeros estaban indecisos acerca de si utilizar la tracción animal o la tracción vapor, con motivo de haberse enterado del fracaso de las locomotoras inglesas adquiridas en Inglaterra por la compañía del canal de Delaware a Hudson a que antes aludimos.

Obtenida la autorización pertinente del Consejo de la compañía y su apoyo económico, Peter Cooper inició la construcción de su locomotora con medios de fortuna. En Nueva York adquirió una máquina de vapor, con un cilindro de 8 cm de diámetro y 37 cm de carrera, y regresando a Baltimore se dedicó a cons-

truir una caldera vertical similar a un depósito de agua. A través de la misma dispuso dos tubos de humo constituidos por dos viejos cañones de mosquete. El bastidor y la rodadura las encargó a un carretero. A este extraño invento le llamó *Tom Thumb* (Pulgarcito) por su pequeño tamaño (fig. 185). La transmisión se verificaba mediante engranajes y para avivar el tiro de los gases, utilizaba un ventilador acoplado en uno de los ejes por una correa de transmisión.

Finalizada la construcción, un sábado por la noche, el presidente de la compañía, acompañado de dos o tres amigos, se mostró tan deseoso de probar el invento que Peter Cooper les hizo subir a la *Tom Thumb* y les transportó durante un corto recorrido de 5 o 6 km.

Quedaron tan encantados del viaje que propusieron realizar al día siguiente otro más largo, pero a la mañana descubrieron con tristeza que unos bribones habían destrozado los tubos de cobre que llevaban el vapor de la caldera a los cilindros.

Reparadas las averías, el día 28 de agosto de 1830 realizaba la *Tom Thumb* su primera demostración. En la locomotora viajaban seis personas, y en un carruaje enganchado a la misma, 36 viajeros más. El recorrido de la línea de 21 km, con una rampa media de 3,4 por mil, se hizo a una media de 8 km/h. Al regreso, a mitad de camino, en Relay House, tuvo lugar una interesante competición entre la tracción vapor y la tracción animal. Los instigadores de la misma eran Stockton, Stokes and Cía., contratistas y suministradores de los animales de tiro utilizados en la línea, que habían preparado un brioso caballo rucio



Coronel John Stevens (1749-1838).
(Archivo RENFE).

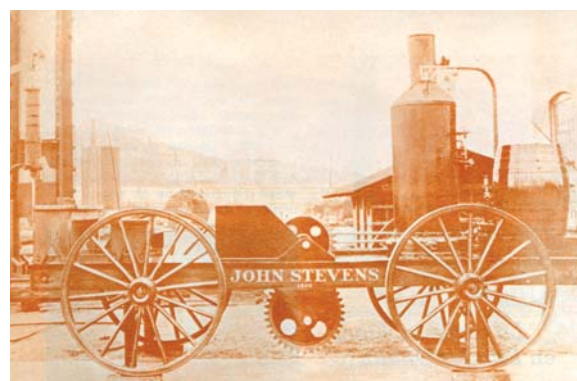


Fig. 184. Una reconstrucción de la locomotora construida por J. Stevens (1825). (Archivo RENFE).

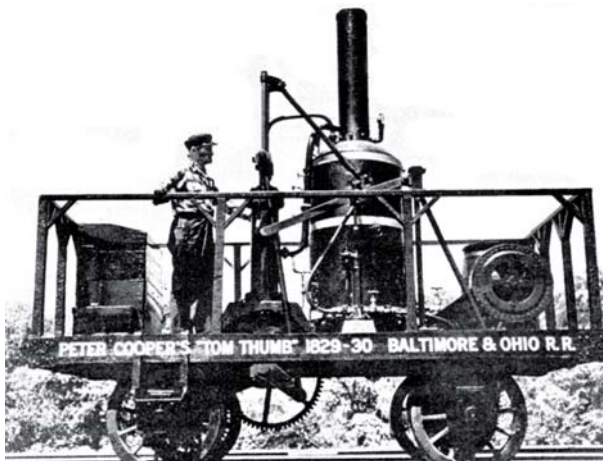


Fig. 185. Una reconstrucción de la locomotora Tom Thumb, de Peter Cooper (1830). (Archivo RENFE).

de gran porte uncido a un carruaje de viajeros. Dada la salida, el caballo sacó gran ventaja, pero en cuanto la locomotora hizo presión, le alcanzó y aun superó con gran facilidad (fig. 186). Lamentablemente, en aquellos momentos se partió la correa del ventilador. Con este motivo, el fuego se amortiguó, bajando la presión. Cuando se logró reparar la avería, el caballo se había perdido de vista.

C. E. Detmold

Detmold era un hábil mecánico que había obtenido, tiempo atrás, el primer premio en un concurso, patrocinado por la compañía del canal de Carolina del Sur, sobre un sistema de tracción animal perfeccionado. Esta compañía había iniciado el 8 de enero de 1830 la construcción de un ferrocarril, desde Charleston a Augusta. En un principio se había previsto la tracción animal, pero a propuesta del ingeniero Horatio Allen se había decidido la explotación con tracción vapor.

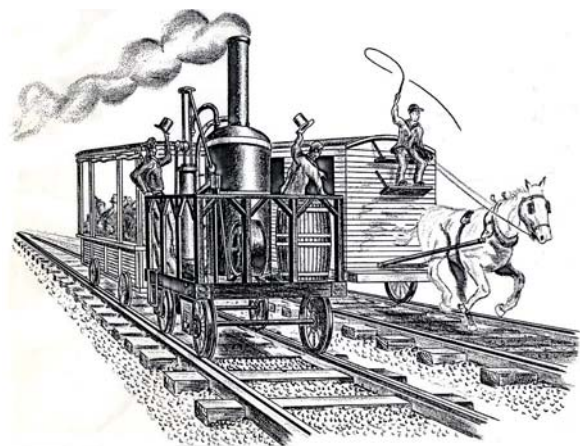


Fig. 186. La locomotora Tom Thumb adelanta con facilidad al coche arrastrado por un caballo (1830). (Archivo RENFE).

Con el asesoramiento de E. L. Miller, consejero de la compañía, Detmold diseñó una locomotora a la que llamó *Best Friend of Charleston* (El mejor amigo de Charleston). Su construcción se llevó a cabo en la Ferrería West Point (Nueva York), dada su experiencia en estos trabajos por haber montado las locomotoras inglesas adquiridas por la compañía del canal de Delaware a Hudson.

La fig. 187 muestra una excelente reproducción de esta locomotora. La caldera vertical estaba provista de 108 tubos; los dos cilindros, con 15 cm de diámetro y 41 cm de carrera, se situaban inclinados en la parte delantera, y las ruedas, de 1,37 m de diámetro, quedaban acopladas mediante bielas. Su peso en servicio era de 4,5 t.

El 2 de noviembre de 1830 la *Best Friend of Charleston* iniciaba sus pruebas, remolcando un carruaje de viajeros. En una de las curvas de la línea descarriló y cayó por un terraplén de 6 m de altura, ocasionando el accidente heridos de diversa consideración.

Reparadas las averías y sustituidos los radios de madera de las ruedas por otros de hierro, se realizaba una segunda prueba, remolcando esta vez dos carruajes de viajeros. Pocos días después, en la Navidad de 1830, tenía lugar la circulación del primer tren de viajeros de América. El recorrido no llegó más que a 9,5 km, el trozo de vía hasta entonces construido por la compañía. No obstante, uno de los viajeros de aquel histórico acontecimiento nos ha dejado el siguiente testimonio:

“Volamos sobre las alas del viento a una velocidad comprendida entre 24 y 40 km/h, esparciendo ascuas y llamas por todos lados. Cruzamos tres ensenadas de agua salada, brincamos, saltamos y corrimos hasta el punto final del viaje, antes de que hubiéramos tenido tiempo de saber si estábamos o no asustados”.

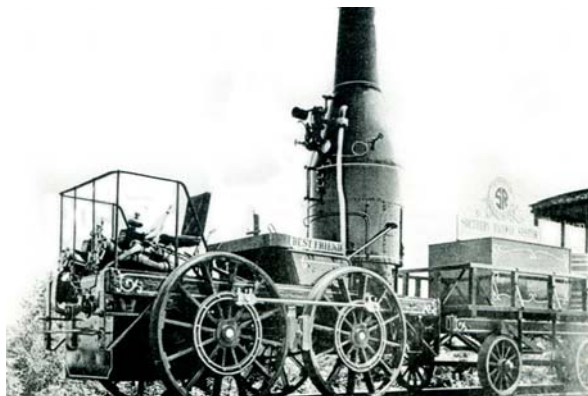


Fig. 187. Una magnífica reconstrucción de la locomotora Best Friend of Charleston, de C. E. Detmold. (Archivo RENFE).

El 17 de junio de 1831, un fogonero negro, cansado del ruido producido por el escape del vapor en la válvula de seguridad, calzó este dispositivo y originó con ello la explosión de la caldera, muriendo este agente abrasado por el vapor, víctima de su imprudencia. Para eliminar las posibles consecuencias de un accidente similar, la compañía ordenó situar, en lo sucesivo, un vagón cargado con balas de algodón, entre el tender y el primer carruaje de viajeros¹⁰⁴.

Horatio Allen

Como hemos tenido ocasión de relatar, Allen fue el ingeniero enviado a Inglaterra en 1828 por la compañía del canal de Delaware a Hudson. En 1830 se encontraba al servicio de la compañía del canal de Carolina del Sur.

Poco después de la recepción de la *Best Friend of Charleston*, Allen envía a la Ferrería West Point, ya citada, los planos de una locomotora que se denominaría *West Point*, en honor del lugar de construcción. Difería de la anterior en su caldera horizontal, pero las restantes características eran similares (fig. 188).

El 30 de julio de 1831 se verificaba la primera prueba de esta locomotora, de la que da puntual noticia el periódico *Charleston Courier* del día siguiente. La locomotora con su tender remolcaba, en esta ocasión, cuatro coches de viajeros precedidos de un vagón aislante cargado con seis balas de algodón. El número de viajeros era de 117, entre los que se incluían unas 50 mujeres. En el recorrido de 8 km se emplearon once minutos, lo que supone una velocidad de 25 km/h.

A la vista de los buenos resultados, la *West Point* fue utilizada en el servicio regular de viajeros. Inició su servicio en febrero de 1832, sin que se tengan más noticias al respecto. La compañía ordenó la construcción de tres locomotoras más, con el mismo diseño, pero, de acuerdo con un informe del Consejo de 1833, los resultados de las mismas habían sido desfavorables.

A este fervoroso paladín de la tracción vapor se debe otra locomotora, denominada *South Carolina* (Carolina del Sur) y construida, como la anterior, en la Ferrería West Point. Su principal característica era disponer de dos calderas acopladas y articuladas por su parte trasera con dos cilindros situados en cada uno de sus extremos. Esta original disposición tenía por objeto facilitar la circulación de la locomotora por las cerradas curvas del ferrocarril¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Primera referencia en la Historia acerca de los vagones aislantes, hoy día utilizados en el transporte de mercancías peligrosas.

¹⁰⁵ Esta misma disposición había sido adoptada en una locomotora construida en 1831 por la Ferrería Neath

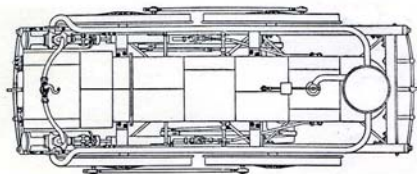
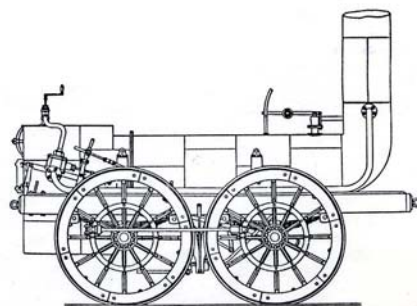


Fig. 188. Diseño de la locomotora West Point, de Horatio Allen. (Archivo RENFE).

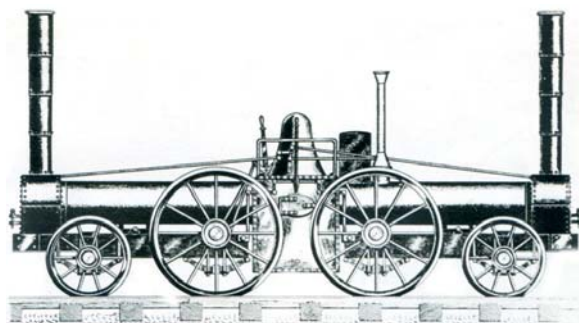


Fig. 189. Probable diseño de la locomotora South Carolina, de Horatio Allen. (Archivo RENFE).

John Bloomfield Jervis

Nacido en 1795, comenzó su carrera de ingeniero en el canal de Eire, al frente de cuyas obras estuvo varios años. En 1825 era ingeniero jefe en el canal de Delaware a Hudson, interviniendo en la compra de las locomotoras inglesas adquiridas para el ferrocarril afluente al canal, como antes indicamos. En 1831 dirige el ferrocarril de Mohawk a Hudson y, entre 1836 y 1842, las obras del acueducto de Croton y el ferrocarril denominado del río Hudson.

Corresponde a Jervis el diseño de la locomotora encargada a la Ferrería West Point por la compañía del Ferrocarril de Mohawk a Hudson. Iniciada su construcción en abril de 1831, salía de la ferrería el 25 de junio de ese mismo año y una semana después se encendía el hogar. Se la llamó *De Witt Clinton*¹⁰⁶.

Abbey, en el Sur de Gales.

¹⁰⁶ De Witt Clinton (1769-1828), gobernador del Estado de Nueva York durante muchos años, fue uno de los promotores de la construcción del canal de Eire, inaugurado

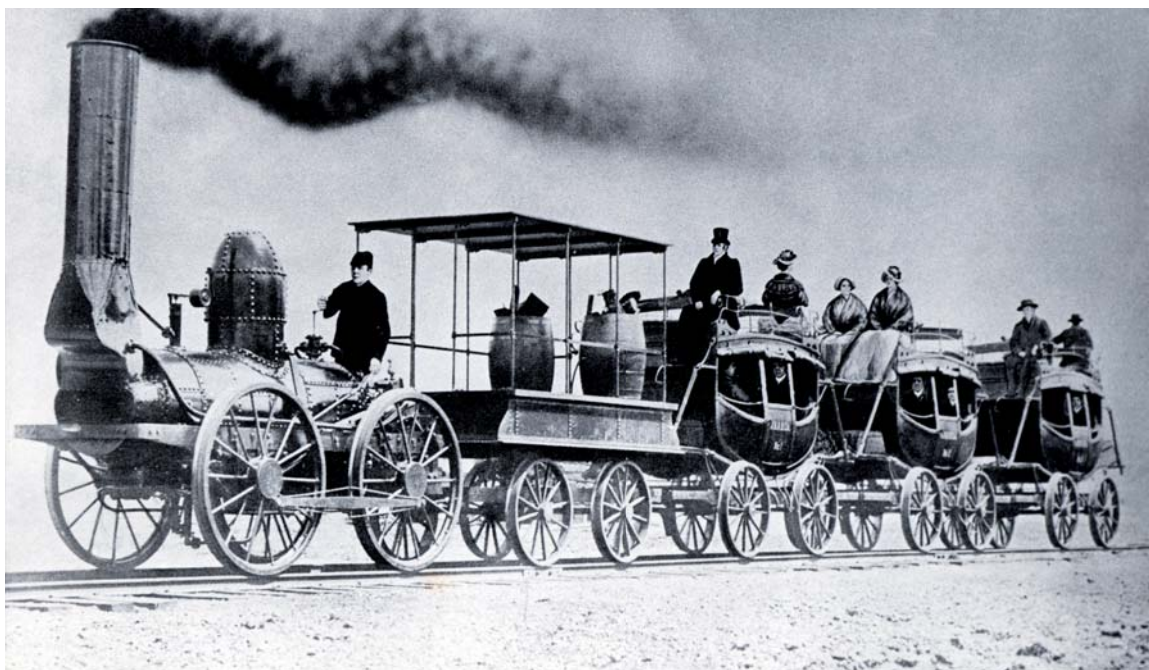


Fig. 190. El primer servicio de viajeros con la locomotora De Witt Clinton, de J. B. Jervis. (Archivo RENFE).

Inmediatamente comenzaron los problemas. La chimenea tenía excesivo diámetro y los tubos de escape del vapor, situados en su interior, quedaban demasiado bajos, de modo que no producían un tiro de los gases adecuado. En una segunda prueba se vio que el vapor de los cilindros arrastraba gran cantidad de agua de la caldera. Con objeto de evitar este defecto, se instaló un domo en la parte superior de la caldera, desde donde se tomaba el vapor.

El 9 de agosto de 1831, la *De Witt Clinton* estaba dispuesta para remolcar un tren de viajeros desde las afueras de Albany hasta Schenectady, el primer trozo de 25 km hasta entonces construido. De acuerdo con la fig. 190, los coches seguían el estilo de los utilizados en las carreteras, aunque estaban provistos de ruedas con pestañas.

La expectación despertada entre el público fue enorme, quedando cientos de personas sin poder adquirir plaza para tan extraordinario viaje.

Como los enganches de los vehículos consistían en cadenas sin tensar, en cuanto se abrió el regulador, la locomotora efectuó un arranque tan brusco que los sombreros de moda de los viajeros volaron en todas las direcciones, así como algunos de ellos. Aunque la locomotora había sido proyectada para quemar carbón, en este primer viaje se usaba madera de pino. El resultado fue que, desde el primer momento, comenzó a caer sobre los viajeros una lluvia de partículas incandescentes. Se alzaron las sombrillas de

en octubre de 1825.

que iban provistos, pero pronto éstas habían ardido, así como los vestidos de estos atrevidos pioneros.

La *De Witt Clinton* (fig:191) estuvo en servicio durante un año, siendo retirada y sustituida por otra locomotora más perfeccionada. Sus características eran las siguientes:

Caldera tubular: Tubos de cobre	6 cm (diámetro) y 1,82 m (longitud)
Cilindros inclinados	35 cm (diámetro) y 103 cm (carrera)
Cuatro ruedas acopladas	1,37 m (diámetro)
Peso	3,5 t

Remolcando cinco o seis coches, la locomotora alcanzaba 48 km/h.

En 1832, John B. Jervis planea otra locomotora, en la que introduce el bogie inventado por Chapman. Al parecer, esta locomotora, denominada *Experiment*, era una reconstrucción de una de las locomotoras inglesas adquiridas por Horatio Allen para el ferrocarril de la compañía del canal de Delaware a Hudson.

De la *Experiment* no se conservan planos. La fig. 192 da una idea aproximada de sus características. De acuerdo con David Mathew, que había dirigido su construcción en la Ferrería de West Point y había sido su primer maquinista, había recorrido los 22,5

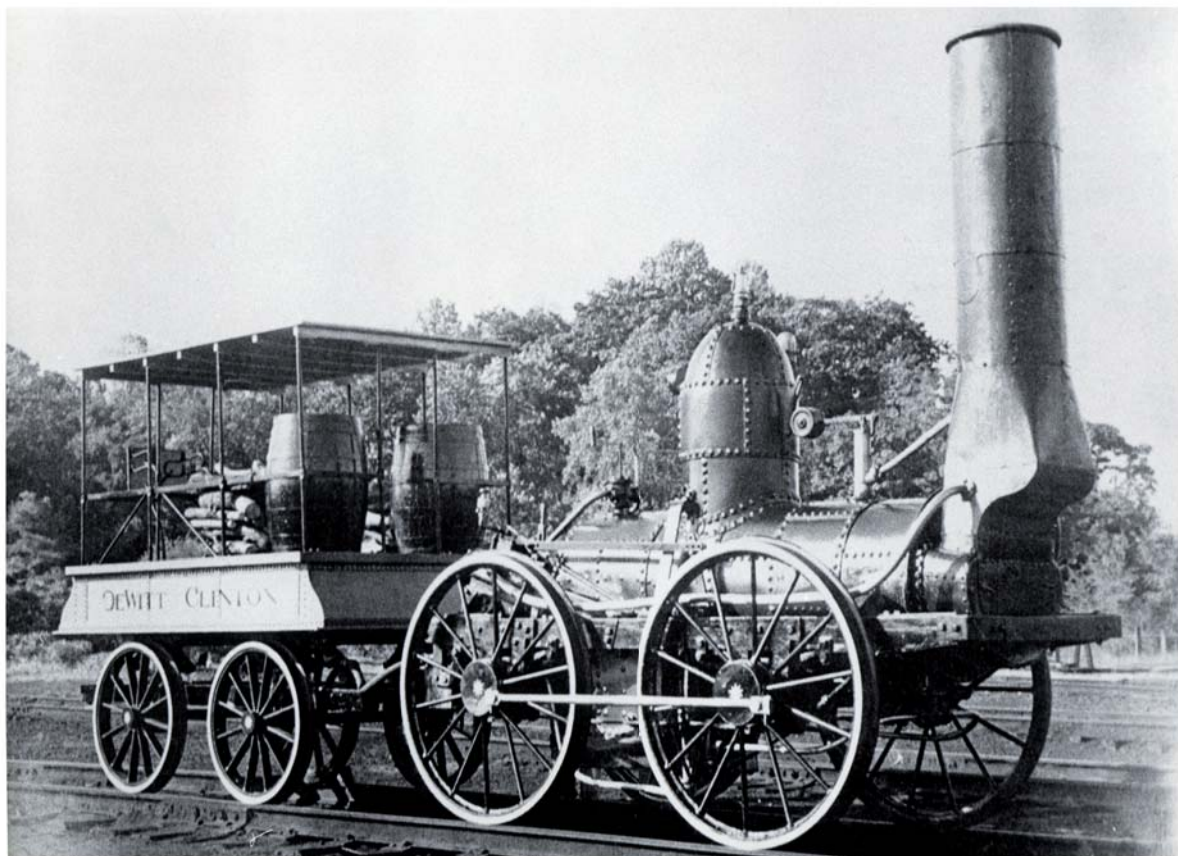


Fig. 191. Reconstrucción de la locomotora De Witt Clinton, de J. B. Jervis. (Archivo RENFE).

km del ferrocarril de Mohawk a Hudson en trece minutos, es decir, a una velocidad de 103 km/h, valor que es preciso admitir con reservas, puesto que resulta dudoso creer que la vía estuviera en un estado adecuado para admitir esta fantástica velocidad.

La *Experiment*, con su bogie delantero, estaba muy bien adaptada para circular por las curvas de pequeño radio de los ferrocarriles americanos¹⁰⁷. Su diseño constituyó el modelo para los constructores sucesivos.

Coronel Stephen H. Long

Si citamos aquí a este constructor es por haber sido fundador, con William Norris, de los Talleres de Locomotoras Norris, que habrían de alcanzar fama mundial.

El 4 de julio de 1831 se probaba una locomotora diseñada por el coronel Long en el trozo de vía de

¹⁰⁷ A pesar de ser un invento inglés, el bogie fue constantemente rechazado por los ingenieros ingleses durante casi todo el siglo XIX. Se le atribuía tendencia al descarrilamiento, debido a su corto empate de poco más que el diámetro de las ruedas, y no les faltaba razón. Hoy el empate es más del doble.

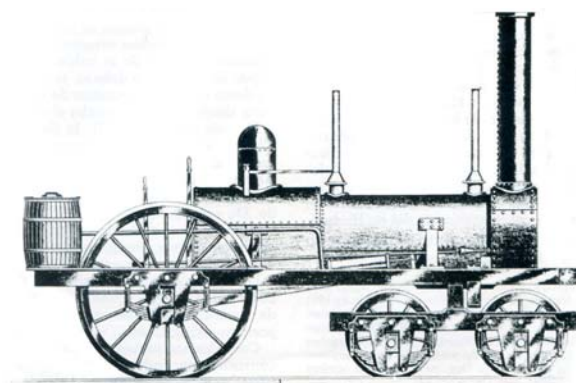


Fig. 192. Probable diseño de la locomotora Experiment, de J.B. Jervis. (Archivo RENFE).

3,5 km, hasta entonces construido, del ferrocarril de Newcastle a Frenchtown.

Poco es lo sabido acerca de esta locomotora. Después de varios fracasos, el 2 de noviembre logró alcanzar la velocidad de 40 km/h, pero sin remolcar carga alguna. Al parecer carecía de potencia. A los pocos días se suspendieron las pruebas, sin que se tengan más noticias ni nos hayan llegado referencias sobre sus características.

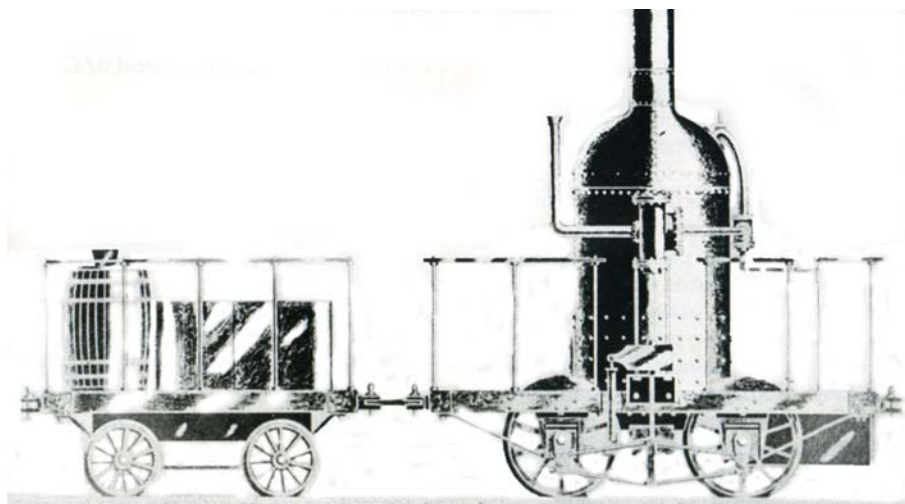


Fig. 193. Probable diseño de la locomotora York, de P. Davis. (Archivo RENFE).

Phineas Davis

Davis era un relojero establecido en la ciudad de York, que estaba muy interesado en la tracción vapor. Su primer contacto con el ferrocarril se debió a un anuncio publicado, durante la primera semana del mes de enero de 1831, en los periódicos de Baltimore, Pittsburgh, Nueva York y Filadelfia. Se ofrecía en ellos un primer premio de 4.000 dólares y un segundo de 3.000 a las dos mejores locomotoras que pudieran diseñar los constructores americanos. El concurso estaba patrocinado por la compañía del ferrocarril de Baltimore a Ohio, en imitación de lo hecho por

la compañía del ferrocarril de Liverpool a Manchester, como veremos en el siguiente capítulo.

De acuerdo con las cláusulas, la locomotora no podía exceder de 3,5 t, emplearía como combustible carbón o coque y debía ser capaz de remolcar una carga de 15 t a 24 km/h. La presión máxima de la caldera se limitaba a 7 kg/cm², debiendo estar provista de dos válvulas de seguridad, una de ellas lejos del lugar ocupado por el maquinista y ambas sin posibilidad de ser sobrecargadas. La fecha prevista para la competición se fijaba el 1 de junio, aunque, más tarde, se pospuso hasta el día 27.

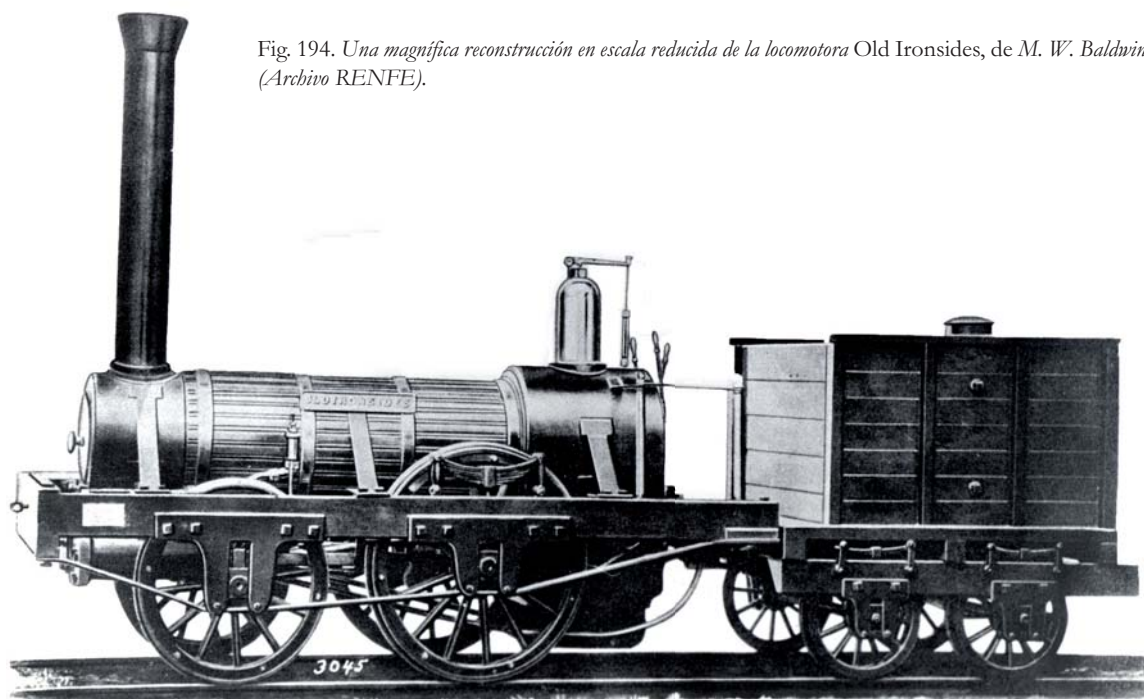


Fig. 194. Una magnífica reconstrucción en escala reducida de la locomotora Old Ironsides, de M. W. Baldwin. (Archivo RENFE).

No hay referencia alguna sobre el desarrollo de esta competición, ni ha sido posible localizar periódicos donde se dieran noticias de la misma.

Nada más enterarse del concurso, Davis formó una sociedad con un mecánico llamado Gartner y en pocos meses construyeron una locomotora que sería denominada *York* (fig. 193). Tenía caldera vertical, pero carecía de tubos de humo. Los cilindros, también en posición vertical, con 13 cm de carrera, actuaban mediante bielas sobre el punto medio de las bielas de acoplamiento. La *York* pesaba 6 t y su presión era de 8 kg/cm². Posteriormente sería modificada, instalando una caldera tubular y unos engranajes para la transmisión del movimiento.

En julio de 1831, la compañía destinaba a la *York* para el servicio regular de viajeros en la parte de línea entonces en servicio.

Phineas Davis no sólo fue el ganador del concurso, sino que fue nombrado jefe de mecánica de la compañía. Con la colaboración de su socio Gartner y de su ayudante Ross Winans, dieron un impulso considerable a la tracción vapor de esta línea, que en diciembre de 1832 había alcanzado 98 km. La vía se había apro-

ximado a una zona montañosa, lo que requería locomotoras de gran potencia.

Con objeto de resolver el problema, el trío mencionado diseñó una segunda locomotora denominada *Atlantic* (Atlántico), de 6,3 t de peso, un poco por encima de la carga límite sobre una vía con carriles de madera forrados con pletinas de hierro forjado. La *Atlantic* era capaz de remolcar una carga de 50 t por una rampa de 7 por 1.000 a una velocidad de 19 a 24 km/h. Sus principales características eran la caldera vertical y la transmisión a base de largas bielas perpendiculares, que unían los cilindros con unos engranajes acoplados a las ruedas.

La *Atlantic* fue la primera locomotora de una serie, con diseño similar, que sería conocida como “saltamontes” por su parecido con el movimiento de este insecto al desplazarse. De las locomotoras “saltamontes” se llegaron a construir 16 unidades, todas ellas para el ferrocarril de Baltimore a Ohio.



Matthias W. Baldwin (1795-1866).
(Archivo RENFE).

Matthias W. Baldwin

De profesión relojero, poseía una joyería en Filadelfia desde 1819. Seis años más tarde se asocia con un mecánico, llamado David Mason, para fundar una empresa dedicada a la fabricación de prensas y rodillos de imprenta. Su entrada en el mundo del vapor comienza con la construcción de una máquina fija para su fábrica. En 1831 le propusieron construir una pequeña locomotora destinada a remolcar dos carruajes por una vía circular de exhibición, instalada en el Museo Peale de Filadelfia. Baldwin cumplió el encargo y el 25 de abril de 1831 comenzaba este tren de juguete sus exhibiciones, con gran atracción del público.

Informados de este primer éxito, los consejeros de la compañía del ferrocarril de Filadelfia a Germantown y Norristown le propusieron construyera una locomotora para su línea, encargo que fue aceptado por Baldwin. Con objeto de adquirir información, Baldwin visitó los talleres de la compañía del ferrocarril de Camden a Amboy, donde se procedía entonces a armar la locomotora *John Bull*, procedente de Inglaterra, según vimos anteriormente. Su visita fue provechosa, pues a los seis meses había construido una locomotora, denominada *Old Ironsides* (Viejo guerrero valiente) (fig. 194), y que está fuertemente inspirada en la locomotora inglesa.

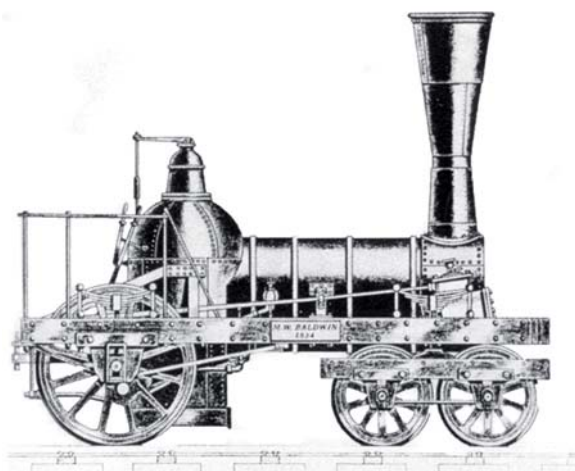


Fig. 195. Probable diseño de la locomotora E. L. Miller, de M. W. Baldwin. Sería el prototipo de las locomotoras americanas durante muchos años. (Archivo RENFE).

En su primera prueba, la locomotora demostró poseer una escasa capacidad de vaporización, pero Baldwin la perfeccionó con éxito, según indica el periódico *Philadelphia Chronicle* del 24 de noviembre de 1832. El día anterior, a los veinte minutos de haber encendido el fuego, la locomotora con su tender había recorrido 9,5 km a una velocidad de 45 km/h.

La *Old Ironsides* se dedicó al servicio regular de viajeros, aunque la compañía indicaba en sus anuncios que éste tendría lugar sólo los días con buen tiempo, lo que demuestra sin duda una falta de confianza en su potencia. Entre viaje y viaje, Baldwin continuó perfeccionando su locomotora, logrando al cabo de un año la velocidad de 64 km/h.

La locomotora pesaba 7 t en lugar de las 5 t previstas en el contrato y la compañía rebajó su precio, abonando a Baldwin 3.000 dólares en lugar de los 4.000 inicialmente previstos. Esto disgustó tanto a Baldwin, que pensó no volver a construir locomotoras. Sin embargo, el éxito alcanzado fue tan clamoroso, que muchas compañías ferroviarias le inundaron de pedidos. Esta nueva situación llevaría a Baldwin a fundar los Talleres de Locomotoras Baldwin, que en unión de los establecidos por Norris, acapararían el mercado de locomotoras durante las décadas siguientes.

La segunda locomotora de este constructor le había sido encargada por la compañía del canal de Carolina del Sur. Las gestiones fueron llevadas por uno de sus consejeros, E. L. Miller, que había participado con Detmold en la construcción de la *Best Friend of Charleston*.

Encargada en 1833, la locomotora estaba lista al año siguiente. En honor de este consejero se la llamó *E. L. Miller* (fig. 195). Su diseño incorporaba las mejores características de las locomotoras importadas de Inglaterra, pero se le habían añadido otras típicas de América, como era el bogie. La *E. L. Miller* constituiría el prototipo de la locomotora americana, que más tarde se ampliaría con dos ejes acoplados, cuando hubo necesidad de disponer de mayor potencia.

Baldwin utilizaba una junta especial en las placas de la caldera que permitía soportar una presión de 8,4 kg/cm², en lugar de 4,2 kg/cm², valor típico de las locomotoras inglesas de la época. Esta mayor presión de las locomotoras americanas capacitaba a éstas para abordar rampas más fuertes, al poseer mayor esfuerzo de tracción.

Capítulo 9

LA EXPANSIÓN DE LOS FERROCARRILES

1. Introducción

Entre 1770 y 1830, el transporte guiado por rueda con pestaña experimenta un proceso de expansión y perfeccionamiento que habría de conducirlo hasta el ferrocarril moderno. Esta memorable epopeya se desarrolla en Inglaterra, el país con mayor desarrollo económico y más avanzada tecnología de la época, fruto de la revolución industrial.

Tres son las líneas básicas, con evolución casi independiente, que se abren paso para converger finalmente y constituir el ferrocarril moderno:

Del carril de hierro con reborde se pasa al carril saliente de fundición y, finalmente, al carril de hierro forjado laminado.

Se inventa la máquina de vapor; después, la locomotora, iniciándose, a continuación, su perfeccionamiento tecnológico.

El transporte guiado por rueda con pestaña, realizado en un principio con carácter privado e industrial, adquiere carácter público. En los dos capítulos precedentes se han descrito los hechos relevantes de la evolución seguida por el carril y la locomotora. Ahora iniciamos el relato de la tercera línea evolutiva, es decir, de cómo el transporte guiado por rueda con pestaña llegó a ser el más potente servicio público de transporte terrestre.

Ahora bien, el éxito del ferrocarril no se limitó a Inglaterra. Muy pronto, en los últimos años del siglo XVIII, la buena nueva se transmitiría a Estados Unidos y al continente europeo. Se trata de una época en que comienzan a llegar noticias de Inglaterra a estos países, sobre su revolución industrial, dando lugar a un aluvión de visitantes extranjeros con objeto de hacerse con las nuevas tecnologías, y que constituye una operación del más puro estilo de espionaje industrial¹⁰⁸. El ferrocarril era una instalación

¹⁰⁸ Se trataba de obtener información acerca de las técnicas mineras y siderúrgicas, y muy especialmente de desvelar los secretos celosamente guardados de las máquinas de vapor construidas por Watt. En esta operación de espionaje se distinguieron los alemanes, que no tenían escrúpulos para sobornar a los maquinistas o emborracharlos con objeto de vislumbrar detalles de la maquinaria. Atraían a los maestros de los talleres con promesas de sueldos elevados e intentaban introducirse en los talleres con

que se podía ver y tocar por estos viajeros sedientos de información, lo que explicaría su temprana imitación o plagio en los países más avanzados.

2. El ferrocarril de servicio público

En los capítulos VI y VII hemos visto cómo los caminos de madera tenían por objeto el transporte privado, siendo construidos y explotados por los propietarios de las minas de carbón, las canteras y las ferrerías. También vimos cómo las compañías propietarias de los canales trataron de extender su zona de influencia, construyendo y explotando caminos de hierro afluentes a los canales o sustitutivos de éstos cuando las condiciones del terreno imponían esta solución.

Ahora bien, desde fecha temprana se vio que el ferrocarril tenía amplias posibilidades y que en lugar de recluirlo en las minas y en los canales podía tener un puesto importante en el transporte general al servicio del comercio.

Los precursores

Como siempre ocurre, la imaginación y las ideas van por delante de los hechos. Y este caso no es una excepción, como veremos seguidamente.

En 1799, Benjamin Outram, el impulsor de los carriles de hierro con reborde, en un informe a la compañía del canal Ashby-de-la-Zouch, exponía, por vez primera, el futuro del ferrocarril:

“Ahora bien, es sumamente probable que los ferrocarriles serán, en breve, un medio general de transporte de mercancías entre las distintas regiones comerciales de este Reino...”

El 11 de febrero de 1800, un hombre del norte, William Thomas, leía en Newcastle un trabajo en el que proponía construir una línea hasta Carlisle —se llevaría a efecto treinta y cinco años más tarde—, con objeto de satisfacer la demanda de transporte entre ambos puntos. Un ferrocarril, decía, requiere menos inversión que un canal, sobre todo cuando el terreno es accidentado y resulta mucho más rentable que un camino ordinario. En el aspecto técnico, su propuesta era original, pues la línea podría ser utilizada por los carruajes ordinarios. Para ello, preveía un perfil con rampas máximas de 36 por ciento y carriles

nombres falsos y ridículos disfraces. Agustín de Betancourt, fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos en España, también participó en estas actividades. En noviembre de 1788 viajó a Londres y logró obtener los datos necesarios para construir en París la primera máquina de vapor de Francia, destinada a usos industriales.

de hierro con reborde, de modo que en los cruces con los caminos, reduciendo o eliminando dicho reborde, podrían los carruajes entrar o salir de la vía.

El año siguiente, el doctor James Anderson publicaba un trabajo proponiendo una línea desde “Londres a Bath y a cualquier otra parte de la nación”. Con visión profética, preveían nada menos que el transporte intermodal. Así, los vagones y los carros se construirían de tipo plataforma, de manera que las mercancías se transportarían en una especie de contenedores que podrían transbordarse indistintamente de unos vehículos a otros. Para Anderson, los ferrocarriles debían ser propiedad pública, con el fin, decía, de eliminar la funesta especulación imperante entonces en los canales.

En 1802, el prolífico inventor R. E. Edgeworth publicaba otro interesante ensayo sobre el transporte ferroviario. Sus ideas, decía, se remontaban a 1740, cuando propuso construir vías para el transporte de mercancías sobre las principales carreteras del Reino, encontrando difíciles objeciones respecto a los costes de primer establecimiento y los gastos de conservación. Para evitarlas, pensó distribuir la carga en cuatro o cinco vagonetas que circularían enganchadas, con objeto, sin duda, de emplear un carril de poco peso. En 1768 le fue concedida, con este motivo, una medalla de oro por la Sociedad para la Promoción de las Artes y Manufacturas. Ahora volvía, de nuevo, a insistir con su primitivo proyecto, aunque perfeccionado, que proponía ensayar en los primeros 16 km de una de las carreteras de Londres. Sobre ella tendería una vía cuádruple, dos para viajeros y dos para mercancías con carriles de hierro de sección en U invertida. Los vagones serían de 1,7 m³ de capacidad y en las vías para viajeros emplearía plataformas para transportar sobre ellas las diligencias, coches de posta y demás vehículos ordinarios. Edgeworth fue el primero en proponer la tracción vapor a base de pequeñas máquinas fijas de vapor situadas “a distancias considerables unas de otras”, que accionarían una delgada cadena sin fin, a la que se engancharían y desengancharían los vehículos a voluntad.

William James (1771-1837), además de ser un hombre de ideas, lo era también de hechos. Durante los primeros años del siglo XIX dedicó su vida a proyectar más de trece líneas ferroviarias entre distintos puntos de Inglaterra. Como veremos más adelante, su proyecto de una línea de Liverpool a Manchester sería la primera piedra de esta obra monumental.

Hacia 1808 propuso constituir una compañía con un capital de un millón de libras, con objeto de adquirir los terrenos necesarios para construir una red ferroviaria.

Amigo de George Stephenson, se mostró siempre fervoroso partidario de la tracción vapor, aunque en ninguna de las líneas construidas bajo su dirección se llegaría a instalar la locomotora. Hay que reconocer a James el haber sido la primera persona en entrever las enormes posibilidades del ferrocarril en el tráfico de viajeros.

Una delicada salud y las dificultades económicas acabaron con su vida en unos años en los que el ferrocarril iniciaba su expansión.

Thomas Gray (1787-1848) se convirtió, desde 1816, en el más fervoroso apóstol de los ferrocarriles, dedicando los veinte años siguientes de su vida a este objeto. En 1820 publicaba *Observations on a General Iron Railway*, que fue objeto de cuatro ediciones sucesivas, la última de ellas en 1825. En ella se incluyen copias de sus peticiones al Gobierno y al alcalde de Londres, que serían incluso objeto de una encuesta parlamentaria. La propuesta de Gray, en extremo interesante, se refería a una red ferroviaria radial con centro en Londres, desde donde partirían las líneas principales con ramales a las ciudades más importantes del Reino. Las líneas serían de vía doble y en las cercanías de la capital de vía cuádruple. Gray vio con meridiana claridad la necesidad de que una red de esta magnitud estuviera normalizada en cuanto al ancho de vía y el material rodante. Propugnaba, en este sentido, la creación de un consejo nacional que determinaría las normas pertinentes. Lamentablemente, las ideas imperantes de la época, en cuanto al desarrollo económico, se fundaban en el *laissez faire*¹⁰⁹, y el Gobierno y el Parlamento se abstuvieron de intervenir. Por estas u otras causas, la propuesta de Gray no se tomó en serio por nadie y nada se hizo por llevarla a la práctica.

El despertar del servicio público ferroviario

El nacimiento del ferrocarril de servicio público tiene lugar el 25 de mayo de 1801, fecha de la ley de concesión del ferrocarril de Surrey. Se trataba del primer ferrocarril promovido por una sociedad anónima sin relación alguna con el carbón ni los canales de navegación. Su objeto era facilitar el transporte del carbón, los cereales y las mercancías en general en una región agrícola ribereña del río Támesis, al sureste de Londres. En la fig. 196 se reproduce un aviso al público de la compañía, con motivo de su inauguración en 1804.

La línea de Surrey tenía 14,5 km y era de vía doble. Comenzaba en un muelle de carga situado en el Tá-

¹⁰⁹ *Laissez faire, laissez passer* (“Dejad hacer, dejad pasar”), frase atribuida al fisiócrata Gournay. Se la considera el lema del liberalismo económico.

SURREY Iron Railway.

The COMMITTEE of the SURREY
IRON RAILWAY COMPANY,

HEREBY, GIVE NOTICE, That the BASON at
Wandsworth, and the Railway therefrom up to Croydon
and Carshalton, is o open for the Ufe of the Public,
on Payment of the following Tolls, viz.

For all Coals entering into or going out of their Bason at Wandsworth,	per Chaldron,	3d.
For all other Goods entering into or going out of their Bason at Wandsworth	per Ton,	3d.
For all GOODS carried on the said RAILWAY, as follows, viz.		
For Dung,	per Ton, per Mile,	1d.
For Lime, and all Manures, (except Dung,) Lime-stone, Chalk, Clay, Breeze, Afhes, Sand, Bricks, Stone, Flints, and Fuller's Earth,	per Ton, per Mile,	2d.
For Coals,	per Chald. per Mile,	3d.
And, For all other Goods,	per Ton, per Mile,	3d.

By ORDER of the COMMITTEE,

W. B. LUTTLY,
Clerk of the Company.

Wandsworth, June 1, 1804.

BROCKE, PRINTER, No. 35, PATERNOSTER-ROW, LONDON.

Fig. 196. *Aviso al público del ferrocarril de Surrey. Texto: Camino de Hierro de Surrey. El Consejo de Administración del Camino de Hierro de Surrey hace saber que el muelle en Wandsworth y el camino de hierro a Croydon y Carshalton están abiertos al servicio público mediante el abono de las siguientes tarifas. Carbón llegado o salida de su muelle en Wandsworth, 3 peniques por "chaldron". Otras mercancías llegadas o salidas de su muelle en Wandsworth, 3 peniques por tonelada. Mercancías transportadas por el citado camino de hierro, como sigue. Estiércol, 1 penique por tonelada y milla. Cal, abonos (excepto estiércol), piedra caliza, creta, arcilla, escorias, arena, ladrillos, pedernal y tierra de batán, 2 peniques por tonelada y milla. Carbón, 3 peniques por "chaldron" y milla. Otras mercancías, 3 peniques por tonelada y milla. Por orden del Consejo, W. B. Lutty, secretario de la Compañía. Wandsworth, 1 de junio de 1804. Notas: "Chaldron": antigua medida inglesa, equivalente a 1.320,8 kg en la región de Londres. Tierra de batán: greda para desengrasar los paños. (Science Museum, Londres).*

mesis, cercano a la ciudad de Wandsworth, desde donde se dirigía, en dirección sur, hasta Croydon, con un pequeño ramal a la parroquia de Carshalton. Su proyectista había sido William Jessop, citado en el capítulo VII, que, al parecer, concibió la línea como una primera fase de otro proyecto más grandioso, destinado a unir Londres con Portsmouth. El trazado tenía rampas suaves, que no excedían del 8,3 por 1.000, con objeto de facilitar la tracción animal. La vía con carriles de hierro con reborde, de un ancho de 1,52 m, fue comentada en el citado capítulo.

En 1803, otra ley de concesión autorizaba su prolongación hasta Merstham, desde donde se bifurca-

ría a Godstone y Reigate, pero sólo pudo abrirse al público, en 1805, la sección hasta Merstham, lugar donde había unos importantes hornos de cal.

La línea de Surrey (fig. 197) y su prolongación fueron un fracaso económico, debido, sin duda, a la fuerte competencia del canal de Croydon, inaugurado en 1809. En 1844, el ferrocarril fue levantado con motivo de haber sido adquirido por otras compañías ferroviarias.

Como se indica en el cuadro adjunto, durante los treinta años siguientes, el Parlamento británico autorizó 66 leyes de concesión, que dieron lugar a la construcción de 56 ferrocarriles, con un total de 1.141 km. La mayoría de estas líneas estaban promovidas por las compañías de los canales o los mineros, pero gradualmente fueron apareciendo otras que, como la de Surrey, tenían por objeto el transporte en general.

Hasta 1820, todos los ferrocarriles autorizados por el Parlamento se explotaron con tracción animal, pero en la década siguiente comienzan a surgir compañías que proponían la tracción vapor para los trozos de la línea con perfil más suave. La primera de ellas es la Compañía del Ferrocarril de Stockton a Darlington, cuya ley de concesión data de 1821, pero que en 1823 sería modificada con objeto de autorizar la circulación de locomotoras. Después seguirían otras, hasta 1830, año de la inauguración de la línea de Liverpool a Manchester, construida expresamente para el transporte de viajeros y mercancías y explotada, de forma exclusiva, con tracción vapor.

A medida que la locomotora de vapor se perfecciona, va surgiendo en esta década, que se inicia en 1820, una controversia acerca de los méritos comparados de los distintos modos de transporte. A través de la misma se va haciendo evidente que los ferrocarriles podían suplantar con ventaja a los caminos y a los canales. Los ferrocarriles, se decía, requieren menos inversión que los canales, sus costes de transporte son menores, su velocidad es tan elevada que resulta casi un sueño y, finalmente, no están sometidos a restricciones del tráfico como consecuencia de condiciones climatológicas adversas.

No es extraño, pues, que durante los años 1825 y 1826 surja en Gran Bretaña un enorme interés por el ferrocarril, como lo demuestra la actividad parlamentaria. Así, en estos dos años, se autorizan nada menos que 18 leyes de concesión, que dan lugar,

más tarde, a 295,2 km de ferrocarril. Esta manía ferroviaria parece debida al éxito del ferrocarril de Stockton a Darlington, inaugurado precisamente en 1825, pero es preciso no olvidar que en 1826 se obtiene la ley de concesión de la línea de Liverpool a Manchester y que otras grandes líneas, como la de Londres a Birmingham, venían gestándose desde tiempo atrás.

Para el profesor Jackman¹¹⁰, el éxito del ferrocarril como modo revolucionario de transporte fue una consecuencia del alto nivel de desarrollo alcanzando en Gran Bretaña con la revolución industrial. El tráfico de mercancías aumentó hasta tal punto que los canales se vieron impotentes para absorberlo, dada su evidente falta de capacidad. A esto se unieron elevados plazos de transporte e interrupciones prolongadas del tráfico durante el invierno. Simultáneamente con estas circunstancias, la creciente velocidad que fue capaz de desarrollar la locomotora de vapor hizo ver muy claramente las ventajas del ferrocarril para el transporte de viajeros.

Resulta, de todo ello, que el ferrocarril se impuso como una eficaz solución alternativa, en un mercado de transporte en rápido crecimiento, que no podía ser absorbido por los canales. Como en los pasados siglos, respecto al mercado del carbón, el

ferrocarril, con sus bajos costes de transporte, su elevada capacidad y regularidad, se impuso a los restantes modos de conducción y comenzó a arrebatar a éstos cotas crecientes de tráfico.

EVOLUCIÓN DEL FERROCARRIL DE SERVICIO PÚBLICO EN GRAN BRETAÑA		
Año	Leyes autorizadas	Longitud (km)
1801	1	17,7
1802	3	78,8
1804	1	12
1808	1	19,3
1809	3	68,3
1810	1	12,8
1811 (una ley quedó sin efecto)	3	48,2
1812 (una ley quedó sin efecto)	2	11,2
1814 (quedó sin efecto)	1	-
1816 (quedó sin efecto)	1	-
1817	1	14,8
1818	1	22,5
1819 (tres leyes quedaron sin efecto)	4	37
1821	2	88,9
1824	2	35,8
1825	8	152,8
1826 (tres leyes quedaron sin efecto)	10	142,4
1827	1	15,2
1828	5	74,8
1829	5	140,8
1830	5	99,7
1831	5	48,3
TOTAL	66	1.141,3
Fuente: H. G. LEWIN: <i>Early British Railways</i> . Londres, 1825		



Fig. 197. El ferrocarril de Surrey y su muelle en Wandsworth en el río Támesis (1803). Grabado de la época. (Archivo RENFE).

¹¹⁰ Véase N. T. Jackman: *The development of transportation in modern England*. Londres, 1962.

3. El ferrocarril de Stockton a Darlington

Stockton es una ciudad situada en el estuario del río Tees, dotada de un puerto fluvial desde el cual se exportaba el carbón al resto de la nación. Su curso era tan tortuoso que se empleaba tanto tiempo de navegación entre la ciudad y la desembocadura como de Londres al Tees. Para remediar esta situación se propuso en 1805 y se construyó cinco años después un canal que ahorraba 3,2 km. Por esta misma época, en septiembre de 1810, se forma un comité en la ciudad de Stockton con objeto de estudiar la viabilidad de un canal o ferrocarril desde este punto hasta la zona minera de Witton, vía Darlington, que facilitaría la salida del carbón y mercancías desde una extensa región constituida por la parte sur del condado de Durham y el norte del condado de York. El 17 de enero de 1812 se decide consultar al ingeniero George Rennie, quien se muestra partidario de construir un canal de acuerdo con un antiguo proyecto ideado en 1772. Afortunadamente, el asunto fracasó en vista del elevado presupuesto preparado por Rennie. Aunque hubo controversia acerca de los méritos del canal y del ferrocarril, la realidad es que pocas personas veían entonces la posibilidad de aplicar la tracción vapor o utilizar el ferrocarril para el transporte de viajeros.

El proyecto permaneció dormido hasta 1818, en que fue de nuevo activado por los partidarios del canal. Proponían éstos construir un canal entre Stockton y Witton y, desde este punto, tender líneas ferroviarias por la región que actuarían como polos de captación de tráfico. Se nombró otro comité para el estudio de la cuestión, que informó en favor del ferrocarril, dada su menor inversión en comparación con la necesaria para el canal. En la Junta General celebrada el 13 de noviembre de 1818, se decide finalmente el ferrocarril y se encarga el proyecto a un ingeniero de Gales, George Overton, fervoroso partidario de los carriles de hierro con reborde. Sometido el correspondiente proyecto de Ley de concesión al Parlamento, los promotores sufren, en 1819, una estrepitosa derrota ante la feroz oposición de los propietarios de los terrenos que habría de ocupar la línea. Entre ellos, la historia destaca la implacable resistencia del duque de Cleveland, oponiéndose a que el trazado afectara a sus campos de caza del zorro.

En 1820, los promotores recurren de nuevo al Parlamento, variando el trazado, con objeto de evitar la oposición de algunos propietarios, pero la muerte del Rey pospone la discusión hasta el año siguiente. El 19 de abril de 1821, sin grandes dificultades, se obtenía la sanción real a la ley de concesión, gra-

cias al esfuerzo del cuáquero Edward Pease¹¹¹, uno de los principales promotores, que había convenido uno por uno a todos los miembros de la comisión parlamentaria encargada del estudio del proyecto de Ley. En esta primera ley se preveía la tracción “a brazo, con caballerías o cualquier otro medio” y nada se decía de locomotoras, todo ello de acuerdo con el proyecto de Overton, en nada partidario de este nuevo medio de tracción.

Entre tanto, Pease había tomado contacto con George Stephenson y había visitado Killingworth, donde éste venía ensayando sus locomotoras. Era el comienzo de una sólida amistad que les llevaría a asociarse para formar la sociedad Robert Stephenson and Cía., como vimos en el capítulo anterior. Así, cuatro días después de la fecha de la ley de concesión, George Stephenson enviaba una carta a Pease en la que se ponía a disposición de éste para ejecutar sus planes. Al parecer, estaba ya haciendo los trabajos topográficos para marcar el trazado en el terreno. No es, pues, extraño que en la Junta General celebrada en el mes de julio se acordara despedir a Overton y contratar a Stephenson como ingeniero. A esta resolución se unía otra muy importante: el ferrocarril se construiría al estilo de los existentes en el Tyne, es decir, con carriles de hierro saliente para rueda con pestaña. La cuestión de decidir entre el carril de reborde, como proponía Overton, y el saliente de hierro forjado había sido ya resuelta como consecuencia de un luminoso informe de Stephenson en el mes de mayo precedente, citado en el capítulo VII. A pesar de tener intereses económicos en el carril de fundición (patente de William Losh en 1816), Stephenson tuvo la gallardía de reconocer la superioridad del carril de hierro forjado. Las presiones de los constructores de carriles de fundición lograron imponer, sin embargo, la instalación de 6,5 km de vía con carriles de esta clase, parte en la vía principal y el resto en las vías de apartado situadas, aproximadamente, cada 1,6 km.

El 22 de enero de 1822, Stephenson había confeccionado los planos del ferrocarril. El trazado se fundaba en el propuesto por Overton, pero contenía importantes modificaciones: la longitud se acortaba en 4,8 km, se aumentaba el radio de las curvas y se eliminaba un pequeño túnel. El ferrocarril se iniciaba en la ciudad de Stockton, pasaba próximo a Darlington y terminaba en la región minera de Witton Park. La

¹¹¹ Edward Pease (1767-1858). Nacido en Darlington, se inició desde los catorce años en el mundo de los negocios, en la firma Joseph Pease e Hijos, de propiedad paterna. En 1812 aparece como promotor del canal citado en el texto y después entre los fundadores de la compañía ferroviaria de esta línea. Detalles esenciales de la historia de este ferrocarril han podido reconstruirse gracias a los diarios que dejó escritos en la última parte de su vida.

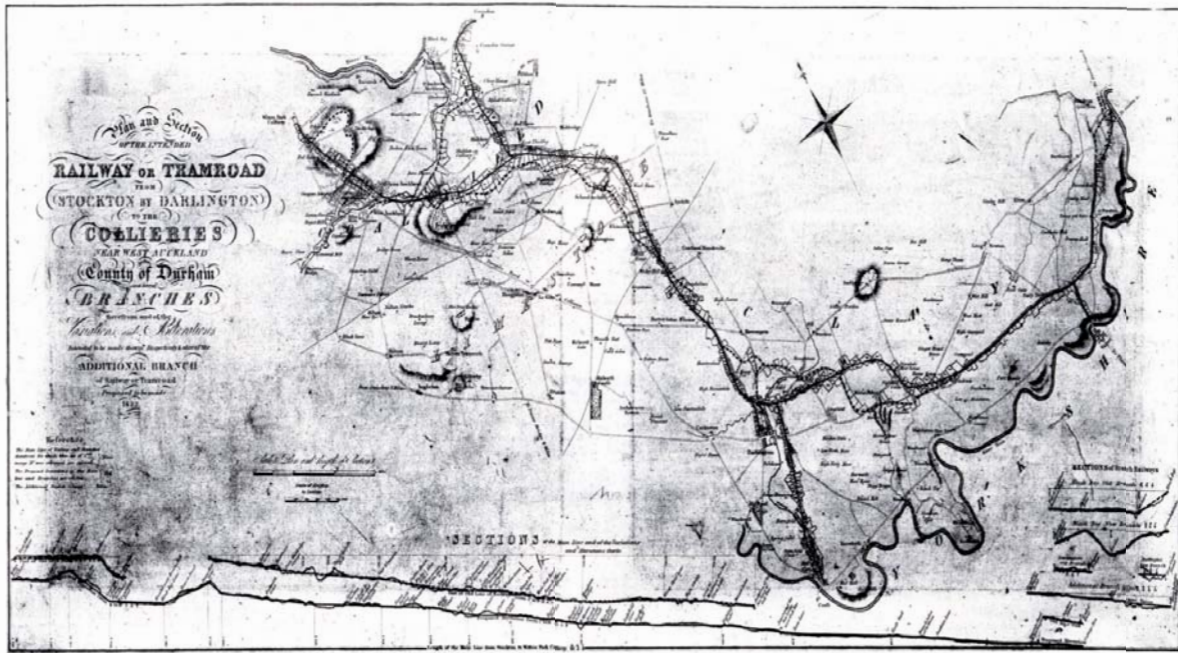


Fig.198. Planta y perfil longitudinal del ferrocarril de Stockton a Darlington (1822). (Science Museum, Londres).

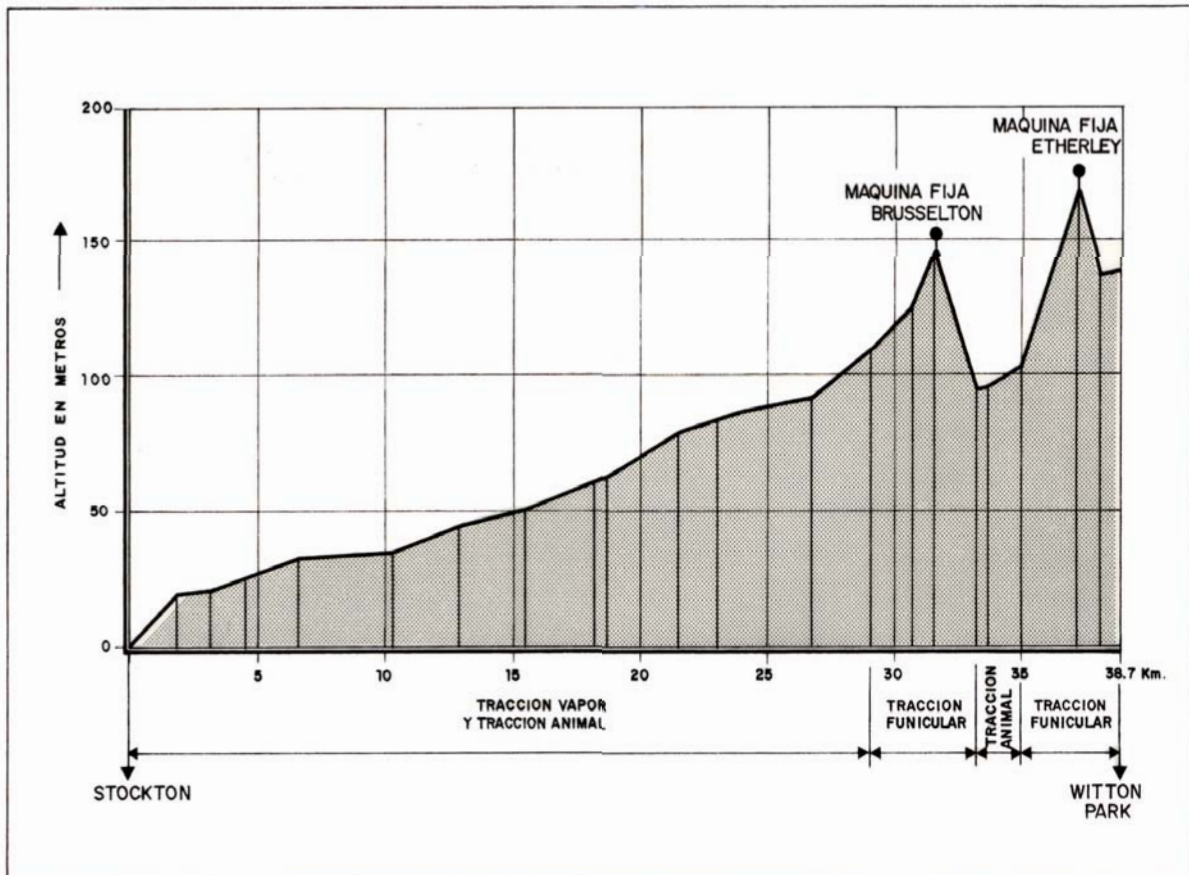


Fig. 199. Perfil longitudinal del ferrocarril de Stockton a Darlington, según los ingenieros prusianos Von Dechen y Von Oeynhausen (1827), citados en el capítulo anterior. (Dibujo: Luis Biela).

línea principal, de vía única, tenía 38,7 km, con un ramal hasta Yarm de 1.267 m (fig. 198). Posteriormente se construirían diversos ramales a las minas del contorno y otro de 1.408 m hasta la ciudad de Darlington¹¹². Las modificaciones introducidas por Stephenson tenían por objeto hacer posible la circulación de locomotoras, cuestión que éste había previsto ya en 1891, como lo demuestra una frase de una carta dirigida a William James en diciembre de ese año: “Estoy completamente confiado en ver instalada la locomotora en el ferrocarril de Darlington”. Como se observa en la fig. 199, el perfil era muy suave en los

autorizado para utilizar tracción vapor y transportar tanto viajeros como mercancías.

Iniciada la construcción en mayo de 1822, se verificaba la inauguración el 25 de septiembre de 1825 de la línea principal y de un ramal hasta Yarm (fig. 200), con un tren remolcado por la célebre *Locomotion*, descrita en el capítulo precedente.

Aunque posteriormente se iniciaría el tráfico de viajeros, según indicamos en el capítulo VII, el tráfico de la línea en sus primeros años fue el carbón. La

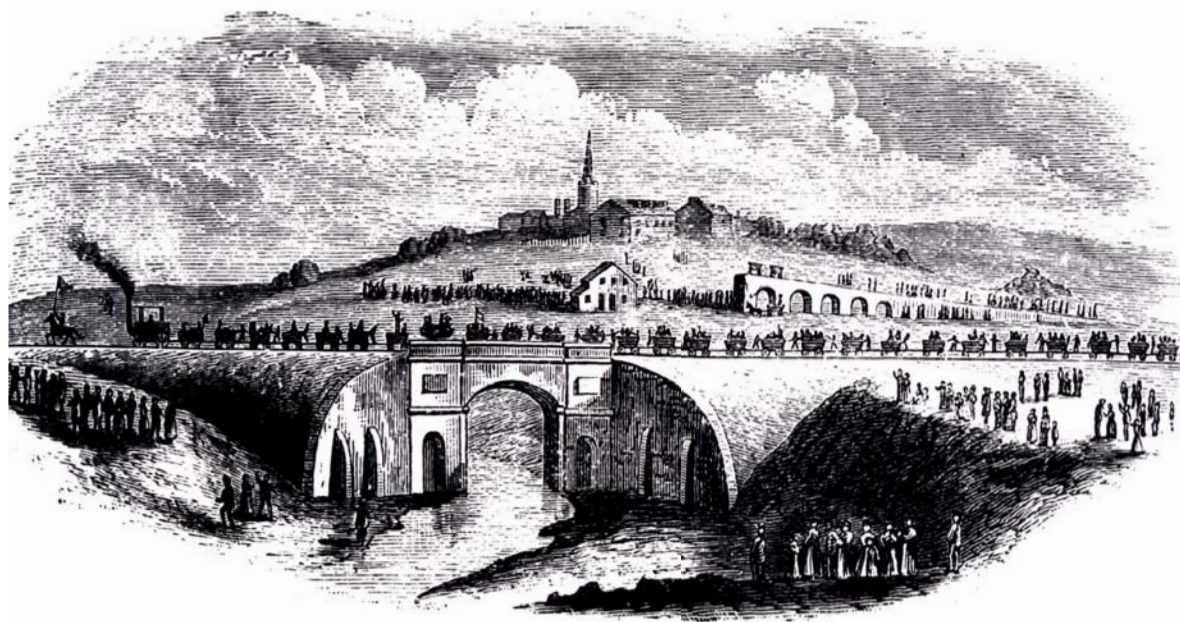


Fig. 200. Un viejo grabado de la inauguración del ferrocarril de Stockton a Darlington. (Biblioteca Nacional).

primeros 20 km, pero después se salvaban dos pequeñas colinas mediante planos inclinados, provistos de sendas máquinas de vapor, en los que se hacía la tracción por cable.

El nuevo trazado ferroviario, unido a la decisión de adoptar locomotoras, requería modificar la ley de concesión, lo que tuvo lugar durante la legislatura de 1823. El 25 de mayo se sancionaba esta segunda ley, que contenía una cláusula por la que se autorizaba a la compañía para “construir o montar... locomotoras o máquinas móviles... con objeto de facilitar el transporte, conducción y carga de mercancías, géneros y otros artículos u objetos sobre y a lo largo de los citados caminos, así como la conducción de pasajeros...”. Se trataba, pues, del primer ferrocarril

tracción se hacía con las cinco locomotoras construidas por Robert Stephenson and Cía., y también con caballerías. Éstas remolcaban los vagones de carbón con una carga total de 16 t. A una velocidad de 4,8 km/h empleaban el día entero en el viaje de ida y regreso desde el pie del plano de Brusselton hasta Stockton. Durante el descenso de alguna de las pendientes se desuncía la caballería, que, en lugar de trotar en cola, iba subida en una pequeña plataforma sobre ruedas. Entre los planos de Etherley y Brusselton con perfil más suave, la carga remolcada por las caballerías ascendía a 30 t.

De acuerdo con el informe de los ingenieros prusianos Von Oeynhausen y Von Dechen¹¹³, las locomotoras empleaban en el viaje de ida y vuelta entre el pie de Brusselton y Stockton entre nueve y once

¹¹² Aunque la compañía se titulaba de Stockton a Darlington, el ferrocarril no pasaba por esta última ciudad.

¹¹³ Véase nota 89 de la página 144.

horas, incluidos los tiempos de carga y descarga del carbón. Su peso en servicio, incluido el tender, es de 9,7 t, lo que les permite remolcar trenes de 16 a 20 vagones, según las condiciones climatológicas, en total de 59 a 74 t. Su velocidad media de circulación es de unos 8 km/h.

El consumo de carbón era muy elevado, de 19 a 23 kg/km, aunque el precio del mismo resultaba insignificante. Como media, decían estos ingenieros, el coste del transporte con locomotoras es un 50 por 100 más barato que con la tracción animal, pero si se tienen en cuenta la amortización del capital y el elevado coste de las frecuentes reparaciones, el ahorro es prácticamente absorbido. A esto es preciso añadir la mayor frecuencia de rotura de carriles a que da lugar la circulación de las locomotoras.

En los planos inclinados de Etherley y Brusselton, con tracción funicular, los cortes de ocho vagones cargados de carbón, en total 29,6 t, se transportaban a una velocidad de 11,3 km/h, superior a la de las locomotoras, lo que constituiría, más tarde, el principal argumento contra la tracción vapor.

4. El ferrocarril de Liverpool a Manchester

La constitución de la compañía

La idea de unir por ferrocarril Liverpool con Manchester se remonta a 1797. Ese año, William Jessop y, el año siguiente, Benjamin Outram, redactaron sendos proyectos por encargo de un grupo de comerciantes de Liverpool y Manchester, respectivamente. Construir dos líneas concurrentes hubiera sido poco rentable, por lo que ambos grupos intentaron un concierto, pero la falta de acuerdo entre ambos llevó el asunto al olvido.



Emblema de la Compañía del Ferrocarril de Stockton a Darlington. Texto latino: La utilidad pública comporta un peligro para la propiedad privada. (Archivo RENFE).

En 1821 aparece en la escena William James con un anteproyecto y logra convencer a Joseph Sandars, un prominente comerciante de cereales introducido en el negocio de los seguros. En aquellos años, el momento era propicio para vender esta clase de ideas, pues el transporte por los canales y caminos de la región era caro y deficiente. El primer paso de Sandars fue constituir dos comités de promoción, uno en Liverpool, con 21 miembros, y otro en Manchester, con 10. Entre ellos se contaban los principales banqueros y comerciantes de ambas ciudades, motivo por el cual el proyecto ferroviario fue calurosamente acogido.

En el verano de 1822 se constituye un Consejo Permanente designado en una Junta General celebrada en Liverpool. Se elige como presidente a John Moss, el banquero más importante de la ciudad, y se encarga a James la confección de los planes definitivos. El levantamiento topográfico venía realizándose desde meses atrás, con la colaboración del joven Robert Stephenson, como ya indicamos en el capítulo anterior.

El primer contratiempo surge en el otoño de 1822, cuando queda patente el hecho de que James no tendría listos los planos y presupuestos exigidos por el reglamento parlamentario para solicitar la ley de concesión al año siguiente. El hombre había sido encarcelado por deudas, de acuerdo con la ley inglesa. En mayo de 1823 vuelve a la cárcel por la misma causa, poniendo en dificultades los proyectos del Consejo.

Con objeto de adquirir información, el Consejo envía una delegación de cuatro miembros —entre ellos Sandars— para que estudien los ferrocarriles de la región del Tyne. La delegación visitó el ferrocarril de Stockton a Darlington, entonces en construcción, y los ferrocarriles mineros de Killingworth y Hetton, donde quedaron impresionados ante las posibilida-

des de la tracción vapor, informando en este sentido ante la Junta General celebrada el 20 de mayo de 1824. En esta Junta General se adoptaron dos importantes acuerdos: fijar el capital en 300.000 libras, repartido en 3.000 acciones de 100 libras cada una, de las que no se permitía suscribir más de diez, y contratar como ingeniero, en sustitución de James, a George Stephenson. Al parecer, el acuerdo de contratar a este último lo había sugerido Sandars, como consecuencia de las conversaciones mantenidas con Stephenson durante la visita de estudios. También James había recomendado a Stephenson al Consejo,

no decir pluriempleado. Por esta época estaba contratado como ingeniero en el ferrocarril de Stockton a Darlington, en el proyecto de otro de Birmingham a Liverpool, amén de llevar la dirección técnica de Robert Stephenson and Cía.

En febrero de 1825 se inicia la encuesta parlamentaria a que debían someterse todas las compañías para obtener su ley de concesión. Se trataba de una encuesta pública ante un Comité de la Cámara de los Comunes, donde podían participar libremente tanto los partidarios como los oponentes al proyecto. Y, evidentemente, los propietarios de los canales de la

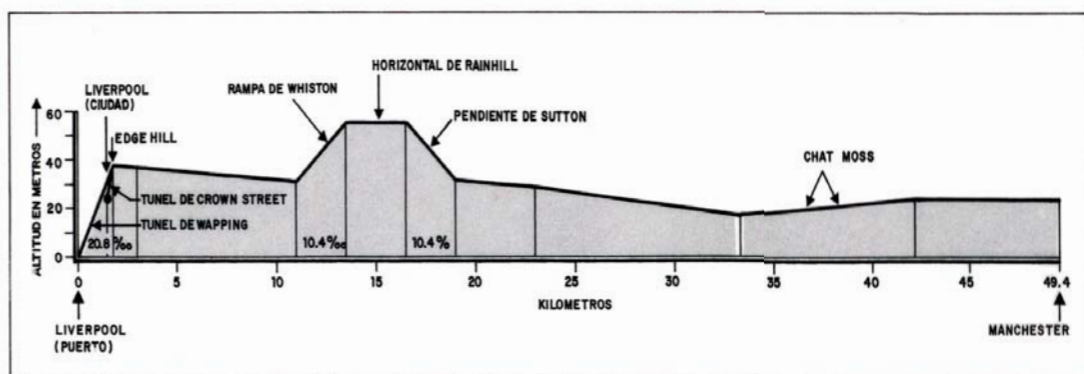


Fig. 201. Perfil longitudinal del ferrocarril de Liverpool a Manchester. (Dibujo: Luis Biela).



Fig. 202. Paso superior en la rasante de Rainhill. Grabado de T. T. Bury (1830). (National Railway Museum, Inglaterra).

pero más como constructor de locomotoras que como ingeniero.

Comenzó Stephenson su actividad en junio de 1824, finalizando los planos del ferrocarril y demás documentos técnicos en noviembre. El trabajo había sido realizado, en su totalidad, por sus ayudantes, ya que Stephenson era un hombre muy atareado, por

región habían desenterrado el hacha de la guerra, aprestándose con todas sus fuerzas para derrotar la propuesta ferroviaria. Llamado a declarar George Stephenson, comenzó lanzando un brillante alegato en favor de los ferrocarriles y de la locomotora, pero al ser interrogado por los abogados de los oponentes, demostró la más completa ignorancia acerca de los datos técnicos del proyecto, cuya ges-

tación había seguido muy de lejos. La realidad es que existían errores en los perfiles longitudinales y la parte contraria lo sabía. El resultado fue que George Stephenson quedó abochornado ante el Comité del Parlamento, poniéndose él mismo en ridículo y dejando en no mejor posición a sus patronos, los promotores del ferrocarril, que habían corrido con todos los gastos. Naturalmente, el proyecto fue rechazado.

Como no podía por menos de suceder, la Junta General celebrada el 4 de junio de 1825 acordó despedir a George Stephenson y sustituirle por los hermanos John y George Rennie, dos de los más célebres ingenieros de la época. Entre tanto se iniciaban los preparativos para solicitar la ley de concesión al año siguiente.

Los ingenieros Rennie desecharon los trabajos de su antecesor y redactaron un nuevo proyecto con un trazado 3 km más corto y un nuevo acceso al puerto de Liverpool mediante un túnel de 2 km que discurría bajo la ciudad. Enemigos de la locomotora, prevenían explotar la línea con tracción animal, situando puestos de relevo de las caballerías cada 16 km¹¹⁴. Con este motivo, el perfil adoptado era sumamente suave.

Mientras se redactaba el proyecto, el Consejo había iniciado negociaciones con el marqués de Stafford, uno de los principales propietarios del canal que el año anterior había manifestado su firme oposición, consiguiendo que éste suscribiera 1.000 acciones del ferrocarril. La razón de este cambio de actitud residía en que la oposición a la construcción del ferrocarril, el año anterior, había costado al canal 10.000 libras y sus directores no estaban dispuestos a emplear ahora una cantidad similar.

Con estos agradables antecedentes, el proyecto de Ley pasó victoriosamente la encuesta parlamentaria y fue aprobado en las Cámaras de los Comunes y de los Lores, recibiendo la sanción real el 5 de mayo de 1826. Otra ley de 12 de abril de 1827 autorizaba a la compañía para gestionar un crédito de 100.000 libras de la Hacienda pública, que se emplearían en la construcción de la línea.

La construcción del ferrocarril

En agradecimiento a los servicios prestados por los hermanos Rennie, la compañía propuso encargarles la dirección de los trabajos de construcción. Expusieron éstos unas condiciones razonables, coherentes con su celebridad y fama, pero el Consejo las rechazó sin que se sepa el motivo. Se propuso a continua-

ción a George Stephenson y John Urpeth Rastrick, aunque la inclusión del segundo ingeniero lo era a título puramente formal, pues no llegó siquiera a exponer sus condiciones. Esto dejaba el campo libre a Stephenson, que fue contratado por segunda vez en la reunión del Consejo del 3 de julio de 1826 con un sueldo de 800 libras al año, mediante el que se comprometía a dedicar un mínimo de nueve meses a la dirección de los trabajos. Los hechos demuestran que Stephenson continuaba poseyendo importantes influencias entre los miembros del Consejo.

En el otoño de 1826 comienzan los trabajos de construcción, que se extenderían hasta el verano de 1830. La historia debe aquí puntualizar que, si bien Stephenson era un hábil mecánico, como ingeniero director de las obras resultó un completo desastre. No había planos ni presupuestos, todo lo más, unos croquis sumarios sobre un papel, a veces usado, que debían interpretar sus ayudantes. Los trabajos se hacían en parte por gestión directa y en parte por contrata. Stephenson acordaba verbalmente las condiciones y precios con los contratistas y en algunos trozos de la línea resultaba ser él mismo el contratista. No es, pues, extraño que el coste de construcción fuera de 739.185 libras para una línea de 49 km. A estos fallos de gestión se unían fallos técnicos, como los cometidos en la perforación del túnel de Wapping, de 2 km de longitud, que discurría bajo la ciudad de Liverpool. Por error en el levantamiento topográfico, un trozo del túnel no coincidía con el siguiente cuando se verificó el encuentro, asunto que costó el puesto al ingeniero ayudante Vignoles, hombre que se haría célebre por haber popularizado en el continente europeo el uso del carril americano de patín.

El trazado era excelente, con curvas cuyo radio no bajaba de 2.500 m y un perfil suave, como se indica en la fig. 201. Desde el punto de vista de la ingeniería, el ferrocarril es famoso por sus puentes (fig. 202) y viaductos de piedra, todos ellos construidos suntuosamente. En el trozo denominado Chat Moss (fig. 203), de unos 6,5 km, la línea discurría por un terreno pantanoso e inestable de 3 a 10 m de profundidad que reposaba sobre un sólido lecho de arcilla. Aquí fue preciso, en contra de la opinión de Stephenson, constituir una fundación con escombros, disponer troncos de árboles y ramas, para formar un entramado sobre el que se depositaba la tierra y piedra que constituiría la plataforma, de forma que ésta quedaba flotando sobre el fango.

La obra más importante era, sin embargo, la trinchera de Olive Mount (fig. 204), de 1,6 km de longitud, situada en curva, que fue necesario excavar en roca dura, con una profundidad en algunos lugares de 21 m. En los alrededores de Liverpool fue tam-

¹¹⁴ George Rennie (1791-1866) y John Rennie (1794-1874) habían propuesto en su proyecto un ancho de vía de 1,524 m (5 pies ingleses).

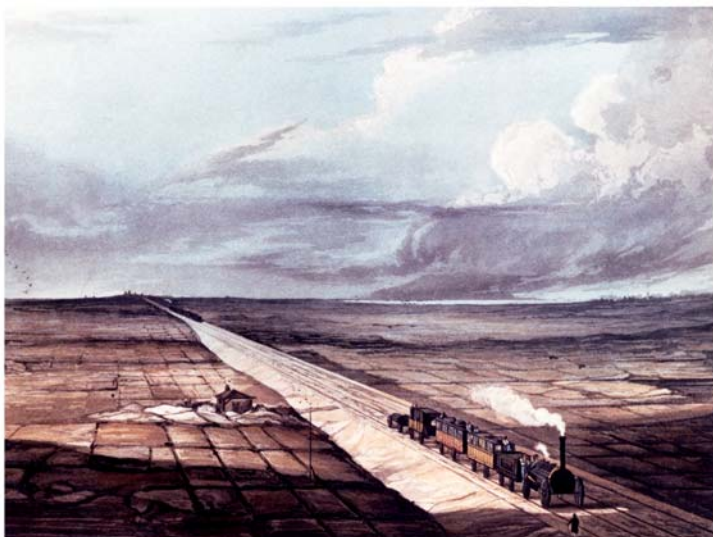


Fig. 203. Trazado por el terreno pantanoso de Chat Moss. Grabado de T. T. Bury (1831). (National Railway Museum, Inglaterra).



Fig. 204. La trinchera de Olive Mount. Grabado de T. T. Bury (hacia 1848). (National Railway Museum, Inglaterra).



Fig. 205. La estación de Edge Hill. Grabado de T. T. Bury (1831). El túnel central, denominado Wapping, descendía hasta el puerto de Liverpool. El túnel de la derecha, denominado de Crown, descendía hasta la terminal de viajeros situada en la calle de este nombre. El túnel de la izquierda era ciego y no tenía otro objeto que armonizar la construcción. (National Railway Museum, Inglaterra).

bién preciso hacer una enorme excavación para situar la estación de Edge Hill (fig. 205). De aquí partían los dos túneles previstos para acceder a la ciudad de Liverpool. El túnel de Wapping (fig. 206) descendía hasta los muelles del puerto y el túnel Crown Street, de unos 300 m de longitud hasta la estación de este mismo nombre, situada en la céntrica calle de Crown, donde se había instalado la terminal de viajeros.

Stephenson había mantenido el trazado concebido por los hermanos Rennie, excepción hecha de las dos pendientes situadas a cada lado de la rasante hori-

zontal de Rainhill¹¹⁵. Estas pendientes tenían 4,4 y 3,9 por 1.000, pero fueron sustituidas por otras de 10,4 por 1.000. Según Stephenson, se explotarían de acuerdo con la técnica de los planos inclinados, instalando en cada una de ellas máquinas de vapor fijas para realizar la tracción funicular. El pretexto para esta modificación era obtener una economía de 36.000 libras, cantidad que no llegaba al 5 por 100 del capital invertido. Algunos contemporáneos creían que la modificación tenía por objeto impedir la tracción animal.

Durante la construcción de la línea, y aun antes de que se decidiera el sistema de tracción definitivo, la compañía empleó

locomotoras para los trenes de trabajos. Con independencia del evidente interés de Stephenson en in-

¹¹⁵ También convenció a los consejeros para que se adoptara el mismo ancho de vía que el existente en el ferrocarril de Stockton a Darlington y análogo al de la línea de la mina Killingworth, es decir, 1,422 m (4 pies, 8 pulgadas). Sin embargo, a la hora de construir el ferrocarril se incrementó el ancho en media pulgada, con objeto de aumentar el juego de la vía, resultando así 1,435 m (4 pies, 8,5 pulgadas). Este ancho de vía fue inmediatamente adoptado por la mayoría de los países. Caso de que hubiera prosperado el proyecto de los hermanos Rennie, como indicamos en la nota anterior, el ancho de vía de los ferrocarriles sería hoy día de 1,524 m, el mismo que se adoptaría, después, en Rusia.

troducir sus locomotoras, la realidad es que éstas eran preferibles a las caballerías, que destrozaban y esparcían el balasto con sus cascos al circular por la vía recién instalada. Como vimos en el capítulo anterior, se utilizaron la *Lancashire Witch* y *Twin Sisters* de Stephenson, así como la *Dreadnought* y *Liverpool* de Bury.

El sistema de vía utilizado en la línea, a base de carriles salientes de hierro forjado y bloques de piedra, fue descrito en el capítulo VII. En 21 km, sin embargo, se emplearon traviesas de madera de roble de 2,74 m de longitud y una sección de 13 x 15 cm, con objeto de distribuir mejor las cargas, pues se trataba de zonas con plataforma inestable, como la de Chat Moss.

animal, las alternativas se reducían a la tracción vapor y a la tracción por cable, según el sistema Thompson, descrito en el capítulo VII.

Con objeto de dirimir la cuestión, el Consejo envió a tres de sus miembros, Cropper, Moss y Booth, a visitar el ferrocarril de Stockton a Darlington, ya en explotación, y otras líneas mineras del norte de Inglaterra. El informe de estos consejeros era muy vago en sus conclusiones, dado que el primero de ellos era partidario del sistema Thompson, el tercero de la tracción vapor y el segundo neutral. Enviado este documento a Stephenson, el 5 de noviembre contraatacaba con otro donde exponía la enorme inversión necesaria para instalar la tracción por cable. Estimaba necesarias 54 máquinas de vapor

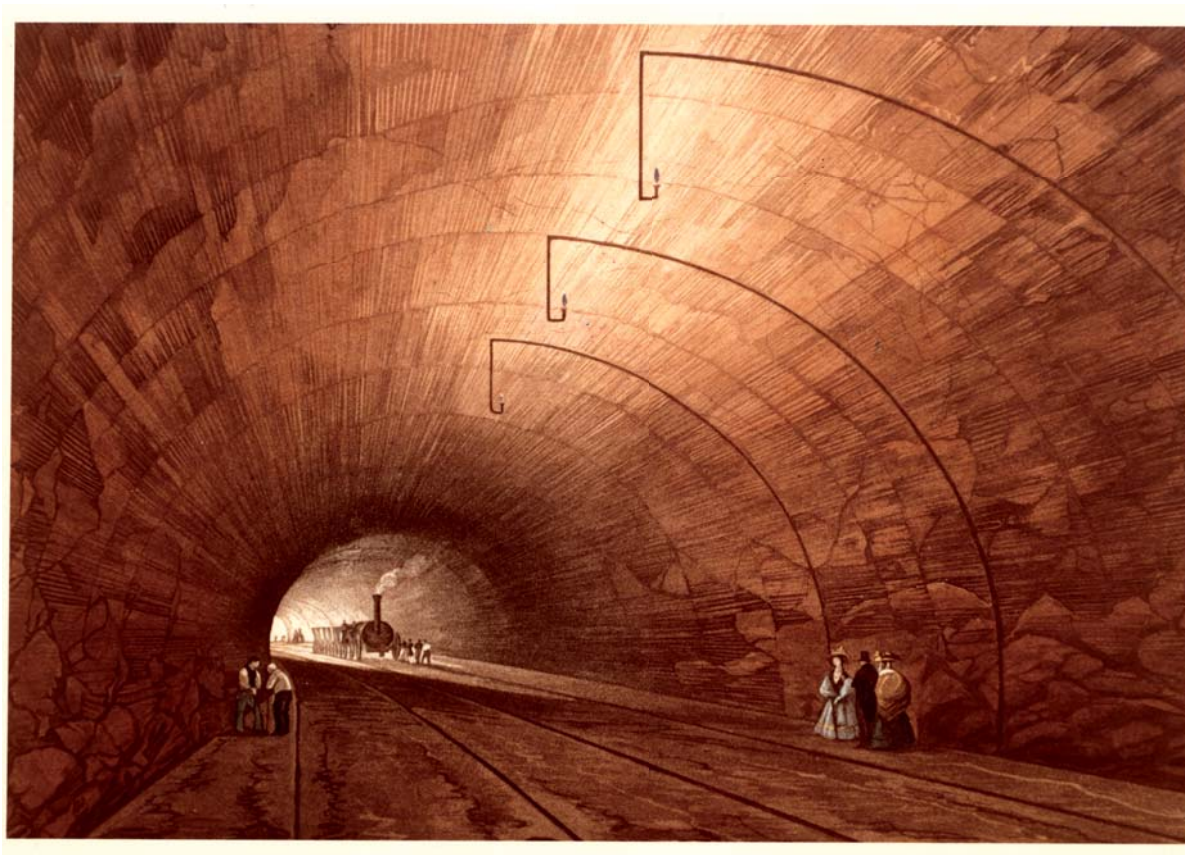


Fig. 206. *El túnel de Wapping*. Grabado de T. T. Bury (1833). Como se indica en el texto, la tracción en el interior del túnel era fúnicular. La locomotora del grabado es un error del artista. (National Railway Museum, Inglaterra).

El carril saliente tenía 4,57 m de longitud y pesaba 17,4 kg/m. En 1833 se decidiría sustituirlo por otro de 25 kg/m, parte en forma de vientre de pez y parte de sección uniforme. Más tarde se llegaría al de 37 kg/m, con objeto de soportar las crecientes cargas por eje de las locomotoras.

El concurso de Rainhill

En el otoño de 1828, la compañía dudaba sobre el sistema de tracción a emplear. Desechada la tracción

de 19 CV, cuyo coste evaluaba en 64.800 libras, entre otros inconvenientes, destacaba el hecho de que la avería de una sola de estas máquinas provocaría la interrupción total de la circulación.

Sometido el informe de Stephenson a discusión, no se llegó a ninguna conclusión, por lo que en noviembre de 1828 se decide solicitar de dos prestigiosos ingenieros, James Walker y J. U. Rastrick, un informe definitivo. Durante el mes de enero del

año siguiente, estos ingenieros efectuaron visitas a todos los ferrocarriles ingleses entonces en explotación y emitieron sendos informes por separado, que fueron objeto de examen por el Consejo en su reunión del 9 de marzo. Aunque ambos informes se mostraban favorables al sistema Thompson de tracción por cable, empleado en la línea de Brunton a Shields, ninguno de ellos se decidía claramente por él, debido, posiblemente, a que sus autores temían comprometer su reputación sentando criterio en una cuestión que las innovaciones tecnológicas de la locomotora podían invalidar en un próximo futuro. Sugerían utilizar la tracción por cable en caso de que el tráfico previsto fuera elevado y la tracción vapor en caso contrario. La realidad, en aquellos años, era que la velocidad y carga remolcada por las locomotoras de vapor eran inferiores a las conseguidas en la línea de Brunton a Shields. Lo más importante de los informes figuraba al final de la exposición de James Walker. Sugería éste que la compañía podía ofrecer un premio al constructor de la más perfecta locomotora, con objeto de impulsar el talento de los inventores. El 20 de abril, el Consejo recibía otro contrainforme de Stephenson tratando de refutar los argumentos de Walker y Rastrick y decidiéndose por la tracción vapor.

En la reunión del Consejo celebrado ese mismo día se adoptaron dos sabias decisiones: de una parte, la compañía se abstenía de tomar cualquier decisión que impidiera a ésta beneficiarse de los futuros perfeccionamientos del transporte mecánico; de otra, se afirmaba que la locomotora de vapor era la máquina más susceptible de recibir tales perfeccionamientos. A propuesta del consejero Richard Harrison, se adoptaba la sugerencia de Walker y se ofrecía un premio de 500 libras al constructor de una locomotora más perfeccionada que las en aquellos días en uso. Como consecuencia de esta decisión, el *Liverpool Mercury* del 1 de mayo de 1830 publicaba el anuncio correspondiente dirigido a los ingenieros y constructores del país. Por estas mismas fechas, otros cuatro periódicos insertaban el mismo anuncio. Las condiciones que regían el concurso eran las siguientes:

- 1.^a La locomotora debería consumir eficazmente su propio humo.
- 2.^a Caso de que pesara 6 t, sería capaz de remolcar 20 t, incluido el tender, a 16 km/h, sin que la presión excediera de 3,5 kg/cm².
- 3.^a La caldera estaría dotada de dos válvulas de seguridad, sin posibilidad de falseamiento, una de ellas inaccesible al maquinista.

4.^a La locomotora estaría dotada de muelles y tendría tres ejes, sin que la altura de la chimenea excediera de 4,5 m.

5.^a El peso de la locomotora no excederá de 6 t, aunque si fuera de menor peso, la carga remolcada a que se refiere la cláusula 2.^a se reduciría proporcionalmente. Caso de que pesara 4 t, podría ser de dos ejes. La compañía se reservaba la facultad de probar la caldera a una presión de 10,5 kg/cm².

6.^a La locomotora estaría dotada de un manómetro de mercurio.

7.^a La fecha límite de entrega de la locomotora en Liverpool era el 1 de octubre de 1829.

8.^a El precio de la locomotora no excederá de 500 libras.

En el concurso participaron las locomotoras *Rocket*, *Novelty*, *Sans Pareil* y *Perseverance*, que ya hemos descrito en el capítulo anterior al tratar de sus constructores. Se presentaron otras dos máquinas cuyas características las hacían muy poco competitivas en este concurso. Una de ellas era la *Cycloped* (fig. 207), construida por Thomas Saw Bandreth, un abogado enemigo de la tracción vapor, que consideraba peligrosa, debido, sin duda, al riesgo de explosión. La máquina consistía en un vehículo de cuatro ruedas, sobre cuyo piso se había instalado una plataforma sin fin, constituida por tablas de madera de 1,21 m de anchura y 4 cm de espesor, sujetas a unos cables que se deslizaban sobre una serie de rodillos y hacían girar dos cilindros situados en los extremos. El cilindro trasero comunicaba el movimiento a las ruedas mediante unos engranajes. Situadas las caballerías en la plataforma, uncidas al bastidor, cuando éstas marchaban al paso o al trote, hacían deslizar tras de sí la plataforma. La *Cycloped* provista de dos caballos pesaba unas 3 t.

La otra máquina se debía a Ross Winans, un americano, citado en el capítulo anterior, que había venido en visita de estudios con un grupo de ingenieros del ferrocarril de Baltimore a Ohio en 1828 y se había quedado con objeto de experimentar sus vehículos. Se trataba de un vagón propulsado a brazo por dos hombres que hacían oscilar una palanca mediante la que se transmitía el movimiento a las ruedas por el sistema biela-manivela.

El 31 de agosto de 1829, el Consejo decidía realizar la competición en la sección horizontal de Rainhill, de 3 km de longitud, dando instrucciones a Stephenson para que dispusiera un trozo de vía doble. Allí mismo se construyó un barracón para proteger a las

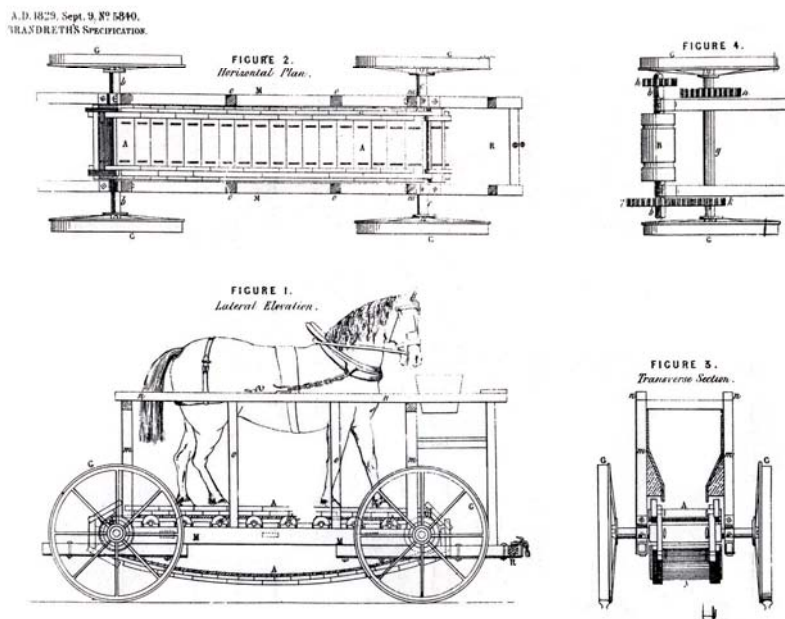


Fig. 207. La máquina de Brandreth, según el dibujo de la patente (1829). (Science Museum, Londres).

locomotoras de las inclemencias del tiempo y se instaló una báscula de 7 t de capacidad.

Se designaron tres jueces encargados de comprobar y constatar los resultados: Nicholas Wood, J. U. Rastrick y John Kennedy. Los dos primeros eran expertos en tracción vapor, el segundo era un consejero de la compañía que había introducido numerosos perfeccionamientos en la maquinaria textil. El mismo 6 de octubre, día en que se inició la competición, los jueces dictaron una serie de condiciones que serían ampliadas dos días después. Esencialmente, determinaban que la locomotora debería remolcar el triple de su peso en servicio, en una distancia de 112 km, a una velocidad de 16 km/h como mínimo. Para ello, cada locomotora haría diez viajes de ida y vuelta, equivalentes a unos 50 km, y después de tomar agua y combustible repetiría la prueba. En la vía se habían instalado cuatro referencias: el puesto de salida, próximo a la báscula; el puesto número 1, a 201 m, donde se situaba Rastrick; el puesto número 2, a 2.413 m, supervisado por Wood, y finalmente, el puesto de llegada, a 201 m. Entre los puestos 1 y 2, la locomotora debía desarrollar toda su potencia. Los espacios restantes se requerían para acelerar y frenar.

El martes 6 de octubre de 1829 se iniciaba la competición, con un espléndido día otoñal que había congregado a más de 10.000 espectadores, situados a lo largo de la vía. A las diez de la mañana se inauguraba el concurso con la llegada de los consejeros de la compañía en un tren remolcado por la *Twin Sisters*. Una banda de música situada en la tribuna de invitados amenizaba las horas de forma permanente.

En este día, cada constructor hizo una demostración de sus posibilidades sin que los resultados tuvieran carácter oficial. La *Rocket* (fig. 208), de R. Stephenson y H. Booth, remolcó 12,5 t a 13 km/h, y circulando aislada llegó a 29 km/h. A continuación circuló aislada la *Sans Pareil* (fig. 209), de Hackworth. Después, la máquina de Winans, con seis viajeros y dos operarios para moverla, hizo un pequeño recorrido a no mucha velocidad. La sorpresa entre el público fue ver a la *Novelty* (fig. 210), con Ericsson y Braithwaite sobre ella, marchar a nada menos que 48 km/h, despertando enorme admiración. Finalmente, la *Cycloped* remolcando varios vagones con 50 personas sobre ellos, en total 5 t, caballos y máquina incluidos, lograba alcanzar 8 km/h. Esta y la máquina de Winans finalizaron aquí su participación en el concurso.

El miércoles 7 de octubre inicia las pruebas la *Novelty*. Después de hacer un viaje de ida con carga a 38 km/h, el ventilador sufrió una avería, lo que motivó la suspensión de las pruebas.

El jueves 8 de octubre comienza la *Rocket* sus pruebas reglamentarias. Efectuado el peso a las 8 de la mañana, inició la primera serie de 40 viajes a las 10.36, finalizando a las 13.48. Después de repostar, verificó sin incidencias la segunda serie de viajes entre las 14.000 y las 17.000*. La velocidad media conseguida fue de 25,7 km/h, alcanzando un máximo de 46,6 km/h.

* N. de la E.: parece un error de mecanografía. Por el texto precedente se puede deducir que se está refiriendo a la hora: "entre las 14.00 y las 17.00".

El viernes 3 de octubre debía actuar la *Novelty*, pero habiendo solicitado sus constructores un aplazamiento de veinticuatro horas, se empleó el día en algunas demostraciones a cargo de la *Sans Pareil* de Hackworth.

El sábado 10 de octubre la expectación y afluencia de público era extraordinaria, con objeto de observar la prueba de la *Novelty*. Remolcando 6.353 kg, hizo el primer viaje de ida, pero a la vuelta quedó inútil por rotura del tubo de alimentación de agua. Al parecer, el maquinista había cerrado la llave de paso del agua y la presión de la bomba de alimentación había ocasionado la avería. Mientras se efectuaba la reparación, la *Rocket* hacía dos viajes aislada, incluso sin tender, y alcanzaba 48,3 km/h. Aunque no ha sido probado con certeza, esta sorprendente mejora de la velocidad se atribuye a la modificación del tubo de escape de la *Rocket* verificado con toda rapidez durante la noche precedente. Stephenson había dispuesto dos tubos de escape, uno por cilindro, en la chimenea, pero al observar que la *Sans Pareil* tenía uno solo común a ambos cilindros, situado en el eje de la chimenea, y que daba excelentes resultados, copió el procedimiento.

Durante la tarde de este día, la *Novelty*, ya reparada, logró remolcar el coche de los consejeros con 45 personas a bordo, a la misma velocidad que la *Rocket*, es decir, a 48,3 km/h. Los dos días siguientes no hubo pruebas. Por una parte, Ericsson y Braithwaite habían decidido desmontar completamente la *Novelty* y volverla a montar en un intento de incrementar sus prestaciones. De otra, la *Sans Pareil* presentaba numerosas pérdidas por las juntas de las planchas de la caldera y había sido necesario repararlas. El martes 13 de octubre se reanudó la competición con la prueba de la *Sans Pareil*. Aunque su peso excedía de 4 t, y quedaba fuera de las bases del concurso, se la permitió competir remolcando una carga de 14,2 t compuesta del tender y tres vagones. Durante dos horas pudo realizar la primera serie de viajes a una velocidad media de 22,5 km/h, pero una avería en la bomba de alimentación la impidió continuar por falta de agua en la caldera. Se observó durante la prueba que el escape del vapor era tan violento que hacía expulsar coque y escorias por la chimenea. Después se comprobaría que uno de los cilindros se había fisurado, por defecto de la fundición, escapándose el vapor por el tubo de escape.

El miércoles 14 de octubre se probó la *Novelty* nuevamente montada, pero sólo pudo hacer el primer viaje. A la vuelta del segundo falló una

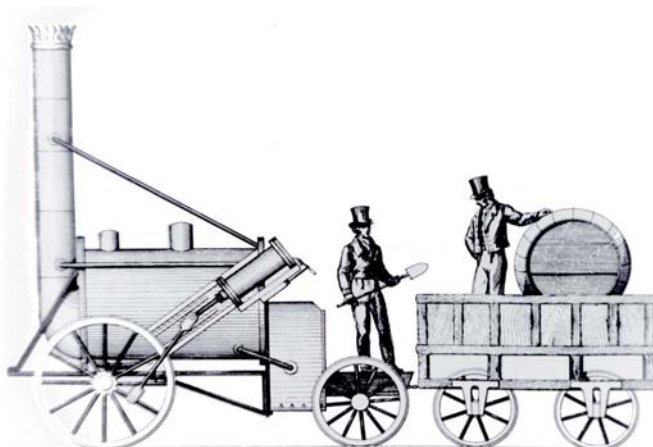


Fig. 208. La locomotora Rocket, según la revista *Mechanic's Magazine*, tal como se presentó al concurso de Rainhill (octubre 1829). (Archivo RENFE).

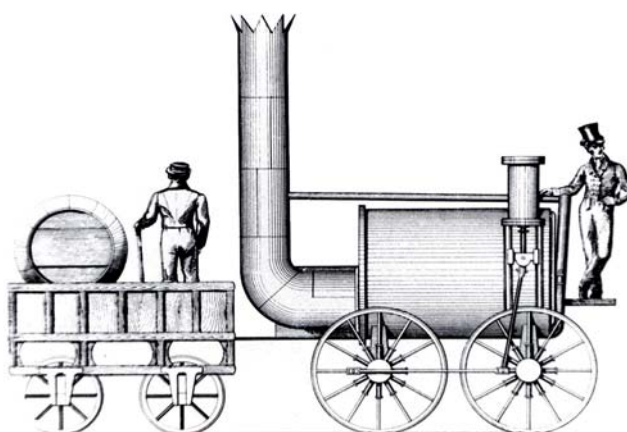


Fig. 209. La locomotora Sans Pareil presentada en el concurso de Rainhill (octubre 1829), según una ilustración de la revista *Mechanic's Magazine*. (Archivo RENFE).



Fig. 210. La locomotora Novelty, según la revista *Mechanic's Magazine*, presentada en el concurso de Rainhill (octubre 1829). (Archivo RENFE).

de las juntas de la caldera y ésta quedó sin presión. La precipitación había hecho que el cemento aplicado en la misma durante la mañana no hubiera tenido tiempo de fraguar.

Ese mismo día, la *Perseverance* hizo una demostración llegando a alcanzar con dificultad los 9,6 km/h. Estos pobres resultados llevaron a Burstall, su constructor, a retirarse del concurso.

Durante la tarde, la *Rocket* remolcaba un coche con 25 viajeros por las rampas contiguas a Rainhill de 10,4 por 1.000 a una velocidad de 32 km/h. Finalizadas las pruebas, los jueces redactaron un informe, sin comentarios, donde se registraban los resultados de la *Rocket*, *Novelty* y *Sans Pareil*, que fue leído en la reunión del Consejo del día 20 de octubre. A la vista del mismo, se acordó conceder el premio de 500 libras a la *Rocket*, que debía ser repartido entre sus constructores, George y Robert Stephenson, y Henry Booth, que había propuesto la caldera tubular. Asimismo, la compañía adquiriría la *Rocket* y se comprometía a adquirir las otras dos locomotoras. Hackworth, que había invertido todo su capital en la *Sans Pareil*, aceptó gustosamente la oferta de 550 libras, pero Ericsson y Braithwaite la declinaron con la idea de perfeccionar la locomotora y asegurar un pedido más numeroso para el futuro. Ya vimos en el capítulo anterior las funestas consecuencias de esta decisión con el fracaso de la *Novelty* y *William IV*.

El fallo del concurso de Rainhill fue motivo de críticas por el hecho de que fueran premiados el tesoro de la compañía y su ingeniero. Se decía también que no se había concedido tiempo suficiente a los otros competidores para la preparación de las locomotoras, cuya construcción había sido muy precipitada. El disgusto de Hackworth era manifiesto, pues el cilindro fisurado de su locomotora había sido fundido precisamente en Robert Stephenson & Cía. Conviene señalar, no obstante, que sólo la *Rocket* había sido capaz de cumplir todas y cada una de las condiciones estipuladas. Caso de que hubiera fallado, como las de sus competidores, la tracción vapor hubiera quedado desplazada por la tracción por cable, y retrasado, durante años, su perfeccionamiento tecnológico.

Con la victoria de la *Rocket*, las dudas de la compañía se aclararon y la idea de realizar la explotación con tracción vapor, incluso en las rampas de Rainhill, quedó firmemente establecida.

La inauguración del ferrocarril

En el verano de 1830, la construcción de la línea tocaba a su fin. Por otra parte, las locomotoras encargadas a Robert Stephenson & Cía. comenzaban a

ser entregadas regularmente. En junio ya estaban dispuestas para la circulación, con independencia de la *Rocket*, las denominadas *Arrow* (Flecha), *Meteor* (Meteoro), *Dart* (Dardo) y *Comet* (Cometa). El 9 de agosto se entregaba la célebre *Northumbrian* que hemos descrito en el capítulo anterior. En cuanto al material remolcado, la compañía había decidido en 1828 construirlo en sus talleres instalados en las vías de la estación de Crown Street. Se decidió, pues, verificar la inauguración el 15 de septiembre de 1830.

La primera circulación, con objeto de inspeccionar la línea, tuvo lugar el 14 de junio. El tren iba remolcado por la locomotora *Arrow* y estaba formado por siete vagones cargados de bloques de piedra y dos coches con 20 personas, en total unas 33 t. En el ténder viajaban seis personas más. De acuerdo con las actas del Consejo, el tren partió de Edge Hill a las 8.40. Al llegar a la rampa de Whiston fue auxiliado con la *Dart* en doble tracción, de manera que la subida se hizo en doce minutos. Durante los primeros 400 m, la velocidad se mantuvo en 27 km/h, pero luego fue descendiendo paulatinamente, a medida que se ascendía la rampa, hasta llegar a 6,4 km/h en el cambio de rasante. En la sección de Rainhill, toda ella recta y en horizontal, la *Arrow* con su carga continuó a 25,7 km/h, llegando finalmente a Manchester a las 11.05, habiendo efectuado dos paradas para tomar agua. En el viaje de regreso, con sólo dos coches de viajeros, el recorrido se hizo en una hora y cuarenta y seis minutos, incluidas también dos paradas. Con esta menor carga, el ascenso de la rampa de Sutton se hizo a una media de 25,7 km/h, lográndose alcanzar en el resto del recorrido puntas de velocidad de 40 km/h. Estas excelentes prestaciones llevaban a los consejeros a hacer constar en las actas su favorable impresión, así como su reconocimiento “a la extraordinaria habilidad e incansable vigor desplegado por su ingeniero Mr. George Stephenson”.

Durante el mes de julio se cursaron 700 invitaciones, entre ellas al primer ministro, el duque de Wellington, que se había dignado presidir el acto.

Para la ceremonia inaugural, la compañía preparó siete trenes de 100 plazas y otro para el duque de Wellington y su séquito, que se componía de tres coches especiales, uno de ellos realmente suntuoso, como se puede apreciar en la figura 211. Como medida de seguridad, se desmontaron todas las agujas que comunicaban las vías principales entre Liverpool y Manchester. Por la vía de la derecha circularía el tren inaugural con el duque de Wellington, y por la de la izquierda, los trenes de los invitados lo harían en sucesión. Transcribimos a continuación las instrucciones para regular la circulación redactadas por George Stephenson, que pueden considerarse como el primer reglamento escrito de la historia ferroviaria:



Fig. 211. Inauguración del ferrocarril de Liverpool a Manchester el 15 de septiembre de 1830. La composición situada a la izquierda es la del tren inaugural donde viajaba el duque de Wellington. El lugar es la estación de Edge-Hill vista por el lado opuesto a los túneles. (Science Museum, Londres).

INSTRUCCIONES A LOS MAQUINISTAS

“Cada maquinista deberá estar provisto de las herramientas e instrumentos precisos para la reparación inmediata de las averías.

Irán provistos, además, de tres banderines de señales: blanco, rojo y morado. El banderín blanco significa ‘marcha normal’, el banderín rojo, ‘marcha lenta’ o ‘apretar frenos’, y el banderín morado, ‘parada’.

Cuando el banderín de señales se presente verticalmente su orden debe ser cumplimentada por los coches y locomotora del tren donde se presente¹¹⁶. Cuando se presente horizontalmente deberá considerarse como una señal a la siguiente locomotora y tren para que éste se aleje o se acerque, según sea necesario.

Si la circulación se hace a baja velocidad, los distintos trenes deben guardar una separación entre ellos de 91 m. Si se hace a alta velocidad, digamos de 19 km/h o más, la separación será de 183 m. Los maquinistas no excederán la velocidad de 29 km/h en el descenso por las pendientes”.

A las 10 de la mañana del día 15 de septiembre de 1830 llegaba el duque de Wellington a la estación de Crown Street, siendo recibido con honores militares y salvas de ordenanza. A continuación, los ocho trenes previstos ascendían por el túnel, mediante tracción por cable, hasta Edge Hill, donde aguardaban ocho bellas locomotoras, entre ellas la *Northumbrian*, conducida personalmente por George Stephenson.

Hacia las once se iniciaba el viaje inaugural. Por la vía de la derecha y remolcado por la *Northumbrian*, circulaba el tren del duque. Por la otra vía, los siete trenes restantes encabezados por la locomotora *Phoenix*. Un periodista, asistente al acto, comentaba así sus impresiones.

“La velocidad fue creciendo gradualmente de forma tal, que cuando entramos en la trinchera de Olive Mount íbamos lanzados sobre este terrible abismo a una media de 38,6 km/h. Los taludes, los pasos superiores sobre nuestras cabezas, así como las partes salientes situadas a los lados, estaban llenas de una masa de seres humanos, por delante de los cuales nos deslizábamos como si fuéramos sobre las alas del viento”.

¹¹⁶ Cuando dice coches y locomotora, se refiere a los guardafrenos y maquinista.

En la estación de Parkside, situada a medio camino entre Liverpool y Manchester, los trenes se detenían con objeto de tomar agua. En tanto que el tren del duque de Wellington permanecía detenido, los demás trenes avanzaban por la otra vía a medida que iban repostando. Con este motivo, muchas de las personas del séquito del duque se habían apeado, en tanto se realizaban estas operaciones. Como los andenes estaban inundados por el agua, algunas de estas personas se habían situado imprudentemente en la entrevía. Entre ellas, el diputado del Parlamento William Huskisson, que se había distinguido en la Cámara de los Comunes por su decidido apoyo al proyecto de Ley de concesión del ferrocarril. En esta situación, uno de los trenes, remolcados precisamente por la *Rocket*, se aproximaba por la otra vía, mientras Huskisson charlaba con el duque, que permanecía en su asiento junto al testero delante del coche (fig. 212). Ante la inminencia del peligro, las personas situadas en la entrevía corrieron a protegerse, entre ellas el distraído Huskisson, que intentó con gran retraso subir al coche y no pudo evitar su arrollamiento. A este movimiento precipitado e importuno había sido inducido por el propio duque, que al observar el revuelo de la gente había dicho a Huskisson: “Parece que nos vamos, mejor sería que subiera”. Si hubiera permanecido de pie, quizá no hubiera tenido lugar el accidente.

La pierna izquierda de Huskisson quedó seccionada y, aunque se le proporcionaron toda clase de cuidados, no pudo evitarse su muerte a las nueve horas justas de ocurrir el hecho. Inmediatamente, Stephenson había llevado al herido en la locomotora hasta la villa de Eccles, situada a 6,5 km, y a continuación había seguido hasta Manchester a 56 km/h, máxima velocidad de la locomotora, regresando con cuatro cirujanos y médicos para atenderle.

Los actos subsiguientes de la inauguración quedaron desde ese momento cancelados, aunque el duque de Wellington accedió a continuar hasta Manchester, donde una impaciente muchedumbre esperaba su llegada, ignorante de tan luctuoso suceso.

El mismo periodista que antes comentaba la espectacular velocidad de los trenes escribía posteriormente, conocido ya el accidente y refiriéndose a las locomotoras:

“¿Acaso estos terribles monstruos llegarán a ser utilizados con carácter general?”.

La explotación

En 1839, un escritor¹¹⁷ calificaba a este ferrocarril de Gran Ferrocarril Británico Experimental, dado que durante sus primeros años de vida constituyó

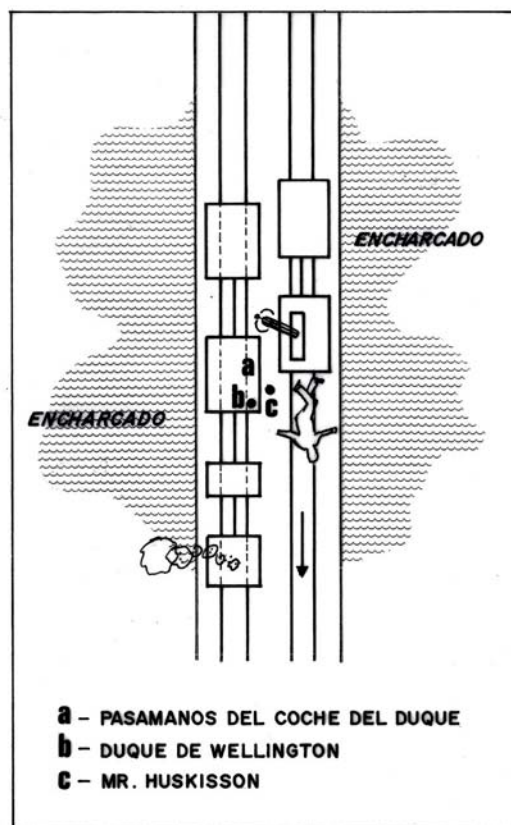


Fig. 212. Croquis del arrollamiento de Mr. Huskisson, remitido en una carta por un testigo presencial a lord Palmerston el mismo día del accidente. (Archivo RENFE).

el campo de pruebas donde se perfeccionó la técnica ferroviaria. Como veremos a continuación, gran parte de este cuerpo de doctrina se encuentra todavía vigente entre nosotros.

Por tratarse de una línea de vía doble, la circulación se regía por el bloqueo por tiempo, fijándose el intervalo de expedición de los trenes sucesivos en treinta minutos, admitiéndose, no obstante, un mínimo de quince minutos. Con el tiempo, al aumentar la densidad de circulación, se establecieron excepciones, de manera que se autorizaba la expedición de un tren carbonero detrás de un tren de viajeros, cuando éste llevaba recorridos 800 m.

Una vez los trenes en plena vía, su distanciamiento quedaba regulado por la actuación de guardavías situados a intervalos de 1,5 km, aproximadamente. Durante los primeros años, estos agentes presentaban la señal de “marcha normal” a los maquinistas, situándose a pie firme al borde de la vía con los brazos extendidos. En caso contrario, el maquinista debía deducir que la vía estaba obstruida, o que el tren anterior circulaba muy próximo. Con el tiempo se co-

¹¹⁷ F. Whishaw: *The Railways of Great Britain and Ireland*. Londres, 1842.

menzaron a utilizar banderines de señales. El rojo ordenaba parada y el verde, precaución.

En un principio, la reglamentación no distinguía entre las normas que debía observar el personal de las exigidas a los usuarios, ya que unas y otras eran escasas, pero en 1833, tres años después de la inauguración, la compañía hacía imprimir un folleto con 15 artículos en el que se ordenaba al personal llevarlo constantemente sobre sí, bajo amenaza de una sanción de cinco chelines, en caso contrario.

En este primer reglamento de la historia ferroviaria se regulaban, entre otras, las siguientes cuestiones:

- La circulación se haría por la vía de la izquierda y, en consecuencia, quedaba prohibido circular a contravía¹¹⁸.
- El distanciamiento mínimo de los trenes sucesivos se fijaba en 365 m.
- Se ordenaba circular con precaución cuando en la vía contigua un tren se encontraba parado, fuera cualquiera la causa (avería, subida o bajada de viajeros, etcétera). Si este tren, situado en la vía contigua, desprendía tal cantidad de vapor que impedía la visibilidad, el maquinista debía parar y comprobar que la vía estaba libre, antes de avanzar¹¹⁹.
- Todos los trenes debían llevar una luz roja en cola.
- En caso de niebla o de mala visibilidad, todo tren detenido, incluso en una estación, debía ser cubierto con una señal de parada situada a 270 m como mínimo. Coherentemente con esta medida, se ordenaba a los maquinistas circular en estas circunstancias con suma precaución, especialmente al aproximarse a los puntos de parada.

El 10 de octubre de 1839 se publicaba un nuevo reglamento en el que se introducían notables modificaciones, fruto de la experiencia:

- El código de señales quedaba establecido como sigue: color blanco, “marcha normal”; rojo, “parada”; verde, “precaución”;

¹¹⁸ Se sobrentiende que la prohibición de circular a contravía era en caso normal.

¹¹⁹ El motivo de esta norma era evitar accidentes similares al ocurrido el 1 de febrero de 1833. Estando detenido un tren por avería mecánica en la vía par, se agrietó uno de los tubos de humo de su locomotora, lo que provocó una enorme nube de vapor. Tres viajeros que habían descendido imprudentemente por el lado de la entrevía, en tanto se reparaba la avería, fueron arrollados por un tren que circulaba por la vía impar. Su maquinista no pudo detener el tren, dada la escasa visibilidad provocada por la fuga de vapor.

negro, presentado por los obreros de la vía, “reducción de velocidad”. Cualquiera de estas señales, violentamente agitada, “parada”.

- Cuando un tren seguía a otro a poca distancia, el guardavía debía ordenar circular con precaución al maquinista del segundo tren, haciendo oscilar su señal de mano.
- El distanciamiento mínimo de los trenes sucesivos se ampliaba de 365 a 546 m.

Entre tanto, se había inaugurado el ferrocarril Grand Junction que, procedente de Birmingham, se unía al de Liverpool a Manchester en la estación de Newton, lo que exigía regular el servicio de esta bifurcación. Con este motivo, fue preciso crear las primeras señales fijas de la historia, con objeto de indicar a los maquinistas la posición de las agujas. Estas señales, tal como se indica en la figura 213, eran mecánicas y estaban provistas de luces de distintos colores durante las horas nocturnas.

Como sucede hoy día, el cumplimiento de la marcha a la vista por los maquinistas era una cuestión delicada, como lo demuestra otro reglamento posterior en el que el distanciamiento de los trenes sucesivos se fijaba en 550 m, aumentándolo hasta 820 m cuando se descendía por las rampas de Rainhill. También se deduce que las limitaciones de velocidad no se cumplían, pues el reglamento ordenaba a los obreros de la vía comunicar a la compañía el nombre de los maquinistas infractores.

Durante estos años, los maquinistas carecían de horario, para regular la marcha del tren. El reglamento prescribía que los trenes rápidos constituidos por coches de primera clase debían emplear 1,5 horas en el recorrido de Edge Hill a Manchester y dos horas los de segunda clase. De marzo a octubre, con mejor tiempo, los tiempos se reducían a 1,25 y 1,75 horas, respectivamente. En cualquier caso, la velocidad máxima de los trenes se fijaba en 40 km/h, advirtiendo a los maquinistas que serían responsables de cualquier incidencia ocurrida, caso de excederla.

La rotura de enganches también era una cuestión preocupante, recomendándose a los maquinistas tuvieran el cuidado necesario, especialmente en el arranque y en los cambios de rasante.

En 1836, la compañía mantuvo conversaciones con William Coke para instalar el telégrafo, pero no se llegó a ningún acuerdo¹²⁰. Años después, en 1841,

¹²⁰ Estos primitivos telégrafos consistían en un circuito eléctrico provisto de un interruptor, una pila y un galvanómetro. Cuando se cerraba el circuito en una estación, la aguja del galvanómetro, instalado en la estación colateral, se desviaba. Si se hacía pasar la corriente en sentido contrario, la desviación de la aguja tenía lugar en sentido

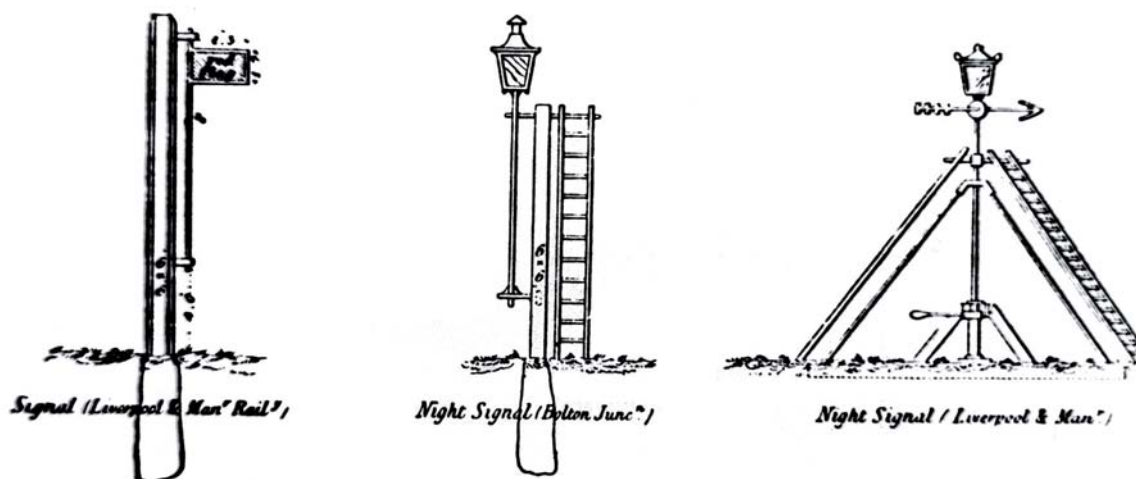


Fig. 213. Primeras señales mecánicas utilizadas en el ferrocarril de Liverpool a Manchester. (Archivo RENFE).

cuando esta notable invención había sido instalada en los ferrocarriles de Londres a Birmingham y de Londres a Bristol, los consejeros no estuvieron a la altura de las circunstancias. Creían que el sistema era demasiado costoso, y con evidente falta de visión afirmaban que. “la creciente fiabilidad de la locomotora hacía innecesarios los telégrafos en los ferrocarriles”. En el aspecto comercial, el ferrocarril de Liverpool a Manchester alcanzó, durante sus primeros años, una perfección tan notable que sus logros nos invitan a reflexionar. ¿Acaso aquellos ferroviarios de entonces eran ciertamente geniales o es que los ferroviarios actuales carecemos de imaginación? Esta es la conclusión que se obtiene al comprobar que, desde 1830 hasta ahora, muy pocas son las innovaciones puestas en práctica.

Como el servicio de autoexpreso actual, los viajeros podían hacerse acompañar por sus coches de caballos, que se transportaban en vagones plataforma situados en la cola de los trenes de viajeros. Las caballerías se llevaban en vagones-jaula como los de hoy.

El tráfico de detalle lo hacía la propia compañía, pero también había acuerdos con otras compañías de transportes que utilizaban sus propios vagones. Este era el caso de Pickford & Cía., que disponía de un auténtico contenedor para la paquetería. Entre la oficina central y la estación el contenedor se transportaba en un carro y durante el transporte ferroviario circulaba sobre un vagón plataforma.

contrario. Haciendo pasar más o menos corriente, la desviación de la aguja era mayor o menor, con lo que se podían transmitir un pequeño número de señales previamente convenidas.

Los trenes “charter” se remontan al 1 de octubre de 1830, sólo quince días después de la inauguración del ferrocarril. Ese día fue contratado el primer tren de esta clase en la historia ferroviaria, con objeto de realizar una excursión por el ferrocarril. Desde esta fecha, la organización de esta clase de trenes con fines turísticos o de negocios fue algo normal. Se exigía un mínimo de 50 viajeros.

Hasta 1832, los usuarios dirigían por escrito sus quejas a la compañía, pero en noviembre de ese año se institucionalizan los libros de reclamaciones, que se revisaban semanalmente.

Para desterrar la inveterada costumbre establecida en las diligencias, la compañía prohibía severamente las propinas y así lo hacían constar en los billetes.

El 1 de agosto de 1831, la compañía iniciaba el transporte de periódicos publicados en Liverpool. Dado su escaso número, en un principio, el transporte se hacía gratis, bajo la condición de que la compañía no se hacía responsable de su pérdida.

Una semana después de la inauguración se comenzó a transportar el correo previo pago de la tarifa correspondiente. En un principio se transportaba en los coches de los trenes rápidos de primera clase, pero en abril de 1831 se transformaban dos coches de esta clase en furgones que circulaban en cola.

La oferta de tarifas era tan amplia como casi la de nuestros días. Había reducciones para los viajes de grupos, los niños de hasta tres años gratis, pero a partir de 1840, los comprendidos entre tres y nueve años lo hacían al 50 por ciento. Había también billetes rebajados de ida y vuelta en el día.

Las tarjetas de viaje se introdujeron en 1842, aunque la compañía se mostraba reticente a las peticiones de esta clase, dado que la venta de billetes se hizo siempre con reserva de asiento y este sistema exigía disponer de plazas libres.

No obstante, desde 1843 se ofrecían tarjetas anuales para cualquier número de viajes, cuyo importe debía abonarse por adelantado. Transporte de ganado, vino, leche fresca en los trenes de viajeros son otros de los logros de la explotación de esta compañía que, prescindiendo de los avances tecnológicos, en muy poco se diferencia de la explotación actual de los ferrocarriles.

Citaremos, finalmente, la inteligente decisión de la compañía cuando se debatió la posibilidad de establecer parada prescrita a los trenes de viajeros de segunda clase en cada uno de los 20 apeaderos de la línea. Se decidió mantener las paradas condicionales, en vista de que convertirlas en obligadas incrementaba el tiempo de marcha en quince minutos. Cuando un viajero deseaba apearse avisaba al guarda que, mediante una cuerda instalada a lo largo de la composición, hacía una señal al maquinista. Si un viajero deseaba subir al tren en un apeadero, bastaba que hiciera una señal con el sombrero al maquinista que, según el reglamento de circulación, venía obligado a efectuar parada.

5. Francia

Las primeras vías de madera

El primer ferrocarril francés se debe al inglés William Wilkinson, que actuaba como agente de su hermano John en el extranjero. Ambos hermanos eran propietarios de una ferrería en Bersahm, donde se fundían cañones y, más tarde, cilindros para máquinas de vapor, que se mecanizaban con unos tornos para taladrar inventados por el propio John.

En marzo de 1777, el ministro de Marina francés, a la vista de la gran calidad de la artillería británica, recurrió a Wilkinson para que montara una fundición de cañones en la isla de Indret. En esta fundición fue instalado un ferrocarril que tenía por objeto trasladar las piezas fundidas desde los hornos a las taladradoras. De acuerdo con un inventario realizado en 1780, la línea tenía 1.100 m de longitud, con vía de carriles de madera recubiertos de carril-placa, como era usual entonces en algunas partes de Inglaterra.

Acabados los trabajos de Indret, Wilkinson se trasladó en 1782 al departamento de Saona y Loira para construir la famosa fundición de cañones de

Le Creusot. Aquí se instalaron dos líneas. Una desde los hornos a las taladradoras, que data posiblemente de ese mismo año, y otra, en 1785, de unos 720 m de longitud, para el transporte del carbón desde un pozo situado en Montcenis. Ambas líneas se construyeron originalmente de madera, pero en cuanto comenzaron a funcionar los hornos, se moldearon carriles-placa para su recubrimiento. Según un visitante en 1787, con estos ferrocarriles la fundición ahorraba el 80 por 100 de los costes de transporte.

J. J. Ferber, que visitó Le Creusot en 1788, nos ha dejado una descripción y unos croquis esquemáticos acerca de este ferrocarril (fig. 214). El carbón, dice, se transporta en cestos que se llevan en vagones, remolcados por una caballería, hasta los hornos de coque, donde se pesan en una báscula.

Con la Revolución Francesa (1789-92), la fundición decayó al caer en manos incompetentes, desapareciendo la línea que servía el pozo minero. Posteriormente, el establecimiento pasó a una compañía privada que restauró las instalaciones y renovó el ferrocarril en 1828, instalando carriles de hierro.

El ferrocarril de Saint-Etienne a Andrezieux

Entre 1793 y 1815, Francia se mantiene en estado de guerra casi permanentemente con Gran Bretaña, lo que propicia el aislamiento entre ambos países, pero una vez derrotado Napoleón, se reanudan las relaciones y, por supuesto, las visitas de técnicos franceses en busca de novedades tecnológicas. Entre estos visitantes cabe destacar a De Gallois, ingeniero jefe del Cuerpo Real de Minas, que, en 1818, publica en los Anales de Minas un interesantísimo trabajo titulado *Des chemins de fer en Angleterre notamment à Newcastle dans le Northumberland*. Después de hacer una descripción de los ferrocarriles ingleses, en la que se mencionan los planos inclinados y los primeros ensayos de Stephenson con sus locomotoras en Killingworth, De Gallois suministra numerosos datos económicos con objeto de demostrar que estos nuevos caminos requieren menos inversión que los canales y tienen unos costes de transporte inferiores a los de los caminos ordinarios.

Con motivo del trabajo de De Gallois, otro ingeniero de Minas, Beaunier, fundador y primer director de la Escuela de Minas de Saint-Etienne, viaja a Inglaterra con objeto de recabar mayor información. A su regreso, se asocia con varios mineros de la región y solicita la concesión de un ferrocarril de servicio público, con planos inclinados, “desde el Loira al puente del Ane en la orilla del río Furens, a través de la región minera de Saint-Etienne”. El

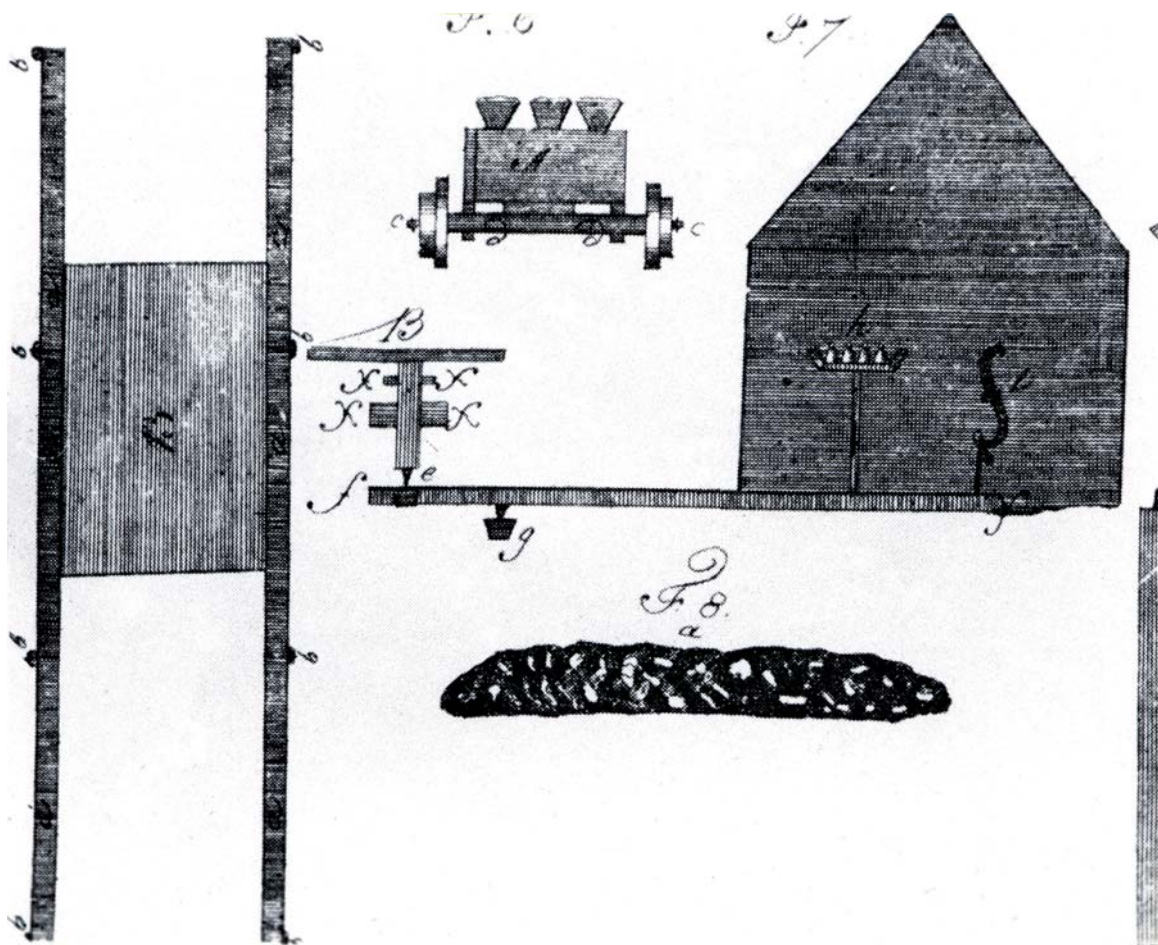


Fig. 214. Línea de Le Creusot, según Ferber (1788). A la izquierda, la vía; en el centro, un vagón; y a la derecha, la báscula para pesar vagones. (Archivo RENFE).

rey Luis XVIII, por Ordenanza Real del 26 de febrero de 1823, concedía la línea a perpetuidad y fijaba la tarifa de 0,0186 francos por kilómetro y hectolitro de carbón o por 50 kg de cualquier otra mercancía.

En junio de 1824 se constituía la Compañía del Ferrocarril de Saint-Etienne al Loira y se nombraba director de la misma al propio Beaunier, a quien se cedían a título gratuito ocho acciones, amén de un sueldo de 4.000 francos anuales y un porcentaje sobre los beneficios. El trazado de la línea partía del puente del Ane, próximo a Saint-Etienne, y finalizaba en el pequeño puerto fluvial de Andrezieux, situado en el río Loira. Se trataba de una línea de vía única de unos 17 km de longitud, de la que partían varias derivaciones a las minas que totalizaban en conjunto 21,2 km. Dado el carácter industrial del ferrocarril, la línea se adaptaba al terreno con curvas de radio reducido y escasas obras de fábrica. La vía consistía en carriles salientes de fundición sobre bloques de piedra, siendo la tracción con caballerías, a base de composiciones de tres vagones con capacidad de 3 m³ cada uno, y funicular en los planos inclinados.

La entrada en servicio de la línea completa tuvo lugar el 1 de octubre de 1828, aunque según los archivos de la compañía ya existían ingresos de tráfico desde julio del año precedente.

Posteriormente, los ingenieros Mellet y Henry propondrían la continuación de la línea, en 1828, obteniendo la concesión de su prolongación hasta el puerto fluvial de Roanne en el mes de julio de ese año. Se trataba de salvar las dificultades de la navegabilidad del Loira entre Andrezieux y Roanne, cuyas crecidas periódicas y un curso tortuoso hacían imposible la navegación contra corriente y sólo en determinados periodos a favor.

Inaugurada la línea en 1834, con 68 km de longitud y numerosos planos inclinados, tuvo una difícil existencia que llevó a la quiebra, en 1836, a la compañía promotora.

El ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon

La segunda concesión francesa fue promovida por los hermanos Séguin, d'Annonay y el académico Eduardo Biot. Tenía por objeto llenar una

laguna hacía tiempo deseada: unir los ríos Ródano y Loira. Recibida la proposición por el Gobierno, el periódico oficial *Moniteur* del 7 de febrero de 1826 publicaba un aviso por el que se sacaba a subasta pública la concesión de una línea ferroviaria desde Saint-Etienne a Lyon, en las orillas del Ródano, con una tarifa base de 0,15 francos por tonelada y kilómetro. Por Ordenanza Real del 7 de julio se aprobaba la adjudicación a perpetuidad a Séguin Hermanos, Biot & Cía., que había propuesto la tarifa más reducida de 0,098 francos y se había constituido, el mes de abril anterior, con un capital de diez millones de francos.

De las actas de las reuniones del Consejo de Administración se deduce el gran interés de la compañía en reducir gastos. Así, en diciembre de 1827 se acordaba utilizar una sola persona para llevar el archivo, la correspondencia, la contabilidad, las compras y la secretaría del Consejo, con un sueldo de 6.000 francos anuales. Esta misma persona facilitaba un local en su domicilio, donde tenía su sede la compañía y se mantenían las reuniones del Consejo. En la Junta celebrada en diciembre de 1828 se consideraba excesivo el gasto realizado por Séguin durante su viaje a Inglaterra para estudiar las locomotoras, como dijimos en el capítulo anterior. La compra de dos mantas de viaje por 290,75 francos que Séguin consideraba indispensables era objeto de severa crítica por el Consejo.

Como en aquellos años no existía ley de expropiación, la compañía encontró graves dificultades en la adquisición de los terrenos, cuyos propietarios pedían cantidades exorbitantes. Con este motivo, los 1,2 millones de francos presupuestados se convirtieron en un coste efectivo de 3,6 millones. A esto se unía la fuerte oposición de la poderosa compañía del Canal de Givors que, en unión de los transportistas de las carreteras, ocasionarían, una vez inaugurada la

línea, graves atentados a la circulación con descarrilamientos e incendios provocados.

El trazado había sido proyectado por Marc Séguin con idea de utilizar locomotoras en el futuro, como se hacía en la línea de Stockton a Darlington. Por ello, y de acuerdo con el asesoramiento de George Stephenson, las curvas no bajaban de 500 m de radio. El perfil longitudinal era bastante suave, aunque tenía una larga rampa de 14 km con 13,6 por 1.000. Para la vía, Séguin utilizó carriles salientes de hierro forjado que asentaban sobre traviesas de madera, en lugar de bloques de piedra, como era entonces usual. El resultado final era un ferrocarril de vía doble con 56 km de longitud provisto de numerosas obras de fábrica, entre las que se contaban 3,6 km de túneles de los que uno de ellos, denominado de Terre Noire, tenía 1,5 km.

Puede afirmarse, sin duda, que el ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon fue el primero del continente europeo donde se aplicaron todos los conocimientos ferroviarios de la época. Entre ellos, cabe destacar el trabajo topográfico previo, que se hizo tomando como base una triangulación de suma precisión realizada por el académico Biot.

El proceso de construcción llevó dos años, abriéndose al servicio la línea por secciones.

Sección	Apertura
Givors a Rive-de-Gier	28 de junio de 1830
Lyon a Givors	3 de abril de 1832
Rive-de-Gier a Saint-Etienne	1 de octubre de 1832

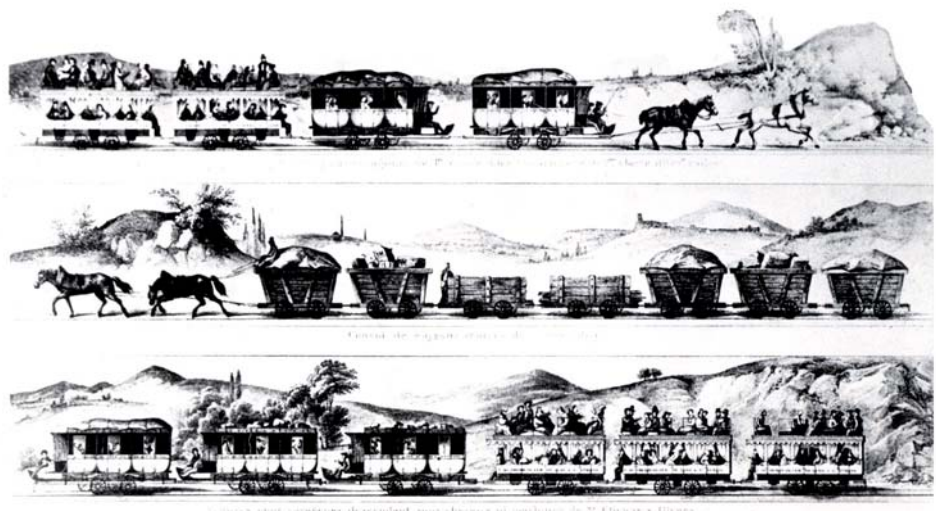


Fig. 215. La tracción animal en el ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon. El descenso de las pendientes se hacía por gravedad. (Archivo RENFE).

La primera sección de Givors a Rive-de-Gier, con pendiente uniforme de 13,6 por 1.000, se comenzó a explotar con tracción animal, efectuándose el descenso por gravedad con los animales subidos en el tren (fig. 215). Precisamente en esta sección fue donde tuvieron lugar los ensayos con locomotoras a que nos referíamos en el capítulo anterior.

De acuerdo con la contabilidad de la compañía, se ingresaron 10.000 francos en 1831 por tráfico de viajeros, aunque es preciso reconocer que éstos se obtenían mediante el procedimiento de permitir a los viajeros acomodarse en los vagones vacíos de hulla que constituía el tráfico principal.

En 1834, la compañía disponía de 10 locomotoras en servicio que estaban destinadas al transporte del carbón, pero su rentabilidad era dudosa por cuanto el Consejo se proponía resolver “la grave cuestión de saber si sería interesante para los intereses de la compañía sustituir las máquinas de vapor por los caballos en la totalidad del servicio del ferrocarril”. Más tarde, en 1838, se empleaba ya la tracción vapor en el servicio de viajeros, entre Rive-de-Gier y Lyon, y a primeros de 1844 se suprimía definitivamente la tracción animal en toda la línea. En este año se transportaron 578.285 viajeros, que empleaban en el recorrido de la línea dos horas y treinta y cinco minutos.

6. Alemania

Región minera del Harz

El primer ferrocarril alemán se construyó en la región minera del Harz, entre los años 1770 y 1775, sin que pueda precisarse la fecha exacta. Se trataba de una corta línea de unos 630 m de longitud, instalada en la mina Dorothea de la ciudad de Clausthal, con objeto de transportar el mineral de plata desde el socavón a las trituradoras y lavaderos. Su proyectista había sido un joven ingeniero llamado Friedrich, que posiblemente había viajado a Inglaterra para estudiar las técnicas mineras.

El ferrocarril, en un principio con carriles de madera, estaba inspirado en los de la escuela ferroviaria del condado de Salop, como lo demuestran el reducido ancho de vía y la escasa capacidad de los vagones de 0,76 m³. Estos últimos, aunque tenían cuatro ruedas con aros y pestañas de fundición de 51 cm de diámetro, disponían de cuatro ejes, uno por rueda, con objeto de hacer su giro independiente y facilitar así la circulación por las curvas de pequeño radio, reduciendo el rozamiento. Los vagones cargados descendían por la pendiente hasta el lavadero, controlándose su velocidad con un freno

de palanca que actuaba sobre una de las ruedas delanteras y se maniobraba por el conductor, situado en una pequeña plataforma oscilante, efectuándose la descarga por gravedad (fig. 216). Según Heron de Villefosse¹²¹, de cuya obra hemos tomado la anterior descripción, los carriles de madera habían sido recubiertos, en 1807, con carril-placa de hierro de 1,22 m de longitud y una sección de 6,3 x 3,8 cm. Este célebre Villefosse había tenido a su cargo la minería alemana durante el breve imperio napoleónico al comienzo del siglo XIX.

La región del Harz formaba entonces parte del reino de Westfalia, estando a su frente el rey títere Jerónimo Bonaparte, hermano menor de Napoleón. Debido a esta circunstancia, el 5 de agosto de 1811, el ferrocarril de Clausthal tuvo el honor de ser el primero de la Historia por el que viajó la realeza, aunque en este caso fuera fantasma. Un autor anónimo nos habla de que el rey Jerónimo, acompañado por diez gentilhombres de su Corte, fue en un “perro de mina” desde los lavaderos hasta las oficinas de la mina, en visita de inspección. En un segundo vehículo viajaban la reina Catalina y sus damas. El cronista del acto registraba un tiempo de viaje de cinco minutos, aunque en la práctica diaria, añadía, se emplean veinticinco, lo que parece excesivamente pesimista para una línea de tan sólo 630 m de longitud.

Existen referencias acerca de otros ferrocarriles en esta región, entre ellos, el de Alter Segen, de 1.060 m de longitud, en la misma ciudad de Clausthal, y otro en Zellerfeld que discurría en parte por el socavón y en parte al aire libre, hasta las trituradoras.

Región minera del Ruhr

La rica región minera del Ruhr sería, sin embargo, donde el ferrocarril estilo inglés recibiría la más amplia acogida. En 1784 se encontraba a cargo de este departamento minero Von Stein, un brillante y experto minero que había sido designado por el ministro de Industria y Minas, F. A. von Heinitz, de Prusia, donde reinaba el Emperador Federico el Grande. Nada más tomar posesión de su cargo, Von Stein escribía al ministro Heinitz, en junio de 1784, para lamentarse del ineficaz sistema de transporte existente en las minas del Ruhr. La respuesta de Von Heinitz fue enviar a un joven colega de Stein, llamado F. A. Eversman, a un largo viaje de ocho meses por Gran Bretaña, con objeto de que aprendiese las técnicas mineras, así como los perfeccionamientos de la máquina de vapor introducidos por Watt. A su regreso, en 1786, Eversman vino impresionado por los ferrocarriles ingleses y, en unión de Stein, propuso la construcción de una línea desde la

¹²¹ Autor citado en la nota 67 de la página 76.

mina Dalhausen al río Ruhr, lo que fue inmediatamente aprobado. De acuerdo con las referencias, esta línea debió construirse al año siguiente. Una descripción de la misma, en 1823, indica una longitud de 1.547 m, sobre terreno inestable, lo que obligó a construir una infraestructura de mampostería de 0,5 m de altura. Los carriles de madera tenían un ancho de vía de 0,31 m y se encontraban recubiertos, de acuerdo con los métodos de la época, de carril-placa de 6,63 kg/m. El siguiente ferrocarril instalado en el Ruhr es la línea Hattingen, construida por Heintzman poco después de 1802. De acuerdo con una

Entre 1820 y 1830, los ferrocarriles del Ruhr servían unas veinte minas (fig. 217), siendo el más importante el de Deilbach en Kupferdreh, con 8 km a cielo abierto y 4 km en galería, que se había construido en 1830. En este ferrocarril se había previsto utilizar tracción vapor, pero finalmente se explotó con caballerías que transportaban 6 t de carbón entre apartaderos situados cada 2,4 km.

Los ferrocarriles del Ruhr seguían el estilo de la escuela ferroviaria del condado de Salop, con sus reducidos anchos de vía y vagones de escasa capacidad de

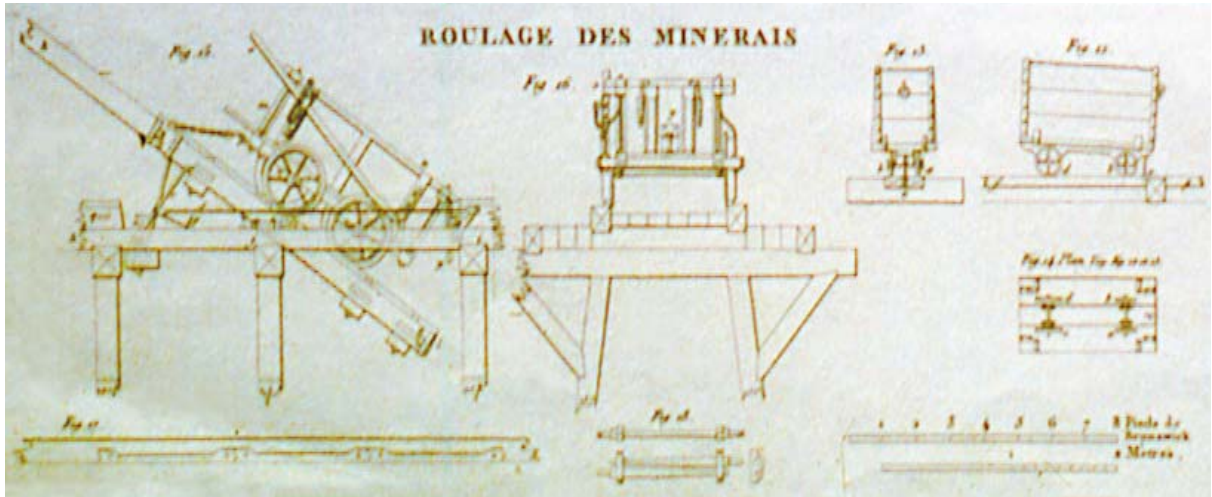


Fig. 216. Vagón utilizado en la mina Dorothea de la ciudad de Clausthal, según Heron de Villefosse (1819). (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

referencia posterior, en 1823, la línea tenía 1.823 m y un ancho de vía de 0,61 m, siendo sus características similares a las de Dalhausen. Los vagones pequeños cargaban 408 kg de carbón, de modo que una caballería remolcaba 20 de ellos hasta el cargadero situado en el río.

carga. Como allí, las líneas comenzaban en los mismos frentes de arranque del carbón y pasaban de las galerías a cielo abierto hasta el río, sin solución de continuidad. En la mayoría de los casos, los carriles de madera se recubrían con carril-placa de hierro forjado.

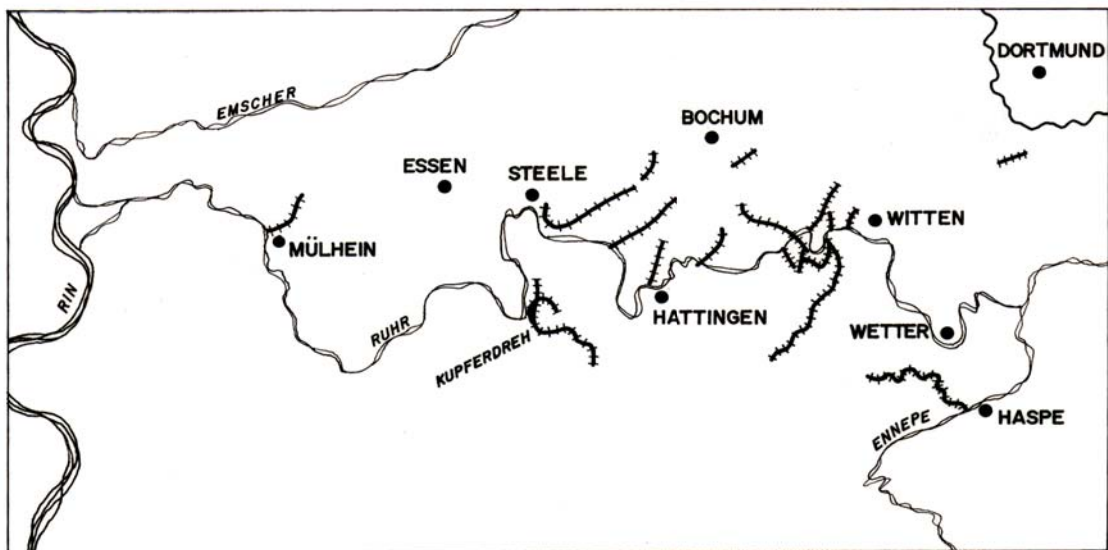


Fig. 217. Líneas ferroviarias afluentes al río Ruhr (1820-1830). (Dibujo: Luis Biela).

Los ferrocarriles de las minas del Ruhr no sólo se instalaron a cielo abierto, sino también en las galerías de las mismas. De éstos son de destacar las plataformas indicadas en la figura 218, sobre las que se transportaba un contenedor portátil que subía cargado de carbón y descendía vacío por el pozo principal, con el consiguiente ahorro de peso muerto.

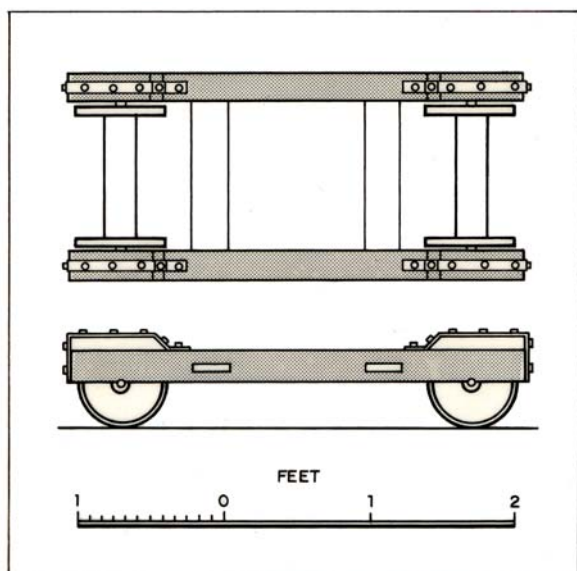


Fig. 218. Plataforma para contenedores utilizada en el interior de las minas de la región del Ruhr. (Archivo RENFE).

La región minera de Silesia

Los ferrocarriles más famosos de esta región se encontraban en la mina de Königsgrube, explotada desde 1795, en la que, probablemente, se instalaron ferrocarriles en sus galerías. Desde luego, en 1802 ya existían, puesto que entonces comenzó a utilizarse la tracción animal.

De acuerdo con la descripción realizada por Heron de Villefosse, los vagones de las galerías respondían a dos tipos básicos. El indicado en la figura 219 tenía dos ejes y cargaba dos contenedores. El otro, más corriente e indicado en la figura 220, cargaba tres contenedores de 0,164 m³ de capacidad y tenía la particularidad de estar dotado de cuatro ejes, en forma análoga a los vagones utilizados en Clausthal. La vía de estas galerías constaba de carriles de madera de abeto de 10 cm de escuadría, asentados sobre traviesas de 0,91 m de longitud, constituidas por troncos de pino serrados por la mitad. En algunos casos los carriles estaban recubiertos con carril-placa de hierro.

Los vagones empleados a cielo abierto se muestran en la figura 221. Estaban provistos también de cuatro ejes, sobre los que giraban ruedas de 65 cm de diámetro. La vía era similar a la empleada en las galerías, aunque más sólida. Así, las traviesas tenían 1,22 m

de longitud y los carriles una sección de 13 x 15 cm. Todos ellos se recubrían con carril-placa de 1,27 m de longitud y una escuadría de 7,6 cm. En tanto que el ancho de vía era aquí de 1,27 m, en la galería estaba reducido a 1,02 m.

En este ferrocarril encontramos el primer croquis de un desvío en la historia ferroviaria. Su diseño es sorprendentemente moderno, al estar provisto de agujas articuladas en el talón (fig. 219). Tanto éstas como el corazón del cambio estaban recubiertos de hierro.

La explotación se realizaba de acuerdo con el siguiente procedimiento (fig. 219): desde los frentes de arranque, el vagón con los contenedores era remolcado por una caballería hasta la base del pozo. Allí se izaban los contenedores hasta la superficie, donde se situaban sobre una vagoneta, sujetos con cadenas. Esta vagoneta se movía a brazo por una de las cuatro vías, elevadas y provistas de compuertas en su interior. Situada la vagoneta sobre el vagón, se soltaban las cadenas de modo que el contenedor giraba y se vaciaba sobre el vagón situado debajo. Una vez cargado el vagón, una caballería lo remolcaba hasta los hornos de fundición por una línea de unos 760 m y perfil suave, donde se vaciaba por la parte lateral.

En la ferrería de Königshütte, próxima a Königsgrube, Heron de Villefosse describe la red ferroviaria instalada en las galerías del pozo de Einsiedelschacht, pero sabemos que el primer ferrocarril aquí instalado se encontraba a cielo abierto y tenía por objeto llevar el mineral hasta los hornos de fundición. Su inauguración data de 1802, el mismo año en que se encendieron los hornos. Posteriormente se instalarían otros, tanto en el exterior como en el interior de los pozos próximos. Existía, además, una línea con carriles de hierro fundido que servía para llevar el hierro desde los hornos de fundición a los hornos de pudelado, con un ancho de vía de 1 m. Posiblemente, este ferrocarril era el citado en el capítulo anterior, para el que se construyó una locomotora de Blenkinsop por la Real Fundición de Berlín, en 1816, con el ancho de ruedas equivocado.

Otras regiones mineras

Para concluir, citaremos tres regiones mineras más en las que se impuso el ferrocarril tipo inglés con rueda de pestaña. La primera de ellas estaba constituida por las minas de cobre de Mansfeld, donde vimos anteriormente se utilizaba el perro de remolque (cap. II, 5). A partir de 1815, estos vehículos eran sustituidos por vagones ingleses y vías de madera. Los carriles presentaban una escuadría de 7,6 x 10 cm y estaban recubiertos con carril-placa de hierro forjado de 0,9 x 7,6 cm de sección y un peso de 4,9 kg/m. Los vagones, movidos siempre a brazo,

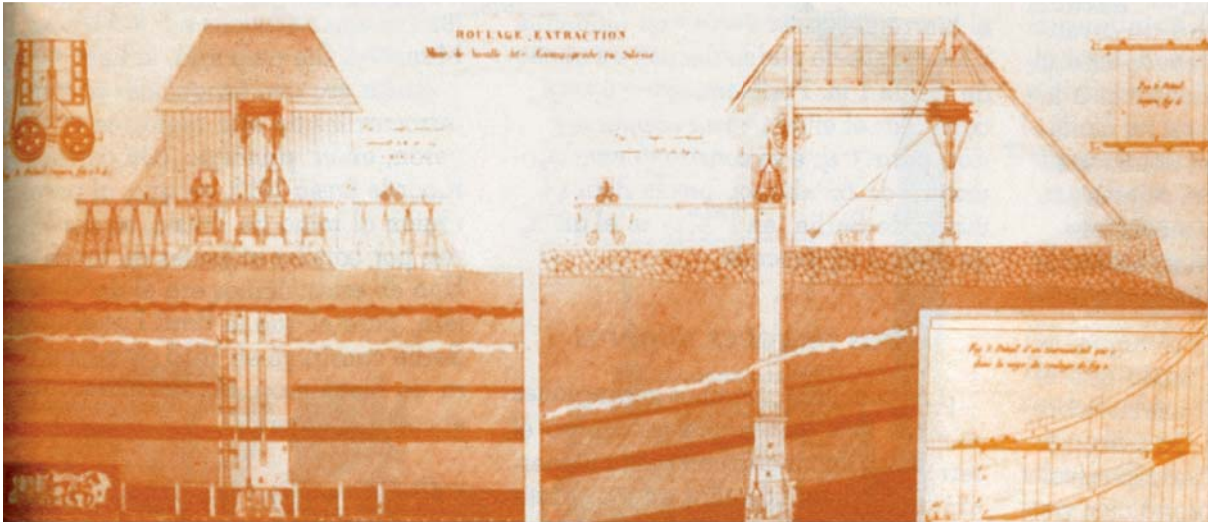


Fig. 219. Instalaciones mineras y ferroviarias de la mina Königgrube, según Heron de Villefosse (1819). En la parte inferior derecha, un cambio de vía utilizado en este ferrocarril. Se trata de la primera ilustración de un aparato de vía en la historia ferroviaria. (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).

disponían de puertas laterales para su descarga y tenían 0,36 o 0,45 m³ de capacidad, según el tamaño.

De acuerdo con referencias de 1846, las minas de Siegen y la línea Friedrichsthal de la región minera del Saar tenían características similares a las de Mansfeld. Sin embargo, la línea citada del Saar era una excepción, ya que los ferrocarriles de esta región se construyeron, en un principio, con carriles de reborde hasta 1815, en que, al pasar la región al Reino de Prusia, se sustituyeron por carriles salientes de fundición. Uno de estos últimos era el de Geislautern, para el que la Real Fundición de Berlín construyó en 1818 otra locomotora de Blenkinsop, según indicamos en el capítulo anterior.

El ferrocarril de Nuremberg a Fürth

En 1814, Joseph Ritter von Baader, un ferviente paladín de los ferrocarriles que, como vimos en el capítulo VI, había permanecido ocho años en Gran Bretaña, proponía un ferrocarril con tracción animal, con objeto de unir estas ciudades. Habría que esperar, sin embargo, veinte años hasta que una compañía anónima solicitara la concesión. Esta tuvo lugar el 19 de febrero de 1834, de manos del rey de Baviera Ludwig I, que la otorgó por treinta años. El proyecto estuvo a cargo del ingeniero Denis, que concibió un trazado suave de unos 6,5 km de longitud, en el que las pendientes máximas no excedían de 5 por 1.000 y las escasas curvas eran de gran radio.

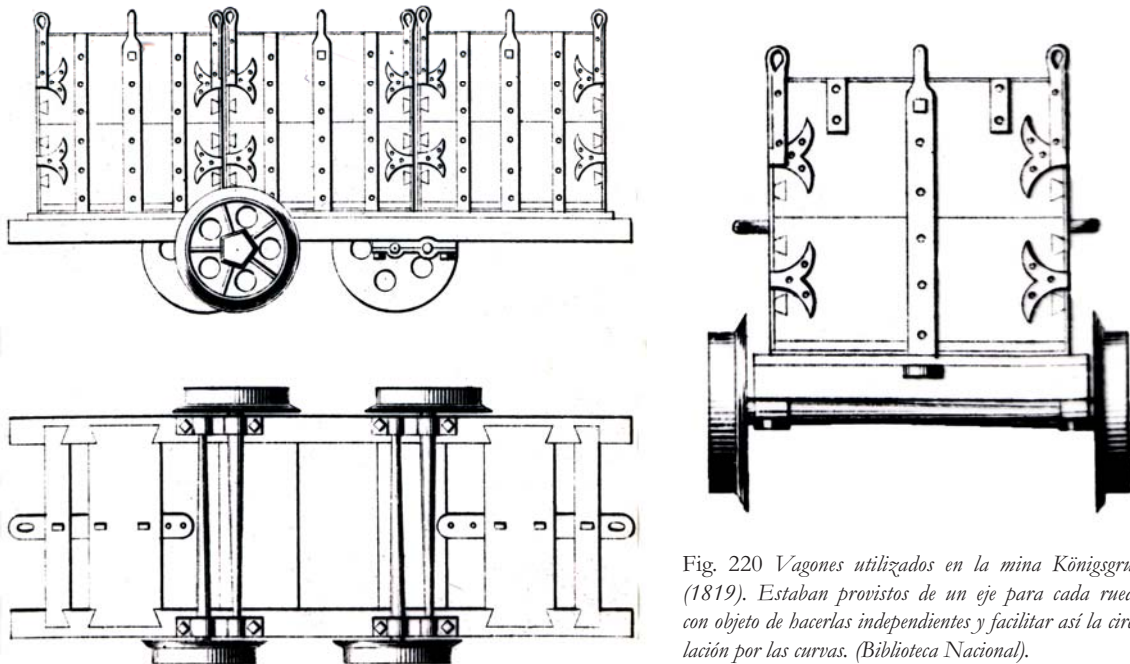


Fig. 220 Vagones utilizados en la mina Königgrube (1819). Estaban provistos de un eje para cada rueda, con objeto de hacerlas independientes y facilitar así la circulación por las curvas. (Biblioteca Nacional).

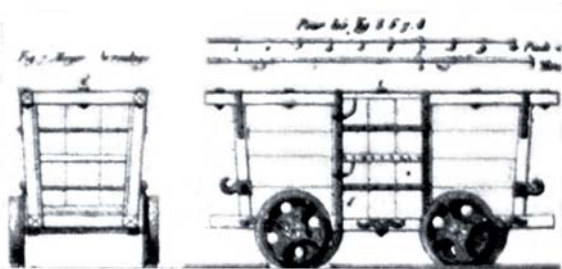


Fig. 221. Vagones utilizados a cielo abierto en la mina de Königsgrube, según Heron de Villefosse (1819). (Cortesía de los Ferrocarriles Franceses).



Locomotora de G. Stephenson, construida para la mina de Killingworth, con dos ejes acoplados mediante cadena.

Comenzados los trabajos en mayo de 1835, se terminaban en noviembre, inaugurándose el 7 de diciembre de 1835, con un tren formado por la locomotora *Adler*, construida, como vimos en el capítulo anterior, por Robert Stephenson and Cía., y nueve coches con 200 viajeros (fig. 222). El viaje inaugural duró nueve minutos, lo que supone una velocidad media de 40 km/h.

467.304 viajeros, lo que permitió repartir un dividendo a los accionistas del 17,5 por 100, después de haber deducido un 10 por ciento para constituir un fondo de reserva.

En este ferrocarril, el primero de servicio público en Alemania, la explotación era mixta, con tracción animal y tracción vapor. El parque de locomotoras estaba constituido por la *Adler* y otra más, construida también por la compañía de Stephenson. Estas locomotoras hacían el 28 por 100 de los trenes de viajeros a una velocidad media de 27,8 km/h.

7. Austria

Los primeros rastros del ferrocarril en Austria se remontan a 1567, año en que el arquitecto Hans Gassteiguer propone un plano inclinado para transportar el mineral de hierro de las minas de Eisenerz, en la región de Estiria. Según la patente concedida por Carlos II, se le autorizaba a llevar el mineral en grandes vagonetas sobre carriles, “mediante una máquina de una clase tan especial, que nunca se ha visto aquí”. Ignoramos la clase de ferrocarril proyectado, aunque es de suponer estaría inspirado en los caminos guía-



Fig. 222. Inauguración del primer ferrocarril alemán de servicio público, entre Nuremberg y Fürth (1835). (Biblioteca Nacional).

dos por la rueda de la Baja Hungría, descritos en el capítulo IV. La propuesta de Gasteiguer permaneció dormida durante doscientos cincuenta años, hasta que fue revivida, en 1810, por Von Gerstner, un profesor de matemáticas y mecánica del Instituto de Arte de Praga. Este caballero proyectó y construyó una línea de 4 km, con un desnivel de 400 m, desde las minas citadas a los hornos de fundición. Parte de ella se explotaba a brazo y más tarde con tracción animal, utilizándose en el resto la tracción por cable.

Por estos mismos años, en 1807, se había constituido una sociedad presidida por el príncipe de Lobkowitz, de la que era director el caballero de Gertsner. Tenía por objeto construir un canal de comunicación entre los ríos Moldava y Danubio, pero los presupuestos resultaron tan elevados que se decidió, a propuesta de Gertsner, sustituir el canal por un ferrocarril. Desgraciadamente, la guerra de 1809 y la muerte de uno de los socios más relevantes, impidió su ejecución.

El 23 de junio de 1821 vuelve a resucitarse la idea, con motivo de la Ley de navegación por el río Elba, publicada en esa fecha. El río Moldava es un afluente del Elba y, en consecuencia, resultaba muy interesante abrir la comunicación desde el Danubio hasta Hamburgo, ciudad situada en la desembocadura del Elba.

El promotor de la idea es ahora Anton von Gertsner, hijo del anterior y profesor en Viena, que inicia los trabajos preparatorios en 1820, viajando a Inglaterra en 1822 para estudiar sus ferrocarriles. El 29 de diciembre de 1823 solicita la concesión de un ferrocarril entre Budweis, a orillas del Moldava, y Linz, en el Danubio, que se le concede el 7 de septiembre del año siguiente. El objeto primordial del ferrocarril era dar salida a la sal de las minas de Salzkammergut, aunque también se preveía tráfico de viajeros.

Iniciada la construcción en 1825, se abrió a la explotación la primera sección de 53 km en septiembre de 1827, lo que confiere a este ferrocarril la primacía de ser el primero de servicio público de la Europa continental.

El 1 de agosto de 1832 se inauguraba oficialmente la totalidad de la línea de 128,8 km entre Budweis y Linz.

El ferrocarril había sido concebido para tracción animal, con vía única y apartaderos situados cada 2.845 m. Por ello, el radio de las curvas era reducido, llegando algunas a tener sólo 40 m de radio. Los carriles, con un ancho de vía de 1,06 m, eran de madera de abeto o de pino, de unos 11 m de longi-

tud y 15 x 18 cm de escuadría, asentados sobre traviesas cada 1,81 m. Estaban recubiertos de carril-placa; suministrado por las ferrerías de Bohemia, de 5,5 m de longitud y una sección de 5 x cm*, con orejetas para su sujeción (fig. 223).

En la fig. 224 se muestra el transporte de viajeros por la línea, en cuyo recorrido completo se empleaban catorce horas, desde Budweis a Linz, a una velocidad media de 9,2 km/h. Durante sus primeros años, la empresa llevó una vida floreciente, repartiendo cuantiosos dividendos a sus accionistas.

8. Bélgica

Ferrocarriles mineros

El primer ferrocarril, estilo inglés, se instaló en una fundición de cañones de Lieja. De acuerdo con las referencias existentes, se construyó una corta línea similar a la de Le Creusot, pero nada más se sabe de ella.

En 1816, con motivo de la construcción de un canal para llevar el carbón desde la región minera de Charleroi a Bruselas, surge otra idea ferroviaria. Su autor era Thomas Gray, uno de los precursores del ferrocarril, según vimos en el apartado 2, entonces residente en Bruselas. En 1821, en unión de John Cockerill, propusieron al rey Guillermo sustituir el canal por un camino de hierro que discurriría por su lecho.

En la región minera de Bois-du-Luc se instalaron caminos de hierro en las galerías, hacia 1830, y al año siguiente se proyectaba uno a cielo abierto por el ingeniero Deridder, pero no sabemos si se llegó a construir.

Otro ferrocarril, que data de mayo de 1830, unía el canal de Mons con las minas de carbón de Grand-Hornu en Saint Ghislain. Se trataba de una línea de 1,8 km con carriles de hierro sobre bloques de piedra y tracción animal. Al absorber el ferrocarril el tráfico del carbón, los carreteros quedaron arruinados, lo que les llevó a manifestar su más enérgica protesta. La revuelta de los carreteros fue secundada

*N. de la E.: en el original aparece "5 x cm", no indicándose la segunda medida. Consultado este dato al Museum del Pferdeisenbahn de České Budějovice (Budweis) y al Pferdeisenbahn-Museum & Gaststätte de Rainbach, nos han indicado la referencia bibliográfica siguiente: Brunner, Johann - Hajn, Ivo: *Lexikon koněpřevážných železnic. = Lexikon der Pferdeisenbahnen*. České Budějovice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, 2007. En su p. 56 se incluye una descripción de los carriles: "...Sie besaßen 1825 einen rechteckigen Querschnitt von 52,6 x 8,8 mm (...), ab 1826 39,4 x 8,8 mm (...) und 46,0 x 8,8 mm". A partir de esta referencia hemos concluido que la medida no aportada por nuestro autor es 8,8 mm (0,88 cm).

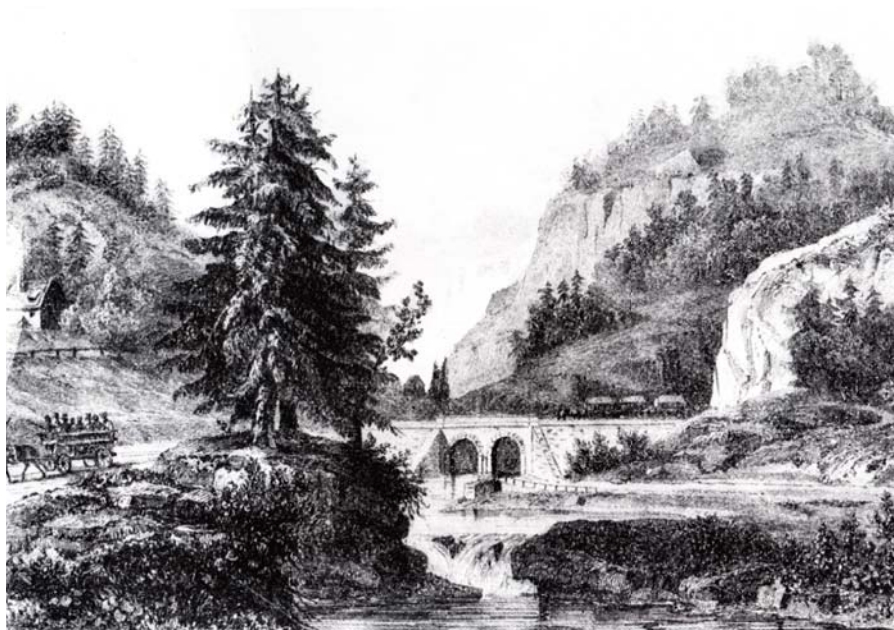


Fig. 223. El ferrocarril de Budweis a Linz, según un grabado de la época (1839). (Biblioteca Nacional).

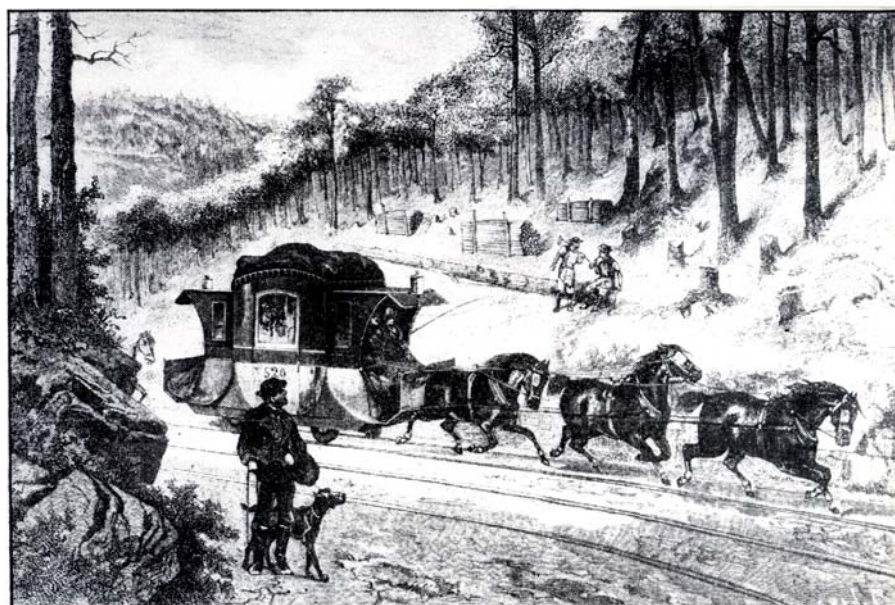


Fig. 224. El primer servicio de viajeros en el ferrocarril de Budweis a Linz (1832). (Biblioteca Nacional).

por los obreros de la región, de modo que el 20 de octubre quedaba el ferrocarril destruido, así como los almacenes, talleres y oficinas de las minas. Llegada la calma, la línea era reconstruida, hacia 1835, ahora con tracción vapor.

Cabe, finalmente, reseñar una línea minera de 3,5 km de longitud, destinada a transportar el carbón entre las minas de Haut et Bas-Flénu y Jemappes. Autorizada en 1833, se abría al servicio en 1837.

Ferrocarriles de servicio público

La historia de los ferrocarriles belgas sigue una línea completamente original, desconocida en las restantes naciones europeas. Su gestación es simultánea a la creación de la nación belga en 1830, anteriormente

sometida al dominio de los Países Bajos. Los belgas, desde el mismo momento de su independencia, estaban muy interesados en abrir vías de comunicación con Alemania, con objeto de hacerse con el tránsito de las mercancías procedentes de Francia e Inglaterra. Así, en octubre de 1830, un comité de industria y agricultura, constituido en Lieja, se dirigía al Gobierno provisional para que sustituyera, mediante vías férreas, los canales de comunicación, entre los ríos Escalda y Rin, que estaban en poder de Holanda, casi en su totalidad. Por otra parte, el Gobierno provisional ordenaba, el 12 de diciembre de 1830, que los técnicos estudiaran las posibilidades de construir, bien un canal para enlazar con los ríos Mosa y Escalda, o un camino de hierro que, partiendo de Amberes, se dirigiera hacia Alemania. De acuerdo con un informe del 26 de julio de

1831, el inspector general de caminos, Teichman, proponía como solución más adecuada un ferrocarril de Amberes hasta el Rin, sugiriendo se encargase el trabajo a los ingenieros Simons y Derrider, lo que así se hizo por Orden del 24 de agosto.

El 10 de marzo de 1832, los ingenieros citados tenían preparado el proyecto, después de haber reconocido el terreno incluso en suelo de Prusia. Sometido el asunto al Consejo de Ministros, se decidió por Real Orden del 21 de marzo autorizar la adjudicación pública del tramo desde Amberes a Lieja, como primera fase de esta gran obra. Según el pliego de condiciones, las rasantes no excederían de 2 por 1.000 y el radio mínimo de las curvas sería como mínimo de 400 m. El carril, de 17 kg/m, se asentaría sobre bloques de piedra o traviesas de madera de encina. Se preveía un trazado de 131 km de longitud, en vía única, con apartaderos cada 500 m que podría ser utilizado por cualquier transportista mediante el pago de un peaje. La concesión se haría a perpetuidad, adjudicándose a aquel que ofreciese una tarifa más reducida. Curiosamente, una de las condiciones fijaba el ancho de la vía en 1,40 m que, según Simons y Derrider, “se acerca más a los principios de construcción del camino de Darlington”¹²².

La adjudicación del ferrocarril dio motivo a discusión en la Cámara de Representantes, entre los partidarios de la construcción por el Estado o por la iniciativa privada. Argüían los primeros que, al ser la obra de utilidad pública, el Gobierno no tenía derecho a conceder a los particulares el cobro de los peajes correspondientes, y, como el Gobierno mismo tenía dudas al respecto, se decidió suspender la adjudicación anunciada.

Esta momentánea detención del proyecto ferroviario no impidió que Simons y Derrider continuaran trabajando en el asunto. Incluso fueron enviados a Inglaterra, durante los meses de octubre y noviembre de 1832, con objeto de perfeccionar sus conocimientos.

En marzo de 1833 presentaban un nuevo estudio en el que se variaba el trazado, que ahora partía de Amberes y se dirigía a Verviers, en la frontera prusiana, pasando por Bruselas y Lieja. El motivo de esta modificación era eludir el paso por Maastricht, ciudad situada en la zona norte del país, en disputa con Holanda. El nuevo proyecto obligaba a instalar planos inclinados sobre la ribera del Mosa, entre Ans y Lieja, donde existía una diferencia de nivel de 110 m. Simons y Derrider proponían dos planos separados por una rasante horizontal que se equiparían con sendas máquinas fijas de vapor de 8 CV. Los cortes de

12 vagones podrían ascender y descender en menos de siete minutos por cada una de estas rampas.

Sometido el asunto a una comisión de ingenieros, el 17 de mayo de 1833 decidía ésta, por seis votos contra uno, que el ferrocarril debía construirse por el Estado y, por unanimidad, que el trazado más conveniente era Amberes, Malinas, Lovaina, Lieja y Verviers. Por esta misma época viajaba Teichmann a Inglaterra para estudiar los detalles de la construcción ferroviaria, los precios y las clases de locomotoras utilizadas.

El resultado de todo ello fue un proyecto de Ley, depositado en la Cámara el 19 de junio de 1833, por el que se autorizaba al Gobierno para gestionar un crédito de 18 millones de francos al 5 por 100. Este crédito se emplearía en la construcción de una línea desde Malinas a Verviers, pasando por Lovaina y Lieja, y tres ramales a Amberes, Bruselas y Ostende.

El 11 de marzo de 1834 comenzaba la discusión del proyecto en la Cámara, que se prolongó durante 17 sesiones. La lucha fue muy viva entre los partidarios de la iniciativa privada y de la construcción por el Estado, venciendo estos últimos por 55 votos contra 35. Según un diputado, si el ferrocarril era una obra nacional en su esencia y en sus resultados, debía ser nacional y no depender más que de la nación misma. De acuerdo con el informe de la comisión parlamentaria, se aprobaba la Ley el 28 de marzo por 56 votos contra 28 en la Cámara de Representantes y por 33 votos contra 8 en el Senado, el 30 de abril.

El 1 de mayo de 1834, el rey Leopoldo sancionaba esta Ley con las siguientes prescripciones:

- La red de caminos de hierro tendrá por punto central Malinas, dirigiéndose, por el este, hacia la frontera con Prusia por Lovaina, Lieja y Verviers; al norte, por Amberes; al oeste, por Ostende, Gante y Brujas, y al sur, por Bruselas, hacia la frontera con Francia (fig. 225).
- La construcción se hará con cargo al Tesoro Público, mediante un crédito.
- Los ingresos, provenientes de las tarifas, servirán para cubrir el pago de los intereses y amortización del crédito, así como los costes de la explotación.

Como es bien sabido, la nacionalización de los servicios públicos es uno de los puntos básicos del ideario socialista. Pues bien, los belgas acometieron la nacionalización de sus ferrocarriles, pero lo curioso del caso es que la llevaron a cabo antes de que el socialismo hubiera comenzado su existencia en

¹²² Como hemos visto en la nota 115, el ancho de vía del ferrocarril de Stockton a Darlington era de 1,422 m.

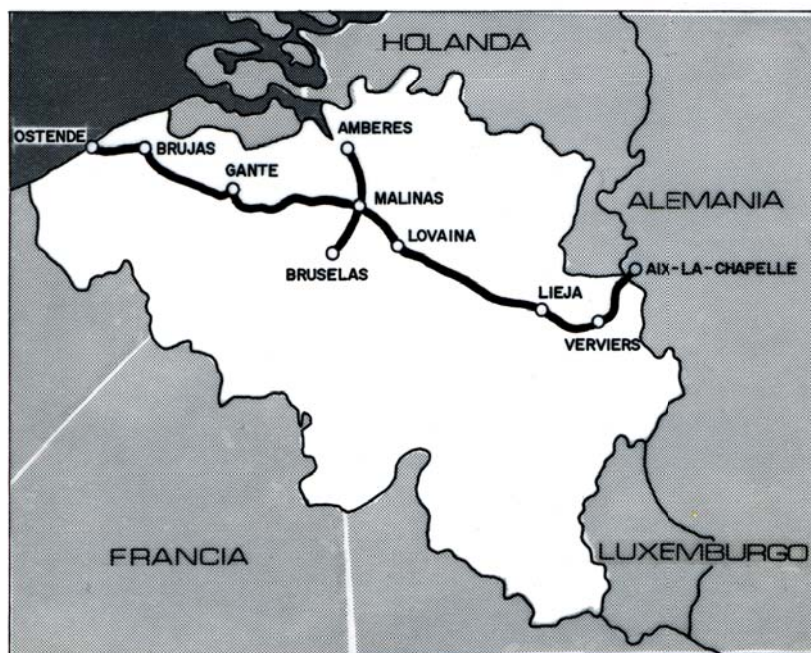


Fig. 225. La red ferroviaria belga, según la Ley de 1 de mayo de 1834. (Dibujo: Luis Biela).

la historia de las ideas¹²³. La realidad es que ninguno de los diputados que votaron a favor de la ley era socialista. Más bien parece deducirse de sus apasionados discursos en la Cámara su creencia de que el ferrocarril era un elemento fundamental para el desarrollo del naciente país y, por consiguiente, consideraban debía permanecer en manos del Estado.

La inauguración de los ferrocarriles belgas

Votada la Ley de construcción, se iniciaron inmediatamente los trabajos con tal ardor, que al año siguiente se había terminado el trayecto de Bruselas a Malinas. Entre tanto, se había decidido modificar el ancho de la vía, que de 1,40 m pasaba al normal de 1,435 m, lo que supuso un incremento de los presupuestos al tener que ensanchar la infraestructura.

El periódico oficial *Moniteur* del 4 de mayo de 1835 insertaba una nota oficial indicando que se habían adoptado las precauciones necesarias para evitar cualquier accidente. Aquellas personas que estuvieran inquietas por la velocidad de los trenes eran informadas de que el trayecto inaugural de Bruselas a Malinas se haría en una hora, “a pesar de

que el trayecto puede recorrerse en dieciocho o veinte minutos”.

La ceremonia fue presidida por el rey Leopoldo en la estación de Bruselas, donde se había construido un rústico edificio y tres vías de apartado. Se dispusieron tres trenes remolcados por las locomotoras *La Fleche*, *Stephenson* y *Eléphant*, todas ellas construidas por Robert Stephenson and Cía., según vimos en el capítulo anterior.

A las 12.33 del día 5 de mayo de 1835, un cañonazo dio la señal de partida. *La Fleche* circulaba en primer lugar conducida por Derrider, le seguía la *Stephenson* y, finalmente, la *Eléphant*, conducida por Simons (fig. 226).

La marcha de los trenes no fue homogénea, empleando el primero cuarenta y cinco minutos hasta Malinas, cincuenta minutos el segundo y cincuenta y cinco minutos el tercero. Llegados a Malinas, el Rey inauguró una columna donde se había situado el kilómetro cero de la red que se había decidido construir. En las direcciones este, sur y oeste ondeaban tres mástiles con las banderas prusiana, francesa e inglesa, simbolizando las tres rutas que, partiendo de este punto, se dirigían a las naciones vecinas. Bajo la columna de 7,50 m de altura, se depositaron una medalla de la inauguración, varias monedas de la época y el acta de la ceremonia.

Al regreso se fusionaron los tres trenes en uno, compuesto por 20 coches, que fue remolcado por la *Eléphant*. A mitad de camino se vio que la locomotora había consumido mucho vapor, por lo que fue preciso enviarla aislada a tomar agua. Entre tanto, el

¹²³ La voz socialismo (del latín *socius*, camarada) aparece por vez primera en un artículo del periódico francés *Le Globe* en 1832. La ideología socialista (oposición al liberalismo económico y al capitalismo) estuvo precedida por el llamado socialismo utópico, término lanzado por Blanqui en 1839. Saint-Simon, Fourier, Blanc, Proudhon, Owen y el mismo Blanqui fueron los más insignes representantes de esta corriente ideológica. Fue seguida por el socialismo científico, que se inicia en 1847 con la publicación del Manifiesto Comunista por Marx y Engels, de los que derivarían, más tarde, las distintas corrientes socialistas actuales.

Rey y los invitados tuvieron que permanecer en plena vía hasta las 17.45, hora de llegada a Bruselas, en medio de las aclamaciones del público.

Los ferrocarriles belgas se construyeron con gran economía. A pesar de ello, los costes de construcción excedieron en un 66 por 100 sobre lo previsto. A ello se debió el ensanche de la vía que antes indicamos, el aumento de la entrevía de 1,80 a 2 m, la sustitución del carril por otro más pesado y la duplicación de la vía, que pronto se vio imprescindible para encauzar un tráfico creciente.

Como el ferrocarril no precisaba obtener beneficios, sino sólo cubrir sus costes, las tarifas belgas fueron, durante muchos años, las más bajas del mundo.

9. Rusia

Entre 1773 y 1774, Catalina la Grande comenzaba la construcción de la fábrica de cañones y armas de Alexandrovsk, en la ciudad de Petrozavodsk, situada

con un sueldo de 2.000 libras anuales. Gascoigne y Bird procedían de la famosa ferrería escocesa de Carron, donde se fundían, entonces, los mejores cañones del mundo.

Por la correspondencia mantenida entre el Ministerio de Marina ruso y William Vaughan, ingeniero de los muelles del puerto de Londres, sabemos que la pequeña línea de Alexandrovsk fue renovada con carriles de hierro con reborde, durante los primeros años del siglo XIX.

El siguiente ferrocarril ruso data de 1806 y consistía en una línea de 2 km de longitud para el servicio de las minas de Zmeinogorsk, en la región de Altai. Su constructor, Pyotr Frolov, utilizó carriles salientes de hierro para transportar el mineral de plata hasta la fundición.

La línea es famosa por ser la primera del país donde se utilizó la tracción animal —una caballería remolcaba tres vagones con 8 t de mineral cada uno— y

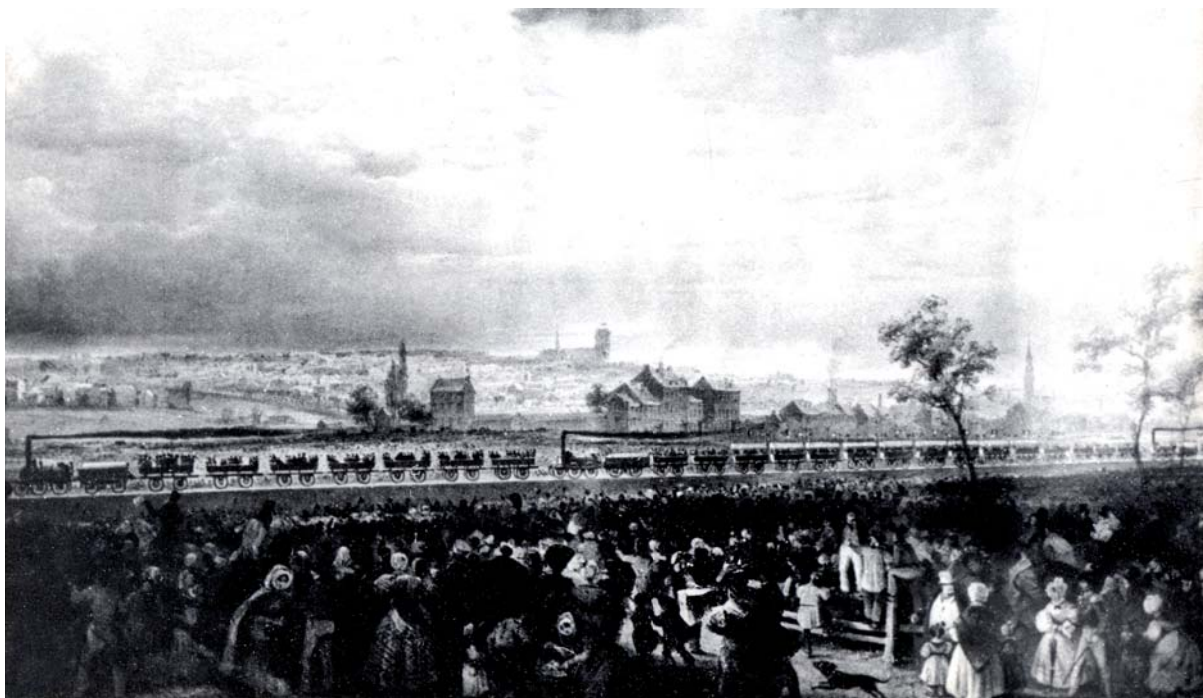


Fig. 226. Inauguración del primer ferrocarril belga de Bruselas a Malinas (1835). (Biblioteca Nacional).

en las orillas del lago Onega. Como en los casos de Indret y Le Creusot, se construyó, en 1788, una corta línea ferroviaria de 164 m de longitud para llevar las piezas fundidas desde los hornos a las taladradoras. Como era entonces habitual, los carriles eran de madera, recubiertos de carril-placa. Aunque los soviéticos atribuyen la invención al gerente A. S. Yartzov, lo cierto es que la idea fue de Charles Gascoigne, que había llegado en unión de Charles Bird, durante el verano de 1786, contratados por la Emperatriz

estar dotada de numerosas trincheras y túneles para suavizar el perfil.

En 1834 surge la primera locomotora de vapor de manos de los Cherepanovs, padre e hijo, que eran unos hábiles mecánicos de la ferrería de Nizhane-Tagilsk en los montes Urales. A ello se debe la construcción, durante el año 1835, de la primera línea ferroviaria, propiamente dicha, llamada de Tserepanov. La locomotora fue un fracaso por su escasa ca-

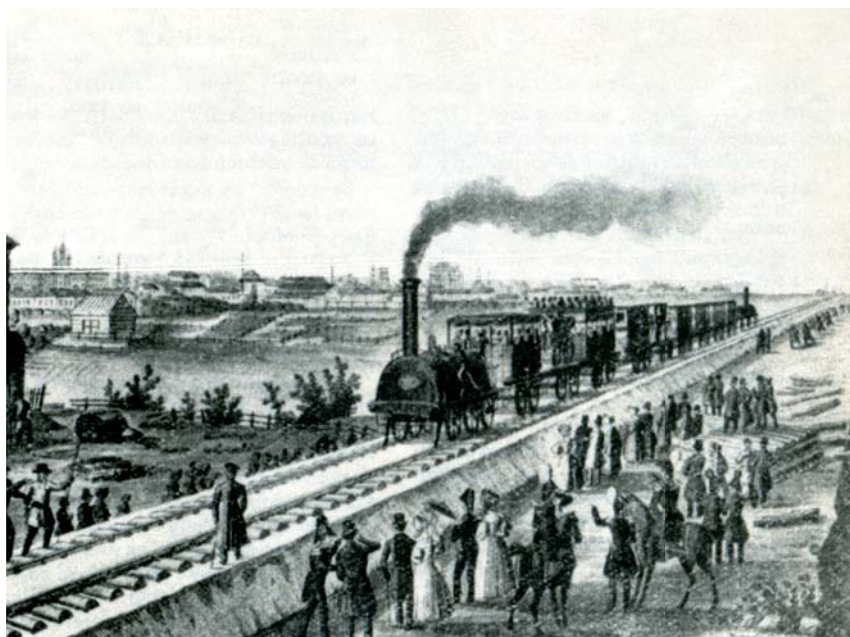


Fig. 227. Inauguración del primer ferrocarril ruso de San Petersburgo (hoy Leningrado) a Tsarkoye-Selo (1837). (Biblioteca Nacional).

pacidad de evaporación. Para remediar este defecto se sustituyó la caldera, pero ésta explotó durante las pruebas. En 1835, los Cherepanovs construyeron una segunda locomotora que, aunque tenía el mismo diseño, resultó mucho más potente, pues fue capaz de remolcar una carga de 60 t.

Desde 1825 se registran en Rusia numerosos intentos para establecer los caminos de hierro con tracción animal, pero todos ellos fracasaron debido a los intereses contrapuestos de los partidarios de los canales y a las ideas conservadoras de la época. Prueba de ello es que una propuesta del consejero Bestuzhev, con objeto de construir ferrocarriles afluentes a los canales, fuera archivada.

La situación cambia en 1834, cuando Anton von Gerstner, constructor de la línea austríaca de Budweis a Linz, es invitado a visitar las minas de la región de los montes Urales. Resultado de esta visita es un informe dirigido al Zar, en el que se critica la pobreza de los medios de comunicación existentes en el país y se sugiere la construcción de ferrocarriles que enlacen Moscú con San Petersburgo (hoy Leningrado) y Moscú con Nyni Novgorod y Kazan. Von Gerstner solicitaba la concesión exclusiva, por veinte años, para construir ferrocarriles en Rusia. Como contrapartida, el Imperio ruso se beneficiaría de su amplia experiencia y reputación, comprometiéndose Gerstner a transportar 5.000 soldados de infantería y 500 de caballería en unión de la artillería y los caballos, siempre que el Gobierno lo solicitase con veinticuatro horas de antelación. El transporte militar se haría a razón de 212 km diarios.

En enero de 1835, una comisión, designada por el director general de Caminos y Obras Públicas, estudiaba las posibilidades de la construcción ferrovia-

ria. Sus conclusiones eran que las mercancías se debían transportar con tracción animal y los viajeros con tracción vapor. La precaución de la comisión no era tan descabellada como parece, si tenemos en cuenta los precedentes entonces existentes. En efecto, la línea de Liverpool a Manchester era la única que se explotaba con tracción vapor, pues la de Saint Etienne a Lyon, terminada en 1832, lo era con locomotoras y caballerías. Únase a esto que ninguna locomotora había surcado línea alguna de este país, en el que las condiciones climatológicas del invierno eran muy rigurosas.

En febrero de 1835, una comisión de mayor rango examinaba las propuestas de Von Gerstner. La presidía el mismo Zar, e incluía a los ministros de la Guerra, Asuntos Interiores y Finanzas, así como al director general de Caminos. La comisión estaba decidida por el ferrocarril, pero tenía dudas de si la compañía promovida por Von Gerstner sería capaz de reunir el inmenso capital necesario. Algunos de sus miembros temían la deforestación de los bosques rusos por causa de la locomotora, pero otros, entre ellos el Zar, se mostraban entusiasmados con el ferrocarril, que había demostrado sus posibilidades en Inglaterra, transportando tropas para sofocar la revuelta de Irlanda¹²⁴.

El resultado final fue autorizar a Von Gerstner para construir una línea experimental, en la que se demostrara la posibilidad de utilizar locomotoras durante el crudo invierno de Rusia. La línea partiría

¹²⁴ El 30 de octubre de 1830, un mes después de la inauguración del ferrocarril de Liverpool a Manchester, el Ministerio de la Guerra acuerda con la compañía las tarifas para los transportes militares. El primer transporte de tropas tiene lugar en junio de 1832. Se conducen 600 soldados desde Warrington hasta Liverpool.

de la capital, San Petersburgo, y se dirigiría hasta Tsarkoye Selo, residencia de verano del Zar, situada a 23 km. Se preveía su prolongación hasta el lugar de recreo de Pavlovsk, es decir, 25 km más.

A la compañía de Von Gerstner se le concedían privilegios análogos a los de las compañías estatales y se le dejaba libertad para fijar las tarifas. También estaba exenta de los derechos de aduanas, siempre que los precios de los materiales fueran un 15 por 100 más elevados que los del país.

El trazado era de vía única y con un ancho de 1,83 m, mucho mayor que el normal de 1,435 m, con objeto de aumentar la estabilidad de la marcha y la potencia de la locomotora. Iniciados los trabajos en 1835, se comenzó la explotación provisional al año siguiente, inaugurándose de forma oficial el 30 de octubre de 1837 (fig. 227). En el verano siguiente se inauguraba la prolongación a Pavlovsk.

La compañía contaba con tres locomotoras inglesas y una belga. En el capítulo anterior vimos que la locomotora inaugural fue construida por Robert Stephenson and Cía. En 1838 se adquirieron dos locomotoras más, explotándose la línea a partir de este momento con tracción vapor. Durante 1837, las locomotoras se utilizaban sólo los días de fiesta, pues en los días laborables se empleaba la tracción animal.

Debido a que Pavlovsk era un centro de recreo y esparcimiento de los ciudadanos de San Petersburgo, la línea tuvo un excelente éxito. Transportaba 725.625 viajeros al año, de los que 521.882 la recorrían por entero. Los dividendos eran el 4 por 100 del capital invertido.

Entre los gastos de explotación —resulta curioso señalar— figuraban los costes de las bandas de música que, para distracción de los viajeros, la compañía contrataba en Pavlovsk.

10. Estados Unidos

El primer ferrocarril del Nuevo Mundo data de 1795, año en que se tendió una corta línea con carriles de madera en Beacon Hill (Boston) para transportar los materiales para la construcción del edificio del Gobierno. Hay referencias acerca de otras líneas parecidas en los Estados del este, que servían fábricas de ladrillos, pólvora, hornos de fundición, etc.

No obstante lo expuesto, es el ferrocarril de Quincy, inaugurado en 1826, el que se considera como el primero de América. Tenía 6,4 km de longitud y se utilizó para el transporte de bloques de granito desde

la cantera de Neponset al puesto de Boston. La vía, con carriles de madera de pino de 30 x 15 cm de escuadría, se asentaba sobre traviesas de granito de 2,4 m de longitud. Los carriles estaban forrados con carril-placa de 6 x 0,95 cm. La tracción se hacía con caballerías, remolcando unos curiosos vagones con enormes ruedas de 1,80 m de diámetro, sobre cuyos ejes colgaba el bloque de granito para su transporte. Al poco de entrar en servicio, los carriles de madera se sustituyeron por otros de granito forrados también con carril-placa.

Se considera como segundo ferrocarril de Estados Unidos la línea carbonera de Mauch Chunk en el Estado de Pensilvania. Tenía 14,5 km de longitud y carriles de madera de 10 x 15 cm de escuadría forrados con los carriles-placa usuales. Se explotaba con tracción animal y planos automotores.

Entre los primeros ferrocarriles de este país, cabe destacar el de Delaware a Hudson, inaugurado en 1829, de 26,5 km de longitud, y en el que circuló, por vez primera, la locomotora inglesa *Stourbridge Lion*, con tan desgraciado éxito que dio lugar al desguace de las restantes adquiridas en este país por Horatio Allen, según vimos en el capítulo anterior. En efecto, los débiles carriles eran de madera y no eran capaces de soportar la carga por eje de estas locomotoras.

También hemos citado en el capítulo anterior el ferrocarril de Baltimore a Ohio, cuya primera sección de 21 km había sido abierta al servicio en 1830. En 1834 la línea tenía 136 km y se hizo célebre por las fuertes pendientes que, para atravesar las montañas Allegheny, se habían construido provisionalmente con objeto de dar paso antes de la terminación de los túneles.

Otra de las líneas citadas es la de Camden a Amboy, inaugurada en 1830, que, años después, adquiriría una locomotora a Robert Stephenson and Cía. Al año siguiente, el ingeniero Robert L. Stevens sustituiría los carriles de madera por otros de hierro salientes importados de Inglaterra. Durante los primeros años de vida del ferrocarril americano, los carriles siempre fueron de madera forrados con carril-placa. Esta vía tan débil nunca resultó adecuada para las locomotoras de vapor, lo que exigió reforzar la sección del carril-placa.

Como la clavazón utilizada para asentar el carril-placa sobre la madera era muy propensa a aflojarse al paso de los trenes, fue muy corriente, en estos años, que al partirse estos bandajes de hierro atravesaran como una lanza los vehículos, originando numerosos accidentes con pérdidas de vidas humanas. A pesar de ello, y debido al bajo coste de la madera, se continuó utilizando el carril de esta clase hasta la Gue-

rra de Secesión (1861-1865), aunque los ferrocarriles más prestigiosos estaban equipados con carriles de hierro. A medida que los altos hornos fueron extendiéndose por el país, la madera fue sustituida por el hierro, pero la gran demanda de éste hizo que durante la Guerra de Secesión, y aun después, comenzara a escasear.

No es posible resumir aquí la extensa historia de los ferrocarriles americanos. Haría falta, para ello, dedicarle un trabajo específico. Basta decir que a partir de 1830 la red ferroviaria de Estados Unidos experimenta un espectacular crecimiento, de modo que pronto superaría al conjunto de las redes europeas.

Años	Kilómetros de ferrocarriles
1830	117
1840	5.354
1850	14.286
1860	49.293

11. España

Ferrocarriles mineros

El 9 de abril de 1789, Gaspar M. de Jovellanos¹²⁵, uno de los hombres más destacados de la Ilustración, dirigía al rey Carlos IV un *Informe sobre el beneficio del carbón de piedra y utilidad de su comercio*. Exponía en el mismo las medidas o “auxilios” que deberían ser adoptadas para impulsar este comercio, en una época en que la forestación del país era ya una cuestión inquietante. “Pero con otro auxilio más esencial

¹²⁵ Gaspar Melchor de Jovellanos (1744- 1811), hijo de la nobleza asturiana, pasó de la carrera eclesiástica a la judicial, llegando a ser nombrado ministro de Gracia y Justicia por Godoy. Con motivo de una calumnia levantada contra él, estuvo desterrado y preso en Mallorca durante siete años, hasta que fue perdonado por Fernando VII. Durante la guerra de la Independencia formó parte de la Junta Central. Jovellanos es un eminente representante de la Ilustración, un movimiento espiritual europeo de finales del siglo XVIII. El ideal de la Ilustración era “la Naturaleza dominada por la Razón”. Sus miembros trataban de reformar la sociedad impulsando la educación, las ciencias aplicadas y la tolerancia religiosa. En 1794, Jovellanos crea el Instituto Asturiano con objeto de expandir el conocimiento de la minería y la navegación. A pesar de ser ferviente católico, estuvo en entredicho por la Inquisición, dado su talante progresista. Habiéndose dirigido al obispo de León para que apoyara económicamente su Instituto, éste le contestó: “En las actuales circunstancias, sería lo más acertado que vuestra merced se dedicase al cuidado de su casa, tomando estado y olvidando otros proyectos y vanidades del mundo, que ya nos han dado bastantes desengaños”.

—decía— puede V. M. animar este útil ramo de industria y comercio en Asturias, cual es abrir caminos firmes y cómodos para conducir el carbón desde las minas a los puertos de extracción”.

El problema del transporte, añadía, lo han resuelto los ingleses, pues no sólo han abierto canales, “sino que han construido caminos de hierro de una o dos leguas para conducir el carbón desde ellas (*las minas*) a los canales. 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 que también llevan con poco ganado y sin fatiga un carruaje enorme”.

Si perdonamos a Jovellanos el error de creer que en los caminos de hierro el guiado se hacía con carril acanalado, el hecho es que se encuentra aquí la primera idea ferroviaria de la historia de España y, posiblemente, el primer texto español donde aparece el término “camino de hierro”.

La propuesta de Jovellanos cae en el olvido, aunque justo es señalar que las condiciones del terreno asturiano son de las más inadecuadas para construir ferrocarriles. La carencia de ríos navegables hacía imposible la construcción de líneas que, desde las minas, descendieran a los cauces de éstos, para desde allí transportar el carbón en barcazas hasta los buques, como se hacía en Inglaterra. Tampoco era posible la construcción de canales, dada la fragosidad del terreno.

En 1829, el transporte del carbón asturiano seguía constituyendo un problema, como lo demuestra el hecho de que Fernando VII nombrara, por R. O. de 29 de noviembre, una comisión de técnicos de minas para que practicaran un reconocimiento de las minas de carbón de piedra de la provincia de Asturias. En el informe de estos ingenieros¹²⁶, que lleva fecha 30 de abril de 1830, se estudian los diferentes proyectos presentados hasta el día para facilitar la conducción del carbón a los puertos. Entre ellos se citan los caminos de hierro indicando escuetamente lo siguiente:

“En cuanto a caminos de hierro, sólo diremos que, prescindiendo de las grandes dificultades

¹²⁶ *Informe que presenta a la Dirección General de Minas la comisión nombrada por R. O. de 29 de noviembre de 1829, para el reconocimiento de minas de carbón de la provincia de Asturias*. Firman este informe: Joaquín Ezquerro, Francisco García, Rafael Amar y Felipe Bazúa.

que presenta el terreno, el comercio del carbón de piedra en la provincia de Asturias... no es suficiente todavía para pagar los réditos del capital empleado en semejantes obras”.

Si lo quebrado del terreno constituye una dificultad real para estos caminos, resulta en cambio improcedente, por no decir ridículo, dudar de la rentabilidad. Como todo el mundo sabe, la viabilidad de un proyecto nunca debe fundarse en el tráfico existente, sino en el previsible, y éste era considerable en este caso. De la mano de mineros emprendedores vendría, a pesar de todo, el ferrocarril a nuestro país¹²⁷.

El primero del que se tienen referencias se había instalado, hacia 1834, en la mina Valey, perteneciente a la empresa de los señores Riera, Ferrer y Lesoine, de Asturias. Se trataba de un plano inclinado de 97,8 m de longitud, situado en el socavón de la mina, que era accionado mediante un malacate¹²⁸ tirado por bueyes. El plano estaba dotado de vía doble y por ella subían y bajaban los vagones de hierro, de 253 kg de tara y 437 kg de carga, de modo que, en cada turno de seis horas, los bueyes situaban 24 t de carbón en bocamina. Los mismos vehículos se empleaban también en las vías férreas instaladas en las galerías, aunque la tracción se verificaba a brazo.

En la mina del Arco, de la misma empresa, las instalaciones ferroviarias eran más importantes. Disponían también de un plano inclinado de vía doble que se accionaba mediante un torno con engranajes de hierro colado situado en el interior. Desde la boca

del socavón partía un camino de hierro, en su comienzo subterráneo y después a cielo abierto, de 300 m de longitud que llegaba hasta lo alto de la escarpa de la costa. Desde este punto bajaba el ferrocarril, en vía doble, hasta el nivel de la bocamina de la otra mina, con una inclinación de 12 a 22° y 312 m de longitud. Otros 25 m continuaba la línea en rasante horizontal, hasta el punto de embarque del carbón que, en lanchas, se transportaba desde la concha de Arnao hasta el puerto de San Juan en la ría de Avilés.

Hacia 1838 se instaló otro camino de hierro en un criadero de Sama de Langreo perteneciente al marqués de las Marismas. El ferrocarril partía de la galería de extracción y finalizaba en bocamina, donde el carbón se descargaba en carros comunes que lo llevaban, por carretera, a Gijón.

Había otro ferrocarril en proyecto, en 1844, para el servicio de la mina Ferroñes perteneciente a los franceses Duverger y Chauriteau. Se preveía instalarlo en las galerías, pero en octubre aún se encontraban los carriles y vagones detenidos en la aduana de Avilés en espera del real permiso para su importación, sin el cobro de los derechos correspondientes.

El último ferrocarril del que tenemos referencia se había instalado en una fundición de Adra (Almería), hacia 1839¹²⁹. Tenía por objeto transportar la galena argentífera desde las máquinas de molienda hasta los hornos. Los vagones utilizados se indican en la fig. 228. Todos ellos son de hierro, traídos de Inglaterra, con una altura de 0,83 m y una longitud de 1,39 m. Cargaban 1.150 kg de mineral y se transportaban a brazo mediante dos operarios situados en el extremo de la lanza terminada en forma de T.



José Díez Imbrechts (1787-1849), promotor de la línea de Jerez al Portal.



Miguel Biada (1789-1848), promotor del primer ferrocarril de España.

¹²⁷ La descripción que sigue se ha tomado de Guillermo Shulz: “Breves informes sobre el estado actual de algunas minas de carbón de Asturias”, en *Boletín Oficial de Minas*, 1844.

¹²⁸ Mecanismo para levantar pesos con la fuerza animal. Véase uno de ellos en la fig. 33 de la página 37.

En 1844, es decir, cincuenta y cinco años después de la propuesta de Jovellanos, el Gobierno seguía

¹²⁹ Aparece descrito en la obra de J. Ezquerro del Bayo: *Elementos de laboreo de minas* (Madrid, 1839), de donde hemos tomado la figura que ilustra el texto.

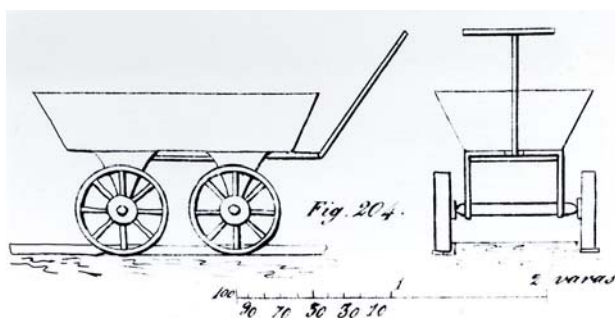


Fig. 228. Vagón utilizado en la fundición de plomo de Adra (Almería), según Ezquerria del Bayo (1839). (Biblioteca Nacional).

sin resolver el problema el transporte del carbón asturiano. Por R. O. de 16 de agosto de este año ordenaba a la Dirección General de Caminos realizase un estudio para mejorar los puertos asturianos, con objeto de facilitar embarcaderos para el carbón. Encomendado el trabajo al ilustre ingeniero Juan Rafo, exponía éste en su informe¹³⁰ la necesidad imprescindible de contar con un ferrocarril que, “saliendo de Mieres, pase por junto a Oviedo, y no lejos de Villapere, Santofirme y Ferroñes, para dirigirse a uno de los dos puertos de Avilés o Luanco”. Proponía, además, ramales a Riosa, Tudela, Sama de Langreo, Carbayín, Santofirme y Ferroñes y una futura prolongación hasta Pola de Lena. Según indicaba en su Memoria, la Compañía Anglo-Asturiana estaba redactando el proyecto de esta línea que había encargado a los ingenieros y hermanos Mamby.

Este ferrocarril se acabaría denominando, en 1846, *Ferrocarril carbonífero de Asturias*, desde Puente de los Fierros a Avilés¹³¹. Fue solicitado el 26 de enero de ese año por Eduardo Stopford y Jorge Fitch, consejeros de la compañía antes citada, y se concedió por R. O. de 4 de abril de 1846. Aunque presentaron algunos planos de la línea, lo cierto es que no efectuaron el depósito de la fianza que entonces se exigía y la concesión se declaró caducada con este motivo.

Los ferrocarriles mineros españoles entrarían ya en la historia con la concesión del Langreo, que obtuvieron en primer lugar Antonio Jordá, Alejandro Oliván y Felipe Canga Argüelles el 17 de septiembre de 1844 y después, definitivamente, Vicente Bertrán de Lis el 2 de mayo de 1845.

¹³⁰ Véase *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos*, 1847, p. 96.

¹³¹ Se anunciaba en la *Gaceta de Madrid* en julio, octubre y noviembre de 1844. La Junta de Gobierno y de Dirección estaba presidida por José Salamanca.

Ferrocarriles de servicio público

La prehistoria de los ferrocarriles españoles comprende un extenso período que se inicia en 1803, para finalizar el 28 de octubre de 1848, fecha de la inauguración de nuestro primer ferrocarril, desde Barcelona a Mataró. Resulta inabordable, en este trabajo, relatar todas y cada una de las vicisitudes de este período, pero ello no obsta para que no dejemos de mencionar, por orden cronológico, los intentos ferroviarios más importantes. Decimos intentos, porque todo este amplio período resultó infructuoso para el ferrocarril.

Algunos historiadores, con un conocimiento incompleto de los hechos, han tendido a destacar el papel de los primeros promotores ferroviarios, considerándoles poco menos que héroes incomprensidos por el mundo de su tiempo¹³². El estudio de los documentos existentes en el Archivo General de la Administración (Alcalá de Henares) demuestra, sin embargo, que todos ellos, sin excepción, no eran más que especuladores sin escrúpulos, atentos a su provecho, antes que al del público que decían servir. Otra importante conclusión es el papel jugado por el Estado. Los documentos reflejan una actitud positiva e interesada de la Administración hacia estos nuevos medios de comunicación. Se alentó y facilitó hasta extremos increíbles la labor de los promotores, y si no se logró el objetivo deseado, en ningún caso puede acusarse al Estado de indiferencia y falta de interés. Hora es, pues, de comenzar la revisión y desmitificación de la historiografía ferroviaria española y de situar los hechos en el campo de la objetividad.

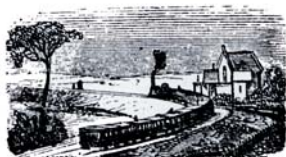
Las primeras referencias acerca de los ferrocarriles de servicio público en España se citan en un informe del ingeniero Agustín de Larramendi sobre la concesión de Imbrechts, que veremos a continuación.

Según Larramendi, en 1803 se pretendía en Reus abrir un canal desde esta villa hasta Salou. Sometido el asunto al consejo del célebre ingeniero Agustín de Betancour, indicaba éste que el proyecto del canal era descabellado y que en su lugar sería más práctico construir un camino de hierro. Pero los de Reus, “burlándose de una idea tan laudable como anticipada en el continente y distante de su alcance, se privaron de las ventajas que hubieran sido innumerables desde entonces acá”.

A finales de 1828, continúa Larramendi, un tal F. Macdonell, residente en Almería, propuso una línea

¹³² Véase, por ejemplo, Maximiano García Venero: “Historia anecdótica del ferrocarril en España”, en *Cien años de ferrocarril en España*, T. 1. Madrid, 1948; y Francisco Wais: *Historia de los ferrocarriles españoles*. Madrid, 1974.

MEMORIA
LEIDA
EN LA JUNTA GENERAL DE ACCIONISTAS
DEL FERRO-CARRIL
DE
Barcelona á Mataró y Gerona,
CELEBRADA
el día 17 de febrero de 1862.



BARCELONA.
ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE NARCISO RAMIREZ.
calle de Escudillers, 40. piso principal
1862.

férrea para unir Valencia con El Grao, pero a pesar del interés despertado entre las fuerzas vivas de la región (Ayuntamiento, Consulado del Mar, etc.), el asunto acabó en fracaso, como así sucedería en las siguientes propuestas ferroviarias que vamos a relatar a continuación.

El ferrocarril de Jerez de la Frontera a El Portal

Con objeto de modernizar el transporte de los vinos de Jerez y demás mercancías de la región, se concibió esta línea por José Díez Imbrechts (1787-1849), natural de Cádiz e hijo de padre gaditano y madre inglesa. Sus datos biográficos son escasos. Partidario de la Constitución liberal, promulgada por las Cortes de Cádiz en 1812, y, según García Venero¹³³, colaborador en el alzamiento de Riego. Sabemos por sus escritos a la Administración que era propietario en Puerto Real de unas bodegas y comerciante en Cádiz.

El 24 de marzo de 1829 remitía al Gobierno el intendente de Cádiz una instancia de Imbrechts, solicitando “Real Célula de Privilegio por cinco años para asegurar la propiedad de un proceder que ha in-

troducido y mejorado para la construcción de caminos de hierro”.

La astucia del proponente es evidente, al querer hacer pasar por invento la construcción de ferrocarriles. Si el Gobierno le hubiera concedido este privilegio, está claro que, durante cinco años, cualquiera que hubiera intentado construir un ferrocarril le habría tenido que abonar los derechos de su patente. Afortunadamente, la instancia fue informada por el ingeniero Agustín de Larramendi, quien muy atinadamente manifestaba que si hasta ahora no se han construido estos caminos en España “no es por ignorarse los principios de su construcción, sino por falta de fondos para obras tan costosas”.

Entre tanto, Imbrechts había reflexionado sobre esta solicitud y el 23 de abril volvía de nuevo a dirigirse al Gobierno. Proponía ahora, de forma concreta, la construcción de un camino de hierro desde Jerez de la Frontera al sitio llamado El Portal o embarcadero del río Guadalete. El ferrocarril se construiría por el borde del Arrecife¹³⁴ Real que une estos dos puntos, destinados al transporte de las botas del vino

ASOCIACION
PARA LA EMPRESA
DE UN CARRIL DE HIERRO
DESDE JEREZ AL PORTAL Ó MUELLE
SOBRE EL RIO GUADALETE (SIETE MIL VARAS),
CON PRIVILEGIO ESCUSIVO POR 50 AÑOS,
CONCEDIDO
á Dey José Díez Imbrechts,
POR REAL ÓRDEN DE 23 DE SETIEMBRE DE 1829

Las ventajas de los carriles de hierro son tan conocidas que parece inútil su enumeracion. Todo el mundo sabe los resultados favorables que han producido en Inglaterra, Francia y los Estados-Unidos de América, donde se multiplican todos los días, con grandes utilidades para los capitalistas que destinan sus fondos á esta clase de Empresas, y de la industria y comercio en general, que adquieren por este medio un desenvolvimiento prodigioso.

Aunque en otros países hace años que se ha puesto en práctica este invento, no se ha aplicado todavía en España á ninguno de los puntos que estan convidando al efecto. Uno de los mas importantes sin disputa es desde Jerez de la Frontera al Portal ó embarcadero del Guadalete. La distancia que media entre ambos puntos es solo de 7000 varas: los vinos para embarque, cabeceo y consumo, los aguardientes, los granos y semillas, los flejes, duelas, frutos coloniales, mercaderías, maderas &c., no bajan de 200 toneladas de peso anual, sin contar con el aumento progresivo; lo que ofrece un transporte seguro, cuyo producto ha de compensar los adelantos del capital invertido.

En el día se hacen las conducciones por medio de carretas, que son muy lentas y costosas en razon del mal estado del camino, que por el mucho tragin nunca está en buen estado; de manera que puede asegurarse que se reúnen en este punto todos los elementos para formar una Empre-

Fig. 229. Folleto propagandístico editado por José Díez Imbrechts (1830). (Archivo General de la Administración).

¹³³ Obra citada en la nota anterior.

¹³⁴ Voz hoy día en desuso para designar una calzada o camino empedrado.

de Jerez. Desde el embarcadero de El Portal, el vino se llevaba en barcazas hasta los buques surtos en la bahía de Cádiz. Solicitaba la propiedad exclusiva durante los primeros diez años y la propiedad pública durante los cincuenta años posteriores. Pasados estos sesenta años, el ferrocarril pasaría a ser propiedad del Estado.

El 29 de mayo modifica la proposición anterior, en el sentido de solicitar la propiedad exclusiva por cincuenta años, en lugar de los diez años a que antes se limitaba. La propiedad exclusiva le facultaba para fijar las tarifas que le conviniese, en tanto que, al pasar a propiedad pública, es decir, a poder utilizarse por cualquier transportista, las tarifas serían fijadas por la Administración.

Pasada esta nueva propuesta a informe del ingeniero Larramendi, sugería este que debía dispensarse la mayor protección a esta empresa, dado que el lugar elegido para construir el ferrocarril era un punto del mayor interés. Instalar el camino en el borde de la carretera constituía un problema, pues ignoraba si habría espacio suficiente, dado que nada indicaba Imbrechts de la anchura del mismo. Sugería que antes de poner manos a la obra, remitiera el proponente el proyecto detallado de la misma.

Conforme el Gobierno con el parecer de Larramendi, se publicaba el 23 de septiembre de 1829 una R. O. cuyo texto es el siguiente:

“Enterado el Rey N. S. de la exposición de Vd., el 29 de mayo último, se ha servido concederle su Real permiso y privilegio exclusivo que en ella solicita, para establecer a su costa un carril de hierro sobre las orillas del Arrecife Real desde Jerez al Portal o muelle del Guadalete, para la conducción y transporte de toda clase de efectos y frutos; quedando su uso de propiedad de éste por espacio de 50 años y pasando en seguida, perpetuamente, al dominio y utilidad de las comunicaciones generales; entendiéndose dicho privilegio para la conducción de los efectos por los carriles de hierro y no por el camino actual, en donde podrán andar, como hasta ahora, con toda especie de carruajes y transportar por él toda clase de efectos, por ser carretera general; y bajo las condiciones de que antes de poner manos a la obra, ha de remitir Vd. a esta Primera Secretaría de Estado de mi cargo, el plan de su proyecto, con toda claridad, y especificando el espacio que ocupará el camino, línea que ha de seguir y medios de ejecutarlo, para examinar la posibilidad de su ejecución, a fin de que recaiga la Real aprobación de S. M.”.

No conforme con esto, el Rey, a petición de Imbrechts, suscribía, el 16 de julio de 1830, 25 acciones con cargo a su Real Bolsillo Secreto. Su importe era de 50.000 reales, cantidad nada despreciable en aquellos años. Animado con esta real protección, Imbrechts comienza a buscar accionistas para constituir el capital, repartido en 750 acciones de 2.000 reales cada una, es decir, 1.500.000 reales. Así lo indica en un folleto propagandístico del que se muestra la primera página en la fig. 229. De los datos de esta publicación se deduce que la línea tendría 5,8 km y resultaría un fantástico negocio, según indicamos a continuación:

Coste del camino	
7.000 varas de carril sencillo a 120 reales la vara	840.000
Una alcantarilla, carros, máquina de locomoción y contingentes imprevistos	660.000
Total	1.500.000
Productos del camino	
20.000 t de efectos a 20 reales la tonelada	400.000
Deducción por gastos de la empresa, reparaciones del camino y carros, etc.	100.000
Líquido	300.000
Porcentaje de beneficio	20%

En agosto de 1830, Imbrechts se dirige al Ayuntamiento de Jerez de la Frontera rogándole suscriba 20 acciones, pero este se niega a ello alegando que no podía disponer de fondos sin permiso del Rey¹³⁵. Otra dificultad aún mayor surgía con la concesión de otro ferrocarril concurrente con el suyo que, promovido por Marcelino Calero, había recibido autorización real en marzo de 1830, como veremos a continuación. La línea ferroviaria de Calero tenía mucho mayor alcance y sus medios publicitarios eran más agresivos. No es, pues, de extrañar que Imbrechts fracasara rotundamente en su intento de conseguir accionistas para su empresa. Lo prueba el hecho de que habiéndose dirigido al ministro de Hacienda el 21 de junio de 1830, rogándole se suscribiese por algunas acciones con el fin de que proporcionara gran número de imi-

¹³⁵ Véase F. Wais: Obra citada en la nota 132.

tadores, “contra la indolencia y perplejidad que se resiste a toda demostración teórica”, éste le manifestara que ya estaba suscrito como accionista, pero en la empresa del camino de hierro de don Marcelino Calero y Portocarrero.

La historia de este primer intento ferroviario podría finalizar aquí, pero dejaríamos de comentar la lucha tenaz mantenida por Imbrechts con la Administración, durante los años 1831 a 1835, para evitar la caducidad de esta concesión provisional.

En enero de 1831, en unión de Manuel Díez Imbrechts —posiblemente su hermano— solicita del Gobierno la concesión de un camino de hierro desde el Puerto de Santa María a Sanlúcar y Bonanza, manifestando que cuenta con la protección del capitán general de Andalucía, el marqués de las Amarillas. La petición la fundaba en que, según publicaba el *Diario de Cádiz* del 9 de enero, Calero se proponía reducir su ferrocarril a unir sólo Jerez con el Puerto de Santa María. Sus condiciones eran las siguientes:

- Concesión por veinticinco años.
- Facultad para construir y utilizar barcos de vapor para los efectos que se transporten por el camino. En esto plagiaba las ideas de Calero, como veremos después.
- Instituir un impuesto de cinco reales por cada bota de vino que se exporte de la región, durante los diez años siguientes desde la terminación del camino.
- Préstamo del Gobierno.
- Exención de los derechos de aduanas en los materiales importados, como se le había concedido a Calero.

En resumen, como no podía conseguir accionistas para un pequeño ferrocarril de 5,8 km, solicitaba ahora otro de más envergadura, que estimaba en 27,8 km y que se construiría con fondos ajenos. Quedaba muy claro, en consecuencia, que Imbrechts estaba dispuesto a todo menos a soltar un solo duro en la empresa.

Esta nueva propuesta era objeto de informe por Larramendi, quien, a estas alturas, ya se había apercebido de las trapacerías de este incesante escritor de instancias. Consideraba el proyecto de Imbrechts “como una pura ilusión, como lo es también el de Calero en toda su totalidad”. Por ello, sugería se le fijase plazo para iniciar y concluir la obra y se le exigiese una fianza previa, en prueba de la veracidad de sus intenciones.

En otras dos instancias de este año de 1831, Imbrechts volvía a la carga solicitando la protección del

Gobierno y quejándose de los perjuicios que le había ocasionado Calero, paralizando su empresa.

En marzo de 1832, después de quejarse de Calero, a quien acusa incluso de haberle robado la idea de construir un ferrocarril, solicita restablecer la R. O. de 5 de septiembre de 1799 por la que Carlos IV había instituido un impuesto del 0,5 por 100 que gravaba los cereales del comercio de Jerez, con objeto de amortizar los capitales necesarios para rehabilitar el embarcadero de El Portal y restituir a su curso el río Guadalete. En este supuesto, los dos tercios de los beneficios producidos por el futuro ferrocarril serían para el Erario Real y el tercio restante para Imbrechts, que no arriesgaba en la operación más que el valor del papel sellado donde había escrito su instancia. Aparte de esta cuestión fundamental, solicitaba presidiarios para la ejecución de las obras, exención de toda clase de impuestos y se comprometía a depositar una fianza de 300.000 reales y a reducir las tarifas actuales en un 50 por 100. Prudentemente, preveía unos beneficios del 15 por 100, en lugar del 20 por 100, como había anunciado en su folleto impreso. Entre las razones aducidas para merecer el apoyo del Gobierno manifestaba tener seis hijos y ser acreedor de más de 800.000 reales que éste le debía y que, en aquellos años turbulentos, no había logrado cobrar.

En vista del silencio administrativo, a finales de 1832 solicita que el ferrocarril se construya por cuenta del Real Patrimonio, “conservando el exponente el derecho y representación industrial”, es decir, su participación en los beneficios.

Por R. O. de 7 de enero de 1833 se le contesta que no se admite su propuesta, pero esto no le descorazona, pues a lo largo de este año envía cinco instancias más en las que vuelve a insistir en las mismas peticiones y en las quejas contra Calero, al que considera “un aventurero con proyecto colosal y quimérico”. Espigando estos farragosos y reiterados textos, cabe citar su petición de que el ferrocarril lleve el nombre de la princesa Isabel y las razones que apoyan su petición: tener seis hijos, haber luchado durante seis años en la Guerra de la Independencia y poseer un corazón español”.

Reunidos los antecedentes de este expediente, que se encontraban dispersos en los ministerios de Estado, Hacienda y Fomento, este último toma cartas en el asunto y ordena el estudio de las peticiones de Imbrechts a la Junta de Fomento, el intendente de la provincia de Cádiz y la Dirección General de Correos y Caminos.

Excepción hecha del intendente, que se mostraba partidario de Imbrechts, proponiendo se le conce-

diera el impuesto del 0,5 por 100 una vez iniciadas las obras, los dos restantes organismos mantenían una oposición unánime. Imbrechts, decían, no cuenta con los fondos necesarios para construir el ferrocarril y quiere hacerlo a costa del Gobierno. No ha remitido el perfil longitudinal ni el proyecto de las obras, ni parece haber practicado el reconocimiento de los terrenos. Como en la R. O. de concesión provisional no se le fijaba un plazo para entregar el proyecto, sugerían se determinara éste y de no cumplirlo el proponente, se declarara la caducidad.

El 17 de marzo de 1834, el ministro de Fomento decretaba se le concediese un plazo de seis meses, lo que se hizo por R. O. del 27 del mismo mes, comunicada a Imbrechts el 1 de abril.

A finales de 1834 lanzaba Imbrechts su última instancia, manifestando que el cólera aparecido durante el mes de mayo en Jerez le había impedido los trabajos. Pedía se enviara el expediente al Consejo Real para que éste dictaminase.

El director general de Correos y Caminos manifestaba que el cólera había existido realmente, sin que esto fuera motivo suficiente de aplazamiento. La idea de pasar el expediente al Consejo Real no tenía otro objeto que dar largas al asunto. Opinaba debía declararse caducado el privilegio.

Así se hizo por R. O. de 24 de enero de 1835.

El ferrocarril de Jerez de la Frontera al Puerto de Santa María, Rota y Sanlúcar de Barrameda

La promoción de este ferrocarril fue obra de Marcelino Calero y Portocarrero, nacido en Zafrá en 1804. Hijo de un profesor de Sevilla, fue enviado a Londres por su padre desde edad muy temprana.

Calero era un hombre emprendedor, como lo demuestra el hecho de haber comenzado a publicar en Londres el *Semanario de Agricultura y Artes* (fig. 230), cuyo primer número es el del 1 de julio de 1829. Como él mismo indicaba en el prospecto inserto en la primera página, el objeto de la publicación era dar a conocer los adelantos de la agricultura y artes ingleses y, de paso, “tener en Inglaterra un encargado celoso y activo” que “se ofrece a facilitar a los que quieran valerse de su agencia los modelos o las máquinas mismas que se anunciaren... procurando sacar de los constructores todas las ventajas posibles en los precios... mediante una corta comisión de su parte”. El semanario así concebido no era otra cosa que un catálogo de propaganda sobre máquinas y herramientas. Según García Venero, el semanario se trasladó a Sevilla el 5 de enero de 1832 para

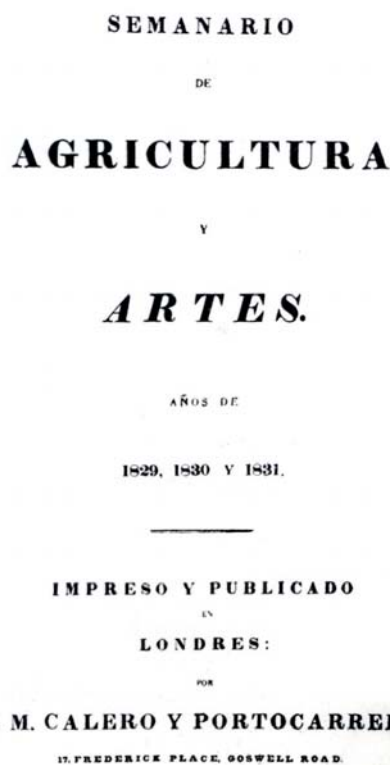


Fig. 230. Portada del *Semanario* publicado por Calero. (Archivo RENFE).

llevarlo, finalmente, a Madrid, donde se publicó desde el 16 de enero de 1832 hasta el 26 de diciembre.

Como apuntaba Imbrechts en una de sus numerosas instancias, es probable que la idea de construir el ferrocarril se la diera éste, cuando le dirigió una carta solicitando incluyera en el semanario propaganda de su línea de Jerez a El Portal. Desde luego, Calero no publicó nada en el semanario, pero en cambio, el 6 de diciembre de 1829, se recibía en el Ministerio de Estado, por conducto de nuestro embajador en Inglaterra, una instancia suscrita por Calero, en la que proponía “impulsar las comunicaciones, sin ocasionar gastos al Estado, con un camino de hierro desde Jerez de la Frontera al Puerto de Santa María, desde éste a Rota y desde Rota a Sanlúcar de Barrameda”.

Después de enumerar el ahorro de tiempo en el transporte entre estos puntos y anunciar una rebaja del 50 por 100 en las tarifas actuales, Calero exponía su idea de constituir una compañía anónima con un capital de cuatro millones de reales, repartidos en 4.000 acciones de 1.000 reales cada una.

Para llevar adelante su designio proponía las siguientes condiciones:

- El Rey se declararía protector de la empresa.
- El camino de hierro adoptaría el nombre de la reina María Cristina.
- La concesión sería por veinticinco años.
- Se autorizaría la expropiación de los terrenos necesarios, así como el corte de las maderas precisas de los montes comunales y baldíos, previo pago de su importe.
- Exención de los derechos de aduanas para la importación de materiales.
- Nombrar juez conservador¹³⁶ privativo del camino al capitán general de Andalucía.

A esta instancia, Calero acompañaba el plano de la fig. 231, donde se da una idea somera y elemental del trazado y un reglamento por el que se regiría la compañía anónima.

Comenzaba el reglamento describiendo el equipamiento de la empresa, que consistía en: la vía de hierro, un almacén y oficinas de la compañía en Rota, tres almacenes en Jerez, Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda, respectivamente; un muelle embarcadero en Rota, ocho casas para los guardavías, señaladas en el plano citado, dos máquinas de vapor llamadas “caballos de hierro”, dos coches para viajeros y dieciocho vagones o “carros de transporte”, para conducir los vinos y mercaderías. Con independencia de lo anterior, preveía comprar y establecer un barco de vapor para continuar el transporte de viajeros y mercancías desde Rota a Cádiz y viceversa.

El presupuesto, indicado en forma sumaria, consistía en dos partidas: 3.600.000 reales como coste de la vía, instalaciones, material y barco de vapor, y 400.000 reales para la adquisición de terrenos y edificación de los almacenes.

Una vez reunidos suscritores por 600 acciones, estos elegirían una Junta Administrativa del Camino compuesta de tres accionistas, poseedores de 15 acciones como mínimo. El capitán general presidiría esta Junta como juez conservativo, y Calero sería vocal nato de la misma, pudiendo concurrir a ella, uno y otro, cuando lo creyese oportuno. Las facultades de la Junta eran: reunir el importe de las acciones, llevar la contabilidad de la empresa y recaudar los ingresos del tráfico, previo nombramiento de los agentes necesarios.

¹³⁶ El juez conservador o conservativo tenía por misión moderar las opiniones encontradas de los asistentes a las Juntas y actuar como árbitro.

El reparto de los beneficios futuros, punto crucial de todo el negocio, quedaba sometido a las siguientes cláusulas:

- Se abonaría, prioritariamente, a los accionistas un 5 por 100 anual.
- El resto de los beneficios se dividiría en tres partes. Una de ellas pertenecerá a Calero, siempre que el rendimiento total no exceda del 20 por 100. Si excediera, tendrá derecho además a la mitad de este exceso.
- Los dos tercios restantes se destinarán, uno a repartirlo como dividendo y el otro para amortización de las acciones.

En su último artículo, el reglamento declaraba a Calero director nato del camino, encargado de su conservación y facultado para nombrar a los agentes precisos en el orden técnico. Aunque no se especificaba con claridad, quedaba también encargado de dirigir la construcción, cuestión que dio lugar a conflictos, como veremos después.

Pasados los veinticinco años de la concesión, Calero cedía gentilmente el 50 por 100 de sus beneficios en favor de la Real Caja de Amortización.

Como en el caso de Imbrechts, si la empresa tenía éxito, Calero podía embolsarse cientos de miles de reales, como consecuencia de una operación donde no había arriesgado otra cosa que el valor del papel de su instancia y del plano que la acompañaba¹³⁷.

Conforme el Gobierno con el parecer de Larrañendi, concedía a Calero el privilegio solicitado por R. O. de 30 de marzo de 1830. En dicho documento se especificaban, exactamente, las siete condiciones expuestas en su instancia.

Con este triunfo en la mano, Calero inicia su campaña de promoción, publicando un anuncio en la *Gaceta de Madrid* del 30 de abril, en el que se indica que la ganancia “será segura y crecida”.

En junio publica en Londres un folleto cuya portada se indica en la fig. 232. Incluía un extracto de la R. O. de concesión, el reglamento y el plano a que antes hemos aludido. Al final exponía las cuentas de la lechera, del modo siguiente:

¹³⁷ Como veremos más adelante, los beneficios previstos por Calero eran de 800.000 reales. De acuerdo con las cláusulas del reglamento, los accionistas recibirían el 5 por 100 del capital, es decir, 200.000 reales. La tercera parte del resto correspondía a Calero. Así pues, de ser ciertas sus previsiones, se embolsaría anualmente la bonita cifra de 200.000 reales.

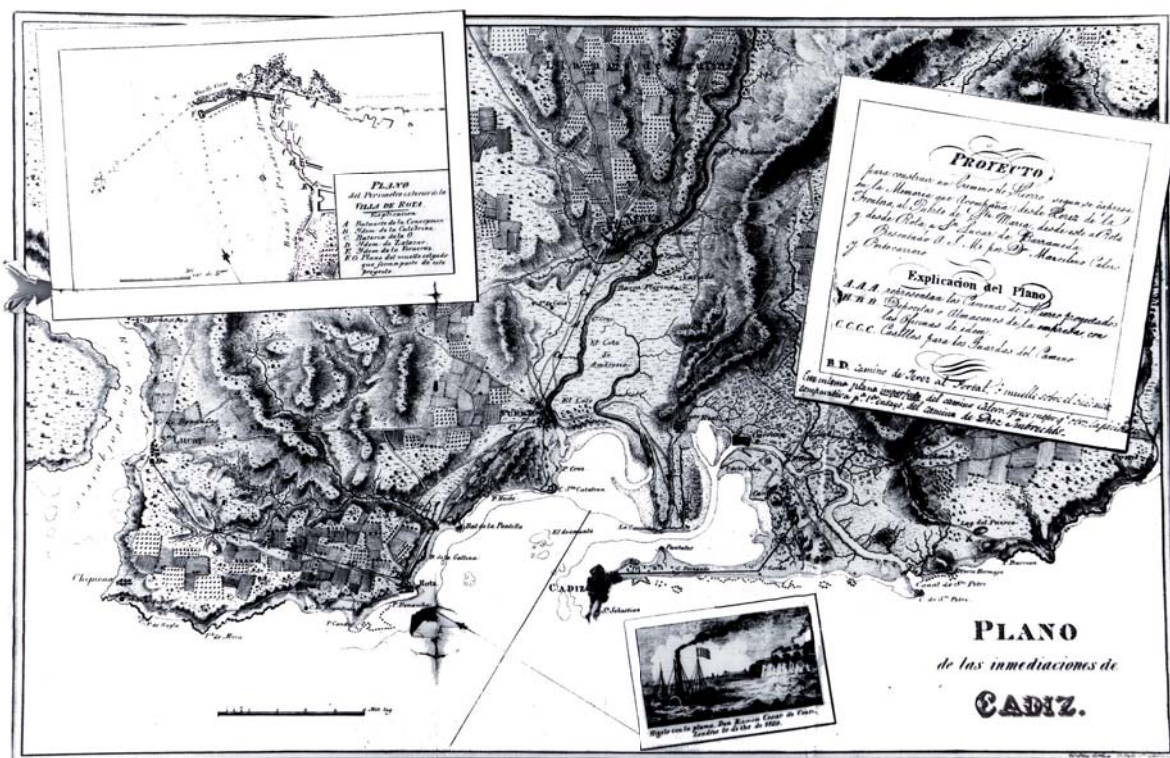


Fig. 231. Plano del ferrocarril de Jerez de la Frontera al Puerto de Santa María, Rota y Sanlúcar de Barrameda, proyectado por Calero. (Archivo General de la Administración).

Vinos	520.000
Viajeros	292.000
Barcos de vapor	182.500
Total ingresos	994.500
Coste de explotación	194.500
Beneficios	800.000

El coste actual del transporte de vinos es de 1.040.000 reales, pero como preveía reducir las tarifas en un 50 por 100, los ingresos por este tráfico serían 520.000 reales.

Inmediatamente hizo llegar el folleto al ministro de Estado, por conducto del embajador, en unión de un oficio de agradecimiento por la merced recibida. En su comunicación, el embajador hacía también saber que Calero había encargado la construcción de un modelo a escala reducida, con objeto de hacer demostraciones ante el público.

El impacto en el ministro fue tal, que éste se apresuró a recomendar al Rey se suscribiese en esta empresa “por un corto número de acciones”. Un informe de Larramendi, en agosto, indicaba que,

aunque estaba conforme con el proyecto, dudaba de su rentabilidad. En primer lugar, creía que el presupuesto sería muy elevado y, por otra parte, la línea de Imbrechts podía arrebatarle parte del tráfico. Sugería, en consecuencia, que el Rey se abstuviera de suscribir acciones.

La siguiente jugada de Calero fue trasladarse a Madrid, tomando habitación en la calle de las Infantas, en la Casa de los Canónigos. La *Gaceta* del 31 de agosto anunciaba que recibiría en su domicilio, de las once a la una del día, salvo los domingos, “a los que deseen instruirse en los pormenores de la empresa, examinar el plano, etc.”. También ofrecía la posibilidad de examinar el ferrocarril de juguete.

El mismo periódico del 23 de septiembre daba cuenta de la primera exhibición del modelo ferroviario ante Sus Majestades el pasado día 14, en uno de los salones del palacio real, “sobre un camino de hierro circular colocado en una grande mesa”. En la caldera del caballo de hierro o locomotor figuraba una placa con la inscripción: *Presentado a S.S. MM. CC. el señor don Fernando VII y doña María Cristina por don Marcelino Calero y Portocarrero, año de 1830*. El locomotor se ponía en actividad con el auxilio de una luz que hacía hervir el agua y producir el vapor, con gran admiración de los asistentes. Al día siguiente presentaba el juguete a los infantes, obteniendo los mismos elogios y plácemes que el día anterior. Emborrachado por el éxito, Calero hacía saber en la *Ga-*

ceta que el Rey se había suscrito por 60 acciones, y la Reina por 40, hechos completamente falsos, como antes indicamos.

Aunque el Ayuntamiento de Jerez se había limitado, en abril, a darse por enterado de una petición de Calero para que suscribiese acciones, el ministro de Hacienda, por orden del Rey, había tomado 20 acciones por valor de 10.000 reales.

Es preciso reconocer que la campaña publicitaria de Calero tuvo un cierto éxito, pues el 9 de abril de 1831 comunicaba al Gobierno haberse constituido la Junta Administrativa integrada por Francisco Cebey, Juan Bautista de Alvareda y Julián de Altuna. Esto significaba, de acuerdo con el reglamento, que había logrado colocar 400 acciones como mínimo.

En julio, el capitán general delega en el gobernador de Cádiz la presidencia de la Junta, pero éste es asesinado a los pocos días. Calero lo hace saber al Gobierno, quejándose, además, de que la Junta ha modificado el reglamento sin su consentimiento. Este es el punto inicial de un período de disensiones entre la Junta y Calero, que se extiende hasta septiembre de 1834.

En el expediente constan las intervenciones de Calero, la Junta y el capitán general, partidario de esta última, de las que no haremos mención por no fatigar a los lectores. La situación la resumía muy acertada-

mente el ingeniero Larramendi en uno de sus informes: “Este negocio, decía, se ha complicado y torcido, de manera que no deja de ofrecer dificultades para enderezarlo”. Calero hizo su proyecto desde Londres, decía, usando un mapa y sin practicar el reconocimiento del terreno. El ingeniero inglés que Calero hacía contratado le había dicho que el coste de la línea desde Rota al Puerto de Santa María lo estimaba en 1,2 millones de reales, excluido el material rodante y el embarcadero. Todo incluido, serían unos 2,5 millones de reales. La empresa es impracticable, concluía Larramendi.

Calero recurría al Gobierno para que destituyera a la Junta y ésta para que Calero se inhibiera de la empresa. En una de sus instancias, la Junta solicitaba el establecimiento de un impuesto, como había pedido Imbrechts, ante la falta de accionistas. En otra, Calero reclamaba 8.000 duros “ganados con el sudor de su frente” que había puesto en la empresa.

En medio de esta revuelta situación surge el italiano Francisco María Fassio comunicando al Gobierno, en instancia del 2 de septiembre de 1834, que Calero le ha traspasado su concesión. Fassio era un especulador sin escrúpulos que, como veremos más adelante, tuvo una amplia intervención en las concesiones de los primeros ferrocarriles españoles. La instancia no reflejaba la verdad, pues la escritura del traspaso no se firmaría hasta octubre del año siguiente. Fassio limitaba su petición a la línea de Jerez al Puerto y Sanlúcar, incluyendo el barco de vapor entre el Puerto y Cádiz. Decía estar de acuerdo con la Junta Administrativa y solicitaba el establecimiento del impuesto a que antes aludimos.

Escarmentado de tantos engaños, el Gobierno negaba la concesión del impuesto y por R. O. de 8 de octubre de 1834 concedía a Fassio un plazo de seis meses para presentar el proyecto del camino, pasado el cual caducaría la concesión.

Al término del plazo, la Junta Administrativa solicita un aplazamiento, lo que se otorga con suma benevolencia por R. O. de 7 de abril de 1835. En octubre, tres días antes de agotarse el nuevo plazo, Fassio se lamenta de no contar con suficiente número de accionistas. De ello considera responsable a la Junta y solicita que la cese el Gobierno, pero éste, por R. O. de 26 de octubre de 1835, declara caducada la concesión.

En noviembre, Fassio dirige su protesta al Gobierno por la anulación de la concesión, pero éste manifiesta que si la desea que la solicite nuevamente, lo que hace el 21 de marzo de 1836, a través de su apoderado José Rodríguez Utset. Por R. O. de 7 de junio se le otorga nueva concesión, siempre que inicie las obras en el plazo de un año y las termine cuatro después.

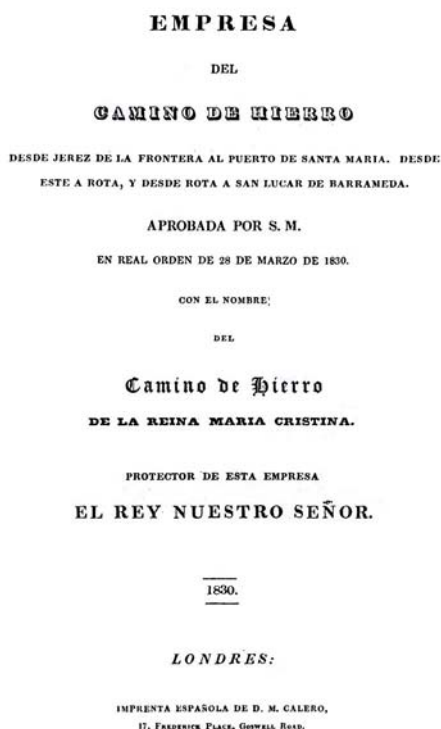


Fig. 232. Portada del folleto publicado en Londres por Calero (1830). (Archivo General de la Administración).

El 2 de agosto de 1837 se le concede un aplazamiento de seis meses con opción a otros seis, dadas las adversas circunstancias de la guerra civil¹³⁸. En abril de 1838 solicita el valor de las 100 acciones que Calero dijo habían tomado los Reyes, replicándosele que esto era incierto.

En vista de que no conseguía accionistas, Fassio marcha a Londres, donde logra engañar a unos cuantos capitalistas ingleses para que formen una titulada Compañía Anglo-Española de Caminos de Hierro, de la que sería director. El capital era de 125.000 libras, de las que se reservaba una cuarta parte a los capitalistas españoles. El beneficio anunciado era del 30 por 100, lo que demuestra que su único objeto era especular con la subida y bajada del valor de las acciones.

Así pues, en mayo de 1839, el Gobierno recibe una petición de esta compañía para un camino de hierro desde Jerez a Cádiz, lo que provoca su estupor, pues no se hacía constar si había un contrato de cesión de Fassio a la compañía.

A la vista de esta confusión, el Gobierno solicita informes del gobernador y de la Dirección General de Caminos, que los presentan en abril y mayo de 1840, respectivamente. De los mismos se deduce que Fassio “había atendido sólo a su interés particular, pero no al del país”.

En estos diez años sólo se había adquirido una faja de terreno de 411 m de anchura, por valor de 2.531 reales, y se había abierto una pequeña zanja en uno y otro lado, comenzándose a construir una mezquina casilla de piedra y barro, en cuya obra emplearon cuatro operarios algunas semanas de 1838. Fassio había eludido cuantas órdenes se le habían comunicado, sirviéndose de la concesión para su especulación particular sin mirar el decoro del Gobierno español.

Por R. O. de 24 de junio de 1840 se declaraba definitivamente caducada la concesión. En febrero del año siguiente, Fassio protesta de la decisión, pero se decreta no dar curso a más reclamaciones. Quince años después, Fassio no había perdido las esperanzas, pues en instancia del 24 de febrero de 1855 indicaba que, “sin motivo alguno”, se había declarado nulo su privilegio. Lo cierto es que, por esta época, la cuestión ferroviaria entraba en vías de solución y, naturalmente, Fassio no quería perder el tren en esta ocasión¹³⁹.

¹³⁸ Se trataba de la primera guerra carlista (1832-1839), que finalizaría el 31 de agosto de 1839 con el famoso abrazo de Vergara entre los generales Espartero y Maroto.

¹³⁹ El despegue de la construcción ferroviaria en España se inicia con la Ley General de Ferrocarriles del 3 de junio de 1855, por la que se concedían subvenciones a las em-

El ferrocarril de Madrid a Aranjuez

El 7 de junio de 1830 se recibía una petición, firmada por Francisco Xavier de Burgos, consejero honorífico de Hacienda; José Joaquín del Álamo, brigadier de Caballería y gentil hombre de Cámara de S. M.; Joaquín Vizcaíno, marqués de Ponteijos; y Diego Ramón Somera. Se refería ésta a un camino de hierro desde Madrid a Aranjuez que, en opinión de los proponentes, impulsaría el desarrollo de Aranjuez, aumentaría la pompa de las solemnidades cortesanas y, en abril o mayo, “concentraría a los madrileños que, saliendo de casa a media mañana, comerían en Aranjuez para volver al Prado por la tarde, lo mismo que se hace, hoy día, con Vista Alegre”.

Es preciso reconocer que los proponentes exponían una idea completamente original, por lo que se refiere a unir la Corte con un palacio real próximo y a fomentar el recreo y esparcimiento de los madrileños. La misma idea surgió, años después, en Rusia, como vimos antes, y más tarde en Francia con los ferrocarriles de Versalles¹⁴⁰.

Las condiciones exigidas en la solicitud eran las siguientes:

1. Concesión por veinticinco años.
2. Facultad para atravesar puentes, pueblos, vegas propiedad del Estado o mediante indemnización si son de propiedad particular.
3. Exención de impuestos y derechos de aduanas de sólo un 1 por 100.
4. Establecer portazgos en los puentes que se construyan.
5. Protección real y auxilio de la justicia de los pueblos.

El 28 de junio informaba Larramendi sobre esta solicitud. El proyecto le parecía factible, aunque lo consideraba muy costoso. Nada se oponía a la concesión, pues según él, la condición segunda debía referirse al puente sobre el Jarama, sobre el que los solicitantes pensaban tender el ferrocarril en el borde de la carretera, y en esto no había inconveniente. Con estos antecedentes, se verificaba la concesión provisional por R. O. de 25 de agosto de 1830.

presas, aparte de otros privilegios. En febrero de ese año, fecha de la instancia de Fassio, la ley se debatía en el Congreso de los Diputados.

¹⁴⁰ El interés de los capitalistas por construir una línea férrea de París a Versalles fue tal, que la Ley de 9 de julio de 1836 autorizó dos, con trazados que discurrían por las respectivas márgenes del Sena. El de la margen derecha, financiado por Rothschild, tenía 19 km y fue inaugurado el 2 de agosto de 1839. El de la margen izquierda, a cargo del banquero Fould, era de 18 km y se inauguró más tarde, el 8 de septiembre de 1840.

El siguiente documento del expediente es de cuatro años después, lo que demuestra el poco éxito de esta empresa en reunir el capital necesario. Se trata de una instancia del 3 de noviembre de 1834 en la que Burgos se disculpa por su falta de actividad. Debido precisamente a ello, amplía sus peticiones solicitando mayores favores del Gobierno. Entre ellos, cabe destacar la petición de propiedad perpetua del camino, cesión gratuita de terrenos comunales, aprovechamiento de leñas, madera y carbón, pastos, prados y ejidos, presidiarios para las obras, exención de toda clase de impuestos, concesión del título de barón al accionista que suscriba un millón de reales y el de marqués al que suscriba más de dos millones. A estas peticiones se unía otra más curiosa aún: facultad exclusiva para explotar las minas de carbón que se descubran en una faja de terreno, dos leguas a cada lado de la línea.

Volvía a informar, de nuevo, Larramendi —ahora director general de Caminos— de manera extensa. En resumen, decía, estos señores solicitan numerosas mercedes y, como contrapartida, ofrecen, de un modo vago, construir un ferrocarril, sin obligación y garantía alguna de su parte.

La realidad del asunto es que el 1 de marzo de 1834, es decir, ocho meses antes de la instancia de Burgos, los solicitantes habían cedido sus derechos al especulador Francisco María Fassio. En la escritura de cesión, Fassio se concedía un plazo de seis meses para aceptar el traspaso. Los otorgantes vendían su concesión por el 0,16 por 100 de los beneficios futuros, concretados en acciones. Se deducía de la escritura que el último de los solicitantes, Diego Ramón Somera, posiblemente un comerciante, había resultado ser el pagano de esta triste historia. Así, una cláusula estipulaba que, cuando el camino se concluyera, se le abonarían los 46.000 reales de que, con toda candidez, se había desprendido para abonar los costes de los planos y memoria del proyecto del ferrocarril, confeccionado por el ingeniero de caminos Antonio Arriete¹⁴¹.

El 27 de febrero de 1835 se prorrogaba el plazo de seis meses que Fassio se había impuesto para aceptar la cesión, y no hay duda que debió irlo prorrogando hasta el agotamiento físico de unos y otros, ya que la empresa nunca logró reunir el capital necesario.

El ferrocarril de Bilbao a Burgos

Proponía este ferrocarril la Diputación de Vizcaya que, en un escrito de 1831, hablaba de “la necesidad de establecer un camino de hierro desde Bilbao a Burgos con objeto de dar salida por su puerto a las mercancías del interior”. Como el puerto de Orduña constituía una dificultad insuperable para tender la línea, sugería la Diputación llevar el trazado por Valmaseda y desde este punto a Bercedo, situado en la carretera de Burgos. Las ventajas las cifraba en un ahorro de dos leguas y en la menor declividad de las cuestas, lo que permite “hacerse por ellas el carril de hierro con el ascenso que permite esta clase de obras”.

La Diputación pretendía que la prolongación del ferrocarril desde Bercedo a Burgos la costeara la llamada Junta de Burgos.

Se llegó a redactar un anteproyecto de la línea y se formalizó un avance de propuesta. Desde Bilbao a Valmaseda, el ferrocarril tendría 5,5 leguas (30,6 km) y un coste de 1,8 millones de reales. Prolongarlo hasta Bercedo costaría tres millones de reales.

La guerra carlista iniciada en 1833 acabó fulminantemente con este proyecto.

El ferrocarril de Reus a Tarragona

Ignoramos los motivos que llevarían a Francisco María Fassio a proponer esta insignificante línea, pero el hecho es que solicitó su concesión el 3 de marzo de 1833. Pedía exención de derechos de aduanas y que se le cediera una faja de terreno de 21 a 25 m de anchura para el tendido del camino de hierro.



La reina Isabel II

¹⁴¹ No hemos encontrado estos planos y Memoria en el Archivo General de la Administración.

Pasada la instancia a informe del capitán general de Cataluña y el intendente, ambos coinciden en considerar el proyecto muy ventajoso para la prosperidad del Principado. En lo que no se ponen de acuerdo es en el trazado. El gobernador y Corporaciones de Tarragona apoyan el trazado solicitado, en tanto que el Ayuntamiento de Reus pretende que la línea vaya de Reus al puerto de Salou.

El 29 de julio, Fassio manifiesta que ha encontrado un capitalista para que financie su empresa: Matías Solórzano, un vecino y comerciante de Orihuela. Solicitan mancomunadamente la concesión por treinta años.

El informe sobre esta concesión, realizado por la Dirección General de Correos y Caminos en 20 de julio, resulta muy interesante, por cuanto es el primer documento oficial en el que se trata de la política del transporte ferroviario. Según la Dirección, un ferrocarril se justifica por su tráfico, de modo que si éste no llega a 50.000 t anuales, la empresa no resulta rentable. En las concesiones de Imbrechts y Calero, decía, el tráfico previsible no llegaba ni a la mitad de este valor, razón por la cual fracasaron en su búsqueda de capital. En cuanto a la línea de Reus a Tarragona, el tráfico previsible puede asegurarse que tampoco llegara a esta cifra. Sugería al Gobierno, por lo tanto, que resultaba mucho más importante abrir caminos carreteros desde Tarragona y Reus a Mora de Ebro y el alto Aragón, que construir este ferrocarril. En su opinión, estos caminos aportarían el tráfico afluente que el ferrocarril necesitaba para subsistir. En cualquier caso, terminaba, haría falta, para enjuiciar la concesión, que Fassio aportara los planos, el proyecto, presupuesto y el tráfico que preveía canalizar por esta línea.

Por R. O. de 29 de julio de 1833 se solicitaron estos datos a Fassio, quien replicó el 6 de agosto, de forma vaga, manifestando que se propone construir el ferrocarril en seis meses. Preveía erigir almacenes en Reus y Tarragona y casitas para los guardavías cada 1,5 km. El presupuesto lo estimaba en tres millones de reales y el tráfico en:

Mercancías:

- 30.000 pipas de vinos y aguardientes.
- 20.000 sacas de avellanas y almendras.
- 3.000 carros para el transporte de azúcar, café, bacalao y otros efectos.

Viajeros:

No se podía precisar su número hasta tanto no se construyese el camino.

A todo ello acompañaba un plano del trazado, que debía ser muy esquemático e impreciso, pues, decía,

podría ser modificado en el momento de la construcción¹⁴².

La Secretaría del Ministerio de Fomento opinaba que se debía acceder a la petición de Fassio por cuanto la empresa se haría a su costa y sin contribución del Estado, lo que dio lugar a la R. O. de 21 de octubre de 1833 por la que se le otorgaba la concesión provisional por treinta años, se le eximía de los derechos de aduanas para el material importado que no se fabricase en el país y se le obligaba a formalizar una escritura comprometiéndose a cumplir sus compromisos.

Se llegaron a redactar por la Dirección General de Correos y Caminos las bases que debían incluirse en esta escritura, pero ésta nunca llegó a firmarse.

A finales de 1834, Fassio solicitó que el Gobierno concediera el título de barón a los suscriptores de acciones por valor de un millón de reales, lo que se le concedió sin inconveniente.

Según García Venero, la concesión caducó en 1838, pero este dato no consta en el expediente que hemos consultado.

El ferrocarril de Madrid a Aranjuez y Alicante

El protagonismo de esta historia corresponde a Pedro de Lara y Meliá, un hombre *iluminado* por el ferrocarril, aunque no, desgraciadamente, por su técnica.

Ignoramos el lugar y fecha de su nacimiento, pero se consideraba catalán, por haber residido muchos años en Barcelona. En 1837 se encontraba en Méjico como miembro de una comisión hidrográfica para el reconocimiento de las costas. Al año siguiente aparece en Cataluña ejecutando trabajos topográficos en Mataró y Granollers a las órdenes del ingeniero militar Antonio Montenegro. Hacia 1840 reside en Barcelona, pasando en 1843 a Alicante y, posteriormente, a Madrid. Según manifiesta en una de sus instancias, durante su estancia en Méjico viajó a Estados Unidos para estudiar sus ferrocarriles, pero no debió sacar mucho provecho de la visita, como veremos a continuación.

Lara nos ha dejado tres obras: dos tratados elementales de aritmética y el *Proyecto y Memoria sobre el ferrocarril de Aranjuez* (fig. 233), que luego comentaremos.

El 27 de noviembre de 1843 eleva instancia al Gobierno, desde Alicante, “en nombre propio y del de sus hijos y compañía”. Al parecer, había convencido a

¹⁴² Tampoco hemos encontrado este plano.

las fuerzas vivas de Alicante acerca de la conveniencia del ferrocarril, como lo demuestra una exposición dirigida al Gobierno por las autoridades, corporaciones, comercio y propietarios de esta ciudad, del 1 de diciembre, en la que éstas apoyan fervorosamente la propuesta. Entre sus protectores, cabe destacar al conde de Santa Clara, que se constituye en su más firme valedor.

Recibida la instancia por el Gobierno, éste le autorizó en enero de 1844 a realizar los trabajos topográficos, pero nada hizo Lara, debido, según decía, al pronunciamiento de Alicante.

“Tantas y tan continuadas contrariedades” le convencen de que no logrará el éxito, motivo por el cual vuelve de nuevo a dirigirse al Gobierno el 6 de marzo de 1844, reduciendo su solicitud a sólo el tramo de Madrid a Aranjuez. A la petición acompañaba 16 bases o condiciones para la concesión.

Estudiada la instancia por la Dirección General de Caminos, se mostraba ésta favorable en su informe, tanto a la propuesta como a las bases, excepción hecha de la número 12, relativa a la utilización de presidiarios en las obras. De acuerdo con este informe, el Gobierno, por R. O. de 25 de abril de 1844, autorizaba la concesión con carácter provisional, fijando un plazo de seis meses para presentar el proyecto y las tarifas, así como la justificación de haberse constituido una sociedad anónima y suscrito el 75 por 100 del capital.

La Empresa del Camino de Hierro de María Cristina

El primer paso para constituir una sociedad, entonces y ahora, consiste en buscar personas influyentes y respetables para que figuren al frente de la misma. Nuestro protagonista, Lara, busca y halla las necesarias para formar la sociedad fundadora, con la siguiente composición:

Presidente: Juan de Guadalfajara, duque de Castroterreño, capitán general y senador por Zamora

Secretario: Pelegrín J. Saavedra, magistrado de la Audiencia de La Coruña y diputado por León

Vicesecretario: Vicente Escofet, hacendado

Tesorero: José María López, comerciante

Vocal: el conde de Santa Clara, propietario, precisamente el mismo que le ayudó en Alicante.

A propuesta del duque, la Reina madre acepta, el 19 de mayo de 1844, poner su nombre a la empresa, y con este marchamo oficial se inicia la publicidad para reclutar socios mediante anuncios en

PROYECTO Y MEMORIA

DE

DON PEDRO DE LARA Y MELIA,

INDIVIDUO DE LA SOCIEDAD ECONÓMICA DE AMIGOS DEL PAIS DE ALICANTE, SOCIO CORRESPONSAL DEL LICEO ARTÍSTICO Y LITERARIO, DE LA MISMA, SOCIO DE MÉRITO DE LA EMPRESA DEL CANAL DE TAMARITE DE LITERA, PREMIADO EN OPOSICION SOBRE RIEGOS CON LA MEDALLA DE ORO DE 2.^a CLASE POR LA SOCIEDAD ECONÓMICA DE VALENCIA, Y OTRAS MENCIONES HONORÍFICAS,

QUE PUEBLA

COMO AUTOR Y DIRECTOR ESPECIAL

De la Empresa del camino de hierro de María Cristina

DEL QUE ES PROTECTORA

S. M. LA REINA MADRE DOÑA MARIA CRISTINA DE BORBÓN.



MADRID: 1844.

Imprenta de D. N. Sanchez, calle de Jardines núm. 36.

Fig. 233. Portada de la obra editada por Pedro de Lara (1844). (Biblioteca Nacional).

los periódicos y cartas a las Corporaciones locales y sociedades económicas de España y Cuba.

El 20 de mayo tienen lugar dos hechos importantes: el presidente de la sociedad fundadora solicita del Gobierno la prolongación de la concesión hasta Alicante y se firma la escritura de cesión de los derechos de Lara a la sociedad. En este contrato se fija el capital en 20 millones de reales, repartidos en 10.000 acciones de 2.000 reales. La cesión de los derechos de Lara comportaba las siguientes cláusulas:

- Se le nombraba director de las obras en su “parte científica” y se le atribuía “la misma dirección especial para constituir la sociedad”.
- Quedaba designado inspector vitalicio de la sociedad con un sueldo anual de 20.000 reales como mínimo y vocal nato de las Juntas directivas y del Gobierno¹⁴³.

¹⁴³ Para dar una idea del nivel de este sueldo, baste decir que un inspector general, la categoría máxima en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, ganaba 36.000 reales anuales.

- Se le cedían 300 acciones en tres plazos, el primero nada más constituirse la sociedad, y el segundo y tercero, contra la entrega de los planos hasta Albacete y Alicante, respectivamente, caso de que el Gobierno autorizase la prolongación.

Esta petición de prolongación hasta Alicante también fue favorablemente resuelta por el Gobierno en la R. O. de 23 de agosto de 1844. Comparando esta Real Orden con la de 25 de abril, hasta Aranjuez, se observan importantes discrepancias.

Esta de Aranjuez se concede por cien años, en tanto que la de Alicante es perpetua. En la segunda se concede la exención de los derechos de aduanas, mientras que en la primera no, aunque se limita a las máquinas y carruajes, olvidándose los carriles y demás accesorios de la vía. En la de Alicante, los terrenos comunales de los Ayuntamientos se cedían gratuitamente, pero en la de Aranjuez, no.

En ambas concesiones figuraba una base que, aprobada ingenuamente por el Gobierno, facultaba exclusivamente a la empresa para “construir pozos y fuentes que deban surtir los ferrocarriles, edificios de fábricas, fundiciones y demás en todas sus líneas”. Tenía por objeto esta cláusula impedir que cualquier transportista pudiera utilizar sus propias locomotoras por la línea, en contra del principio de libre circulación, consagrado por la legislación inglesa y extendido a las concesiones de Europa continental.

Con el fin de reforzar la campaña publicitaria, Lara crea y financia dos publicaciones: *Boletín de Empresas* y *España Administrativa*. La primera de ellas era el órgano oficial de la sociedad, la otra se utilizaba como apoyo de un periódico aparentemente independiente. En la primera de estas publicaciones se incluyen relaciones de los nuevos socios, que en total alcanzan 61 suscriptores. Entre éstos cabe destacar a los banqueros Rothschild, representados por Daniel Weisweiller, y a José de Salamanca, que formaba parte de la Junta de Gobierno de la sociedad. Los resultados de la campaña no debieron ser muy alentadores, por cuanto el 4 de noviembre de 1844 se dirigía Lara al Gobierno solicitando se le concediera una garantía de interés del 3 por 100 o más, desde el momento en que estuviera concluido el ca-

mino¹⁴⁴. Lisa y llanamente decía en su solicitud que uno de los principales obstáculos para su empresa era la desconfianza de los accionistas. El 6 de diciembre, una vez expirado el plazo de seis meses que se le había estipulado¹⁴⁵, solicitaba una prórroga de dos meses, a la vista del mal cariz del negocio.

El proyecto del ferrocarril

Aunque el *Proyecto y Memoria del ferrocarril de Aranjuez* quedó incompleto, su contenido permite hacer un análisis crítico del mismo. De las 36 páginas publicadas, se dedican 19 a un discurso grandilocuente sobre la utilidad del ferrocarril en general y el de Aranjuez y Alicante en particular. En éste, como en todos sus escritos, Lara se presenta no como un hábil promotor de negocios rentables, sino como el portador de una buena nueva: el invento del ferrocarril. Nunca dejó de insistir en haber sido el primer español que introducía en el país esta maravilla.

En la fig. 234 se muestra el trazado estudiado por Lara. El origen de la línea se encuentra en las inmediaciones del puente de Toledo, situando la estación entre la actual autovía M-30 y la calle de Antonio López. En aquellos años, el puente de Toledo quedaba a las afueras de la capital, pero Lara, en su afán de economizar, situaba allí la estación con objeto de evitar un puente sobre el Manzanares. Comercialmente, el lugar era inadecuado, como le hizo ver un contemporáneo al sugerir el Prado como lugar más apropiado, pero esta posibilidad hubiera resultado mucho más costosa¹⁴⁶.



José de Salamanca (1811-1833), promotor de la línea de Madrid a Aranjuez. (Archivo RENFE).

La línea se dirige hacia el sur por el lado izquierdo de la carretera de Andalucía, dejando a su derecha el cerro de los Ángeles y Getafe. Des-

¹⁴⁴ Garantía consistente en que el Estado aseguraba al concesionario un beneficio anual del 3 por 100, abonando la diferencia en caso de que éste fuera menor. En los años en que el beneficio superaba el 3 por 100, el concesionario debía destinar la mitad del exceso a devolver la subvención concedida durante los años con bajo beneficio.

¹⁴⁵ La concesión del ferrocarril de Madrid a Aranjuez tuvo lugar el 25 de abril de 1844. El plazo de seis meses concluía el 25 de octubre.

¹⁴⁶ Véase *El Globo* del 5-11-1845. Iniciar el ferrocarril en el paseo del Prado hubiera exigido un enorme terraplén o viaducto desde Atocha hasta pasado el Manzanares.

pués de cruzar el arroyo del Culebro, se aproxima a Valdemoro, para descender al Jarama por el valle del arroyo de la Cañada, como el ferrocarril actual, aunque por la ladera opuesta. Desde Ciempozuelos, el trazado es similar al actual, excepto en la parte final. Aquí, para evitar un puente sobre el Jarama, se deriva un ramal de la línea general de Alicante que termina en la plaza o explanada frontera con el palacio de Aranjuez. En buena técnica de explotación, el procedimiento no es correcto, pues implica salir de Aranjuez hacia Alicante mediante una maniobra por retroceso¹⁴⁷.

La línea tiene 51,9 km —la actual es de 48,6 km— y es de vía única, aunque se prevé la infraestructura para vía doble. Debía confiar muy poco en el tráfico afluente, pues no prevé más que una estación intermedia en Ciempozuelos.

El perfil es muy suave, incluso mejor que el actual, sin exceder pendiente de 8,3 por 1.000, y las curvas de 402 m de radio (fig. 235). No se menciona en el proyecto un parámetro tan importante como el ancho de la vía, si bien puede deducirse del contexto que era el internacional de 1,435 m, pues la anchura de la plataforma se fijaba en 6,96 m para dos vías.

El material rodante constaba de cuatro locomotoras inglesas de la sociedad Bury, Curtis and Kennedy, 20 coches de viajeros para cada una de las tres clases y 100 vagones para mercancías. Las locomotoras de dos ejes disponían de cilindros de 30,4 cm de diámetro y 45,7 cm de carrera, con una potencia de 145 CV (en el texto se indican 45 CV erróneamente). Con este parque de material se preveía disponer de dos trenes en servicio y dos en reserva.

La cuestión económica aparece apenas esbozada. Así, sugiere unas tarifas de 0,048 pesetas por viajero-km y 0,123 pesetas por tonelada-km, que son francamente bajas. El coste total del camino lo estima en 4.165.162 pesetas, lo que da lugar a un coste por km de 80.254 pesetas, también sumamente económico. Es de alabar en Lara su deseo de no importar más que los materiales estrictamente necesarios. Tenía ofertas de la ferrería de Bonaplanta¹⁴⁸, decía, para la fabricación de los cojinetes de apoyo del carril y el pequeño material de vía. En cuanto a los

coches y vagones, preveía importar sólo las piezas de hierro y construir en España la obra de madera con los planos facilitados por el fabricante.

Hemos comparado el plano de Lara con el mapa topográfico nacional, previa modificación de la escala, y se han detectado importantes errores en la planimetría¹⁴⁹. Aunque Lara había hecho trabajos topográficos en su juventud, la realidad es que este trabajo resulta impresentable. Lo más probable es que no dispusiera de los aparatos adecuados, que en aquellos años eran sumamente costosos.

Cuestiones técnicas

A mediados de noviembre de 1844, Lara tenía que soportar otra desgracia. Un artículo de “una persona inteligente en la materia” publicado en *El Globo* del día 19 le atacaba personalmente. Manifestaba su autor la intención de abrir una polémica, a través del periódico, sobre un prospecto relativo al ferrocarril de Alicante, que Lara había distribuido profusamente¹⁵⁰. Al parecer, su contenido infringía uno de los postulados de la técnica publicitaria: la mentira ha de ser convincente.

El articulista lanzaba contra Lara dos proyectiles mortíferos. Se refería, en primer lugar, a que los autores del proyecto “aventuraban algunas promesas que por ser demasiado brillantes y seductoras” podrían resultar fallidas y, a continuación, al fracaso de muchas obras públicas españolas debido a la precipitación y “la ignorancia de los que las han proyectado”.

Sus objeciones, en resumen, eran las siguientes:

- La velocidad de los trenes, prevista por Lara, era fabulosa, dado que se recorrería la línea de 423 km en siete u ocho horas¹⁵¹.
- Los carriles eran muy débiles y, por consiguiente, incompatibles con el peso de las potentísimas locomotoras que se requerirían para

¹⁴⁷ Este mismo error fue cometido por el ingeniero inglés Green, proyectista del ferrocarril que más tarde se construiría. Durante muchos años, los trenes tuvieron que realizar esta maniobra por retroceso, hasta que en 1926 la Compañía MZA trasladó el servicio a la estación actual. De la antigua estación aún se conservan rastros.

¹⁴⁸ De la ferrería Bonaplata surgiría después la Maquinista Terrestre y Marítima.

¹⁴⁹ Al superar ambos planos, haciendo coincidir en ambos el trozo inicial de la línea, el palacio de Aranjuez aparece en el plano de Lara desviado 5,6 km hacia el este y 900 m hacia el norte. Por supuesto, tampoco hay coincidencia en la situación de los pueblos, el cauce de los arroyos ni en el trazado de la carretera de Andalucía. También hay error en la altura de las trincheras, que Lara estima en 11 m. La realidad es que éstas tendrían de 30 a 40 m al paso por la divisoria situada en las proximidades de Pinto.

¹⁵⁰ Este prospecto no ha sido hallado.

¹⁵¹ Esto suponía una velocidad media de al menos 67 km/h, teniendo en cuenta las paradas. Las locomotoras citadas por Lara a lo más que llegaban era a 38 o 40 km/h en un perfil suave. Véase E. L. Ahrons: *The British Steam Railway Locomotive, 1825-1925*. Londres, 1969.

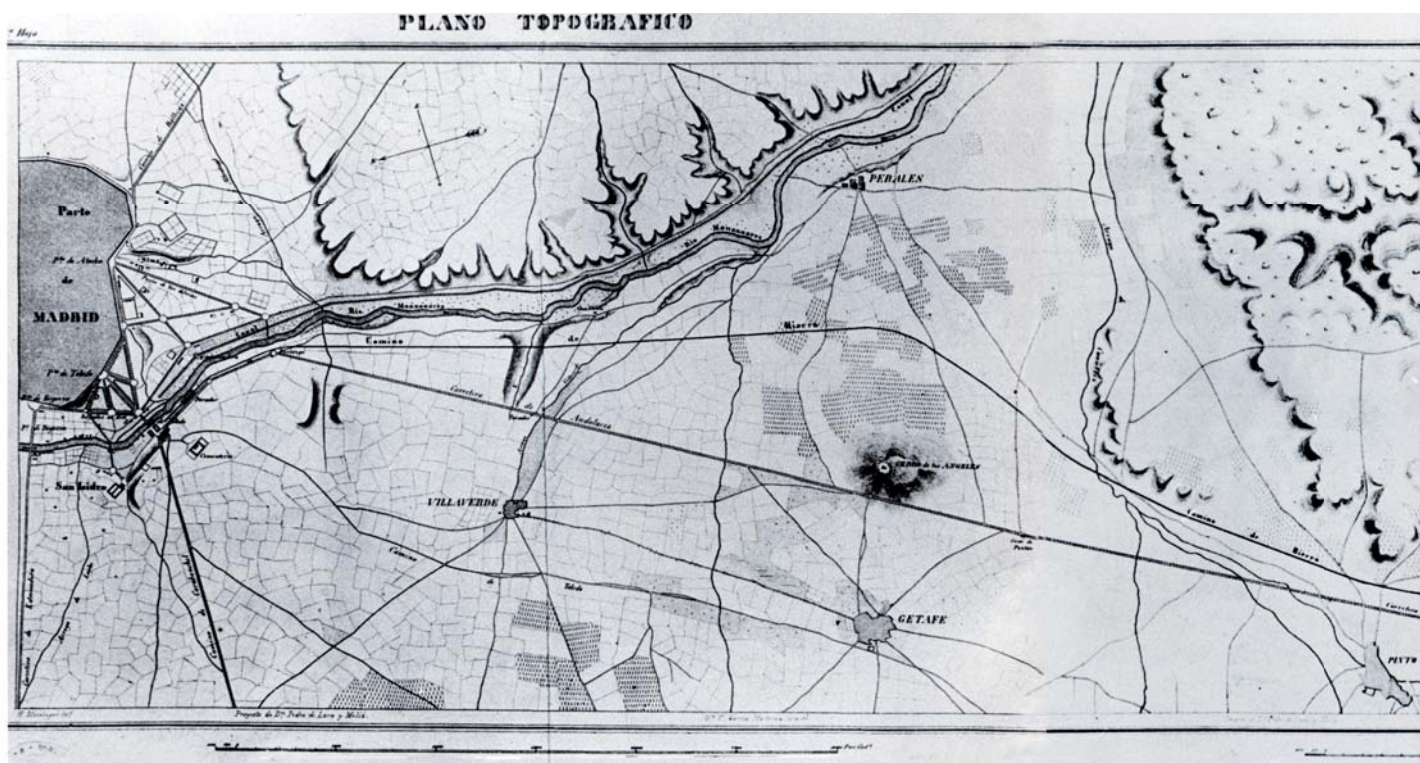


Fig. 234. Plano del ferrocarril de Madrid a Aranjuez, proyectado por Pedro de Lara (1844).

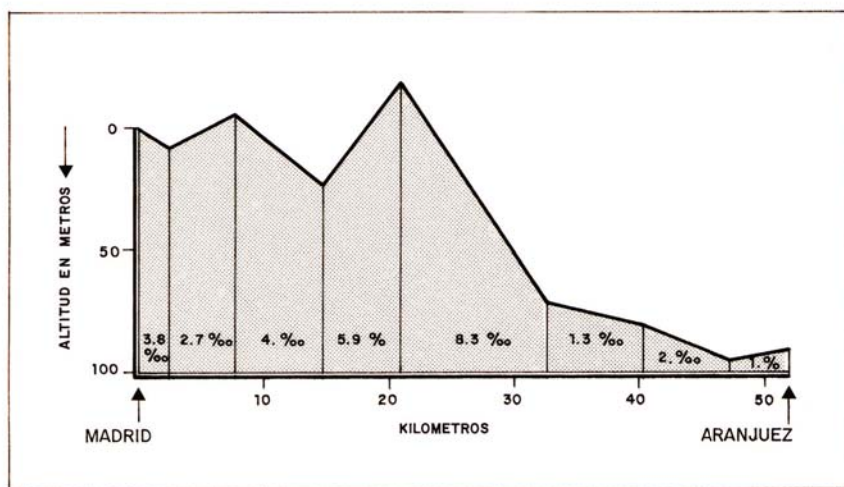


Fig. 235. Perfil longitudinal del ferrocarril de Madrid a Aranjuez, proyectado por Pedro de Lara (1844). Los datos para confeccionar el perfil se han obtenido del proyecto y Memoria antes citados. (Dibujo: Luis Biela).

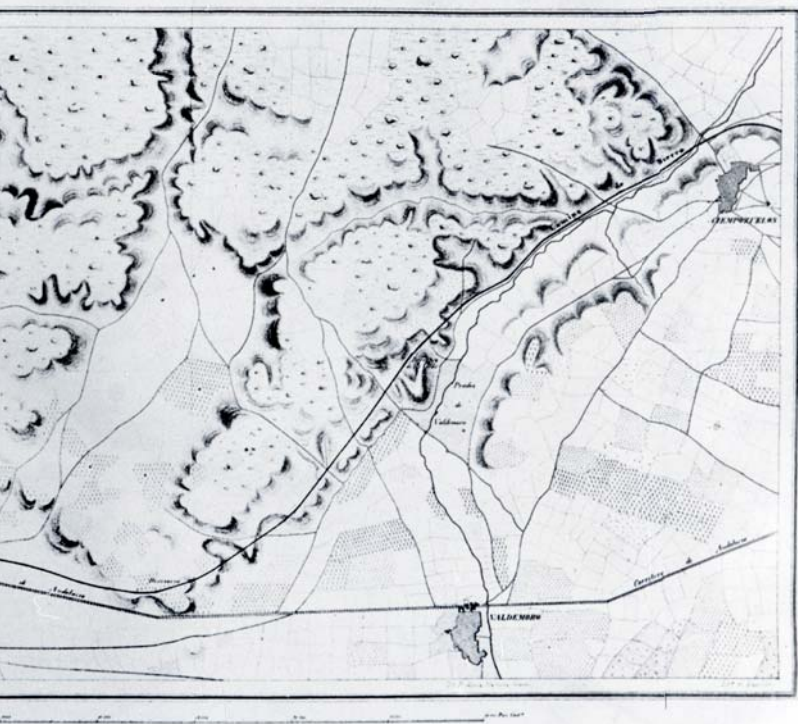
alcanzar tan enorme velocidad. El carril previsto de 13,7 kg/m habría de sustituirlo por otro de 27,5 kg/m, lo que implicaba incrementar el presupuesto en 4,7 millones de pesetas.

- A la vista del tráfico previsible de 200 viajeros y 372 t diarias, resultaba insuficiente el parque de material. Según el articulista, se necesitaban 32 locomotoras que importaban 10 millones de pesetas y había que prever un incremento en los costes de explotación de 12 millones.
- El presupuesto del camino, evaluado en 30 millones de pesetas, era una cantidad ridícula. Equivalía a 89.834 pts/km, muy inferior al coste de otros ferrocarriles extranjeros.

- La rentabilidad del 32 por 100 anunciada por Lara era una fantasía, consecuencia de abultar los ingresos y abaratar la inversión y los costes de explotación.

El día 21, tres días después, Lara replicaba en *El Globo* con una carta desdeñosa. Estando próximo el día, decía, en que habría de presentar el proyecto al Gobierno, no consideraba prudente tratar estas cuestiones, hasta tanto diera éste su fallo. Sin embargo, el día 27 enviaba otra carta al mismo periódico, esta vez más extensa. Manifestaba en ella que sus muchas ocupaciones le impedían replicar al articulista en forma detallada. Si éste se hubiera diri-

DEL CAMINO DE HIERRO



(Biblioteca Nacional).

gido a él en privado, como habían hecho “varias notabilidades”, hubiera disipado sus dudas. A pesar de ello, la réplica a los contundentes argumentos del articulista carecía de fuerza convincente. Para adornar el escrito, no faltaban en él las coletillas acostumbradas: “los infinitos sacrificios”, “todo en obsequio del público más que en defensa propia”, etcétera. *El Globo* no replicó.

La traición de Salamanca

En noviembre de 1844, José de Salamanca, miembro de la Junta de Gobierno de la sociedad, participaba en otros negocios ferroviarios y contaba con el asesoramiento necesario para saber que el proyecto del ferrocarril de Aranjuez era una fantasía¹⁵². En cualquier caso, el artículo de *El Globo* remachaba la cuestión.

¹⁵² José de Salamanca y Mayol (1811- 1883), abogado, político, banquero y experto negociante. Hombre pródigo hasta el exceso, protegió las artes con generosidad. Se arruinó en 1849 y 1863, aunque pudo rehacer su fortuna. Promovió el barrio de Salamanca madrileño, pero este y otros negocios desgraciados acarrearón su ruina definitiva poco antes de su muerte. Salamanca participó desde el primer momento en casi todas las compañías ferroviarias que se formaron a partir de 1844. Construyó la línea de Madrid a Alicante, que después vendería a los franceses creadores de la Compañía MZA. También construyó ferrocarriles en el Estado Vaticano y en el Canadá.

Astutamente, Salamanca planteó en la Junta celebrada el día 21 la apurada situación de la empresa de María Cristina por la falta de socios. Se decidió designar una comisión integrada por Salamanca, Lara y el teniente general conde de Yumurri para que estudiara la cuestión. El conde, a la vista de lo espinoso del asunto, delegó en otro socio.

El informe de la comisión atacaba a Lara y concretamente los estatutos de la sociedad por los que se concedían a éste un sueldo vitalicio y 300 acciones, como vimos anteriormente. Lara replicó con un voto particular en el que indicaba que las cláusulas de los estatutos, en favor suyo, eran concesiones que se había reservado “con mucha mezquindad”. Al final manifestaba que estaba dispuesto a rescindir el contrato de cesión de la concesión si se rechazaba su alegato. La amenaza surtió efecto, pues la Junta de Gobierno rechazó el informe de la comisión y aprobó el voto particular de Lara por unanimidad.

A partir de este incidente, la Empresa del Camino de Hierro de María Cristina se lanzó a tumba abierta por la pendiente de la fantasmagoría. Así, en la Junta celebrada el 27 de diciembre, “dieron por reunidas las tres cuartas partes del capital”; en la de 10 de enero designan la Junta de Gobierno —continuaba participando en ella Salamanca— y la Junta directiva de la futura compañía; finalmente, en la de 13 de enero se comunica al público haberse formalizado ante el notario Ignacio Palomar la escritura de traspaso de la concesión a la compañía encargada de la construcción del ferrocarril¹⁵³.

Seis días después, el 19 de enero de 1845, se reúnen de nuevo para comentar la R. O. de 31 de diciembre de 1844 que ese día publicaba la *Gaceta de Madrid*. Esta disposición, considerada unánimemente como el documento más importante de la historia ferroviaria española, regulaba las nuevas concesiones y establecía un pliego de condiciones generales normalizado¹⁵⁴. El aspecto más inquietante de la disposición era la exigencia de un depósito del 10 por 100 del importe del presupuesto como requisito previo para la concesión. Como consecuencia de esta reunión se decidió recurrir al Gobierno. Se elevaron dos instancias al Gobierno, firmadas por Lara

¹⁵³ Hemos consultado el protocolo foliado del notario Ignacio Palomar en el *Archivo Histórico de Protocolos* y no figura la escritura mencionada. Todas estas noticias se publicaron en el *Boletín de Empresas*, pero ninguna se ajusta a la verdad.

¹⁵⁴ Como veremos, en el Apéndice a este trabajo, esta R. O. fue consecuencia del célebre Informe de 2 de noviembre de 1844, redactado por los ingenieros Juan Subercase, José Subercase y Calixto Santa Cruz. De acuerdo con la opinión de estos ingenieros, la R. O. prescribía un ancho de vía de seis pies castellanos, es decir, 1,67 m.

y el duque de Castroterreño, el 22 y 23 de enero, respectivamente. En ambas solicitaban una prórroga, aunque Lara, con más clarividencia, pedía se le aclarase si la R. O. de 31-XII-44 tenía efectos retroactivos.

Entre tanto, Salamanca operaba en la sombra. El 19 de enero había leído la Real Orden antes citada, y el mismo día había dirigido una instancia al Gobierno. Solicitaba en ella la concesión del camino de Aranjuez y se comprometía a tenerlo construido durante el año 1846. El 6 de febrero había depositado seis millones de reales en títulos al 3 por 100 en el Banco de Isabel II y solicitaba la Real Cédula de Privilegio.

La maniobra dejó estupefactos a los miembros de la Sociedad de María Cristina, ya que Salamanca era un socio relevante de la misma y vocal de su Junta de Gobierno, de la cual, prudentemente, había presentado su dimisión días antes. Lara quedó tan sorprendido que se apresuró a desmentir el hecho en el *Boletín de Empresas*.

Al día siguiente, 7 de febrero, se comunicaba al duque de Castroterreño una R. O. de esta fecha haciéndole saber que la concesión había caducado y que Salamanca la había solicitado previo depósito de seis millones de reales. Se le ofrecía, no obstante, una alternativa: mejorar la propuesta de Salamanca, “único caso que haría posible la prórroga que ha solicitado”.

Epílogo

Reanudó la Sociedad de María Cristina su actividad favorita, reuniéndose en Junta de forma inmediata. Se acordó entregar personalmente al ministro de la Gobernación, Pedro J. Pidal, otra instancia, designándose a este efecto una comisión presidida por Castroterreño con Lara y cuatro socios más. El ministro se negó a recibirles y tuvieron que entregar el escrito bajo sobre. Ante este desaire, el duque dimitió de su cargo de presidente. El escrito entregado no contenía más que divagaciones, razón por la cual no recibieron respuesta. El 25 y 27 de febrero enviaron nuevas instancias Lara y el presidente dimitido. Este último solicitaba tres meses de prórroga y Lara se dejaba llevar por su romanticismo indicando que la anulación de la concesión era una decisión por la que “se le sacrifica y condena a arrostrar la suerte más desgraciada”. Si no estuviera la razón

de su parte, “esperaría el triste porvenir que se le prepara”. Pide justicia, no para sí, “sino por sus hijos, cuya fortuna ha invertido en esta empresa”. Después de llevar el peso del negocio, “en premio a sus desvelos, de su amor patrio”, se le sume “en la miseria”.



El general Narváez

Según confesión de Lara, éste había perdido 200.000 reales y cada uno de los socios fundadores 4.000, pero Lara prometía devolvérselos. Con este fin, entabló pleito contra Salamanca solicitando daños y perjuicios. El pleito era perjudicial en extremo para Salamanca. Aun en el supuesto de que el asunto se sentenciase a su favor, la publicidad consiguiente le habría dificultado la constitución de la compañía anónima que Salamanca pensaba formar para construir el ferrocarril. Así pues, pagó a Lara 200.000 reales “por vía de indemnización” con objeto de detener el pleito.

Esta cantidad era la misma que Lara reclamaba y coincidía con el valor nominal de las 100 acciones que, según el contrato de cesión de la concesión, habría recibido de constituirse definitivamente la Sociedad María Cristina¹⁵⁵.

El 6 de abril de 1845 obtenía Salamanca su concesión y, tras grandes dificultades, conseguía inaugurar la línea el 9 de febrero de 1851. Pero estos hechos corresponden ya, no a la prehistoria, sino a la historia de los ferrocarriles españoles.

El nacimiento del ferrocarril español

El primer ferrocarril español se debe a Miguel Biada Bunyol (1789-1848), natural de Mataró y decimotercer hijo y último de una familia de comerciantes. Poco se sabe de su juventud, excepto que estudió Náutica. Este silencio de sus primeros años se rompe en 1810, cuando aparece como comerciante en Maracaibo (Venezuela). Hasta 1824 participa activamente en la guerra de la independencia de las colonias americanas del lado español y en 1833 se traslada a La Habana, donde regenta una floreciente casa consignataria de buques. Aquí también colabora con el Gobierno español en algunos intentos secesionistas, recibiendo en pago a sus servicios el nombramiento de caballero de la Orden Americana de

¹⁵⁵ Lara obtuvo un sustancioso beneficio, puesto que el valor del proyecto del ferrocarril de Madrid a Aranjuez y el libro citado, a medias concluido, no valían ni con mucho esta suma.

Isabel la Católica. En 1840 regresa a España y trasladada su negocio a Barcelona, en el pórtico de Xifré, núm. 6.

Inspirado, quizá, por el primer ferrocarril cubano, inaugurado en 1837, decide construir una línea para unir Barcelona con Mataró. Con este objeto solicita la colaboración de un amigo, José María Roca, comerciante y representante de maquinaria en Londres. Según J. M. Lavave¹⁵⁶, el hecho de que fuera Roca y no Biada el que solicitara la concesión fue una condición impuesta por los capitalistas ingleses que el primero había logrado reunir para participar en la empresa. Así pues, el 30 de junio de 1843, José María Roca dirige instancia al Gobierno, desde Londres, en solicitud de la concesión de la línea, bajo trece bases o condiciones. Entre éstas cabe destacar:

- Propiedad perpetua del camino.
- A los seis meses presentaría los planos y el trazado de la línea.
- La empresa no podía ser embargada ni intervenida por las autoridades.
- El ferrocarril lo construiría en dos años.
- Exención de los derechos de aduanas.

Estudiada la solicitud por la Dirección General de Caminos, se mostraba ésta reticente a la concesión en virtud del escaso tráfico previsible que, en su opinión, no llegaría a cinco o seis millones de arrobas al año¹⁵⁷. Se trataba de evitar, decía, “el pernicioso ejemplo de que el primer ensayo de esta especie no sirviera más que para desacreditar un invento maravilloso que en algunos casos particulares puede emplearse con extraordinaria utilidad”. Dado que el negocio correría a cargo del solicitante, sin intervención alguna del Estado, concluía que podía accederse a la petición a condición de que Roca presentara los planos, presupuestos, tarifas y el acta de constitución de la sociedad, con demostración de tener suscrito del 50 al 75 por 100 del capital. Como la concesión sería perpetua, se inclinaba a rechazar la base 12^a, en la que se exigía exención de los derechos de aduanas para los materiales importados.

El 23 de agosto de 1843 se firmaba la R. O. de concesión provisional, determinándose un plazo de seis meses para presentar los documentos citados y otro de dos años para construir la línea.

¹⁵⁶ Véase José María La Cave: “Breve semblanza del creador del ferrocarril de Barcelona a Mataró”, en *Ferrocarriles y tranvías*, núm. 168, agosto 1948.

¹⁵⁷ Efectivamente, las mercancías transportadas por esta línea fueron de escaso volumen, pero no el tráfico de viajeros, que en 1850 se elevaba ya a 679.805.

El proyecto del ferrocarril

Habiendo solicitado Roca una prórroga, se le concedía en marzo de 1844 un nuevo plazo de seis meses, que nuevamente incumpliría, pues no presentó los documentos hasta el 7 de abril de 1845.

De acuerdo con el informe del ingeniero Juan Subercase, a quien se sometieron estos documentos, el proyecto era incompleto, pero factible. Su autor era el célebre ingeniero Joseph Locke, que había iniciado su carrera como ayudante de George Stephenson durante el proyecto y construcción de la línea de Liverpool a Manchester y que había sido contratado por Roca.

Según el perfil longitudinal, la línea¹⁵⁸ proyectada tendría 28,4 km y un perfil suave. Se preveía un *subterráneo* de 105 m de longitud y un puente de madera sobre el río Besós que Subercase consideraba “altamente inseguro” dada la debilidad de los apoyos.

No se indicaba en qué medidas se expresaban las cotas de algunos planos, si en pies ingleses, franceses o españoles, aunque Subercase infería que debían ser franceses.

De acuerdo con estas cotas en pies franceses, resulta curioso señalar que el ancho de vía propuesto era el de 1,435 m, es decir, el normalmente utilizado en los demás países.

El presupuesto sumario, valorado en libras, era el siguiente:

Excavaciones, terraplenes, vía subterránea, desagües, estacadas y otros trabajos de arcén	51.000
Carriles, sillas, durmientes, llaves, colocación, etc.	57.000
Terrenos	15.000
Edificios de las paradas, etc.	20.000
Locomotoras, carros, etc.	40.000
Contingencias	17.000
TOTAL	200.000

Los ingresos previstos, de acuerdo con el tráfico existente, eran de 14.000 libras, pero se suponía que se incrementaría, con motivo del ferrocarril,

¹⁵⁸ Todavía no había comenzado a utilizarse la voz *túnel*, importada del inglés.

unas tres veces, lo que proporcionaría unas 40.000 libras.

Supuestos unos costes de explotación de 20.000 libras, se obtendrían unos beneficios de 20.000 libras, lo que suponía el 10 por 100 del capital¹⁵⁹. De estos cálculos, Locke, para no comprometerse, decía que se le había informado de ellos, pues lo cierto es que no se había dignado siquiera visitar los terrenos y había enviado a Green, uno de sus ingenieros ayudantes, para realizar el levantamiento del trazado.

Se oponía Subercase al ancho de vía propuesto, ya que por la R. O. de 31 de diciembre de 1844, se había fijado éste en 6 pies (1,67 m) y concluía que como la concesión había caducado formalmente por haber presentado los documentos fuera de plazo, se le debía ofrecer de nuevo ésta, aunque de acuerdo con el pliego de condiciones adjunto a dicha R. O.

De Barcelona a Mataró y viceversa¹⁶⁰.

1ª clase	10 reales
2ª clase	8 reales
3ª clase	6 reales

De Barcelona a cualquier estación intermedia o viceversa

1ª clase	5 reales
2ª clase	4 reales
3ª clase	3 reales
Géneros, por quintal	1 real
Ganado lanar o cabrío, por cabeza	1 real
Bueyes, cerdos	4 reales
Caballos, mulas	4 reales
Gallinas, huevos, por banasta	1 real
Recados, de lo más diminuto hasta un quintal	1 real

De la sociedad se indicaba que se había constituido con un capital de 5 millones de pesetas, de las cuales se habían suscrito en Inglaterra 2,5 millones y 1,6 millones en Barcelona.

La constitución de la compañía

El día 6 de abril, es decir, el día anterior a la presentación de los documentos antes indicados, se había firmado la escritura de cesión de la concesión de Roca a la *Gran Compañía del Camino de Hierro de Barcelona a Mataró y viceversa*. En ella se afirmaba que los 5 millones de pesetas del capital habían sido sus-

critos la mitad en Inglaterra y en Cataluña la otra mitad. La realidad es que no se habían suscrito los 2,5 millones correspondientes a los catalanes, ni siquiera los 1,6 millones, como se decía al Gobierno, pues sólo se contaba con ofrecimientos verbales de capitalistas catalanes, cubanos y portorriqueños. La publicidad realizada el año anterior no había tenido éxito, quizá en parte debido a la inestable situación política por la que atravesaba el principado (fig. 236). Esta falta de capitalistas españoles, unida a que los suscriptores comprometidos no abonaban los dividendos pasivos, llegó a constituir una grave dificultad en 1847, pues los socios ingleses amenazaron en octubre con adoptar medidas (suscribir todas las acciones o pedir el traspaso de la concesión). La solución vino de la mano de Biada, que en una memorable reunión celebrada en el Consejo de Ciento del municipio barcelonés, logró convencer a los comerciantes e industriales de Barcelona con objeto de que suscribieran las 3.214 acciones que faltaban por cubrir y que se abonara inmediatamente un dividendo pasivo del 10 por 100 para atender los trabajos ya emprendidos.

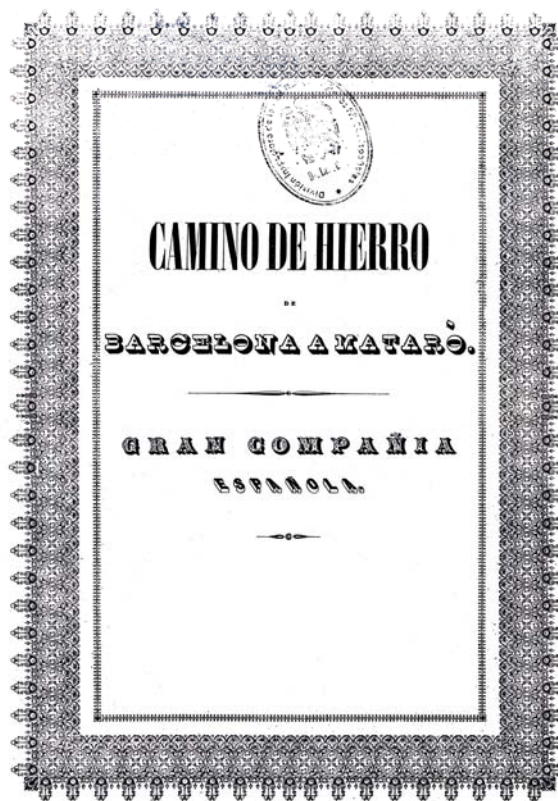


Fig. 236. Folleto publicitario publicado en 1844 por la Compañía de Barcelona a Mataró. (Archivo RENFE).

El ancho de la vía

Volviendo a las cuestiones técnicas, hay que señalar que examinados los planos por Juan Subercase, su informe no fue bien comprendido por el ministro o no quiso éste comprenderlo, en su afán de conseguir

¹⁵⁹ Los dividendos repartidos por la compañía fueron del 8 por 100 en 1849, 7 por 100 en 1850 y 1851, 6 por 100 en 1852, 6,5 por 100 en 1853 y 7 por 100 en 1854.

¹⁶⁰ Las tarifas definitivas serían: 10 reales en primera clase, 8 reales en segunda y 6 reales en tercera clase.

el más pronto establecimiento de los ferrocarriles en España. En efecto, la R. O. de 27 de julio de 1845 autorizaba a la compañía “para emprender los trabajos del camino de hierro de Barcelona a Mataró”, con varias condiciones, entre ellas, que “deberá manifestarse qué clase de pies lineales son los que representan las escalas de los planos”, lo que entraña una evidente contradicción, pues no parece correcto autorizar la iniciación de unas obras sin antes definir las cotas de los planos presentados para ejecutarlas. En esta R. O. se concedía, además, diez años de exención de los derechos de aduanas que, habiéndose denegado en la concesión provisional, se autorizaban ahora para animar la actividad de la empresa. Se recogían, además, las observaciones manifestadas por Subercase en su informe sobre defectos observados en los planos.

Desgraciadamente en esta fecha la compañía aún no había reunido el capital suficiente, pero si hubiera dispuesto de él, está claro que habría construido la línea con el ancho de vía previsto en los planos de 1,435 m y la situación hoy día sería diferente.

En enero de 1847, cuando comenzaba a haber fondos, el presidente de la Junta Directiva, Ramón Marech y Ros, se dirigía al Gobierno invocando la R. O. antes citada, por lo que se le autorizaba a iniciar las obras, y aclarando que el ancho de vía previsto era el de 1,435 m. Con objeto de evitar dudas que pudieran paralizar los trabajos exponía:

“Como el camino de hierro de que se trata debe prolongarse con el tiempo hasta la frontera de Francia, para empalmar con los de aquel Reino, es necesario que la anchura de sus carriles sea en un todo igual a los que se usan en dicho Reino de Francia, conforme a los de Inglaterra, Bélgica y otros países en que se ha establecido este nuevo medio de comunicación. Al mismo tiempo, hay otra razón muy poderosa en favor de la medida que se fije, tal es la del retardo que sufriría la empresa si tuviera que sujetarse a la medida del Gobierno. Es pública la continua demanda que hay de lo-

comotoras y coches, demanda que imposibilita a los constructores de poder servir con prontitud, de modo que las locomotoras y coches que la Dirección tiene contratados no podrá recibirlos hasta que pasen diez o doce meses, siendo de advertir que como los constructores las hacen todas de una medida, tienen las principales piezas construidas y no deben hacer sino montarlas”.

Al final de su instancia, Marech y Ros amenazaba con el hecho de que si se le exigía el ancho legal, es decir, 6 pies (1,67 m), la empresa incurriría en gastos enormes y en un retraso de más de dos años en las obras.

Sometida la instancia a informe del mismo Juan Subercase, manifestaba éste su total oposición a la petición, fundado en lo contrario de lo afirmado por Marech y Ros. Así, decía, que “este camino, que ahora parece poco importante por su extensión, podrá ser parte con el tiempo del que llegue a Francia por un lado y hasta Madrid por otro, bien sea por Valencia o por Zaragoza”, y, por consiguiente, deberá tener el ancho de vía de 6 pies prescrito en la R. O. de 31-12-1844. El informe de Subercase fue apoyado y confirmado por la Dirección General de Caminos e incluso por el subsecretario, pero el ministro, a quien estas discusiones del ancho de vía le debían parecer cosas sin importancia, decretó se aceptase el ancho propuesto por la empresa. Desde el punto de vista del ministro, era más importante facilitar las actividades ferroviarias de la empresa que retrasar el asunto con los dimes y diretes sobre el ancho de la vía. Así se decidió por R. O. de 20 de marzo de 1847.

Conforme con esta decisión, la Real Cédula de Privilegio, de 20 de octubre de 1847, consagraba, para esta línea, un ancho de vía de 5 pies y 2 pulgadas castellanas, es decir 1,439 m, valor equivalente al ancho normal europeo. En esta Real Cédula, se había suprimido la propiedad perpetua por la temporal de noventa y nueve años, imponiéndose, además, todas las prescripciones contenidas en el pliego general de con-



Medalla de la inauguración del ferrocarril Barcelona-Mataró (1848).

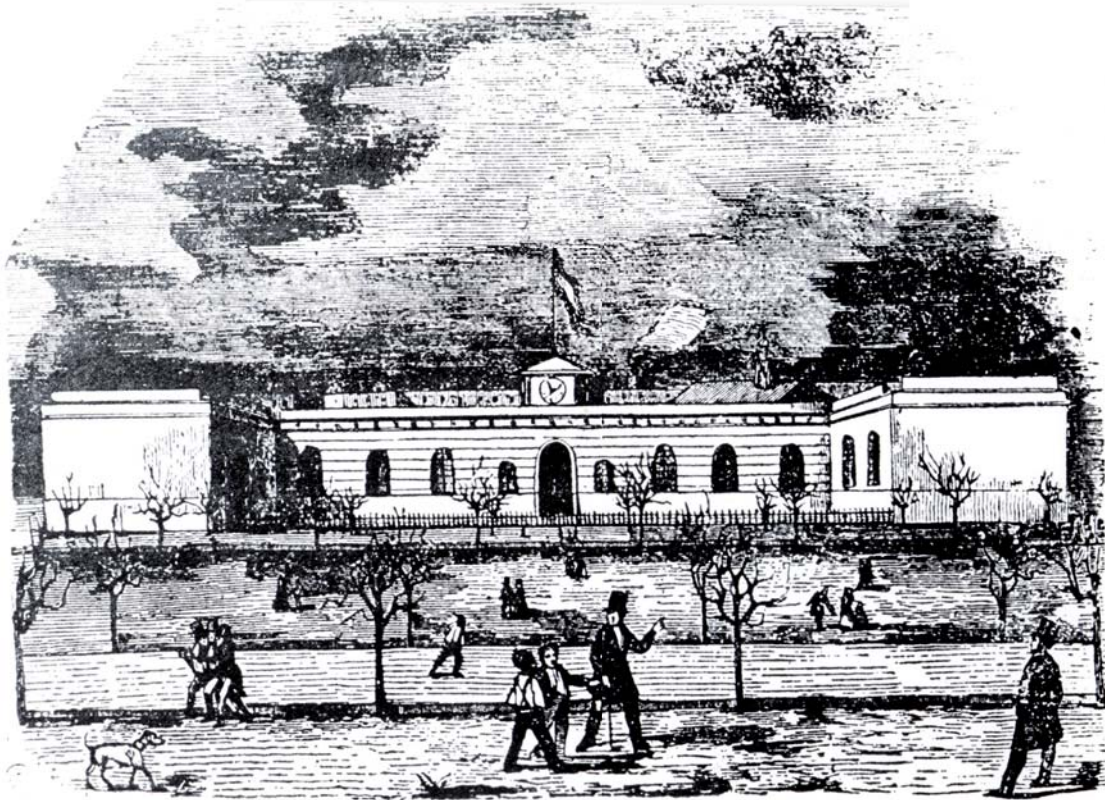


Fig. 237. La estación de Barcelona según un grabado de La Ilustración (1849). (Archivo RENFE).

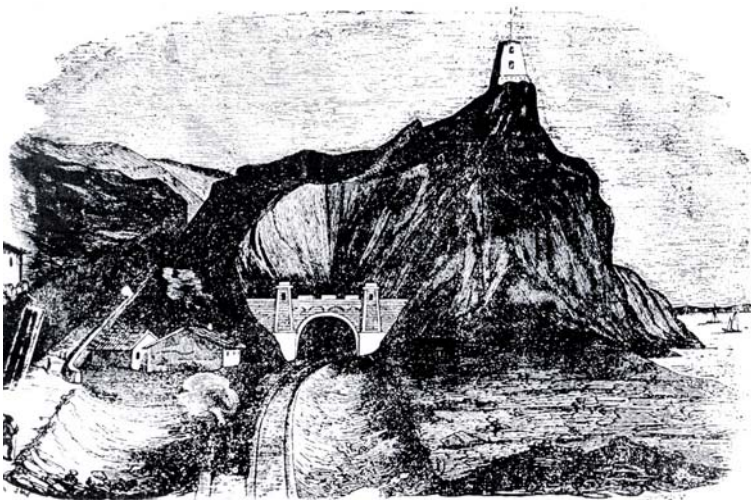
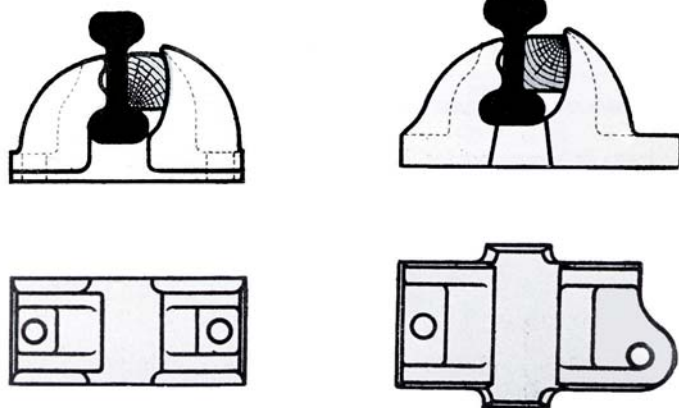


Fig. 238. El túnel de Mongat según un grabado de La Ilustración (1849). (Archivo RENFE).

Fig. 239. Sistema de vía utilizado en la línea de Barcelona a Mataró. Carriles de doble cabeza, cojinetes de apoyo (izquierda) y cojinetes para las juntas (derecha). (Archivo RENFE).



diciones adjunto a la R. O. de 31-12-1844. Comenzados ya los trabajos de construcción en junio de 1847, los miembros de la Junta Directiva debieron reflexionar acerca del asunto referente al ancho de la vía. A este respecto, la situación se presentaba inquietante, pues todas las concesiones otorgadas por el Gobierno desde 1844, como indicaremos a continuación, lo habían sido con el ancho legal de 1,67 m. Por eso, ante el fundado temor de que la línea de Barcelona a Mataró quedara aislada de la futura red española, la Junta Directiva solicitó la modificación del ancho de vía para que éste fuera de 1,67 m, lo que el Gobierno autorizó, sin dificultad, por R. O. de 12 de abril de 1848.

La construcción e inauguración del ferrocarril

En septiembre de 1848, los constructores de la línea, la Compañía inglesa Mackenzie y Brassey, comunicaban a la empresa que la vía estaba concluida y el ferrocarril en disposición de funcionar. La línea disponía de las siguientes estaciones: Barcelona, Mongat, Masnou, Premiá y Vilasur (fig. 237). En cuanto a obras de arte, sólo cabe citar el túnel de Mongat (fig. 238) y el puente de madera sobre el río Besós. El carril era de hierro laminado de doble cabeza simétrica con un peso de 36,5 kg/m,

Mariano TORTOSA: “El ferrocarril de Barcelona a Mataró”, en *Ferrocarriles y tranvías*, n.º 171, noviembre 1948.

Maximiano GARCÍA VENERO: “Historia anecdótica del ferrocarril en España”, en *Cien años de ferrocarril en España*, Tomo 1. Madrid, 1948.

Conclusión de la prehistoria ferroviaria española

Después del fracaso de Pedro de Lara y Meliá, con su línea a Aranjuez y Alicante, surge un periodo, desde finales de 1844 hasta 1848, en el que el ferrocarril español es objeto de extraordinario interés por el capital extranjero. La razón de esta manía ferroviaria es bien sencilla.

En 1844, la red inglesa estaba casi finalizada y la red francesa comenzaba a construirse con entusiasmo como consecuencia del éxito económico de las líneas de París a Rouen y París a Orleans. Existía, por tanto, una masa de capitales ociosos que buscaban una forma rentable de inversión y, en aquellos años, nada mejor que su empleo en la construcción de ferrocarriles.



Fig. 240. Tren utilizado para la inauguración de la línea de Barcelona a Mataró el 28 de octubre de 1848. (Archivo RENFE).

dispuesto sobre cojinetes asentados en traviesas de madera (fig. 239). El 8 de octubre de 1848 se verificaba el primer viaje de pruebas, que se repitió el día 11 siguiente con asistencia de los ingenieros del Gobierno. La inauguración oficial de este primer ferrocarril español, debido a los esfuerzos de Biada y otros catalanes emprendedores, tendría lugar el sábado 28 de octubre de 1848 (fig. 240). Miguel Biada no tuvo la suerte de ver coronados sus esfuerzos, ya que lamentablemente fallecería el 2 de abril de 1848, siete meses antes de la inauguración.

A los lectores que estén interesados por la historia de esta línea, les recomendamos la lectura de las siguientes obras:

Con objeto de sofocar esta sed inversionista, comienzan a surgir hábiles promotores ferroviarios cuyo único objetivo es el provecho propio. Estos personajes sin escrúpulos trataban de hacerse con las concesiones ferroviarias y después intentaban venderlas a ingenuos y cándidos capitalistas mediante el pago de sumas exorbitantes o promesas de elevada participación en los futuros beneficios. Se auguraban elevadísimos beneficios a base de reducir los costes y abultar los ingresos previsibles, llegando así a formarse sociedades anónimas, cuyas acciones se cotizaban con elevadas primas, aun antes de que éstas estuvieran incluso constituidas.



CONCESIONES FERROVIARIAS DURANTE EL PERIODO 1844-1848

Fecha	Línea	Concesionario
19-7-44	San Juan de las Abadesas a Rosas	Sociedad Minera "El Veterano"
31-12-44	Madrid a Cádiz	Jean Charles Jucqueau Galbrun
31-12-44	León a Avilés	Richard Kelly
19-2-45	Barcelona a Camprodón	Baldock More
19-2-45	Mérida a Sevilla	Viennet y Cia.
6-4-45	Madrid a Aranjuez	José de Salamanca
16-4-45	Alar del Rey a Gomir y desde éstas a Santander y Valladolid	Marqués de Remise y Duque de Sotomayor
22-4-45	Madrid a Zaragoza, Francia y Barcelona	Guillermo Jackson, José Salamanca y otros
22-4-45	Madrid a Badajoz	Guillermo Partington
2-5-45	Sama a Villaviciosa por Siero, con ramales a Oviedo y Mieres	Vicente Bertrán de Lis
12-7-45	León a Vigo	Federico Alston
12-7-45	Madrid a Valencia	P. B. Volney
13-8-45	Valladolid a Zaragoza	Lorenzo Flores Calderón
16-8-45	Madrid a Irún	Federico Vitoria de Lecea y José de Arriete y Mascarúa, en nombre de la Diputación de Vizcaya y Ayuntamiento de Bilbao
14-10-45	Murcia a Figueras	José Aristides Ferrere
20-10-45	Tarragona y Reus y prolongación hasta Falset o Mora	Joaquín Fagoaga y otros
5-1-46	Madrid a Ciudad Real y Almadén	Pascual Galinde
9-2-46	Madrid a Barcelona por Guadalajara y Zaragoza	Mario Bertodeno
22-3-46	Sevilla a Osuna	Emilio de l'Isle de Sales
4-4-46	Puente de los Fierros a Avilés	Eduardo Stopford
29-6-46	Miranda o Briviesca a Tudela y Logroño	Zenón María Aldana
4-7-46	Córdoba a Sevilla	Juan Easthope
21-7-46	Sevilla a Cádiz por Jerez y Puerto de Santa María	Carlos Draque del Castillo
17-6-47	San Juan de las Abadesas a Barcelona	Juan Bautista Perera
Nota: las concesiones en negrita fueron las únicas que llegaron a término.		

El Gobierno español, con un extraordinario y justificado interés en conseguir que las líneas férreas surcaran el país, tuvo que soportar pacientemente este aluvión de especuladores. Los archivos de estos años nos muestran una y otra vez la suma benevolencia con que fueron tratados estos agiotistas, concediéndoles prórrogas y plazos para presentar los proyectos, reduciéndoles las fianzas que estaban obligados a constituir y haciendo oídos sordos a los múltiples errores e imperfecciones contenidos en los proyectos confeccionados —cuando los hacían—, sin siquiera visitar los terrenos por donde habría de discurrir el trazado.

En el cuadro anterior se relaciona esta serie de concesiones estériles con las cuales podría haberse construido una enorme red ferroviaria. La revolución social de 1848 acabó con esta carrera desenfrenada de especulación y con ella este período prehistórico de los ferrocarriles españoles.

Capítulo 10

LOS FERROCARRILES EXÓTICOS

1. Introducción

Entre los hechos que caracterizan la revolución industrial, uno de los más significativos es el portentoso número de invenciones que tuvieron lugar en las industrias textil y siderúrgica, proceso que habría de culminar con la invención de la máquina de vapor por Watt. Se trata de un período en el que se despertó un extraordinario interés por las cuestiones mecánicas, primero en Inglaterra, cuna de esta revolución, después en los países más desarrollados, a medida que este movimiento se difunde por el mundo al comienzo del siglo XIX.

Durante milenios, el hombre sólo había utilizado la fuerza de sus músculos o la de los animales, pero ahora comenzaba a comprobar, con estupor, que la fuerza del vapor podía sustituir ventajosamente a hombres y animales sin experimentar cansancio ni fatiga. Esta maravilla del vapor fue impregnando la mente de los hombres y su fértil imaginación les hizo entrever un mundo prodigioso. Así, por ejem-

plo, un inglés, míster Henson, soñaba en 1842 aplicar el vapor a la navegación aérea, una quimérica hazaña de la que un artista contemporáneo nos ha legado un bello testimonio (fig. 241).

En este afán innovador, el ferrocarril no podía constituir una excepción. En cuanto éste comenzó a afirmarse como modo revolucionario de transporte y aun antes, comenzaron a surgir, aquí y allá, hombres con imaginación y deseo de perfeccionarlo. He aquí la evolución de las patentes ferroviarias en Inglaterra.

Periodo	Número de patentes
1802-1812	4
1813-1824	12
1825-1832	19
1833-1839	50
1840-1846	152

Fuente: L. HEBERT, *The Engineer's and Mechanic's Encyclopaedia*. Londres, 1849.

Como resultado de estas elucubraciones surgieron a la luz una serie de sistemas ferroviarios cuya descripción es objeto de este capítulo. Estos ferroca-

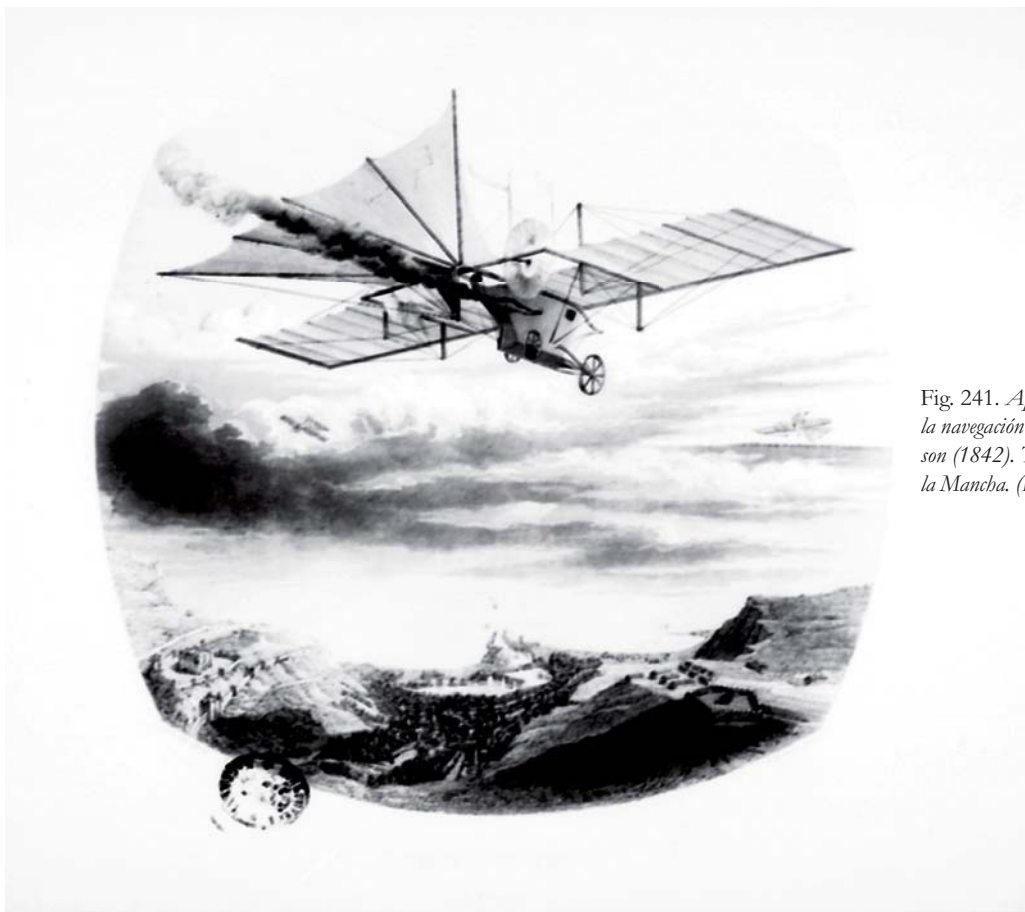


Fig. 241. Aplicación del vapor a la navegación aérea por Mr. Henson (1842). Travesía del canal de la Mancha. (Biblioteca Nacional).

rriles perfeccionados hemos dado en calificarlos de exóticos, en el sentido de que eran extraños al ambiente y estilo tradicional ferroviario. Como las plantas importadas de lejanos países, ninguno consiguió aclimatarse, es decir, ninguno se aplicó de forma intensiva en la práctica.

A pesar de ello, nuestros lectores no dejarán de reconocer que, desde el punto de vista histórico, presentan un interés evidente.

2. El guiado por ruedas con pestañas exteriores

En todos los ferrocarriles guiados por ruedas con pestaña, tanto en los caminos de madera como de hierro, las pestañas quedaron siempre situadas en los bordes interiores de las ruedas. Hubo, sin embargo, algunos casos en los que el proyectista situó las pestañas en el borde exterior. Casi ninguno de estos proyectistas facilita la razón o motivo de esta extraña disposición. Lo más probable es que no contaban con suficiente información ferroviaria y a la hora de copiar, copiaron mal.

Desde el punto de vista dinámico, lo cierto es que, situando las pestañas en el borde exterior, se producen efectos contrarios a los que se obtienen con las pestañas en el borde interior. En efecto, con las pestañas exteriores, la conicidad de las llantas ha de

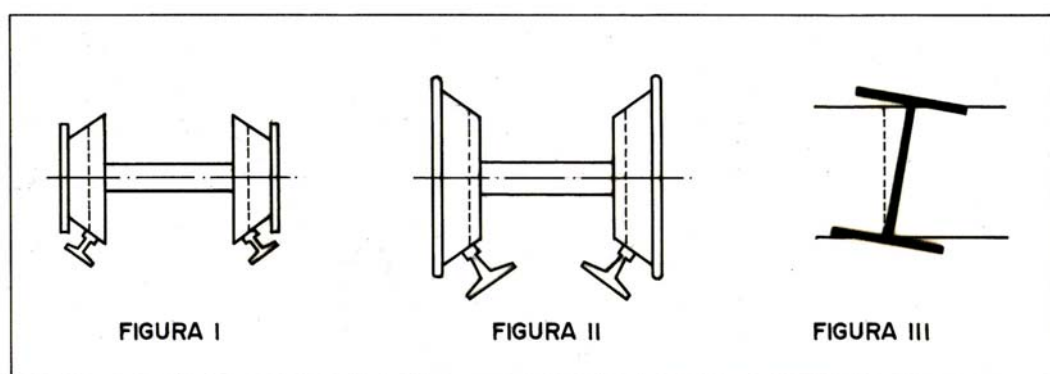
ser contraria a la usual y, por consiguiente, el *movimiento de lazo* no se amortigua, sino que se amplía, conduciendo necesariamente al descarrilamiento. Dadas las bajísimas velocidades de estos primitivos y erróneos ferrocarriles y la escasa o nula conicidad de las llantas, lo cierto es que podían funcionar con ciertas garantías, aunque el esfuerzo de tracción resultase anormalmente elevado por esta causa.

Las primeras líneas de las que tenemos referencia se instalaron en las galerías de dos minas de Freiberg, hacia 1791. En la figura 242 se muestra el vehículo utilizado. El ancho de vía, medido entre los bordes exteriores de los tablones-carriles es de 0,63 m y las ruedas tienen 30 cm de diámetro. Se observa que el eje trasero está montado sobre una pieza en forma de horquilla que pivota sobre el eje delantero, situado muy próximo al centro de gravedad del vehículo. La descarga se hacía por una puerta batiente situada en el testero trasero. En ocho horas, un muchacho empujaba esta vagoneta y hacía diez u once viajes de una longitud de 110 m cada uno.

La siguiente línea con esta exótica posición de las pestañas data de 1794 y había sido instalada en una mina de cobalto de Schneeberg por Baldauf, personaje ya citado en el capítulo IV, cuando tratamos del guiado por la rueda (pág. 40). El vehículo proyectado por Baldauf medía 1,06 m de largo, 0,56 m de ancho y 0,71 m de altura interior (fig. 243). La caja es muy sólida y, consecuentemente, pesada, pues ascendía a

Pestañas exteriores

Al situar las pestañas en los bordes exteriores de las ruedas, surge la alternativa de cómo situar la conicidad de la llanta. Si se adopta la conicidad normal (fig. I) se asegura el guiado; pero, en este caso, las pestañas rozarían con los carriles en las curvas y acabarían destruyéndose con rapidez. Si adoptamos la conicidad inversa (fig. II), se remedia este defecto, pero surge otro más grave. En efecto, si una de las ruedas del eje llega a tomar cierto avance (fig. III), aquel se coloca en posición oblicua a la vía, y, rodando la rueda avanzada sobre un diámetro mayor, el avance tiende a aumentar, es decir, el movimiento de lazo se incrementa, propiciando el descarrilamiento. Las pestañas exteriores son, pues, incompatibles con la conicidad y sólo son viables cuando la velocidad es muy reducida, originando, no obstante, una mayor resistencia al avance.



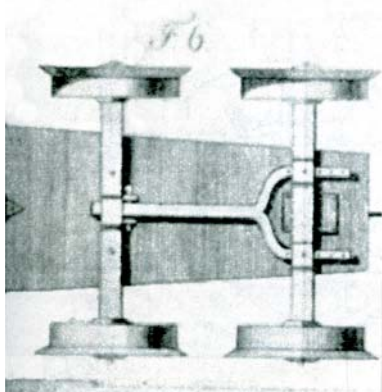
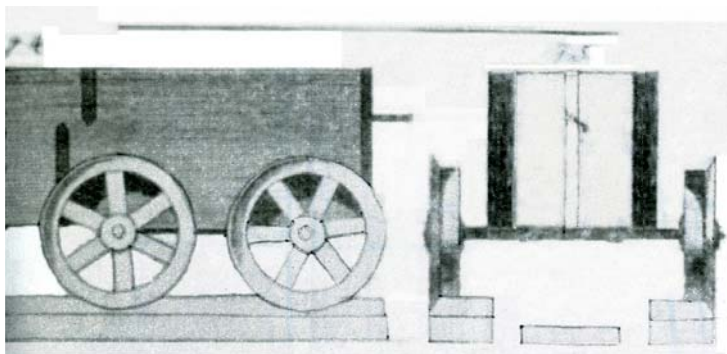


Fig. 242. Vagón utilizado en las minas de Freiberg (1791). (Bergbauforschungs Gmbh. Bibliothek, Essen).

Fig. 243. Vagón de la mina Schneeberg (1794), según Beyer. (British Library).

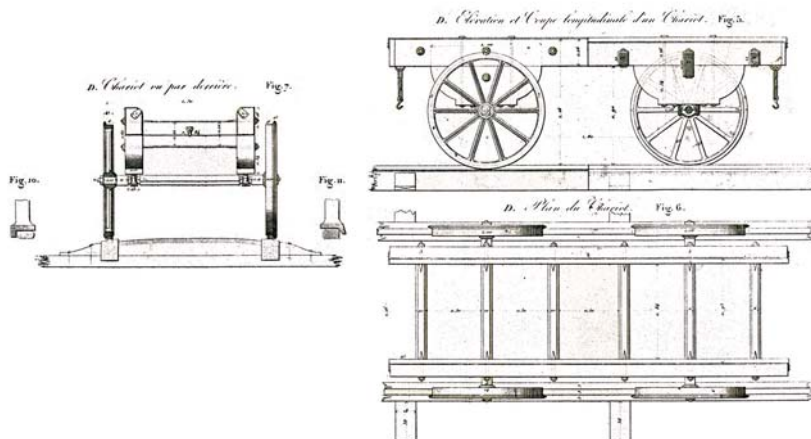
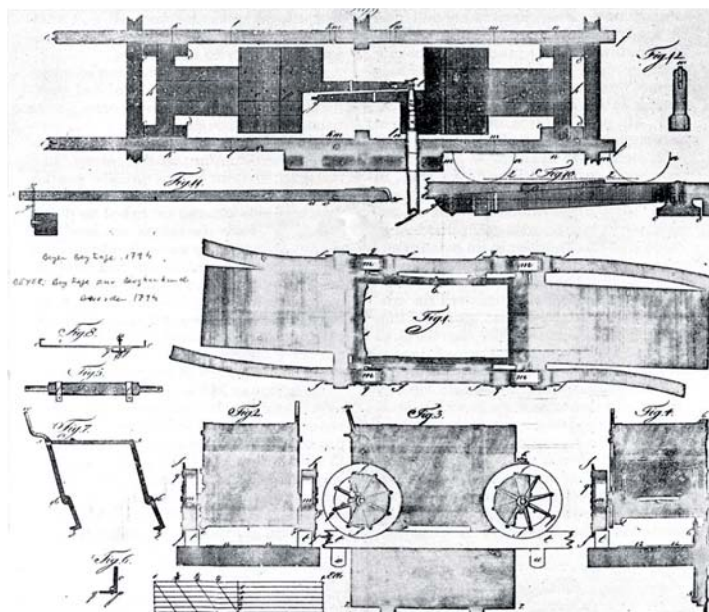


Fig. 244. Vagón y vía utilizados durante la construcción del puerto de Cherburgo. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1835). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

305 kg. El eje delantero era pivotante con objeto de facilitar el paso por las curvas. Las ruedas son libres con radios y llantas de hierro forjado, material que aparece aquí por vez primera en la historia del ferrocarril, pues siempre se había utilizado el hierro fundido. Como se aprecia en la parte superior de la figura, la descarga se hacía por el fondo.

Cuando comenzó la explotación, Baldauf se apercibió de que las ruedas no soportaban bien el impacto del mineral cargado desde cierta altura en el pozo principal. Para evitar estos daños situó una plataforma de madera entre los carriles y mediante una palanca levantaba la caja del vehículo unos 3 cm y con ella las ruedas, de modo que éstas quedarán inmunes al impacto del mineral. Este ingenioso dispositivo se muestra en la parte su-

perior de la figura 243 ya citada. Otro ferrocarril de estas características fue instalado en el puerto de Cherburgo (Francia) durante 1830 con objeto de transportar los bloques de piedra para los diques (fig. 244). Los carriles de madera con una escuadría de 15 por 20 cm estaban recubiertos de un carril-placa de hierro forjado de 3 por 5 cm de sección. Con objeto de mantener invariable el ancho de vía entre caras externas de los carriles, de 1,50 m, se situaban cuñas exteriores cada 2 m coincidentes con las traviesas.

La línea de vía doble estaba en curva y tenía una longitud de 595 m. Por ella circulaban, con tracción animal, los vehículos que se muestran en la figura antes mencionada. El propio ingeniero Virla, proyectista de la línea, nos da cuenta con sinceridad de los inconvenientes advertidos en la práctica por causa de las pestañas que había situado en el borde exterior de las ruedas. Esta disposición había sido adoptada con objeto de evitar obstrucciones, pues de haberlas situado interiormente, los bordes internos de los carriles hubieran estado obstruidos permanentemente con los detritos lanzados por las pezuñas de las caballerías.

3. Sistemas para incrementar la adherencia

Ante el escaso esfuerzo de tracción de la locomotora de vapor en estos años, muchos inventores dedicaron sus esfuerzos a incrementar su adherencia y, consecuentemente, la carga remolcada de los trenes. Los procedimientos propuestos fueron en algunos casos los clásicos, es decir, a base de un carril de cremallera, método utilizado por Blenkinsop en 1812, como vimos en el capítulo VIII, pero en otros, el hilo de la idea es completamente original.

La figura 245 muestra la locomotora propuesta por Josiah Easton en 1825. Si la comparamos con la de Blenkinsop (pág. 101), observamos que los mecanismos son mucho más complicados. El único perfeccionamiento de este inventor fue situar el carril de cremallera en el eje de la vía.

Otra variante del ferrocarril de cremallera es la propuesta por William Francis Snowden en 1824 (fig. 246). El movimiento del pistón se transmite mediante las ruedas dentadas *c* y *d* al eje *e*. En el extremo inferior de este eje hay otra rueda dentada *b* en posición horizontal que engrana sobre la cremallera *gg* situada a lo largo de la vía. No se comprende bien el objeto de la pequeña vagoneta situada en una canalización bajo la vía y que el inventor denominaba “caballo mecánico”, ya que, exigiendo este dispositivo la canalización en medio de la vía encarecería enormemente el coste de establecimiento. Parece que tenía por objeto soportar con fir-

meza el extremo inferior del eje *e*, pero realmente lo que habría de ser muy sólido sería el cojinete superior, situado en la locomotora, con objeto de mantener este eje vertical y soportar el esfuerzo de la tracción.

En este ferrocarril se habían eliminado las pestañas, verificándose el guiado mediante una ranura como en los primitivos perros de mina.

Henry James, en 1825, no sólo se proponía incrementar la adherencia, sino también facilitar la circulación por las curvas. De acuerdo con la figura 247, este inventor situaba un árbol de transmisión provisto de juntas cardan, con objeto de convertir en motores todos los ejes de la composición. En cada

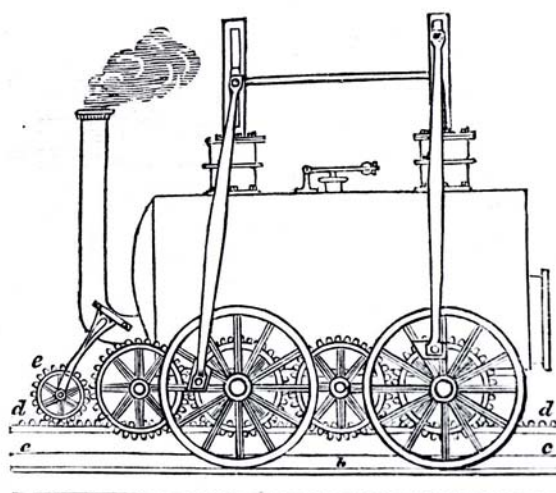


Fig. 245. Ferrocarril de cremallera propuesto por J. Easton (1825). (Archivo RENFE).

uno de los ejes situaba una caja diferencial similar a la existente hoy día en los automóviles. Este sistema diferencial impide el patinaje de las ruedas al paso por las curvas y ajusta exactamente el giro de cada una de ellas al camino recorrido.

En la figura 248 se muestra el sistema más original para incrementar la adherencia y permitir a la locomotora de vapor abordar fuertes rampas sin patinar. El invento es de 1830 y fue debido a Vignoles y Ericsson, personajes citados en los capítulos anteriores. En el eje de la vía se sitúa un carril vertical *a*. Sobre este carril se apoyan los rodillos *c* y *d*.

El rodillo *c* toma su giro del eje motor *g* mediante los engranajes cónicos *b* e *i*. Los rodillos *c* y *d* se aplican fuertemente contra el carril central mediante la palanca *m* que actúa el fogonero desde la cabina de la locomotora.

En tanto se actuaba la palanca *m* para provocar una fuerte adherencia en el carril central, las ruedas mo-

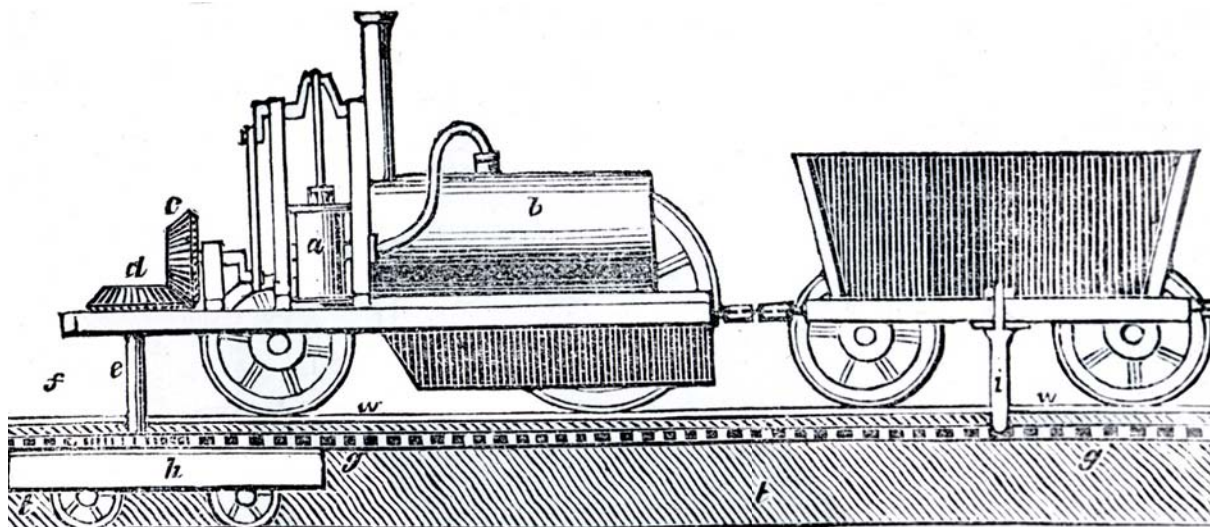


Fig. 246. Ferrocarril propuesto por F. Snowden (1824). (Archivo RENFE).

toras *n* y *o* dejaban de serlo mediante el desembrague de los discos *p* y *g*.

La idea, ciertamente original, de estos inventores no quedó en el olvido, siendo patentada con variantes en 1840 por E. Pinkus y en 1847 por A. V. Newton. Por último, en 1863 el ingeniero Fell perfeccionó el sistema y consiguió llevarlo a la práctica en una pequeña línea inglesa de Cromfort a High Peack en enero del año siguiente. El carril central previsto por Fell era mucho más sólido (fig. 249) y en lugar de aplicarle dos ruedas horizontales disponían cuatro en la locomotora, con objeto de aumentar aún más la adherencia. Evidentemente, el mismo sistema podía ser utilizado para el frenado y para ello los vehículos remolcados disponían de un

par de ruedas que se aplicaban contra el carril central mediante una manivela y un husillo como en el freno de mano actual (fig. 250).

El éxito de los resultados experimentales en la línea inglesa llevó a Fell a constituir una sociedad con Brassey y a solicitar la instalación del sistema en la carretera de Mont-Cenis entre Saint-Michel y Sussa, con objeto de facilitar la travesía de los Alpes, mientras finalizaban las obras de construcción de un túnel ferroviario, bajo el puerto de Frejus, de la línea de Módena a Bardonnèche. El ferrocarril con el sistema Fell de carril central fue instalado en el borde de la carretera en una longitud de 79 km. La rampa máxima era de 83 por mil y el radio mínimo

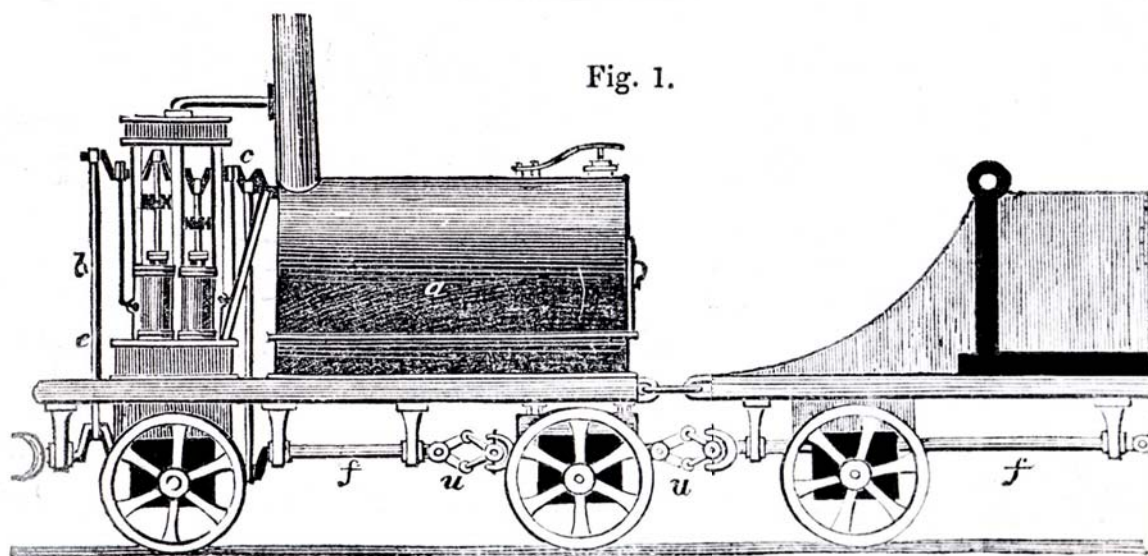


Fig. 247. Sistema de tracción de H. James (1825). (Archivo RENFE).

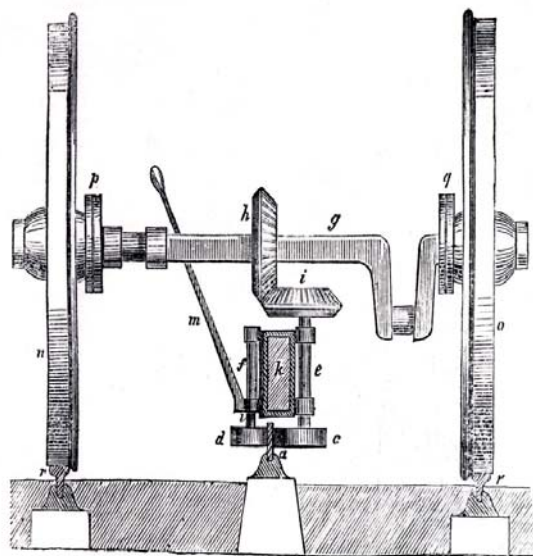


Fig. 248. Sistema para incrementar la adherencia de Ericsson Vignoles (1830). (Archivo RENFE).

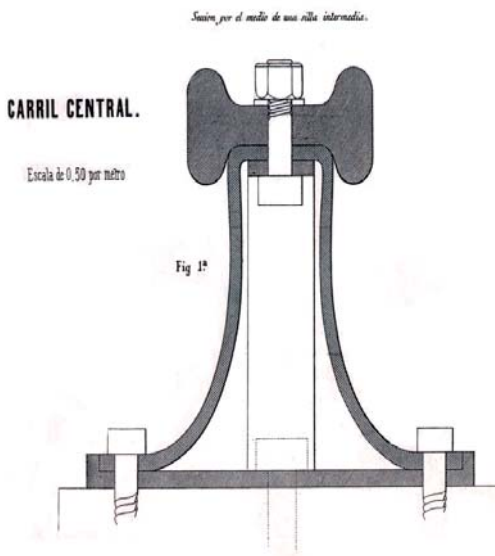


Fig. 249. Carril central del sistema Fell (1869). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

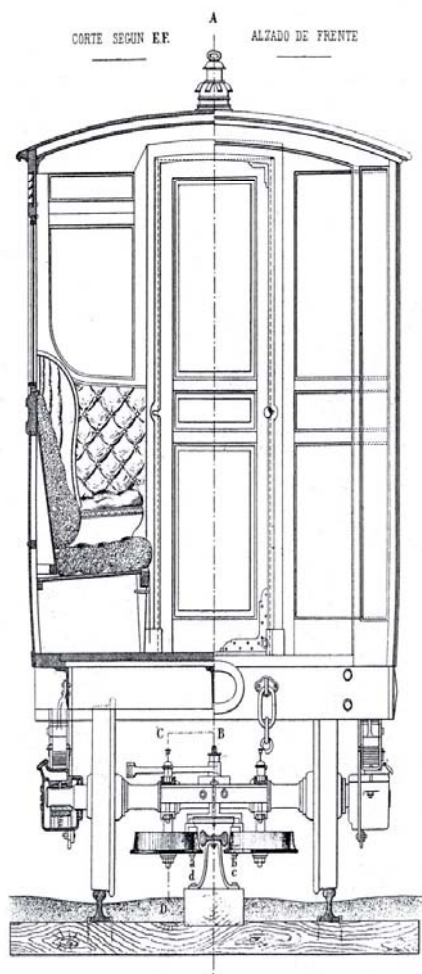


Fig. 250. Dispositivo de frenado en el sistema Fell (1869). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

de las curvas de 40 m, siendo el ancho de la vía única de 1,10 m.

El sistema Fell fue objeto de detenidos estudios por los ingenieros españoles con vistas a su posible aplicación a la difícil y atormentada orografía española¹⁶¹. En su opinión, el sistema Fell se fundaba en principios racionales y podía ser aplicado a líneas con rampas de 40 a 45 por 1.000. Aunque reconocían que el sistema proporcionaba mayor seguridad, no dejaban de reconocer que esto era a costa de aumentar la resistencia a la rodadura y los costes de tracción y mantenimiento.

La amable acogida del sistema por estos ingenieros dio lugar a que se solicitara en 1869 la concesión de una línea de Villalba a Segovia en la que había de aplicarse este sistema. La concesión fue objeto de varias transferencias, retrocesiones y ampliaciones del plazo, hasta que fue declarada su caducidad por Decreto del 6 de diciembre de 1873. En estos años, el sistema Fell había caído ya en el olvido de los técnicos. En las líneas con fuertes rampas resultaba mucho más práctico emplear el carril de cremallera.

4. El sistema Palmer

Henry Robinson Palmer, ingeniero de la Compañía de los Muelles del puerto fluvial de Londres y fundador de la famosa Institución de Ingenieros Civi-

¹⁶¹ Véase E. Barrón y M. DE Aramburu: *Ferrocarriles económicos. Sistema Fell*. Madrid, 1869.

les de Gran Bretaña, patentó en 1821 un sistema monocarril que hoy día es objeto de proyectos y también de realizaciones. En 1824 publicaba, además, una obra titulada *Description of a Railway on a New Principle*, de la que hemos tomado los datos e ilustraciones de este sistema.

A principios de 1810 funcionaba un monocarril en la Royal Victualling Yard en Deptford que puede considerarse como el primer prototipo de Palmer o quizá un precedente. Lo cierto, sin embargo, es que en 1826 funcionaba una línea de acuerdo con su patente en este mismo lugar. Como se observa en la figura 251, la línea quedaba soportada por columnas de hierro fundido, situadas cada 3 m sobre las que se apoyaba el monocarril, constituido por planchas de 9 m de longitud y una sección de 23 por 9 cm, dispuestas verticalmente y redondeadas en el borde superior. Sobre este carril aéreo circulaban los

vehículos que se muestran en la figura, soportados por dos ruedas con llantas acanaladas, de las que colgaba un bastidor destinado a soportar dos contenedores situados a cada lado de la vía.

En 1825, Palmer construyó otra línea, de acuerdo con su sistema, que tenía 1.200 m de longitud y discurría desde una fábrica de ladrillos en Cheshunt hasta el río Lee. La instalación era similar a la de Deptford, pero las columnas eran de madera en lugar de hierro. Por esta línea circulaban trenes compuestos de seis o siete vagones, utilizándose uno de ellos incluso para el transporte de personas.

Según el inventor, este ferrocarril permitía adoptar cualquier trazado con independencia de la configuración del terreno, requería menos inversión y era preferible en terrenos inestables. Desde su punto de vista, una de las ventajas más importantes era el

Fig. 251. Vehículos y vía del sistema Palmer (1824). (British Library).

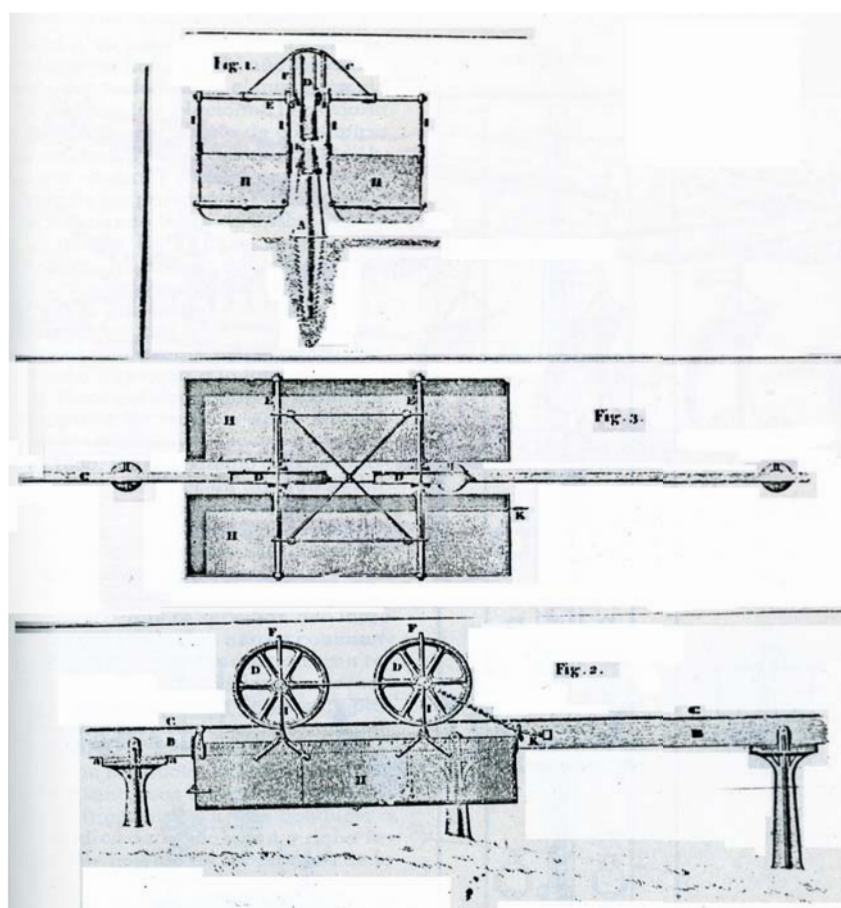
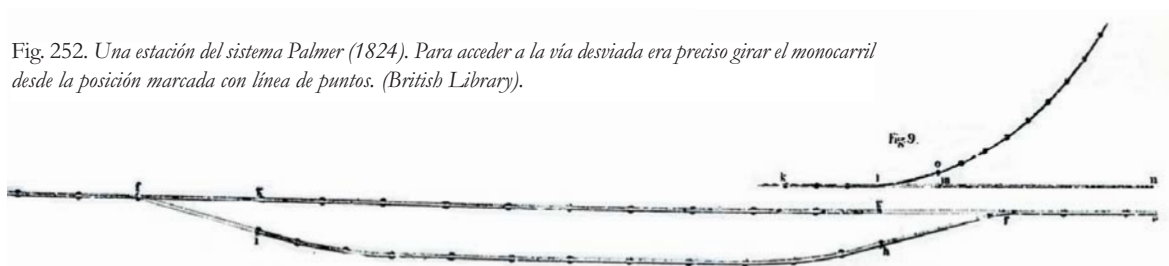


Fig. 252. Una estación del sistema Palmer (1824). Para acceder a la vía desviada era preciso girar el monocarril desde la posición marcada con línea de puntos. (British Library).



pequeño esfuerzo de tracción necesario para el remolque de los trenes. Un inconveniente eran los cambios de vía que, como se muestra en la figura

252, requerían hacer pivotante el carril, lo que exigía un mecanismo sólido y costoso. El mismo problema surgía en los cruces con carreteras o caminos, de no

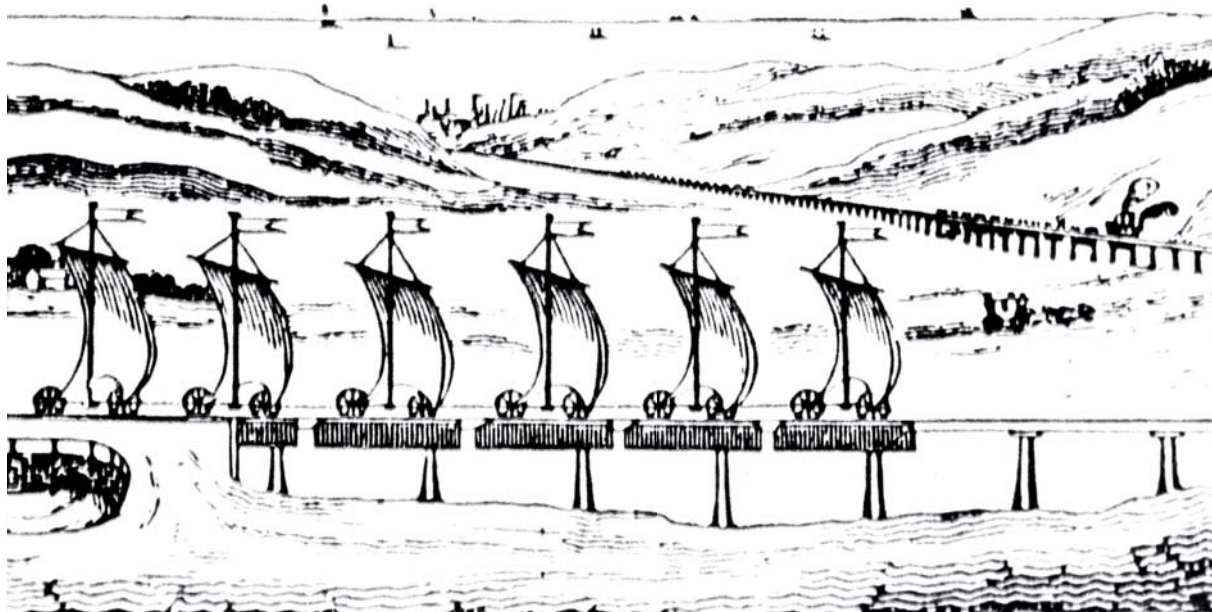


Fig. 253. Propulsión con vapor y a vela en el sistema Palmer (1824). (Archivo RENFE).

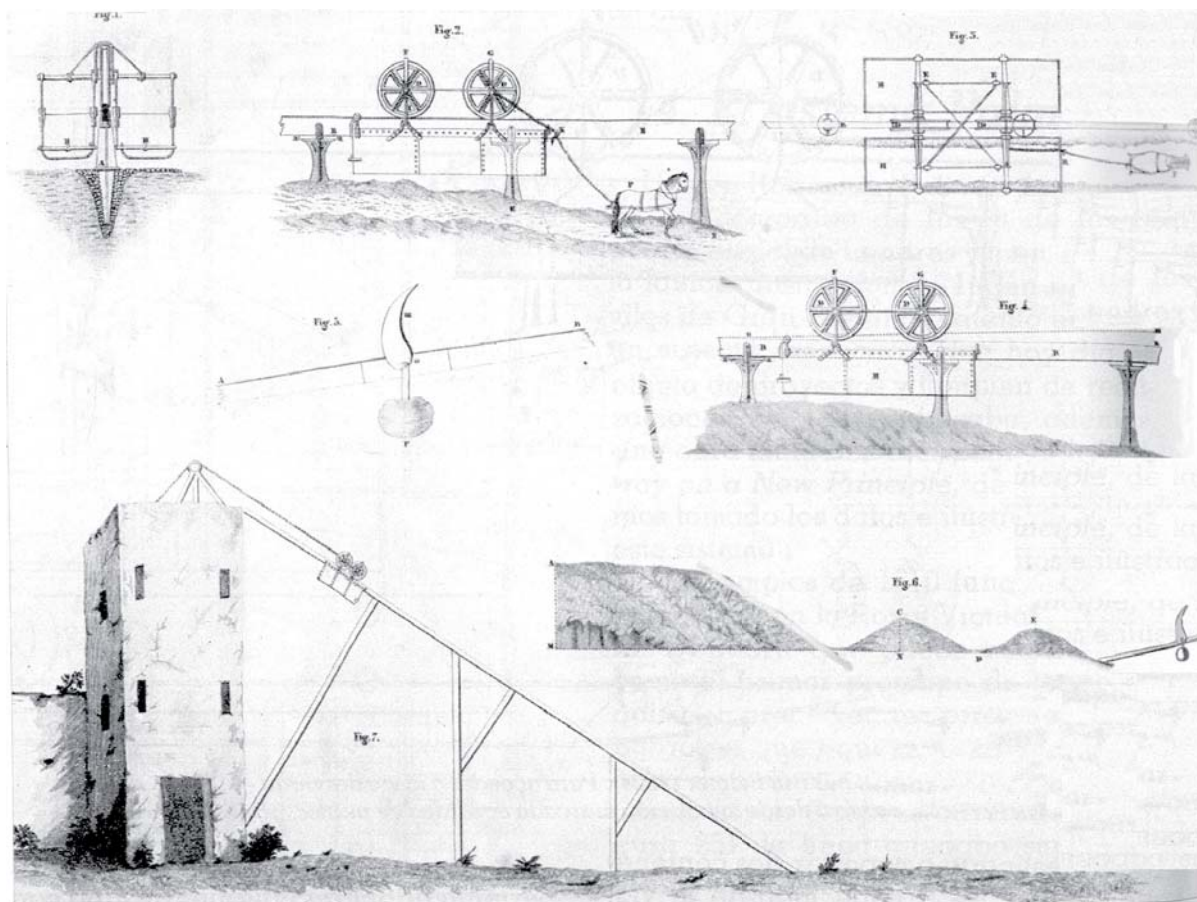


Fig. 254. Aplicación del sistema Palmer en España según J. M. Vallejo (1884). Figs. 1 a 3: Invento de Palmer. Fig. 4: Propuesta con el camino en pendiente. Fig. 5: Frenos para detener o aminorar la velocidad de los vehículos. Fig. 6: Demuestra que se llega a C y E con sólo la energía cinética. Fig. 7: Máquinas de vapor, situadas de trecho en trecho, para llevar los carros y volver otra vez a la acción de la gravedad. (Biblioteca Nacional).

ser que el monocarril se proyectara a la suficiente altura para permitir el paso.

Aunque nunca aclaró cómo resolvería la circulación de estos trenes en caso de fuerte viento lateral, sí previó con imaginación que sus contenedores podrían ser intercambiables, de modo que se pudieran transbordar desde el ferrocarril a los carros provistos de una plataforma para recibirlos.

La tracción prevista era a brazo, pero Palmer preveía también la tracción vapor y la fuerza del viento, como se ilustra en el magnífico grabado de la figura 253.

En abril de 1844, las ideas de Palmer habían llegado a nuestro país, dando lugar a una propuesta por el senador José Mariano Vallejo, que ese mismo año publicaba en Madrid una obra titulada *Nueva construcción de caminos de hierro, adaptable al territorio desigual y montuoso de nuestra Península*. De la figura 254 se deduce que el sistema propuesto por Vallejo no era otro que el de Palmer, aunque con una variante esencial destinada a evitar las desigualdades del terreno. Según Vallejo, el monocarril se construiría por secciones, de manera que todas ellas quedaran en pendiente, con objeto de que los trenes descendieran por la fuerza de la gravedad. Llegado el tren al final de cada sección, se izarían los vehículos con una grúa movida por una máquina de vapor hasta lo alto de las torres que se indican en la figura, desde donde comenzaría la sección siguiente, y así sucesivamente.

Evidentemente, la idea de Vallejo era un desatino, pero hay que reconocer, sin embargo, que su visión de la viabilidad de los futuros ferrocarriles españoles era muy certera. He aquí su razonamiento:

“Estos (*los caminos de fierro*) se han establecido, por lo general, en parajes llanos; y se han arreglado a estos terrenos los principios científicos de su construcción; y como nuestro territorio es tan quebrado y desigual, resulta que si queremos establecer los caminos de fierro por los mismos procedimientos que se hacen en el extranjero, hallaremos inmensas dificultades y de ninguna manera nos traerán utilidad; por lo cual es absolutamente indispensable investigar una construcción adaptable a nuestro país”.

5. El ferrocarril atmosférico

Si imaginamos un tubo de gran longitud y situamos un pistón en uno de sus extremos, está claro que extrayendo el aire del tubo, el vacío originado hará desplazarse el pistón. Este sistema de tracción fue aplicado a los ferrocarriles, y aunque su denominación correcta sería ferrocarril por vacío, fue cono-

cido por los contemporáneos como ferrocarril atmosférico.

La primera idea sobre este sistema fue expuesta por John Vallance en una patente de 1824. Sugería utilizar tubos de unos 3,5 m de diámetro, que después redujo a 1,80 m, por los que circularían vehículos de forma circular, supuesto un grado de vacío en el tubo de 5 mm de mercurio. Vallance llegó a construir un prototipo en Brighton, con un tubo de 44 m de longitud, en el que verificó ensayos durante los años 1826 y 1827. La idea cayó en el olvido, ante la falta de capitalistas dispuestos a arriesgar su dinero en la empresa.

En 1827, John Hauge patentó otro sistema mediante el cual se hacía el vacío en un depósito que, conectado al cilindro de una máquina de vapor, lo ponía en movimiento. El sistema llegó a aplicarse en algunas grúas y máquinas herramientas.

La siguiente patente es de 1834 y fue debida a un americano, Henry Pinkus, residente en Londres. Al año siguiente, publicaba un folleto en el que proponía una Asociación Nacional Ferroviaria Pneumática, que habría de constituirse con un capital de 200.000 libras. Su objeto era construir una línea en el borde de una de las principales carreteras del país, tendiendo tubos de 0,70 a 1,01 m de diámetro. En la parte superior del tubo disponía una ranura longitudinal, por la que habría de circular el soporte del pistón que lo unía al vehículo. La estanqueidad del tubo estaba garantizada por una cuerda empapada en cera y sebo dispuesta a lo largo de la ranura. Unos rodillos unidos al soporte se encargaban de volver a situar la cuerda en la ranura.

En 1836, Pinkus patentó un nuevo sistema constituido por un tubo de 25 cm de diámetro, provisto en su parte superior de lo que el inventor denominaba “válvula metálica” (fig. 255). Consistía ésta en dos láminas metálicas y elásticas, de unos 6 cm de longitud y 13 cm de anchura, que se sucedían a lo largo de la ranura del tubo, unas a continuación de otras, soldadas o unidas con remaches entre ellas. Su forma curvada hacía que se aplicaran una contra otra y mantuvieran la adecuada estanqueidad en el tubo. Entre ambas chapas circulaba un conducto de sección en huso unido a una locomotora. El vacío del tubo se transmitía por este conducto a los cilindros de la máquina y daba lugar al movimiento de los pistones de la misma.

La patente definitiva que habría de llevar al ferrocarril atmosférico a varias realizaciones prácticas lleva fecha de 3 de enero de 1838 y había sido propuesta por Samuel Clegg y los hermanos Jacob y Joseph Samuda. El primero de ellos llegó a ser un relevante inge-

niero de la industria del gas, entonces en expansión. Jacob Samuda era un brillante ingeniero que se había asociado con su hermano, en 1832, para fundar un establecimiento dedicado a la construcción de máquinas de vapor para buques. En 1843 dedicarían sus esfuerzos a un astillero para la construcción de barcos.

En un folleto publicado en 1829 y titulado *Clegg's Patent Atmospheric Railway*, los inventores indicaban las ventajas del sistema que permitía construir ferro-

darios y oponentes al sistema. Entre los primeros se encontraba la Compañía de Birmingham, Bristol and Thames Junction, que estaba entonces en construcción y accedió a permitir el tendido experimental del sistema en unos pocos kilómetros de su línea, durante ocho meses. La realidad fue que sólo pudieron disponer los inventores de 800 m de línea en Wormwood Scrubs, pues el resto era impracticable por carecer de balasto.

El 11 de junio de 1840, en este pequeño trozo de línea, montado con carriles de segundo uso y con un tubo de 21 cm de diámetro, se iniciaban los ensayos del primer ferrocarril atmosférico de la Historia. A los pocos días, utilizando el coche portador del pistón y otro de viajeros, es decir, 11,5 t, se conseguía alcanzar la velocidad de 58 km/h cuando se lograba en el tubo un vacío de 30 a 58 mm de mercurio. Todos los lunes y jueves, de 15 a 17 horas, se repitieron los ensayos, durante casi un año, con gran afluencia de público, que se autorizaba a viajar en los vehículos, hasta que la atención fue desviada con motivo de otro ensayo de mayor envergadura realizado en Irlanda.

El ferrocarril de Kingstown a Dalkey

La línea de Kingstown a Dalkey constituía una prolongación del ferrocarril de Dublín a Kingstown, inaugurado en diciembre de 1834. El motivo de su construcción era ofrecer a Clegg y los Samuda la ocasión de ensayar de forma completa su sistema. Los promotores creían que el ferrocarril atmosférico, por su bajo coste de establecimiento, podía ser muy útil para los futuros ferrocarriles irlandeses. Por otra parte, Charles Vignoles, el ingeniero proyectista de la prolongación, se mostraba partidario del sistema, pues en unión de otros altos cargos de la Compañía del Ferrocarril de Dublín a Kingstown habían visitado Wormwood Scrubs, quedando impresionados por los resultados.

La línea objeto del ensayo era de vía única y tenía 2.787 m de longitud (fig. 256). El trazado estaba en rampa continua hasta Dalkey, con inclinaciones sucesivamente crecientes, desde 4,4 por mil hasta 17,5 por 1.000 en los 329 m finales.

En medio de la vía se había instalado un tubo de 38,1 cm de diámetro interior, provisto de refuerzos verticales de palastro, cada 67 cm, según se muestra en la figura 257. El tubo constaba de secciones de 2,75 m de longitud que se encajaban unas en otras, sellándose la junta con hilaza impregnada en cera y aceite fuertemente comprimida. En la parte superior, y en toda la longitud del tubo, quedaba una ranura de 62 mm de anchura, con objeto de permitir el paso del soporte del pistón. La estan-

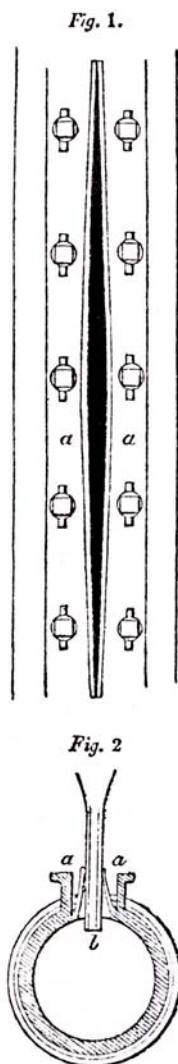


Fig. 255. Válvula longitudinal propuesta por H. Pinkus (1834). Planta (fig. 1) y alzado (fig. 2). (Archivo RENFE).

carriles por una cuarta parte del coste de los convencionales, dado que podían utilizarse carriles de poco peso y emplear declividades hasta entonces prohibidas para las locomotoras de vapor. Otra indudable ventaja era reducir los altos costes de explotación de la tracción de vapor, debidos, especialmente, al mantenimiento y al consumo de combustible.

El folleto de los inventores despertó curiosidad en el mundo ferroviario, surgiendo inmediatamente parti-

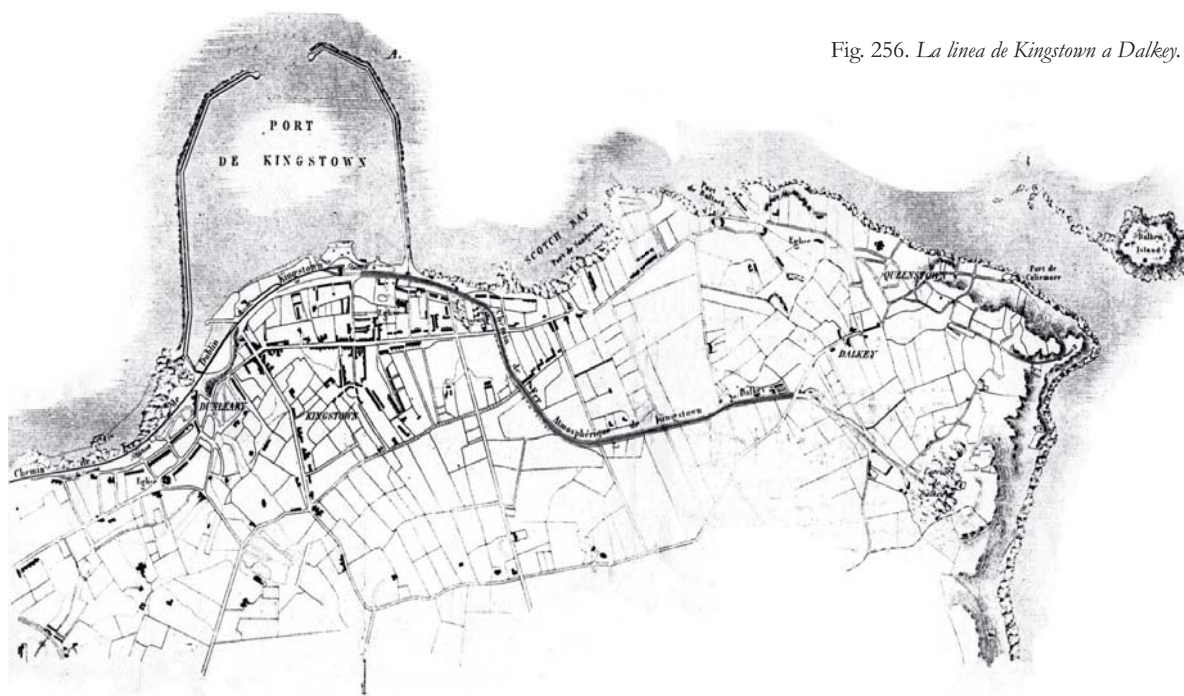


Fig. 256. La línea de Kingstown a Dalkey.

queidad de la ranura se lograba mediante una válvula longitudinal constituida, como se indica en la figura antes citada, por una lámina de cuero fija en uno de sus bordes a lo largo del tubo. La lámina de cuero estaba reforzada por encima y por debajo con dos chapas metálicas, con objeto de evitar la deformación del cuero por el efecto de la presión atmosférica, una vez hecho el vacío en el interior del tubo.

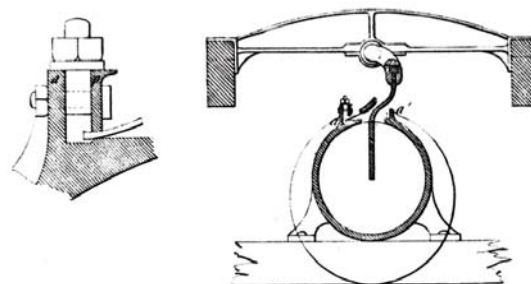


Fig. 257. Sección transversal del tubo y soporte del pistón unido al bastidor del vehículo. En la parte izquierda, detalle de la sujeción de la válvula de cuero. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1844). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

En la figura 258 se muestra el vehículo motor de este sistema, portador del pistón. En el punto central del bastidor va situado el soporte del pistón que, como podrá observarse, es de gran longitud (unos 6,5 m). En el extremo izquierdo está el pistón propiamente dicho y en el derecho hay un contrapeso. Los cuatro rodillos de diámetros desiguales, situados



Fig. 258. Vehículo-motor del sistema atmosférico y sección transversal del tubo y del pistón. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1844). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

en el árbol del pistón, tenían por objeto levantar la válvula longitudinal, los dos primeros, y permitir su descenso por su propio peso, los dos últimos. La válvula se abría en un ángulo de aproximadamente 45°, lo que exigía que el soporte del pistón estuviera inclinado, como se indica en la figura 257. Una rueda situada en la parte posterior del vehículo-motor, tenía como función comprimir la válvula longitudinal en su asiento, una vez había pasado el soporte del pistón. Al mismo tiempo se vertía sobre ella una mezcla de sebo y cera líquidos, destinada a mantener su estanqueidad. El dispositivo calefactor iba situado junto a la rueda antes citada, donde se ve un cilindro que se llenaba de carbón incandescente para licuar la mezcla.

En los extremos del tubo se disponían dos válvulas de entrada y salida. Esta última era muy simple, pues consistía en un disco de madera guarnecido con cuero y de una bisagra situada en la parte inferior del tubo. Cuando el tren llegaba al final de la línea, el pistón abría esta válvula de salida y se efectuaba la parada, utilizando los frenos de mano de la composición.

La válvula de entrada, ingeniosamente ideada, se muestra en la figura 259. Estaba situada a 9 m del comienzo del tubo y constaba de un recipiente circular de paredes laterales planas situado bajo el tubo. La válvula *MN* cerraba herméticamente el tubo y la válvula *OP* cerraba el espacio *Z*. Ambas válvulas estaban unidas entre sí y a un eje común mediante la pieza que se observa en la figura. Sus diámetros eran diferentes, de modo que la válvula *MN* tenía 38,1 cm y la *OP* 39,4 cm. En una de las caras laterales (figura de la derecha) se habían practicado dos pequeños orificios *0* y *0'* situados a un lado y otro de la válvula *OP*.

Para iniciar la marcha se introducía el pistón por el lado *Y* y se hacía el vacío en la parte *X*. La cámara *Z* quedaba con la presión atmosférica, pues se dejaba abierto el orificio *0'*. En esta situación nada se mueve, pero si un agente de movimiento accionaba la palanca *T* que corta la comunicación del orificio *0'* con el extremo y la establecía entre *0* y *0'*, el vacío de la parte *X* se extendía rápidamente a la cámara *Z*. En cuanto ésta había alcanzado el mismo grado de vacío que el existente en la parte *X*, la presión atmosférica existente en la parte *Y* hacía girar el conjunto de las válvulas *MN* y *OP* y el tubo quedaba abierto. En este momento el vacío del tubo hacía desplazarse al pistón y el tren iniciaba la marcha.

Los inventores habían previsto, como hemos dicho, secciones diferentes para las válvulas *MN* y *OP* con objeto de impedir un movimiento intempestivo,

pero lo cierto es que el funcionamiento sería análogo, aunque las secciones hubieran sido iguales.

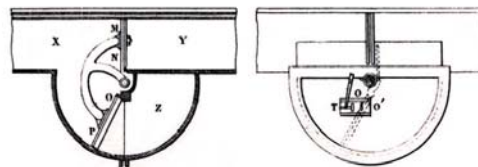


Fig. 259. Válvula de entrada en el sistema atmosférico. Revista Anales des Ponts et Chaussées (1844). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

El tubo se iniciaba en Kingstown, donde se había instalado una máquina de vapor fija que accionaba la bomba de extracción del aire y terminaba 511 m antes de llegar a Dalkey, recorriéndose esta última distancia por la inercia adquirida.

El viaje de regreso se hacía sólo con la fuerza de la gravedad, situando el pistón fuera del tubo. Para ello, el soporte que la unía al bastidor del vehículo-motor se giraba mediante un sistema a base de husillo y manivela.

En el vehículo-motor se había instalado un barómetro en comunicación con el tubo, mediante una pequeña conducción establecida a través del soporte y del pistón, con objeto de poder comprobar en cada momento el grado de vacío existente en el tubo.

Aunque la presión atmosférica equivale, como sabemos, a 760 mm de mercurio, el vacío obtenido en el tubo con la bomba era sólo de unos 610 mm. Como la sección del tubo tenía 1.139,5 cm², la fuerza propulsora del sistema era de

$$\frac{1,033 \times 1.139,5 \times 610}{760} = 944,7 \text{ kg}$$

Supuesta la resistencia al avance en 4 kg/t y la rampa media de la línea de 9,5 por 1.000, que suponen otros 9,5 kg/t, resulta que el sistema permitía remolcar un tren

$$\frac{944,7}{4 + 9,5} = 70 \text{ t,}$$

obteniéndose una velocidad media de 25 km/h.

Con menores cargas, la velocidad obtenida era más elevada, como sucedió, por ejemplo, el 19 de agosto de 1843, día de la inauguración de las pruebas. Un tren formado por el vehículo-motor y dos coches de viajeros llegó a alcanzar la velocidad de 45 km/h, despertando este hecho gran admiración entre el público asistente al acto.

En marzo de 1844 se inauguraba el servicio público de la línea con trenes regulares que partían de Kingstown, cada media hora, desde las 8 hasta las 18 horas. Al año siguiente se extendería el servicio hasta las 21.30. La velocidad media era de 42 km/h, pero en alguna ocasión pudo llegarse a un máximo de 82 km/h.

Este primer ferrocarril atmosférico estuvo en servicio casi diez años, hasta el 12 de abril de 1854, en que la línea fue convertida al ancho de vía normalizado para Irlanda de 1,60 m. De acuerdo con los datos existentes, los resultados fueron favorables. Los únicos inconvenientes observados fueron las averías de la máquina de vapor fija, que ocasionaban la interrupción del servicio hasta su reparación y las averías de la válvula longitudinal, especialmente en tiempo frío.

El ferrocarril de Londres a Croydon

El éxito de la línea de Dalkey dio lugar a otras dos aplicaciones en Gran Bretaña. La primera de ellas tuvo lugar en el ferrocarril de Londres a Croydon, donde se instalaron ocho kilómetros de vía única entre Forest Hill y Croydon, con tres estaciones intermedias, que más tarde se prolongaría cuatro kilómetros más, desde Forest Hill hasta New Cross. Como existían estaciones intermedias y el sistema no podía aplicarse en los desvíos, el tubo de 38,1 cm de diámetro finalizaba y comenzaba en las agujas extremas de las mismas. En estos puntos se habían instalado válvulas bidireccionales que permitían la entrada y salida de los trenes por las mismas (fig. 260). Existe muy poca información sobre

estas válvulas, razón por la cual no podemos describirlas. Las vías de las estaciones estaban en pendiente a partir del eje del edificio de viajeros, de modo que los trenes paraban justamente en medio de la estación e iniciaban la marcha por la fuerza de la gravedad, una vez aflojados los frenos. A diferencia de la línea de Dalkey, los trenes circulaban con el sistema atmosférico en ambos sentidos. Esto exigía que, una vez llegado el vehículo-motor a uno de los extremos de la línea, fuera preciso desatornillar el pistón del árbol y cambiarlo al otro extremo, atornillándolo de nuevo. Tampoco sabemos, en este caso, la forma detallada de realizar esta enojosa operación. Está claro, por otra parte, que no podía girarse el vehículo-motor en una placa, pues el soporte del pistón, como hemos visto, entraba inclinado en el tubo y, de darle la vuelta, hubiera adoptado un ángulo opuesto al preciso para entrar en el tubo.

El servicio atmosférico de la línea de Croydon se inauguró el 19 de enero de 1846, comenzando a partir de este mismo día las desgracias. A las 11 horas, la máquina de vapor fija de Croydon, destinada a extraer el aire del tubo, se averió gravemente. A las 19.20 del mismo día, le siguió otra máquina fija y hubo que utilizar la tracción vapor para remolcar los trenes. Durante los quince días siguientes, las averías en las máquinas fijas fueron incesantes, amén de algunos descarrilamientos sufridos por los trenes. La situación no se mejoró hasta el 5 de marzo, en que se reanudó el servicio con 32 trenes diarios, aunque siempre hubo dificultades con las máquinas fijas que, al no conseguir un grado de vacío apropiado, dificultaban la ascensión de los trenes por las rampas.

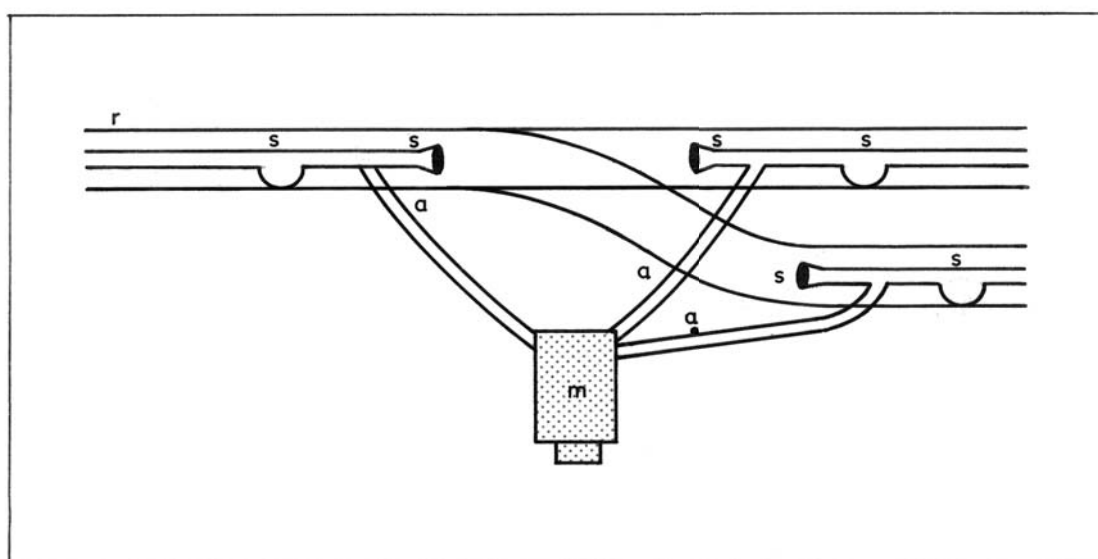


Fig. 260. Instalación del sistema atmosférico en las zonas de agujas de las estaciones. m: Depósito auxiliar conectado a las bombas de vacío. a: Conductos para la extracción del aire. s: Válvulas bidireccionales. (Dibujo: Luis Biela).

A estos inconvenientes vino a añadirse el problema suscitado por la válvula longitudinal que, a primeros de mayo, había sido modificada por Samuda, tal como se indica en la figura 261. La chapa de hierro situada en la parte superior de la válvula sufría numerosas roturas y los cantos afilados de las mismas rasgaban el cuero, dando lugar a la pérdida de la estanqueidad. Tampoco la mezcla selladora que se vertía desde el vehículo-motor daba buenos resultados, especialmente en las horas de calor de aquel verano de 1846 en que se llegaron a alcanzar temperaturas de 54° a pleno sol.

su informe al Consejo de la compañía afirmaba textualmente que el sistema atmosférico “es susceptible de producir mucho más elevadas velocidades que la tracción vapor” y finalmente que “era un modo excelente y económico”.

La longitud de vía única, servida con el sistema atmosférico, fue de 24 km entre Exeter y Teignmouth, que posteriormente se ampliaría a los ocho kilómetros existentes entre esta última estación y Newton (fig. 263). También se proyectó su ampliación hasta

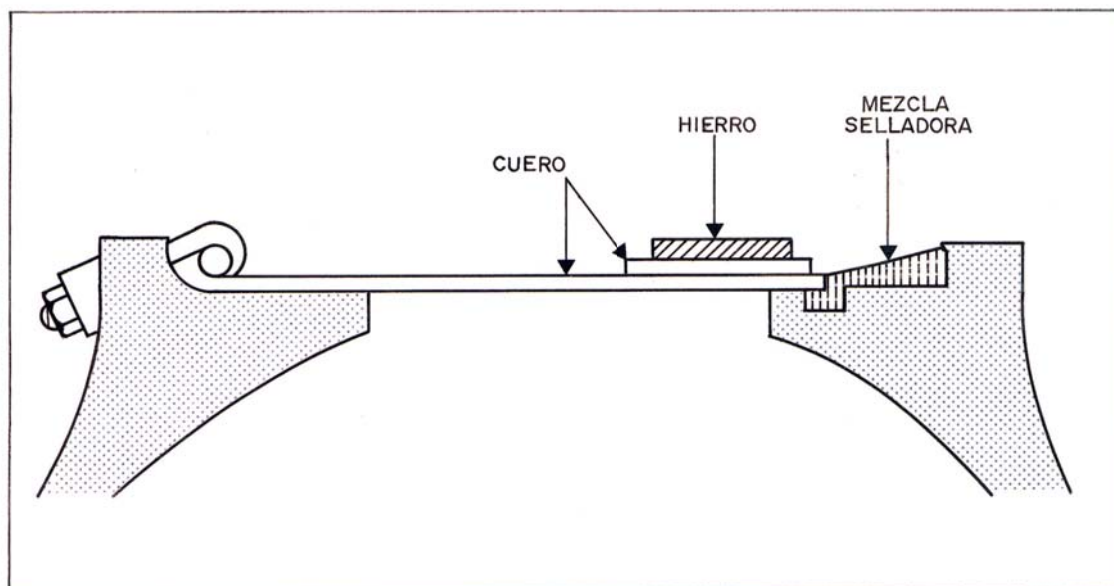


Fig. 261. Sección transversal de la válvula perfeccionada por Samuda (1846). (Dibujo: Luis Biela).

Los trenes servidos con el sistema atmosférico se componían, por lo general, de 7 a 9 vehículos con un peso de 45 a 60 t (fig. 262). Según la revista *Railway Record*, llegaban a alcanzar velocidades máximas de 48 a 85 km/h.

El 27 de febrero de 1847 tenía lugar la inauguración de la prolongación del sistema hasta New Cross, comprobándose en seguida que tanto la sección del tubo como la potencia de las máquinas fijas resultaban insuficientes para que los trenes ascendieran por la rampa allí existente.

Los problemas eran de tal magnitud que el Consejo de la compañía, después de considerar los retrasos producidos y los costes de explotación siempre crecientes, decidió suprimir el sistema atmosférico, lo que así se hizo desde el 3 de mayo de 1847.

El ferrocarril de South Devon

La aplicación del sistema atmosférico en esta línea fue propuesta por su ingeniero proyectista Brunel, sistema del que se mostraba fervoroso partidario. En

Plymouth y un ramal a Torquay, pero los trabajos quedaron apenas iniciados.

La terminación de los trabajos para la instalación del sistema en este ferrocarril, a mediados de 1847, coincide con el desastroso final del sistema en la línea de Croydon, circunstancia que causó inquietud entre los accionistas. Pero el Consejo de la compañía de South Devon se las prometía muy felices. En la Junta General del 5 de mayo, el presidente de la compañía afirmaba que se habían realizado pruebas con trenes de pequeña y gran composición, alcanzándose velocidades de 112 km/h en el primer caso [sic] y de 48 a 56 km/h en el segundo. Estos resultados son tales, decía, que “no tenemos duda alguna en nuestras mentes sobre el éxito del sistema atmosférico”. Palabras que fueron acogidas con aplausos y aclamaciones. El servicio fue inaugurado el 13 de septiembre de 1848. En octubre, éste constaba de ocho trenes en cada sentido, que se aumentó a nueve en los últimos días del mes. La explotación del sistema era muy similar a la de la línea de Croydon, aunque los tubos aquí utilizados tenían distintas secciones. Unos tenían 38,1 cm de diámetro, pero otros eran

de 55,8 cm, lo que obligaba a cambiar el vehículo-motor en todos los puntos en que el tubo cambiaba de sección.

En las vías de las estaciones, donde no era posible instalar los tubos, las maniobras se hacían a brazo o mediante cabrestante, de los cuales estaban abundantemente dotadas, en particular los destinados a aproximar las composiciones hasta las agujas extremas donde comenzaba el tubo atmosférico.

El primer motivo de inquietud, acerca de la explotación de esta línea, surgió en el período de diciembre a febrero de 1848, que fue particularmente frío. El hielo impedía el funcionamiento adecuado de la válvula longitudinal y ocasionaba numerosos retrasos. Después subió la temperatura y el servicio se normalizó, de modo que a partir del 23 de febrero todos los trenes que circulaban por la línea, viajeros y mercancías, lo hacían con el sistema atmosférico.

Al llegar el buen tiempo, la válvula longitudinal comenzó a dar problemas. La falta de humedad originaba el agrietamiento del cuero, con la consiguiente pérdida de estanqueidad y, lo que era peor, acababa rasgándose. Al parecer existían varias explicaciones de esta anomalía. La válvula había estado almacenada unos dos años antes de su instalación, lo que había provocado la oxidación de las chapas. Estas también se habrían oxidado rápidamente con el aire marino, dado que gran parte

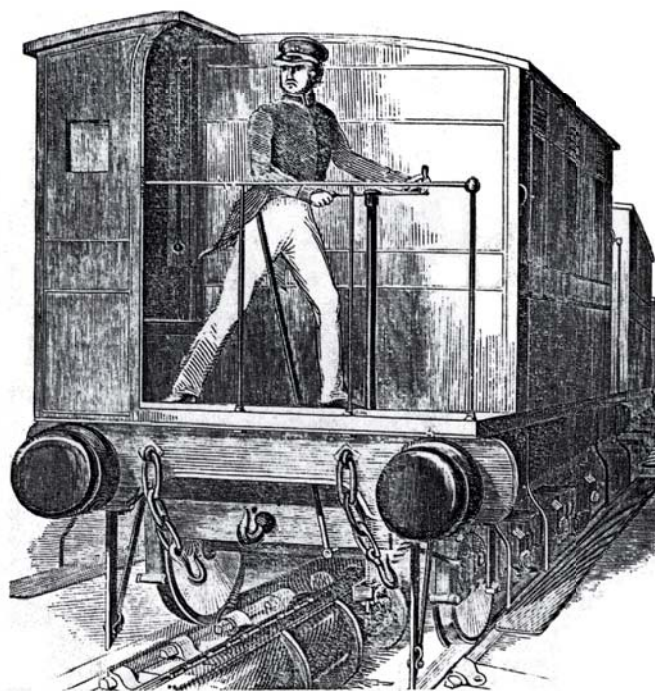


Fig. 262. Vehículo-motor de la línea de Croydon (1846). El conductor aprieta el freno de mano para detener el tren. A su derecha, el barómetro para indicar el grado de vacío existente en el tubo. (Archivo RENFE).

de la línea estaba trazada próxima a la costa. Una tercera explicación era la mezcla selladora, que había sido modificada. En lugar de cera y sebo, materias excelentemente anticorrosivas, se había utilizado jabón, que con la luz y el aire formaba una costra dura. Para remediar estos inconvenientes se sustituyó la mezcla por otra compuesta de aceite de

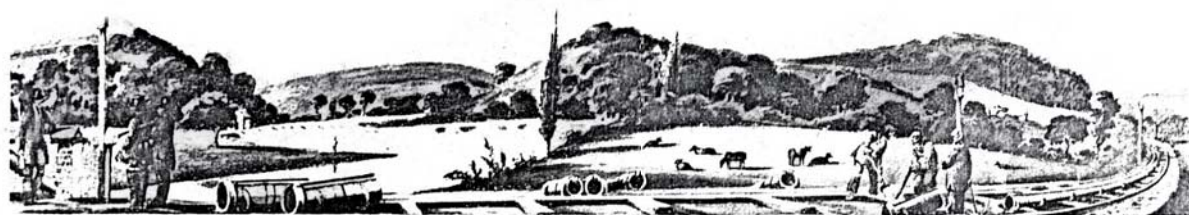
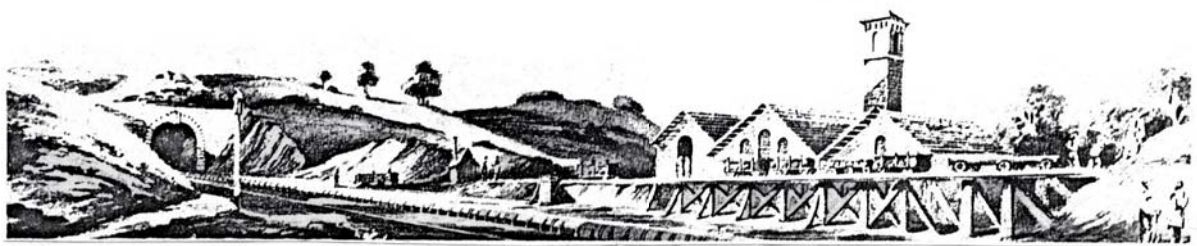


Fig. 263. El ferrocarril de South Devon en 1848. Arriba: Túnel de Dainton y casa de máquinas con la vía de descarga del carbón. Abajo: instalación de los tubos en la línea. (Archivo RENFE).

hígado de bacalao y jabón, pero ésta era poco pastosa y estaba expuesta a ser absorbida en el interior del tubo. Lo cierto es que en la línea de Dalkey, en las proximidades de esta estación, el cuero solo, sin necesidad de mezcla selladora, mantenía la estanqueidad, pero la baja temperatura lo volvía rígido y propenso a rasgarse, de no ser que se tratara con aceite de foca, un producto, en aquellos años y ahora, de elevado precio.

Como las averías de la válvula se extendían al 10 por 100 de la línea, el Consejo decidió suspender la explotación a partir del 9 de septiembre de 1848 hasta tanto Samuda les indemnizara de los daños ocasionados. Se darían facilidades para que se rehabilitara la válvula, pero desde el 6 de septiembre éste correría con los costes de explotación del sistema. La compañía había invertido nada menos que 433.991 libras en esta aventura.

Una nueva válvula, un tubo de mayor sección y máquinas fijas más potentes hubieran sido la solución, pero ello equivalía a instalar un nuevo ferrocarril.

El ferrocarril de Saint-Germain

La última aplicación del sistema atmosférico tuvo lugar en Francia, precisamente a propuesta del Gobierno, que había quedado impresionado con los éxitos de la línea de Dalkey. Una Ley de 8 de julio de 1844 concedía una subvención de 1,8 millones de francos para ensayar un sistema atmosférico en una línea de unos 16 km.

La línea elegida fue la de la compañía del Ferrocarril de París a Saint-Germain, construida en 1837 hasta Le Pecq, al pie del castillo y la villa de Saint-Germain.

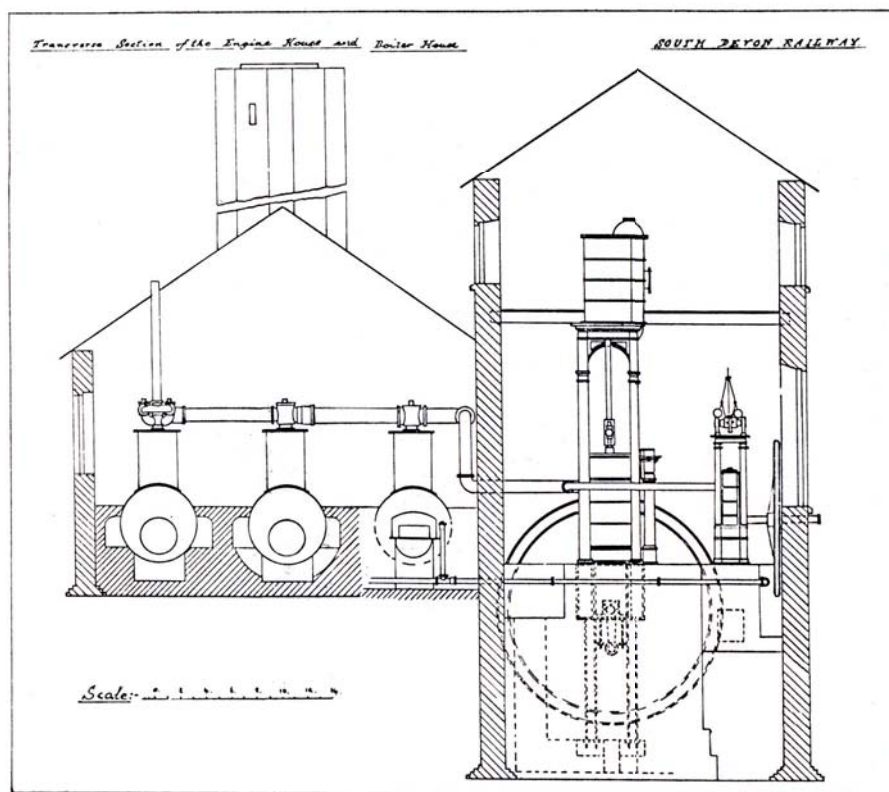


Fig. 264. Casa de máquinas del ferrocarril de South Devon. (Archivo RENFE).

El error fundamental cometido por Brunel había sido utilizar máquinas fijas de vapor que habían sido proyectadas para un tubo de 33 cm de diámetro, pero que después se ampliaría a 38,1 cm (fig. 264). Esto obligaba a mantener en el tubo un grado de vacío mayor que el normal —unos 41 mm de mercurio— y, por consiguiente, que las máquinas giraran a velocidad superior a la prevista. Como consecuencia de esta falta de potencia, los trenes llegados al sistema atmosférico había que dividirlos en cortes y se originaban cuantiosos retrasos.

El proyecto tenía por objeto demostrar las posibilidades del sistema en las fuertes rampas y, por ello, el trazado se iniciaba en Nanterre, situada a 8,8 km de Saint-Germain, prolongándose más allá de Le Pecq mediante un viaducto para cruzar el Sena y acceder con dos túneles hasta la terraza del castillo de Saint-Germain, con una rampa de 34 por 1.000 (fig. 265). Se preveía instalar tres máquinas fijas con 100, 200 y 400 CV de potencia (fig. 266) y un tubo de 35,5 cm de diámetro en el trozo con perfil más suave y otro de 38,1 cm en el trozo correspondiente a la rampa.

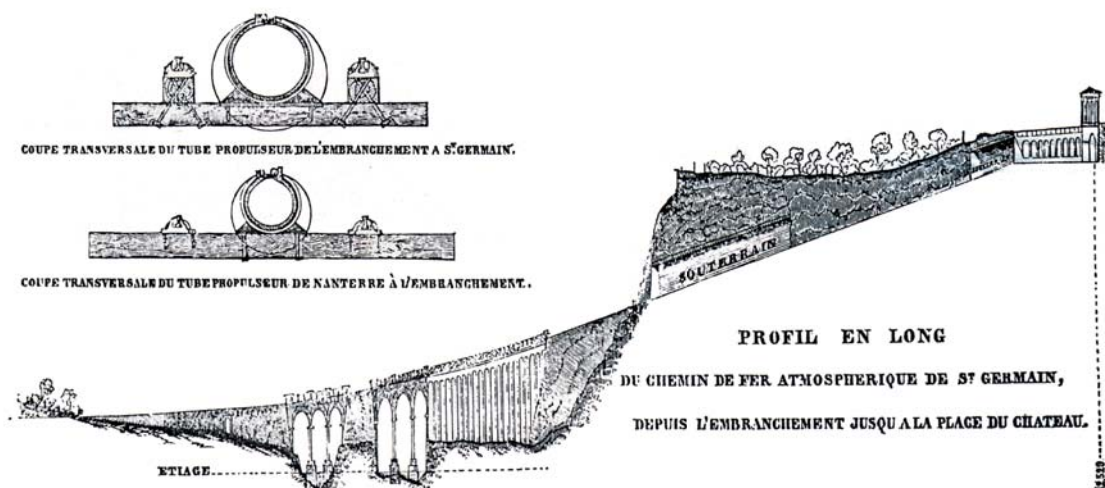


Fig. 265. Perfil longitudinal del ferrocarril de Saint-Germain. En la parte superior izquierda, los tubos propuestos, de los que sólo se utilizaría el de mayor sección. (Archivo RENFE).

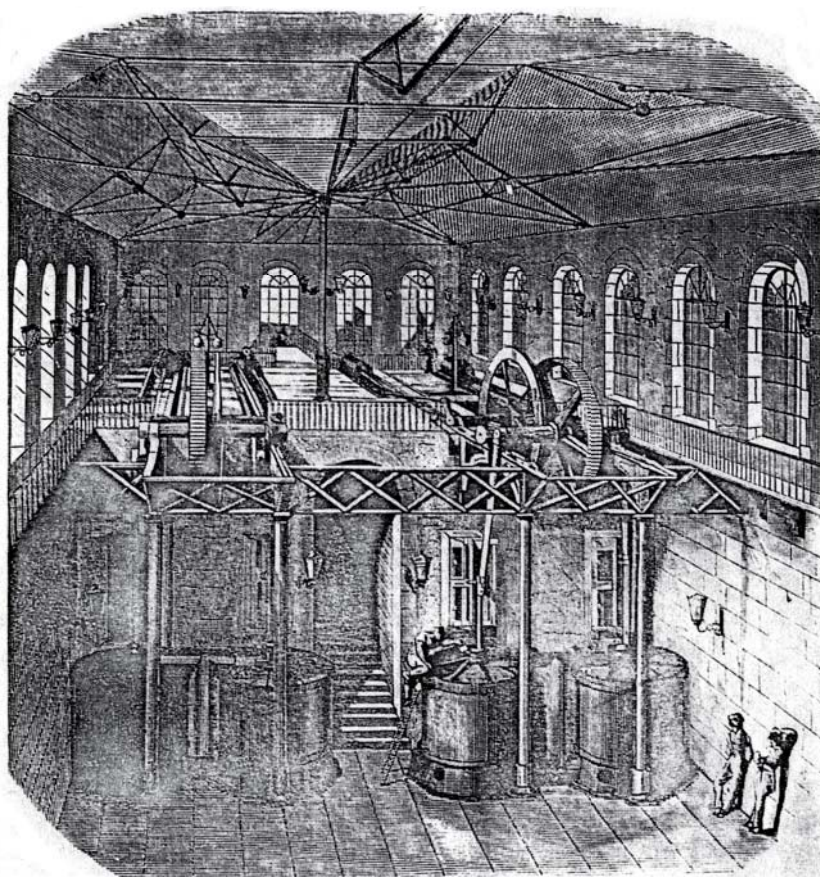


Fig. 266. Casa de máquinas del ferrocarril de Saint-Germain. (Archivo RENFE).

Los trabajos fueron dirigidos por Eugène Flachet, siendo terminados los dos túneles y el viaducto con gran rapidez, cosa que no sucedió con las máquinas fijas y el tubo por incurrir en grandes retrasos los suministradores.

Ello dio lugar a que la inauguración del servicio se pospusiera hasta el 24 de abril de 1847. El sistema

atmosférico se había establecido sólo en 2,1 km entre Bois-de-Vésinet y Saint-Germain, con una máquina fija en este último punto. Durante las pruebas, trenes compuestos de 11 vehículos, excluido el motor, con un peso de 62,7 t, ascendían por la rampa a una media de 40 km/h (fig. 267). El servicio se hacía como en la línea de Dalkey, es decir, llegados los trenes a Saint-Germain se maniobraban con ca-

brestante para llevarlos hasta el comienzo de la pendiente, por la que descendían por la fuerza de la gravedad. El pistón se desplazaba y quedaba fuera del tubo. Al parecer, la válvula longitudinal aquí em-

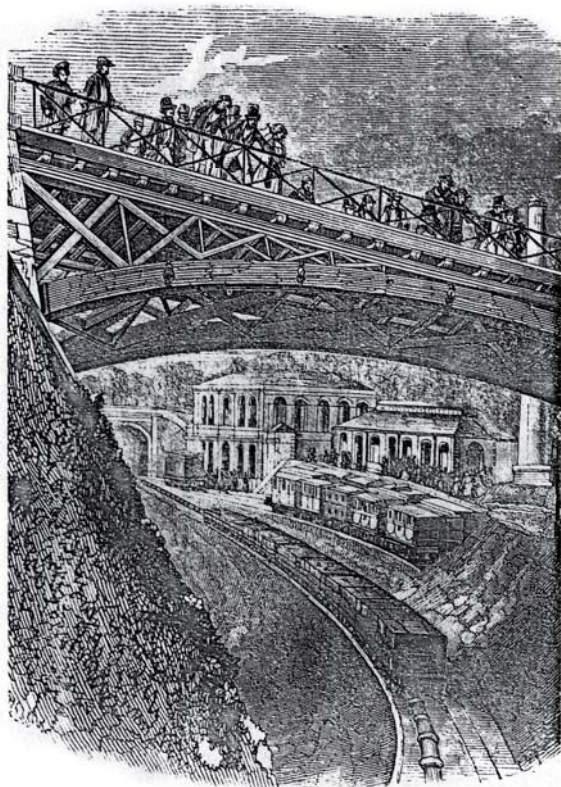


Fig. 267. La estación de Saint-Germain. Edificio de viajeros y casa de máquinas. (Archivo RENFE).

pleada fue similar a la de Dalkey, aunque la mezcla selladora tenía distinta composición: aceite de foca, cera, goma y arcilla.

La curiosidad y la belleza del lugar hicieron que los parisienses se sintieran atraídos a viajar por la línea con objeto de recreo, lo que supuso un éxito económico. El funcionamiento del sistema dio pocos problemas en los numerosos años que estuvo en explotación, hasta el 3 de julio de 1860. Por estos años existían ya locomotoras de suficiente potencia para abordar esta rampa, lo que permitía utilizar trenes con mayor capacidad, dada la afluencia de viajeros. Habían pasado veinte años y unos pocos días desde que se comenzaran los ensayos en Wormwood Scrubs.

Conclusiones

Aunque el sistema atmosférico estaba basado en una idea francamente ingeniosa, sus posibilidades eran limitadas. Sin embargo, el éxito de la línea de Kings-

town a Dalkey en 1843 le confería, según la opinión de los contemporáneos, un futuro prometedor. Prueba de ello es que se llegaron a autorizar en Inglaterra nada menos que once leyes de concesión, hasta 1846, para otras tantas líneas ferroviarias en las que se preveía utilizar este sistema. En otros 64 casos se confeccionaron los proyectos correspondientes, fracasando el asunto en el período de propuesta. La fama del sistema se extendió también al continente europeo, proponiéndose varios proyectos en Francia, Bélgica, Alemania, Austria, Italia e incluso en las colonias inglesas de Jamaica y Antigua.

Robert Stephenson no era partidario del sistema, según demostró en un célebre informe solicitado en 1844 por la compañía de la línea de Chester a Holyhead. Después de realizar una serie exhaustiva de comprobaciones en la línea de Dalkey, Stephenson deducía que el sistema no era rentable económicamente ni resultaba apto para adquirir y mantener velocidades más elevadas que las conseguidas con la tracción vapor. Admitía, sin embargo, que en líneas de escasa longitud, con trenes de pequeña composición que requieran elevada velocidad y alta densidad de circulación, donde, finalmente, el trazado fuera inadecuado para la tracción vapor por sus fuertes inclinaciones, el sistema atmosférico sería preferible. También reconocía sus posibilidades en líneas suburbanas que exigieran comunicaciones rápidas y frecuentes.

El talón de Aquiles del sistema estaba en el mantenimiento de las máquinas fijas y de la válvula. Como se vio en la práctica, cualquier avería, por insignificante que fuera, paralizaba e interrumpía la circulación. Por otra parte, su máxima capacidad de tracción era reducida, pues con un tubo de 63,5 cm de diámetro que estaba en el límite de lo admisible y un vacío de 400 mm de mercurio no se obtendrían más de 1,721 kg de esfuerzo.

6. El sistema Arnoux

Claude Arnoux, director de la Compañía de Mensajerías de Francia y conecedor, por tanto, de la técnica de los carruajes servidos con fuerza animal, trató de aplicar al ferrocarril estos conocimientos. En 1838 construyó un modelo a escala 1/50 de un tren compuesto de ocho vehículos, con objeto de demostrar las posibilidades de su sistema en la circulación por las curvas de pequeño radio. El sistema era interesante y oportuno, pues los ferrocarriles hasta entonces proyectados exigían grandes radios de curva. Cualquier método o procedimiento destinado a reducir estos radios incidiría, evidentemente, sobre el coste de establecimiento de los ferrocarriles y daría lugar a economías apreciables. También permitiría

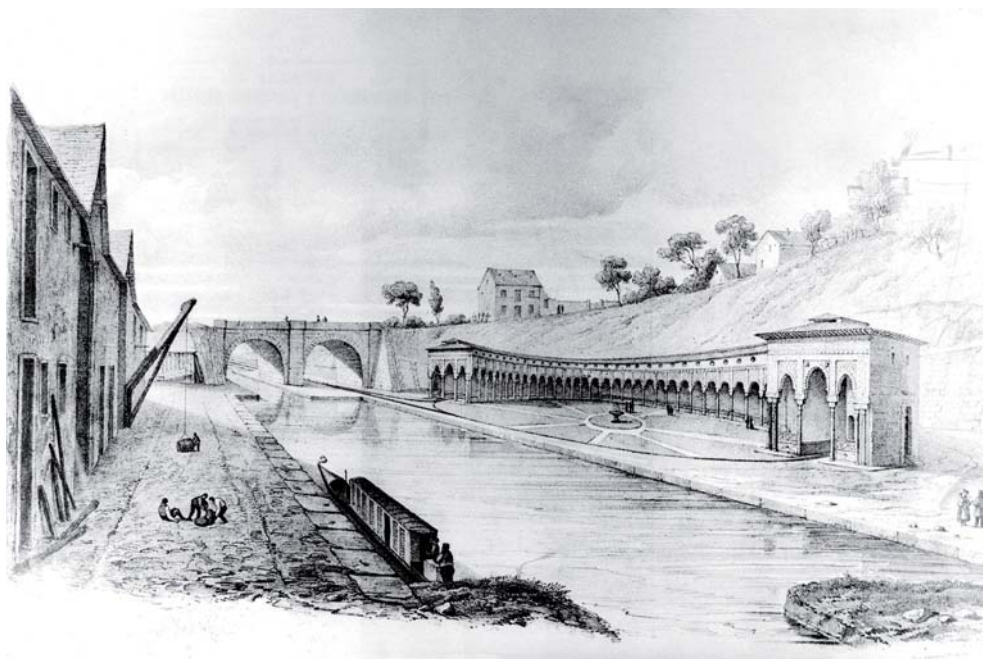


Fig. 268. Proyecto de la estación de Saint-Mandé en estilo mudéjar, realizado por Arnoux (1840). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

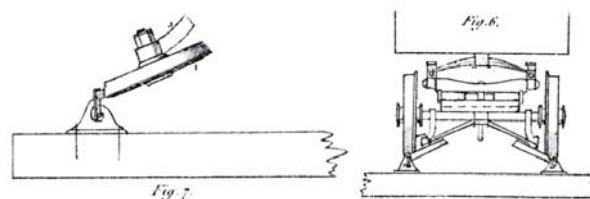
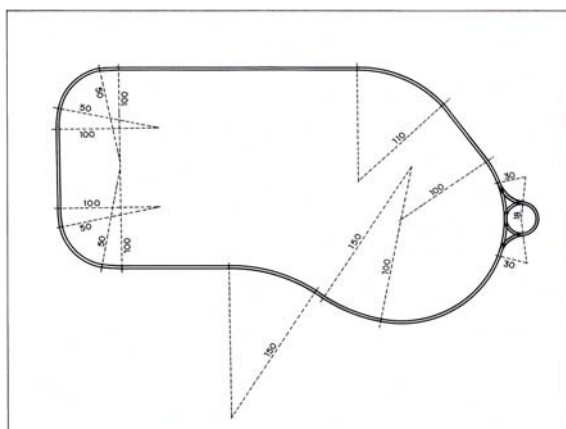


Fig. 269. Circuito para el ensayo del sistema Arnoux. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1840). (Dibujo: Luis Biela).

Fig. 270. Guiado por rodillos del eje director en el sistema Arnoux. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1840). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

llevar el ferrocarril a terrenos difíciles y escarpados, donde la necesidad de utilizar curvas de pequeño radio resulta imprescindible.

Propuesto el invento en 1838 a la Academia de Ciencias de París, elaboró ésta un informe sumamente elogioso, sugiriendo, al propio tiempo, que se realizaran pruebas a escala real. Alentado por este primer éxito, Arnoux construyó en Saint-Mandé, cerca de París, un pequeño circuito de 1.136 m de longitud, destinado a realizar demostraciones ante los técnicos y público en general. En la fig. 268 se muestra un bello proyecto de la única estación existente en el circuito que nunca llegaría a construirse¹⁶². El croquis del circuito de 1.136 m de longitud se muestra en la fig. 269. Incluía varias curvas de 110, 100 y 50 m de

radio, así como un círculo de 18 m de radio, tangente a la línea principal y unido por ambos lados mediante curvas de 30 m de radio. En todas ellas se había eliminado el peralte, con objeto de demostrar la facilidad de la inscripción de los vehículos.

El objetivo perseguido por Arnoux era eliminar el rozamiento que se produce normalmente en los ejes convencionales debido a la solidaridad de las ruedas y eje y al paralelismo de éstos dentro de un bastidor rígido. Con este fin, los vehículos del sistema Arnoux reunían dos condiciones fundamentales:

- Las ruedas de cada eje giraban libremente en sus manguetas.
- Los ejes de toda la composición permanecían constantemente en posición normal a la curva, es decir, seguían la dirección del radio en cada uno de sus puntos.

¹⁶² Véase D. Arnoux: *Système de voitures pour chemins de fer de toute courbure*. París, 1840.

Para cumplir esta segunda condición, el primer eje de la composición, denominado eje director, se guiaba por la rueda, situando un bastidor unido rígidamente a éste que estaba provisto de cuatro rodillos inclinados, apoyados y guiados por las caras laterales e interiores de los carriles (figs. 270 y 271). Se requería ahora un artificio para que los ejes siguientes de la composición adoptaran la adecuada posición. Como el propio Arnoux reconocía, hubiera podido guiarse cada eje con los cuatro rodillos antes mencionados, pero el procedimiento sería complicado e inútilmente costoso. Era más práctico tratar de comunicar la inclinación de cada eje al siguiente, a medida que entraban en la curva. Con este objeto, los dos ejes de cada vehículo se disponían pivotantes, alrededor de su punto medio, como se hace hoy día con los bogies. En cada uno de estos ejes y solidarios con ellos se disponían unas coronas circu-

adoptando así una posición normal a la curva, siempre que las barras de unión tengan exactamente la misma longitud que el empate de los vehículos.

En las pruebas realizadas en Saint-Mandé, Arnoux utilizaba una locomotora Jackson y Murray de dos ejes transformada a tres. El primero y tercero estaban provistos de las coronas y cadenas antes mencionadas. El segundo era el eje motor y sus ruedas habían sido desprovistas de pestañas y de conicidad. En el primer eje, llamado director, se había instalado el dispositivo de guiado por la rueda, a base de cuatro rodillos de 0,5 m de diámetro.

Todas estas modificaciones habían obligado a ensanchar la vía 1,675 m, en lugar de 1,435 m, ancho de vía original de la locomotora. Arnoux decía que este ensanchamiento era puramente circunstancial, moti-

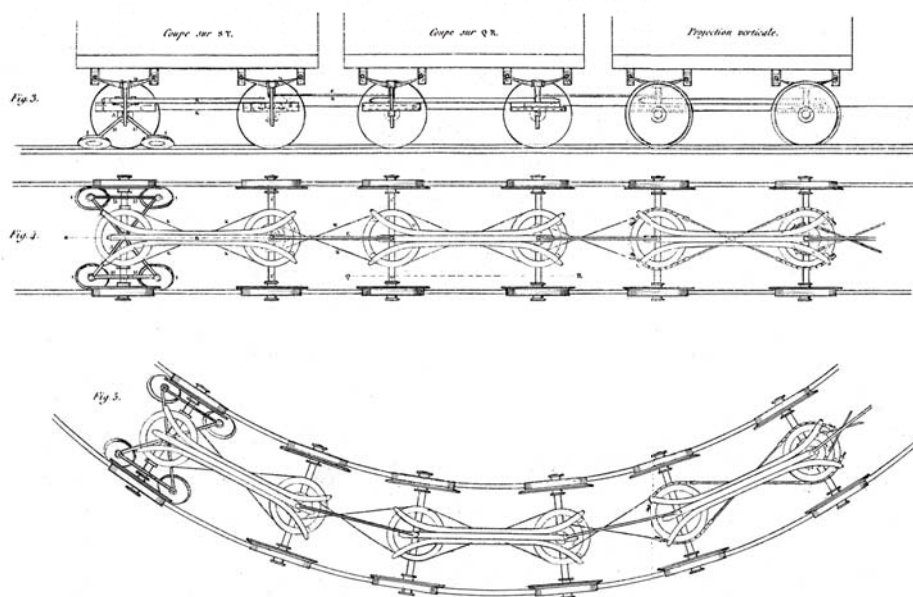


Fig. 271. Planta y alzado del tren de vehículos en el sistema Arnoux. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1840). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

lares de un metro de diámetro, cuyos giros estaban ligados por cadenas similares a las de las bicicletas, aunque más sólidas (fig. 271). Al circular el primer eje por la curva, su inclinación se transmitía al segundo, mediante las cadenas, de modo que el ángulo girado era exactamente el mismo, pero de sentido inverso.

Para transmitir esta inclinación de los ejes de un vehículo al siguiente, instalaba en el eje trasero del primer vehículo otra corona circular de diámetro mitad que las anteriores, solidaria con el bastidor inferior del vehículo. Como se muestra en la fig. 271, en este bastidor se apoyaban las quicioneras y coronas solidarias con los dos ejes del vehículo. Como se demuestra en el cuadro adjunto, los ejes sucesivos van

vado por la necesidad de disponer más fácilmente los dispositivos, pero la realidad fue, como veremos más adelante, que en su segundo proyecto también utilizó un ancho de vía superior al normal.

A la locomotora seguían cuatro carruajes de viajeros, una plataforma de seis ruedas para el transporte de diligencias y otra de cuatro ruedas. En la fig. 272 se muestra esta plataforma para diligencias. El eje intermedio estaba desprovisto de pestañas, como en el caso de la locomotora, y los ejes primero y último disponían de las coronas y cadenas necesarios, dispositivo que no se muestra en la figura. Unas estrechas plataformas sustentadas por rodillos y marcadas con la letra B en la figura permitían transbordar, de forma sencilla, la diligencia al muelle y viceversa.

El Gobierno francés, fuertemente interesado en el sistema, por la posibilidad de reducir los costes de establecimiento al permitir curvas de pequeño radio, designó una comisión de ingenieros para el estudio del mismo. De las averiguaciones practicadas, los ingenieros establecían las siguientes conclusiones en un informe que lleva fecha de 16 de octubre de 1839:

- Un tren compuesto de seis vehículos remolcados podía circular sin inconvenientes a gran velocidad (30 km/h) por curvas de radio de 50 m e incluso por un círculo de 18 m de radio (11 km/h).
- El sistema era aplicable a los ferrocarriles en general.
- Su utilización implicaría una notable economía y en el coste de establecimiento de los ferrocarriles y en los costes de conservación.

Con este marchamo oficial, Arnoux decidió dar el paso siguiente y construir una línea ferroviaria, aunque fuera de corta extensión. Así, por Ley de 5 de agosto de 1844 se autorizaba la construcción de una línea de 11 km desde París hasta Sceaux, donde se aplicaría el sistema Arnoux. Dos años después, el 23 de junio, la línea se abrió al servicio público. Como es natural, las curvas del trazado eran numerosas y, curiosamente, las dos estaciones extremas tenían sus andenes y edificios en curva, de modo que los trenes entraban y salían de ellas sin retroceder, como ocurre en las estaciones en fondo de saco. El ancho de vía era de 1,80 m, con objeto de disponer fácilmente en la locomotora los dispositivos de guiado (fig. 273).

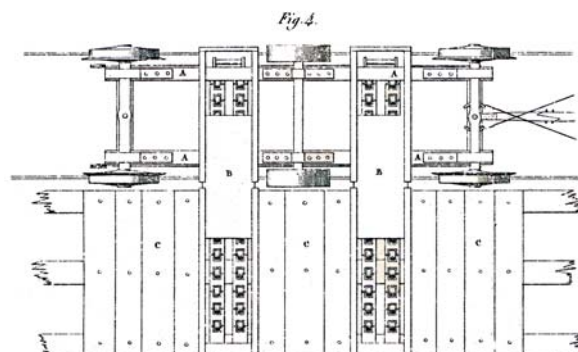
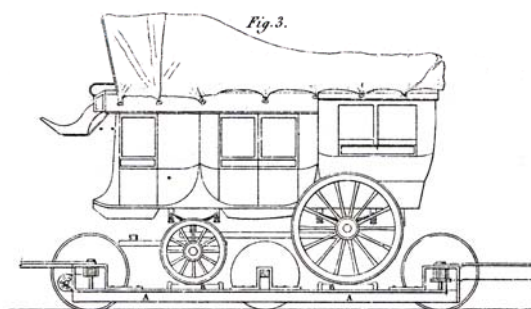


Fig. 272. Plataforma para el transporte de diligencias en el sistema Arnoux. Revista Annales des Ponts et Chaussées (1840). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

El sistema Arnoux, célebre en la década de 1840, fue, poco a poco, cayendo en el olvido y, al cabo de bastantes años la línea fue rectificadada, pasando a ser propiedad de la compañía de París a Orleans.

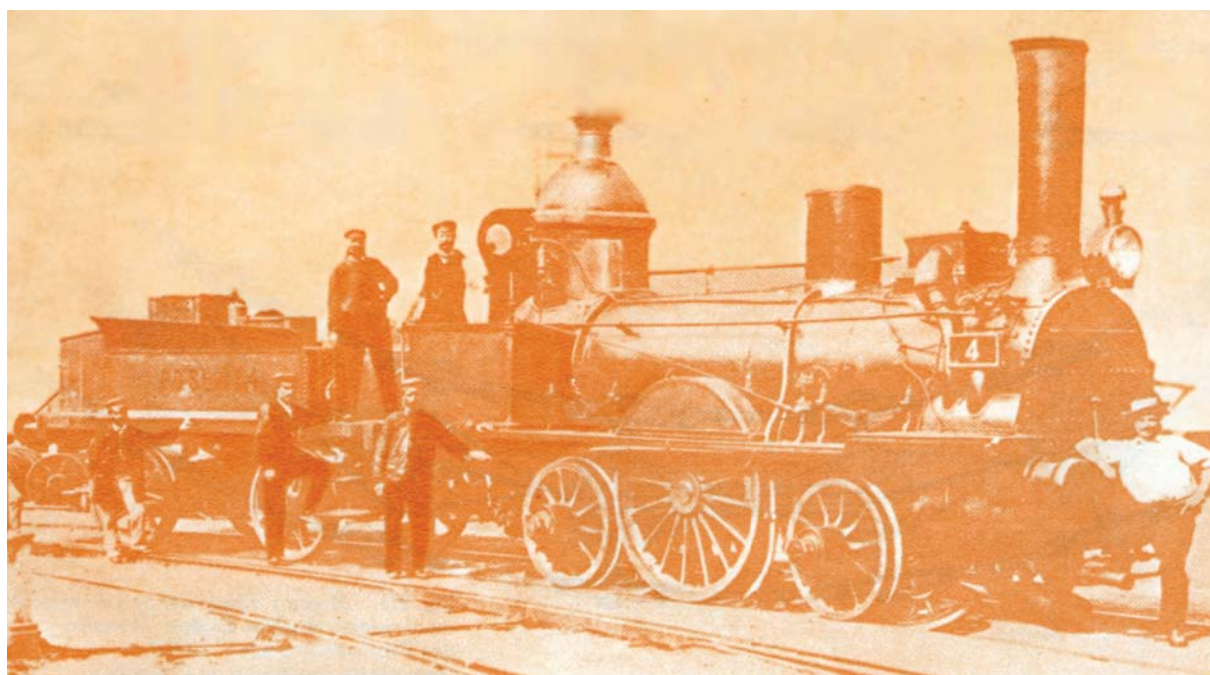


Fig. 273. Locomotora utilizada en la línea de Sceaux (1846). (Archivo RENFE).

No hay duda de que el sistema Arnoux estaba condenado al fracaso. Con los vehículos a bogies que, por aquellos años, se comenzaban a utilizar en los ferrocarriles americanos, el problema de la inscripción de los vehículos en las curvas se resolvía de una manera mucho más sencilla. Pero, además, el sistema presentaba dos graves inconvenientes que lo hacían incompatible con la explotación ferroviaria. Por una parte, el enganche y desenganche de los vehículos era complicado, ya que había que conectar o desconectar las cadenas que unían las coronas de los ejes. El vehículo, una vez segregado del tren, no podía circular de no ser que se calaran los ejes con un bulón, con objeto de impedir su giro. Por otro lado, el tren no podía retroceder, pues las inclinaciones de los ejes de los vehículos contiguos no eran las apropiadas. Habría sido preciso, como proponía Arnoux para solventar esta dificultad, instalar un dispositivo de guiado por rueda en el vehículo de cola e instalar coronas suplementarias para transmitir las inclinaciones de los ejes en sentido contrario. En definitiva, una complicación inadmisibles.

7. El sistema Prosser

En 1844, el inglés W. Prosser patentaba un sistema destinado, fundamentalmente, a eliminar los carriles

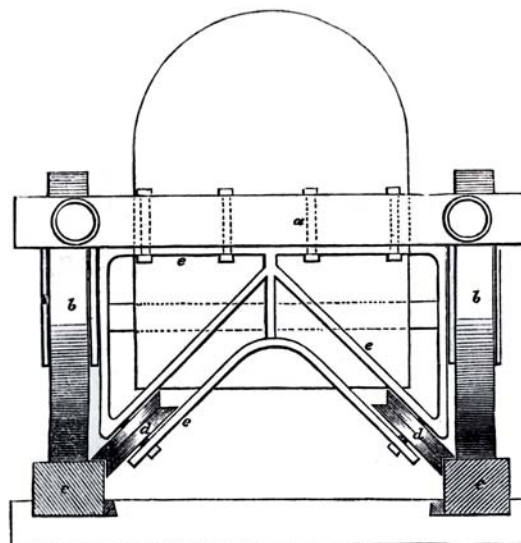


Fig. 274. Sección transversal de una locomotora de vapor equipada con el sistema Prosser (1844). (Archivo RENFE).

de hierro que podían sustituirse con facilidad por otros de madera de mucho menor coste.

En la fig. 274 se muestra un croquis del invento, en el que se representa una sección transversal de una locomotora de vapor. Prosser eliminaba el guiado por la pestaña y lo sustituía por el guiado por



Fig. 275. Un bello grabado para ilustrar el sistema Prosser. (Biblioteca Nacional).

rueda. Con este fin, situaba dos rodillos acanalados e inclinados 45° que, soportados por un armazón unido al bastidor, se apoyaban en las esquinas interiores de los carriles de madera. La distancia entre estos rodillos es ligeramente inferior al ancho de vía, de modo que cuando el vehículo circula en una alineación recta, los rodillos no tocan a los carriles más que de forma ocasional, pero si entra en una curva, entonces entran en acción y obligan al vehículo a recorrerla en posición normal a la misma. Evidentemente, cada uno de los ejes de la composición tenía que ser dotado de este dispositivo de guiado.

Al parecer, el sistema se llegó a proponer en la línea inglesa de Guildford y en alguna otra, pero desconocemos los resultados. Evidentemente, el sistema era incompatible con la suspensión, pues al estar unido el dispositivo de guiado al bastidor, en un vehículo provisto de muelles, los rodillos hubieran perdido frecuentemente el contacto con las esquinas del carril. Aunque el sistema Prosser carecía de interés técnico, sí lo tenía desde el punto de vista artístico, como lo prueba la magnífica ilustración de la fig. 275.

8. El sistema Jouffroy

Este ingenuo e irrealista sistema se debe al marqués de Jouffroy (1785-1859), un hombre absorbido por la política y el periodismo durante la primera parte de su vida. A partir de 1832 se dedicó por entero a la mecánica, inventando un aparato propulsor para los barcos de vapor y, en 1843, el sistema ferroviario que vamos a describir. Las ventajas en que cifraba su sistema eran las siguientes:

- Carriles de menor peso por metro lineal.
- Eliminación del riesgo de descarrilamiento.
- Abordar fuertes rampas con locomotoras de poco peso.
- Reducir el radio de las curvas.
- Elevar la velocidad de circulación.

El sistema nunca llegó a aplicarse en la práctica, ni siquiera a título de ensayo. Jouffroy no disponía del capital necesario para llevar adelante esta empresa.

La vía

Para eliminar los descarrilamientos, Jouffroy utilizaba carril de reborde de hierro fundido, por considerar que este principio de guiado por el carril era mucho más efectivo que el guiado por pestaña (fig. 276).

Los carriles se asentaban en traviesas de madera de 15 por 30 cm de escuadría, siendo su separación de

1,5 m, salvo en las curvas donde esta separación era un poco más reducida. Sobre cada traviesa disponía una pieza o nervio, también de hierro fundido, para soportar el carril central destinado a la tracción. Con objeto de aumentar su adherencia, la superficie del mismo se disponía estriada transversalmente. Los dos carriles de sección en L, de la vía propiamente dicha, se disponían sobre cojinetes de fundición sujetos a la traviesa mediante espigas de madera.

En el supuesto, decía, de que por la fuerza de la costumbre se desearan utilizar carriles convencionales de hierro laminado, el carril central se asentaría sobre una longrina de madera, situada en el eje de la vía, apoyada parte en las traviesas y parte en el mismo suelo. Como se utilizaban carriles convencionales, era preciso situar otras dos longrinas de madera, provistas de un resalte, en el borde interior de éstos, destinadas a guiar las ruedas de los vehículos e impedir que se salieran de los mismos.

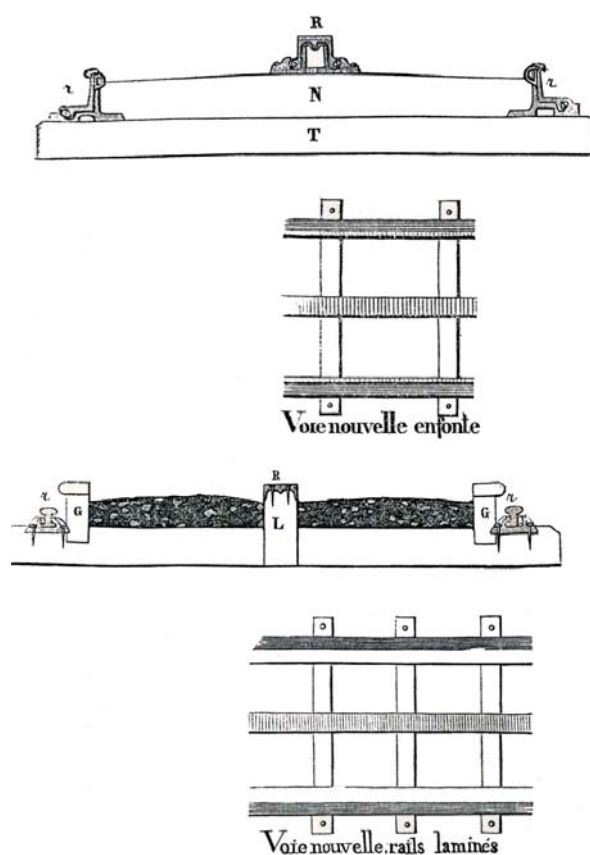


Fig. 276. La vía en el sistema Jouffroy (1844). Arriba: Vía con carriles de fundición. T: Traviesa. N: Nervio de hierro fundido. R: Carril central. Rr: Carriles laterales. Abajo: Vía con carriles laminados. L: Longrina. R: Carril central. Rr: Carriles laminados de la sección usual. GG: Rebordes de madera para asegurar el guiado. (Escuela de Ingenieros de Caminos).

En el sistema convencional de vía, los carriles deben calcularse para una carga de seis toneladas por rueda, pero como en el sistema Jouffroy los carriles sólo tenían que soportar el peso de los vehículos, podría reducirse su tamaño de 35 kg/m a sólo 15 kg/m. Esta economía, unida al hecho de utilizar carril de fundición, mucho más barato que el laminado, equilibraba el coste de esta vía con el de la convencional, a pesar de que el sistema Jouffroy exigía tres carriles.

Técnicamente, esta clase de vía estaba condenada al fracaso, puesto que los carriles de fundición, como vimos en los capítulos precedentes, había demostrado la experiencia resultaban inadecuados por sus frecuentes roturas. La solución propuesta por Jouffroy en la vía de carriles laminados también hubiera resultado un desastre, ya que al guiar las ruedas con un reborde de madera, éste habría sido destruido con rapidez por el rozamiento de las caras laterales de las ruedas.

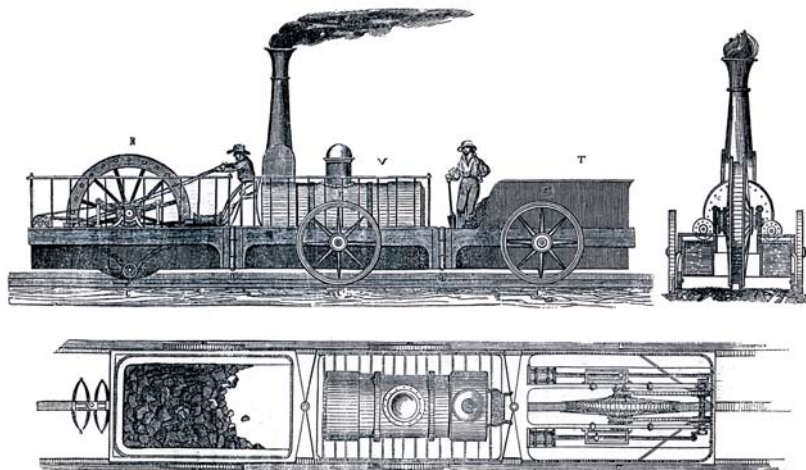
El ancho de vía propuesto por Jouffroy era de 2 m, por las razones que más adelante indicaremos. A pesar de este ensanchamiento, como reducía la entrecía a sólo 1,5 m, la anchura total de la plataforma era del mismo orden que en los ferrocarriles convencionales.

ronas circulares de madera y una llanta en su interior, a 10 cm de profundidad, de modo que, al circular sobre el carril central, la llanta quedaba guiada y dispuesta sobre éste. La superficie de la llanta, de madera dura, estaba provista de resaltes para incrementar la adherencia con el carril central. Las restantes ruedas de la locomotora eran libres y quedaban cargadas con 0,5 t, en tanto que la motora se cargaba con 4 t.

La transmisión del movimiento se hacía desde los cilindros a un árbol, situado en la parte delantera, donde se habían calado varias ruedas dentadas o poleas de diferentes diámetros. Desde estas ruedas o poleas se transmitía el giro a la rueda motriz con cadenas o correas de transmisión mediante un sistema de embrague, apenas esbozado y descrito por Jouffroy. Embragando una u otra de las ruedas o poleas, la locomotora podía adquirir distintas velocidades, manteniendo constante la velocidad de los pistones. Este rudimentario cambio de marchas justificaba la afirmación del inventor, en el sentido de que con una locomotora de poco peso podían abordarse fuertes rampas a baja velocidad.

Otro detalle esencial del sistema era la unión entre vehículos, a base de una articulación vertical entre los

Fig. 277. La locomotora de vapor en el sistema Jouffroy (1844). (Escuela de Ingenieros de Caminos).



La locomotora

De acuerdo con la fig. 277, la locomotora del sistema Jouffroy constaba de tres vehículos, indicados con las letras R, V y T, todos ellos de la misma longitud. En el segundo y tercer vehículo iban dispuestos la caldera y el tender. En el primero de estos vehículos se había instalado el dispositivo motor (cilindros, bielas, etc.), que accionaba una gran rueda de 2 a 2,5 m de diámetro. Constaba ésta de dos co-

bastidores, de modo que cada unidad quedaba suspendida en tres puntos: las dos ruedas y la articulación de unión con el vehículo precedente.

Los vehículos

Como la anchura de las diligencias era de 2,20 a 2,40 m, Jouffroy ensanchaba las cajas de los vehículos situando las ruedas fuera de las mismas, en lugar de situarlas bajo éstas, como en el ferroca-

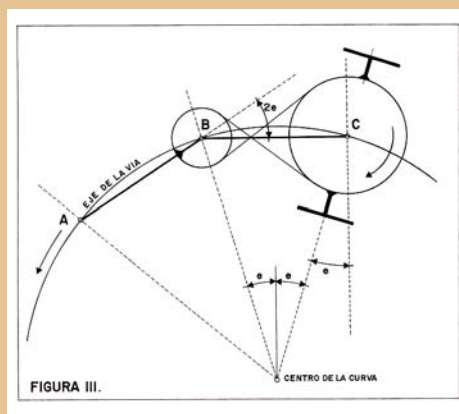
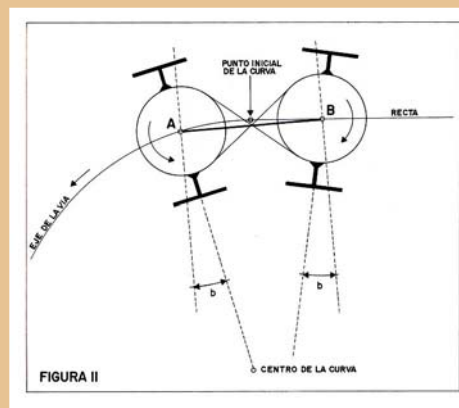
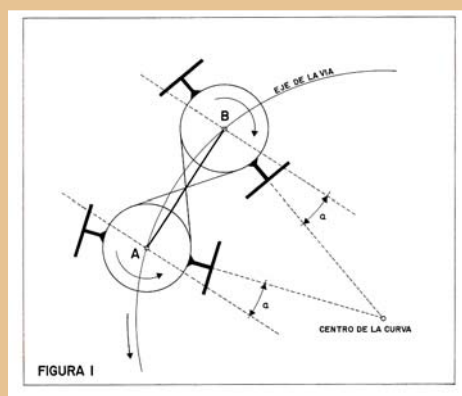
TEORÍA DEL SISTEMA ARNOUX

Consideramos, en primer lugar, un vehículo aislado situado en el interior de una curva, como se indica en la fig. I. Al entrar en la curva el primer eje pivotante en A , éste gira el ángulo a en el sentido contrario a las agujas del reloj. Este mismo ángulo se transmite, mediante las coronas y cadenas, al segundo eje pivotante en B , girando éste en el sentido de las agujas del reloj. Por consiguiente, ambos ejes quedan en posición normal a la curva, es decir, orientados en el sentido del radio de la misma.

El sistema Arnoux no es válido durante el proceso de entrada del vehículo en la curva. En efecto, en la fig. II se ha representado el mismo vehículo, de modo que, estando el eje A en la curva, el eje B continúa todavía en alineación recta. Se ve en ella que el eje A ha girado un ángulo b , siempre menor que a de la figura anterior, obligando, por la transmisión de las coronas, a girar este mismo valor b al eje B , a pesar de estar sobre la alineación recta. Como en la práctica el ángulo b es muy pequeño, puede aceptarse, sin inconveniente, esta ligera desviación del eje B . El mismo fenómeno, aunque a la inversa, tiene lugar a la salida de la curva.

Supongamos ahora que el vehículo viene seguido por otro. En la fig. III, AB representa el bastidor inferior del primer vehículo y BC la barra de unión al primer eje del segundo vehículo. Si la corona circular situada en B y solidaria con el bastidor AB tiene un diámetro mitad que la situada en C , resulta que cuando el eje C entra en la curva, la barra de unión experimenta un giro de ángulo $2e$, respecto del bastidor AB . Al tener la corona circular de C un diámetro doble que la de B , el giro del eje C será la mitad del anterior, es decir, e . Este ángulo e es precisamente el requerido para que el eje C quede orientado en el sentido del radio. De la observación de la figura se deduce que el ángulo $2e$ será doble de e cuando $AB = BC$, es decir, cuando el empate tenga exactamente la misma longitud que la barra de unión entre vehículos.

Como en el caso anterior, durante el proceso de entrada en la curva, el eje C , a pesar de estar situado en alineación recta, sufre una pequeña desviación, que puede aceptarse sin inconveniente en la práctica.



rril convencional. Esta era la razón de ensanchar la vía hasta los 2 m¹⁶³.

Los vehículos propuestos se muestran en la fig. 278. Se componen de dos semi-cajas, articuladas con el mismo procedimiento que el utilizado en la locomotora, provistas cada una de ellas de dos ruedas de gran diámetro. Las articulaciones tenían por objeto facilitar la inscripción en curvas de pequeño radio. Todos los ejes estaban provistos de muelles de suspensión.

Según Jouffroy, el carruaje de la figura tenía una capacidad de 32 plazas y su centro de gravedad quedaba situado a la altura del eje. Como las articulaciones quedaban situadas a la misma altura, el sistema disponía de una gran estabilidad longitudinal. También se disponía de mayor estabilidad transversal, como se observa en la fig. 279, al ser las cajas de mayor anchura que la convencional.

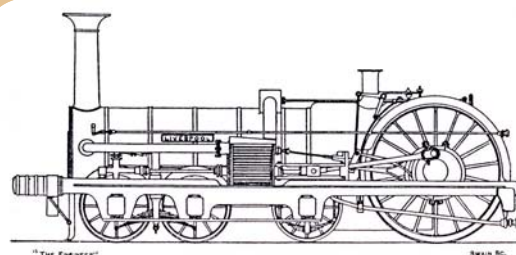
Lo único ciertamente aprovechable del sistema Jouffroy era el procedimiento de frenado, similar al empleado hoy día en las caravanas y remolques utilizados por los automovilistas. Como puede observarse en la parte izquierda de la fig. 277, un juego de palancas transmitía el esfuerzo de frenado, de forma automática, desde el punto de unión de los carruajes a una enorme zapata que abarcaba la llanta de las ruedas en la semicircunferencia superior. Así, al descender una pendiente o frenar la locomotora, los carruajes se aproximaban unos a otros por efecto de la inercia, aproximación que se transmitía, mediante el juego de palancas, a las zapatas, lo que originaba un esfuerzo de frenado en tanto persistiera dicha aproximación.

9. El ferrocarril neumático

Impulsar vehículos mediante aire comprimido es una idea que se remonta al siglo XVII. Su autor fue Denis Papin, inventor ya citado en relación con la máquina de vapor. Según Papin, era posible comprimir el aire mediante una bomba accionada por una rueda hidráulica y llevarlo por un tubo flexible a una máquina de émbolo.

La siguiente referencia es de 1810, año en el que el inglés George Medhurst publica un folleto exponiendo un nuevo método para transportar cartas y mercancías a gran velocidad. Para ello, proponía un tubo de pequeño diámetro a través del cual podrían enviarse las cartas a 160 km/h, así como mercan-

¹⁶³ Como se verá en el apéndice a este trabajo, la idea de situar las ruedas fuera de caja había sido propuesta por el ingeniero Brunel en 1835.



LA ESTABILIDAD

Entendemos por estabilidad la relación existente entre la altura del centro de gravedad del vehículo sobre carriles y el ancho de la base de sustentación, es decir, el ancho de la vía.

Está claro que la estabilidad será mayor cuanto más bajo se encuentre el centro de gravedad y mayor sea el ancho de la vía.

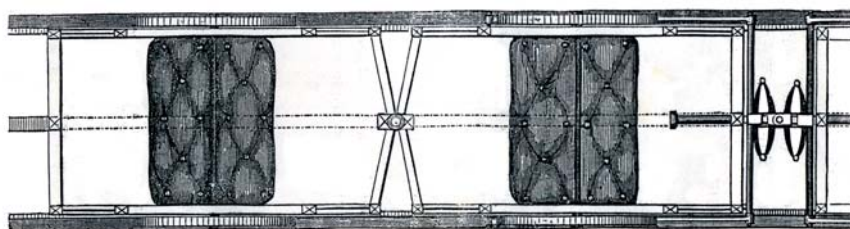
Como veremos en el apéndice de este trabajo, los primeros técnicos ferroviarios concedieron una importancia desmedida a este parámetro.

Desconocedores de la dinámica ferroviaria, creían que la estabilidad influía, con carácter determinante, en el confort de la marcha y por ello algunos de ellos preconizaban la utilización de grandes anchos de vía. Pronto se comprobó que era el alabeo de la vía y no la estabilidad el factor más importante en la circulación de los vehículos. La estabilidad influye únicamente por lo que se refiere a la posibilidad del vuelco del vehículo, pero está claro que las irregularidades de la vía o los peraltes nunca son lo suficientemente elevados como para propiciar este desagradable fenómeno.

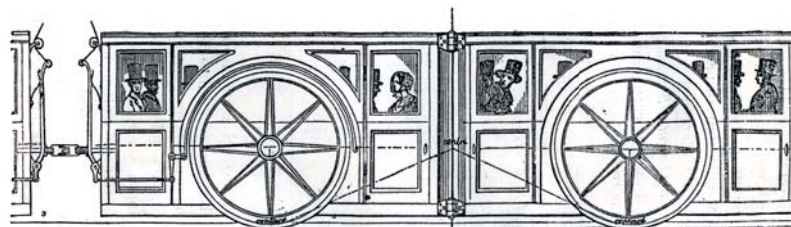
En lo que se refiere al centro de gravedad, todos los técnicos creían unánimemente que debía estar situado lo más bajo posible, particularmente en las locomotoras. Esta creencia errónea obligaba a mantener la caldera entre las ruedas e imposibilitaba aumentar su diámetro de no ser que se ensanchara la vía.

Imbuido de este criterio, el ingeniero Thomas Russell-Crampton patentaba en 1842 una locomotora apta para grandes velocidades con caldera alargada y un bajo centro de gravedad (véase figura). A partir de 1846, Crampton logró vender numerosas unidades a los ferrocarriles belgas y franceses, donde se comprobó, al poco tiempo, que estas locomotoras resultaban enormemente agresivas para la vía.

A finales del siglo XIX, con un mejor conocimiento de la dinámica ferroviaria, otro ingeniero, Reynolds, demostraba que el centro de gravedad debía situarse más elevado con objeto de mejorar las condiciones de circulación, logrando desterrar así este mito del centro de gravedad, que había perturbado el perfeccionamiento de la locomotora durante décadas.



Élévation latérale d'un wagon-diligence d'après le nouveau système.



Plan et disposition intérieure d'un wagon-diligence d'après le nouveau système.

Fig. 278. Vehículos articulados en el sistema Jouffroy (1884). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

cías en pequeñas plataformas sobre carriles. Dos años más tarde perfeccionaba el sistema y proponía dos tubos gemelos de sección rectangular, con 1,83 m de altura y 1,52 m de anchura, por cuyo in-

terior circularían vehículos de 1,80 x 1,50 m de sección para el transporte de viajeros y mercancías. El aire comprimido sería suministrado por una bomba accionada por una máquina de vapor. En las estaciones, los vehículos quedarían detenidos al estar las vías en rampa, siendo trasladados hasta el comienzo del tubo siguiente mediante tracción funicular.

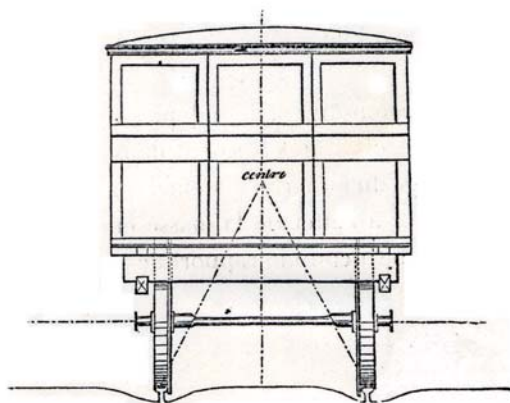
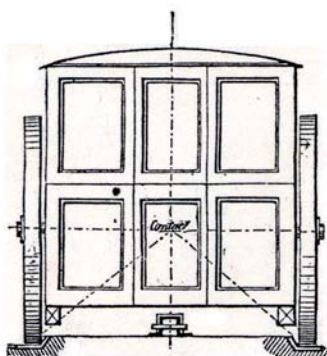


Fig. 279. Croquis hechos por Jouffroy para demostrar la mayor estabilidad del vehículo cuando se baja el centro de gravedad y se sitúan las ruedas fuera de la caja (1884). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

El propio inventor no dejaba de reconocer que los pasajeros de estas líneas, encerrados en un tubo estrecho, oscuro y de gran longitud, no se sentirían especialmente felices, razón por la que sugería una variante. En lugar de hacer circular los vehículos por el interior del tubo, lo harían a cielo abierto, pero en el eje de la vía se instalaría un tubo de 30,5 cm de diámetro, en el interior del cual se desplazaría un pistón unido al vehículo a través de una ranura practicada en el mismo.

En 1827, Medhurst publica un nuevo folleto en el que muestra tres procedimientos para instalar la ranura en tubos cilíndricos abiertos por la parte superior y en tubos rectangulares con ranura lateral. Esta misma idea, como vimos anteriormente, fue adoptada con éxito por los inventores del ferrocarril atmosférico. Medhurst, sin embargo, no llegaría a ver realizados sus sueños¹⁶⁴. Desengañado por no haber encontrado capitalistas que financiaran su idea, escribía: "He pagado con largueza mi adoración a esta aérea e invisible deidad". Murió en septiembre de ese mismo año.

¹⁶⁴ Los sueños de Medhurst serían convertidos en realidad por J. Latimer Clark, en 1853, creador de los tubos neumáticos para el envío urgente de cartas y pequeños paquetes, y en colaboración con T. W. Rammell, hacia 1865, de otros tubos destinados a la circulación veloz de pequeños vehículos ferroviarios.

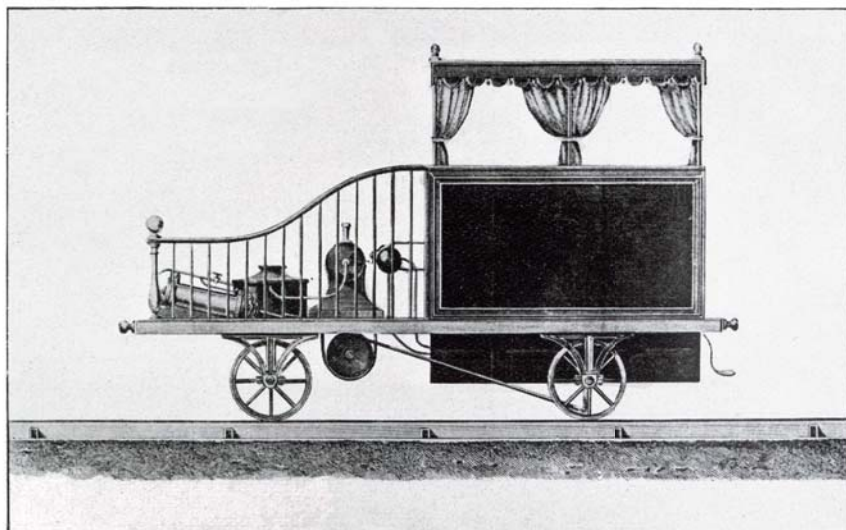


Fig. 280. La primera locomotora por aire comprimido de la historia ferroviaria, construida por Andraud (1841). (Biblioteca Nacional).

El sistema Andraud

A diferencia de los inventores antes citados, el francés Andraud trató de aplicar el aire comprimido al ferrocarril convencional. Con independencia de los medios propuestos para la aplicación de la energía contenida en el aire comprimido, Andraud entreveía la necesidad de contar con una fuente de energía económica y disponible en cualquier lugar. Como ahora sucede con la electricidad, este inventor preveía instalar saltos de agua y molinos de viento, provistos de bombas para comprimir el aire, que se distribuiría, mediante canalizaciones adecuadas, en los puntos de consumo.

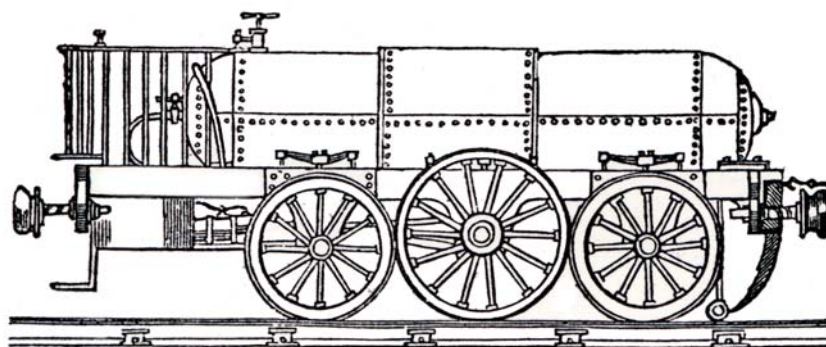
Sus primeros ensayos se inician en 1839 en la fundición de Chaillot de las cercanías de París, donde había instalado una vía temporal de unos 100 m de longitud. En la figura 280 se muestra la pequeña locomotora, construida por Andraud, que inició sus pruebas el 9 de julio de 1841. Su longitud era de 2 m y la anchura de 1,60 m, con capacidad para transportar ocho viajeros. El vehículo estaba provisto de un recipiente de 500 litros en el que se comprimía el aire a

17 atmósferas y con el que se alimentaba un cilindro motor en todo semejante al de las máquinas de vapor. En las pruebas realizadas el 9 de julio, el recorrido total sólo fue de 500 m, por lo que Andraud, para incrementar la autonomía, decidió instalar un aparato calorífico destinado a elevar la presión del aire. Con este nuevo perfeccionamiento, la locomotora pudo recorrer 17,973 m.

El siguiente paso de este inventor fue construir una locomotora similar a las convencionales y hacerla circular por un ferrocarril (fig. 281). La caldera, en este caso, era un recipiente cilíndrico de 10 m³ de capacidad en el que se acumulaba el aire a 20 atmósferas. Como se observa en la figura, los cilindros quedaban situados en la parte trasera, siendo su funcionamiento análogo al de las locomotoras de vapor. Para regular la marcha, el maquinista disponía de un sencillo grifo cuya apertura variaba para dejar pasar más o menos aire a los cilindros.

El 21 de septiembre de 1844 se probaba esta locomotora en el ferrocarril de Versalles (margen izquierda) en presencia de los técnicos designados por

Fig. 281. Locomotora por aire comprimido de Andraud (1844). (Archivo RENFE).



el Gobierno y numeroso público. Sin hacer el menor ruido y sin humo, la locomotora llegó a recorrer 3.400 m a una velocidad media de 28 a 32 km/h.

La dificultad de esta clase de tracción residía en la autonomía, puesto que una vez hubiera descendido la presión en el recipiente, era preciso repostar la locomotora. Para ello era necesario instalar a lo largo de la línea depósitos de aire comprimido. A primera

vista, el sistema sería poco rentable dado lo costoso de estas instalaciones fijas, lo que llevó a Andraud a modificar sus planteamientos para ensayar en una nueva dirección.

El sistema perfeccionado de este inventor se muestra en la fig. 282. Consistía esencialmente en un tubo situado en el eje de la vía asentado sobre las traviesas. Como se observa en la parte inferior derecha de la

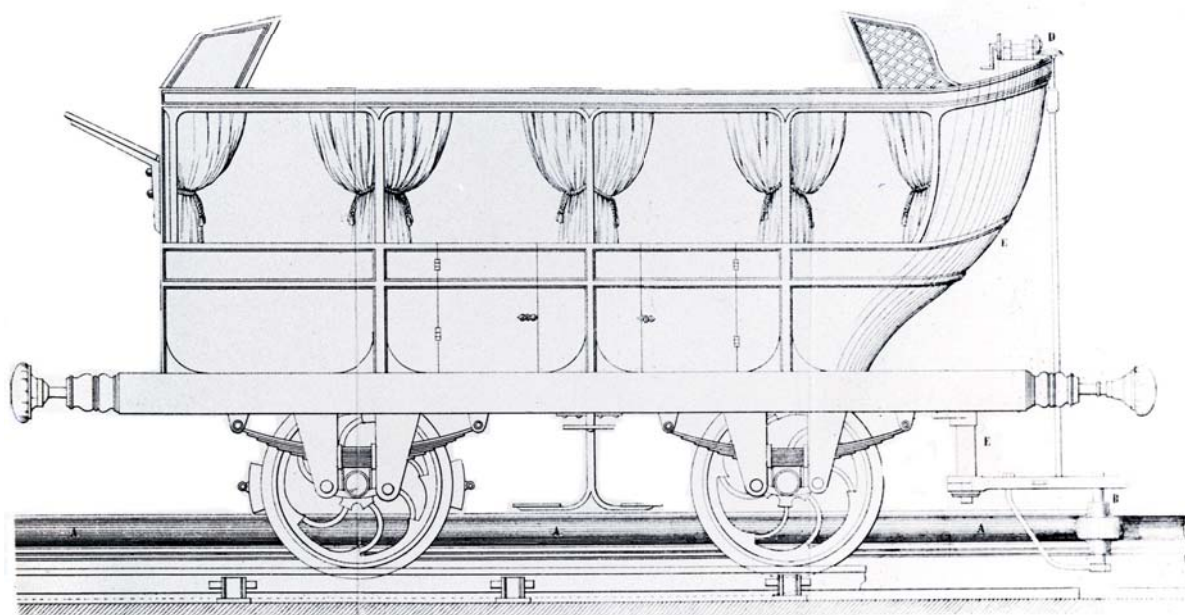


Fig. 282. Vehículo-motor en el sistema Andraud (1846). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

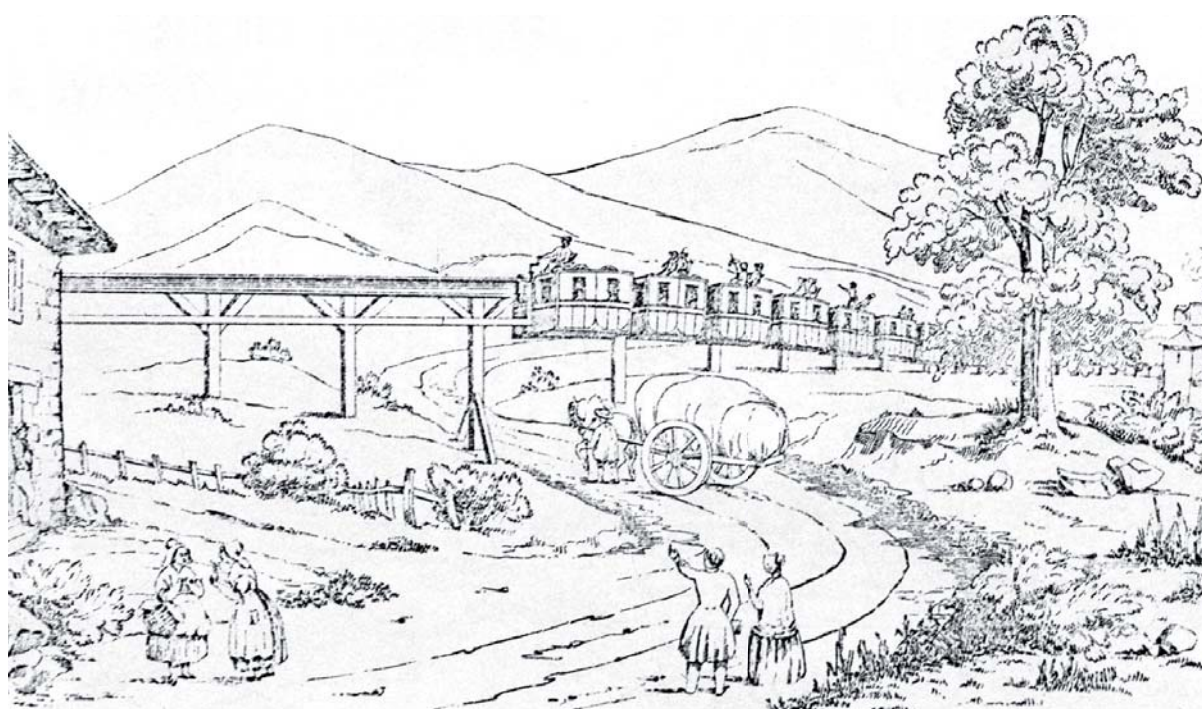


Fig. 283. Ferrocarril elevado en el sistema Andraud (1846). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

figura, el tubo consta de una parte sólida de hierro o madera dura con dos acanaladuras laterales sobre las que se adhieren dos bandas de cuero o de lonas embebidas en una disolución de caucho. Por estas acanaladuras se disponían dos rodillos que podían aproximarse o alejarse mediante una manivela y una transmisión con engranajes situada en el testero del vehículo director. Si una vez introducidos los rodillos en estas acanaladuras inyectamos aire a presión por el tubo, el vehículo se pondrá en movimiento.

Andraud preveía dividir el tubo en secciones de un kilómetro de longitud y emplear una presión de tres a cuatro atmósferas. En cada una de estas secciones se dispondría una llave de paso para admitir el aire desde una tubería general instalada a lo largo de la línea. Los mismos trenes o un agente situado en cada sección abrirían estas llaves a medida que el tren se desplazara de una sección a otra. Como el aire se podía admitir por uno u otro extremo de cada sección, el ferrocarril podía explotarse en vía única y admitir trenes en un sentido o en el contrario.

Según se muestra en la figura 283, Andraud deseaba aplicar su sistema a las líneas urbanas o suburbanas mediante ferrocarriles elevados y monocarriles. La viga que constituía el carril estaba provista de acanaladuras y, sobre ella, se instalarían las bandas de lona para formar el tubo propulsor. Los vagones circulaban suspendidos de dos ruedas dispuestas sobre la parte superior de la vigacarril.

El 10 de enero de 1846, Andraud obtenía la concesión de una línea de cuatro kilómetros entre Asnières y Argenteuil, destinada a ensayar su sistema. De sus resultados no tenemos referencias. El invento fue poco a poco cayendo en el olvido, es decir, en el fracaso. Aun disponiendo de la actual tecnología del caucho, el sistema hubiera causado, hoy día, problemas de mantenimiento y su rentabilidad hubiera quedado en entredicho.

Apéndice

EL ANCHO DE LA VÍA

En los capítulos precedentes hemos hecho referencia ocasional al ancho de vía de algunas líneas ferroviarias. Como esta cuestión tiene un marcado interés histórico, no quisiéramos finalizar este trabajo sin dedicar algunas páginas a su evolución. Es cierto que, durante los primeros pasos de la prehistoria ferroviaria, el ancho de la vía era un parámetro intrascendente, por cuanto las pequeñas líneas construidas permanecían aisladas sin posibilidad de conexión, pero cuando, a finales del siglo XVIII, surgen los caminos de hierro y, particularmente desde 1830, cuando se inicia la expansión de los ferrocarriles, el ancho de la vía adquiere un papel protagonista en el proceso histórico. La razón es evidente: no es posible construir una red nacional, ni menos continental, de no existir previamente uniformidad en el ancho.

Como es bien sabido, esta uniformidad fue rota en nuestra frontera con Francia por una decisión incalificable del Gobierno español, quedando así el país aislado de la gran red europea que entonces comenzaba a formarse durante los últimos años de la década de 1840. A este error histórico dedicaremos la mayor parte de este apéndice, exponiendo —creo que por primera vez— las razones que motivaron tan funesta decisión para los intereses nacionales.

1. El ancho de vía en la antigüedad

En el capítulo 1.4 nos referíamos a los caminos trazados en la antigüedad, cuyas rodadas aún se conservan en grandes extensiones. Resulta interesante precisar que estas rodadas tenían por lo general un ancho constante. Así, en la red de caminos de la isla de Malta (2000 a. C.) el ancho de las rodadas está comprendido entre 1,35 y 1,45 m, si bien en los caminos trazados posteriormente el ancho es más uniforme, variando sólo entre 1,42 y 1,44 m. En las calzadas romanas la distancia entre los ejes de las rodadas es precisamente de 1,44 m, lo que hace suponer que los carros estaban normalizados en lo que a este parámetro se refiere. Medidas realizadas en las calles de Pompeya y Herculano también coinciden con estos resultados, pues estas anchuras oscilan entre 1,47 y 1,43 m, lo que proporciona un valor medio de 1,45 m. Al parecer, el ancho de 1,44 m está condicionado por la capacidad de tiro de las caballerías, magnitud que, se puede afirmar, ha permanecido invariable a lo largo de los siglos. Si el carro hubiera tenido sus ruedas más juntas, evidentemente la carga hubiera sido menor y se hubiera desaprove-

chado la capacidad de tiro. Por el contrario, si el ancho hubiera sido mayor, la escuadría de los tablores de la caja del carro habría aumentado y con ella la proporción entre la tara y la carga del vehículo, con lógica pérdida de rendimiento¹⁶⁵.

2. El ancho de la vía en los caminos de madera

Nos referimos en este apartado a los caminos que utilizaron el guiado por pestaña, ya que el ancho de vía utilizado en los caminos guiados por ranura, por rueda o por carril, descritos en los capítulos II al IV, no tuvieron apenas influencia en los anchos de vía que más tarde utilizaría el ferrocarril. En estos primeros caminos de la prehistoria ferroviaria, rara vez se excedió de 70 cm.

Los caminos de la escuela del Tyne

Las referencias del ancho de vía utilizado en estos caminos de madera son bastante escasas. Por lo general, tanto los técnicos como los viajeros que visitaron estas líneas se muestran reservados a la hora de facilitarnos este parámetro. A pesar de ello, las pocas referencias existentes permiten deducir que el ancho de vía utilizado en esta escuela variaba entre 1,17 y 1,52 m, si bien el ancho más frecuente era el de 1,22 m. En un escrito de William Brown a Carlisle Spedding se dice que en la región de Tyne la vía se construye manteniendo una distancia de 1,22 a 1,27 m entre las caras internas de los carriles. Este valor de 1,22 m coincide con el que facilita Jars, en su obra, para los caminos de Newcastle.

Entre los caminos con mayor anchura, pertenecientes a esta escuela, cabe citar el célebre de Killingworth, donde George Stephenson indicó la construcción de locomotoras y que, desde 1763 o 1764, tenía un ancho de vía de 1,42 m (4 pies y 8 pulgadas). El camino de Willington, que data de dos años después y estaba unido al anterior, tenía un ancho de 1,41 m, sin que este centímetro de diferencia ofreciera dificultad alguna para la circulación por la parte de vía común. La primera línea tendida en Whitehaven, donde se fundieron ruedas de hierro por vez primera, tenía un ancho un poco mayor de 1,47 m, ancho que tuvieron, sin duda, las siguientes construidas en este puerto. Finalmente, el camino más ancho de la región del Tyne fue el de Wylam, con 1,52 m. Para este camino, como dijimos en el capítulo VIII, construyó Trevithick una locomotora en 1805, aunque de acuerdo con los planos de la misma, las ruedas están caladas a 1,47 m entre bordes de pestañas.

¹⁶⁵ Véase C. E. Lee: *The evolution of Railways*, segunda edición. Londres, 1943.

No es de sorprender una gama tan variada en los anchos de la vía. Se trataba de una época en la que cada camino estaba aislado de los demás y sin relación alguna entre sí, por lo que no había razón para utilizar un ancho normalizado, aunque naturalmente en líneas como la de Willington, que estaban conectadas,

el ancho tendía a ser uniforme. Parece deducirse de esta heterogeneidad que la separación de los carriles trataba de adaptarse al vagón, en lugar de al contrario. Y el ancho entre ruedas del vagón respondía a la posibilidad de arrastre por una caballería, de acuerdo con el perfil de la línea.



Fig. 284. Rodadas conservadas en la necrópolis de Siracusa, según la revista Nature (1905). La distancia que las separaba era de 1,44 m aproximadamente. (Biblioteca Nacional).

Los caminos de la escuela de Salop

El ancho de los caminos de madera de la escuela de Salop siempre fue menor que en el Tyne. Aunque también aquí hay gran variedad de anchos, lo cierto es que éste oscilaba entre 0,91 y 1,06 m. Como indicamos en el capítulo VI, este menor ancho se debía a que las líneas discurrían en parte subterráneas, por lo que un mayor ancho de vía hubiera exigido una galería más ancha, con el consiguiente incremento de coste.

Anchos de vía de este mismo orden tenían los primeros ferrocarriles alemanes, descritos en el capítulo IX, debido a que sus constructores estaban influenciados por esta escuela. No así los primeros de Francia en Indret y Le Creusot, en los que su proyectista,

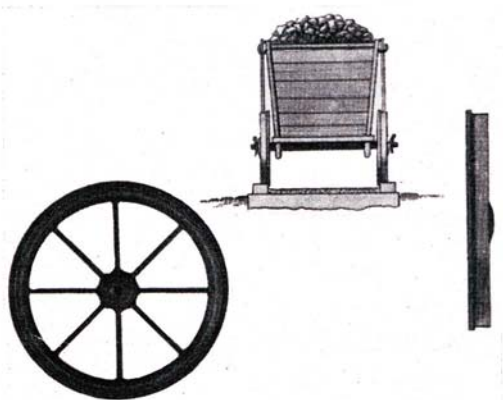


Fig. 285. Según Jars (1763), el ancho de vía de los caminos de madera era de 1,22 m. (Escuela de Ingenieros de Minas).

William Wilkinson, un hombre del norte de Gran Bretaña, instaló 1,27 m.

3. El ancho de vía en los caminos de hierro con carriles de reborde

La mayoría de estos caminos de hierro eran afluentes a los canales, como indicamos en el capítulo VII. Aunque aquí sigue aplicándose una gama variada de anchos, la mayoría de las líneas compartían los de 1,06 y 1,27 m, según se aprecia en el siguiente cuadro:

Ancho de vía (m)	Número de líneas	Longitud (km)
0,61	3	14,8
0,68	1	1,6
0,70	3	19,8
0,91	3	18,5
0,96	1	3,2
1,06	16	347,1
1,14	1	4,8
1,22	3	28,1
1,24	1	7,2
1,27	21	197,3
1,28	1	2,4
1,32	1	8,8
1,35	1	4,0

Fuente: B. Baxter: *Stone Blocks and Iron Rails*. Londres, 1966.

De estos anchos cabe destacar el de 1,27 m (4 pies y 2 pulgadas) utilizado por Benjamin Outram, el gran propulsor del carril de hierro con reborde. Como dijimos en el capítulo IX, Outram había entrevisto la posibilidad de construir una red nacional ferroviaria, lo que exigía naturalmente un ancho uniforme. He aquí sus palabras, extraídas de un informe de 3 de diciembre de 1799 a la compañía del canal Ashby-de-la-Zouch:

“... parece que muchos toneles y bultos requieren vehículos ocho pulgadas más anchos que los utilizados en las líneas de Derby y Crich y que los vehículos utilizados en las líneas que tienen 4 pies y 2 pulgadas (1,27 m) de ancho entre las llantas son los más adecuados para toda suerte de cargamentos. Parece, por consiguiente, deseable que todos los ferrocarriles tengan el mismo ancho, y que éste sea el necesario para atender todos los requerimientos del comercio”.

4. El ancho de vía normal de 1,435 m (4 pies y 8,5 pulgadas)

Denominamos normal a este ancho por ser el más difundido en el mundo ferroviario. Su origen se encuentra en los caminos de madera de la escuela ferroviaria del Tyne. Cuando en 1814 George Stephenson comenzó la construcción de su primera locomotora de vapor, en las vías de la mina Killingworth, el ancho allí existente, como antes indicamos, era de 1,422 m (4 pies y 8 pulgadas). Como hombre eminentemente práctico, Stephenson nunca cuestionó el ancho de la vía, asumiendo esta magnitud como un parámetro más entre los muchos que habría de tomar en consideración. Es muy probable que si hubiera iniciado su obra en las vías de la mina Wylam, donde el ancho era de 1,524 m (5 pies), en lugar de hacerlo en Killingworth, el ancho de vía normal, hoy día, sería el de este lugar. Cuando, posteriormente, inicia su carrera de ingeniero proyectando los ferrocarriles de la mina Hetton y el de Stockton a Darlington, Stephenson elige el mismo ancho de Killingworth. Más tarde, al ser nombrado ingeniero del ferrocarril de Liverpool a Manchester, continúa con el mismo ancho de vía, si bien incrementándolo media pulgada más respecto al de las líneas precedentes. Al parecer, este incremento tenía por objeto aumentar el juego de la vía, dado que la distancia entre ruedas de los vehículos utilizados en esta línea no había sufrido variación¹⁶⁶. Stephenson no encontró motivos para modificar el ancho de Killingworth, pero el hecho clave que inspiró su decisión fue haber previsto suministrar las locomotoras de este ferrocarril, como antes hiciera en el de Stockton a Darlington.

El ancho normal de 1,435 m se difundió rápidamente por Gran Bretaña. En unos casos, las líneas proyectadas se unían, directa o indirectamente, con la de Liverpool a Manchester; en otros, los ingenieros proyectistas eran el propio George Stephenson, su hijo Robert o los discípulos del primero de ellos. Lo mismo sucedió en los primeros ferrocarriles de servicio público de Estados Unidos y Europa continental, pues los técnicos enviados a Inglaterra para estudiar los ferrocarriles adoptaron este mismo ancho de vía. En cualquier caso, resulta significativo comprobar, como hemos visto en el capítulo IX, que las primeras locomotoras suministradas a estos países lo fueron siempre por Robert Stephenson y Cía. En resumen, el ancho de vía normal constituía un paradigma, carente en absoluto de fundamentos técnicos, que había sido adoptado como consecuencia de factores circunstanciales. Es, pues, lógico concluir que no sería aceptado sin resistencia por los técnicos de

¹⁶⁶ Véase R. H. G. Thomas: *The Liverpool and Manchester Railway*. Londres, 1980.

la época. Prueba de ello es que recibe el primer ataque en 1825, antes incluso de su consagración en la línea de Liverpool a Manchester, cuando los ingenieros y hermanos Rennie propusieron 1,524 m (5 pies). Las siguientes agresiones se inician en 1834, y casi todas ellas estaban fundadas en el perfeccionamiento de la locomotora.

Es preciso reconocer a los Stephenson, padre e hijo, un mérito indudable, en tanto que fundadores e impulsores de la era ferroviaria iniciada en 1830. Pero este reconocimiento no puede impedir que lamentemos dos desdichados legados, dejados por estos hombres a la posteridad. El primero de ellos fue este ancho normal de 1,435 m, fruto de la rutina y de un mal entendido pragmatismo más que de un estudio serio y meditado. Otro fue una reducida entrevía que impide dar al gálibo la anchura necesaria para subvenir a las necesidades del transporte actual. Las discusiones mantenidas *ad nauseam* durante el siglo XIX en torno al ancho de la vía carecen hoy de relevancia, pero la anchura del gálibo y, en ciertos casos, su altura, constituyen todavía una barrera infranqueable¹⁶⁷.

5. Anchos de vía con objeto de perfeccionar la locomotora

La primera desviación del ancho normal surge en 1834, cuando Von Gerstner consigue del zar de Rusia la autorización para tender una línea entre San Petersburgo y Tzarskoye Selo, inaugurada en 1837, según vimos en el capítulo IX. El ancho de vía elegido en este caso fue de 1,83 m (6 pies), con objeto de aumentar la potencia de la locomotora, a la vista de las severas condiciones climatológicas del invierno en Rusia. La primera locomotora, facilitada por Robert Stephenson y Cía., tenía una caldera de diámetro igual al utilizado en el ancho normal; es decir, a pesar de los deseos de Von Gerstner, nada se había hecho para aprovechar este enorme ancho de vía.

El 19 de mayo de 1836 recibían la sanción real las leyes de concesión de dos cortas líneas en Escocia: Dundee a Arbroath y Arbroath a Forfar, de 26 y 24 km de longitud, respectivamente, continuación una de otra. Grainger, el ingeniero proyectista, había decidido instalar un ancho de vía de 1,676 m (5 pies y 6 pulgadas), fundado en que esta magnitud proporcionaba espacio suficiente para los mecanismos de la locomotora, situados entre ruedas y bajo la caldera, e incrementaba el espacio disponible en los vehículos remolcados. A pesar de estos deseos, lo cierto es

que las prestaciones de las locomotoras de estas líneas nunca se distinguieron de las del ancho normal por remolcar mayores cargas o circular a más velocidad¹⁶⁸. Cuando la red inglesa accedió a Escocia, estas pequeñas líneas fueron convertidas al ancho normal.

John Braitwaite, constructor de la locomotora *Novelty*, participante en el concurso de Rainhill, dedujo en 1836 que el ancho requerido para construir una buena locomotora ascendía exactamente a 1,517 m (4 pies y 11,75 pulgadas), resultado que despierta la ironía de los historiadores ingleses. Imbuido de esta idea, al ser nombrado ingeniero de la compañía Eastern Counties logró convencer al Consejo para que sus líneas se construyeran con 1,524 m (5 pies). Así pues, el 18 de junio de 1839 se inauguraba la primera sección de la línea de Londres a Yarmouth, hecho que forzaba a otra compañía, la Northern and Eastern, a utilizar este mismo ancho, ya que había llegado a un acuerdo con la de Eastern Counties para explotar en común la vía de entrada a Londres.

A pesar de sus “científicos” cálculos, las locomotoras proyectadas por Braitwaite para este ancho de vía tampoco se distinguieron por sus singulares prestaciones. Algunas, incluso, tenían la caldera de más reducidas dimensiones que las del ancho normal¹⁶⁹.

Ambas compañías llegaron a construir varias líneas en la región este de Inglaterra, hasta que en 1844 comprobaron con estupor que, de continuar con esta política, quedarían aisladas de la red inglesa de ancho normal. Con el mejor buen sentido decidieron convertir su ancho al normal, operación que tuvo lugar entre el 5 de septiembre y el 7 de octubre de 1844.

Este ancho de 1,524 m llegaría a constituir, años después, la desviación más importante del ancho normal. Deseando el zar Nicolás I tender una gran línea entre San Petersburgo y Moscú, nombró una comisión de estudios presidida por el príncipe heredero. Resultado de las deliberaciones del Comité fue proponer en 1842 este ancho de vía, decisión que más tarde se extendería a toda la red de Rusia y Siberia. A través de numerosas sesiones, se discutieron las ventajas e inconvenientes de este ancho de vía comparado con el de la línea de Tzarskoye Selo, sin que, en ningún momento, se llegara a considerar la posibilidad del ancho normal. La decisión final vino influida por el ingeniero americano Whistler, que, habiendo sido invitado por el Zar, formaba parte del grupo de asesores técnicos del Comité. Whistler convenció a la comisión de que no era preciso llegar al

¹⁶⁷ Actualmente las redes ferroviarias del continente disponen de un gálibo de 3,15 m de anchura y la red británica de sólo 2,74 m. Los ferrocarriles de la URSS y muchos de Norteamérica disponen de más anchura al ser mayor la entrevía.

¹⁶⁸ Véase prestaciones de estas locomotoras en F. Wishaw: *The Railways of Great Britain and Ireland*, segunda edición. Londres, 1842.

¹⁶⁹ Véase D. I. Gordon: *The Eastern Counties*. 1968.

ancho de Von Gerstner, pues con 1,524 m se proporcionaba suficiente espacio en los vehículos y éstos tendrían la estabilidad necesaria para circular a gran velocidad¹⁷⁰.

“He recomendado 8,9 cm más, decía, porque no hay ninguna perspectiva de conectar con otros ferrocarriles y, en consecuencia, no es preciso respetar el ancho de 1,435 m. Un ancho de vía un poco mayor no elevará apreciablemente los costes de establecimiento, pero, en cambio, facilitará la construcción del material rodante”.

El periódico *The Times* de la época urdió la fantasía de que este ancho de vía lo había instalado el Zar, por motivos defensivos, con objeto de aislarse de la red europea, pero la realidad fueron las razones técnicas antes apuntadas¹⁷¹.

Una comisión de ingenieros alemanes del Ducado de Baden, enviada a Inglaterra durante 1839, para estudiar sus ferrocarriles, emitía un informe, ese mismo año, insistiendo en la necesidad de facilitar más espacio a las locomotoras. Un ancho de vía mayor, decían, permitirá aumentar el diámetro de las ruedas motoras y, por consiguiente, la velocidad, sin perjudicar la estabilidad y sin necesidad de elevar la velocidad del pistón. Calderas de mayor diámetro, añadían, consumen relativamente menos combustible.

De acuerdo con estos criterios, la comisión propuso primero un ancho de 1,50 m y después de 2,10 m, para la línea que habría de atravesar el Ducado, de norte a sur, hasta llegar a Basilea. Sin embargo, estudiada la cuestión por el Gobierno del Ducado se decidió el ancho de 1,60 m. La primera sección desde Mannheim a Heidelberg se inauguró en septiembre de 1840.

Como en el caso de las compañías inglesas, a los pocos años el Ducado de Baden apercibió que iba a quedar aislado de la red alemana de ancho normal y, con igual buen sentido, decidió convertir el ancho al normal. Esta operación tuvo lugar entre mayo de 1854 y abril de 1855¹⁷².

Este mismo ancho de 1,60 m (5 pies y 3 pulgadas) sería también adoptado, por ley en 1846, para los ferrocarriles de Irlanda. Había sido propuesto en un in-

forme de 10 de marzo de 1843 por el mayor general Pasley para el ferrocarril irlandés de Dublín a Drogheda. Pasley había hecho encuestas entre los constructores de locomotoras, deduciendo de ellas la necesidad de instalar un ancho mayor que el normal¹⁷³. Este mayor ancho no implicaba ningún problema de conexión con la red de ancho normal, dado que se trataba de una isla.

6. El ancho de vía de 2,13 m (7 pies)

Otra objeción al paradigma del ancho normal se fundaba en la estabilidad y había sido enunciada teóricamente por Thomas Tredgold en un tratado publicado en 1825. Para este autor, el ancho de vía debía estar proporcionado con la altura del centro de gravedad y la velocidad de circulación. Proponía, pues, dos anchos de vía distintos. Para grandes cargamentos a baja velocidad, el ancho más conveniente sería 1,37 m (4 pies y 6 pulgadas), que era justamente el ancho normal de los ferrocarriles mineros escoceses. Cuando la carga fuera ligera y la velocidad elevada, debían utilizarse 1,83 m (6 pies)¹⁷⁴.

Las razones técnicas de este extraordinario ancho de vía

Las ideas de Tredgold quedaron en el olvido hasta la aparición en la escena ferroviaria de Isambard Kingdom Brunel (1806-1869), un ingeniero con brillante imaginación, que habría de llevar la revolución contra el paradigma a su punto culminante¹⁷⁵.

Brunel carecía en absoluto de experiencia ferroviaria, lo que parece constituir un hecho clave para desvelar la causa profunda de sus singulares decisiones. Habiendo sido designado ingeniero de la compañía Great Western (Londres a Bristol) en 1833, comprobó al explorar el terreno que podía lograr un magnífico trazado. Las suaves pendientes, las amplias curvas de más de 2.400 m de radio y las extensas alineaciones rectas le impulsaron a concebir un ferrocarril cuyas características superaron las de todos los anteriores. En 1846 declararía ante una comisión parlamentaria:

¹⁷³ Véase H. G. Lewin: *Early British Railways*. Londres-Nueva York, 1925.

¹⁷⁴ Véase T. Tredgold: *A practical treatise on railroads and carriages*. Londres, 1825. Existe traducción española por G. González Azaola: *Camino de hierro*. Madrid, 1831. Se trata de la primera obra sobre ferrocarriles en la bibliografía española.

¹⁷⁵ Sobre este ancho de vía, véase la monumental obra de E. T. Mac Dermot: *History of the Great Western Railway*, dos volúmenes. Londres, 1964.

¹⁷⁰ El hecho de que Whistler recomendara el ancho de 1,524 m se debió posiblemente a que era el instalado en algunos ferrocarriles del sur de Norteamérica.

¹⁷¹ Véase, para este ancho de vía, J. N. Westwood: *A History of Russian Railways*. Londres, 1964, y G. H. Metzeltin: *Die Spurweite der Eisenbahnen*. Karlsruhe, 1974.

¹⁷² Véase G. H. Metzeltin, obra citada.

“Al observar las velocidades que yo preveía se adoptarían en los ferrocarriles, así como en las masas que se transportarían, me pareció que la instalación, en su conjunto, era demasiado pequeña para la explotación. Se requería que todo fuera a mayor escala, proporcionada a las masas y velocidades que habrían de alcanzarse”.

Sus ideas respecto al ancho de la vía están expuestas, por primera vez, en un informe de 15 de septiembre de 1835 dirigido al Consejo de la compañía. Para reducir la resistencia a la rodadura, decía, hay que aumentar el diámetro de las ruedas con objeto de elevar la relación entre éste y el diámetro de la mangueta. Esto lleva necesariamente a ensanchar la vía, de modo que las ruedas queden fuera de la caja de los vehículos y no debajo, como sucede en los ferrocarriles de ancho normal. Con esta disposición se conseguía además mejorar la estabilidad al quedar más bajo el centro de gravedad. Por todo ello sugería al Consejo un ancho de 2,08 a 2,13 m (6 pies y 10 pulgadas a 7



Isambard Kingdom Brunel (1806-1869), propulsor del ancho de vía de 2,13 m. (Archivo RENFE).

pies). Omitía, sin embargo, los argumentos de los otros partidarios de la vía ancha, referentes a la locomotora.

Aprobado este ancho por el Consejo de la compañía, se inauguró la primera sección de la línea, entre la estación terminal de Paddington y Maidenhead, el 4 de junio de 1838. Nada más comenzar la explotación, se comprobó que tanto la superestructura —un

diseño original de Brunel descrito en el capítulo VII— como las locomotoras dejaban mucho que desear, originándose con este motivo una gran inquietud entre los accionistas. A la vista de la situación, el Consejo optó por llamar a consulta a diversos ingenieros para que dieran su opinión sobre la obra de Brunel, con lo que se volvió a poner sobre la mesa la cuestión del ancho de la vía. Aceptado el encargo por N. Wood y J. Hawkshaw y recibidos los informes respectivos, se comprobó que sólo el segundo de ellos manifestaba una total oposición a aquel fantástico ancho de vía, pero el Consejo no le concedió valor. Así, después de un intento de dimisión de Brunel y

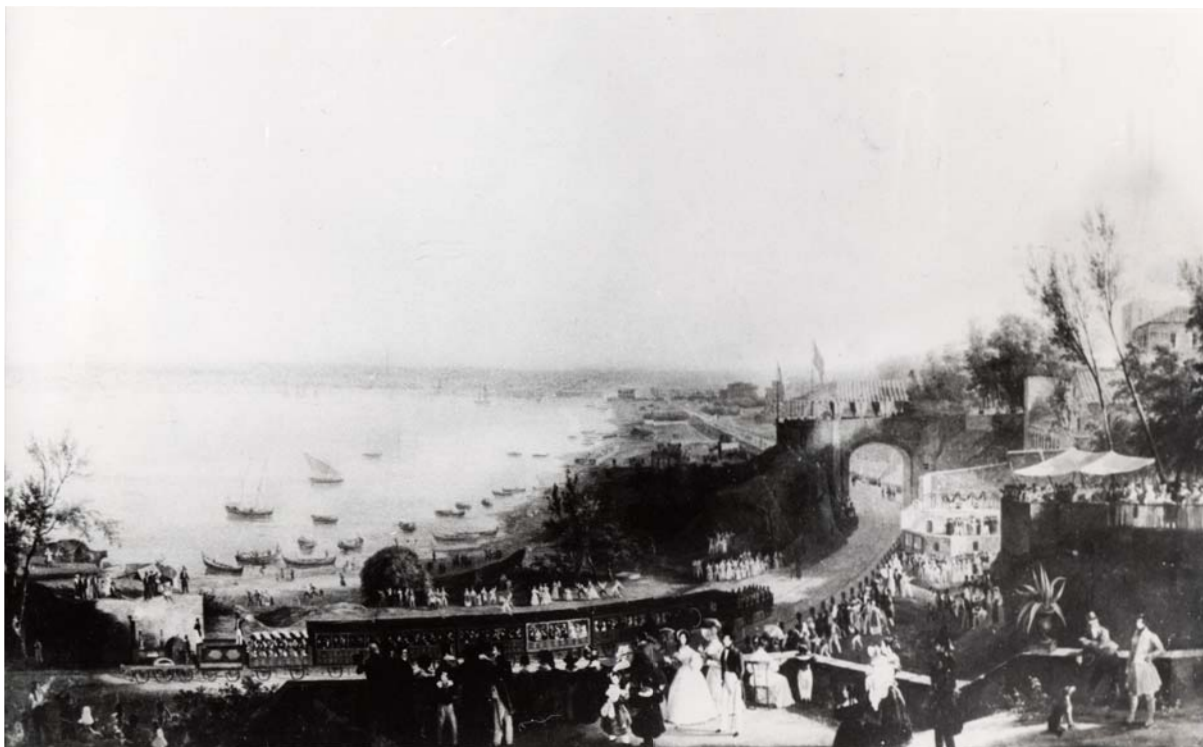


Fig. 286. Los ferrocarriles europeos adoptaron siempre el ancho normal. Inauguración de la primera línea en Italia, de Nápoles a Portici, el 3 de octubre de 1839. (Archivo RENFE).

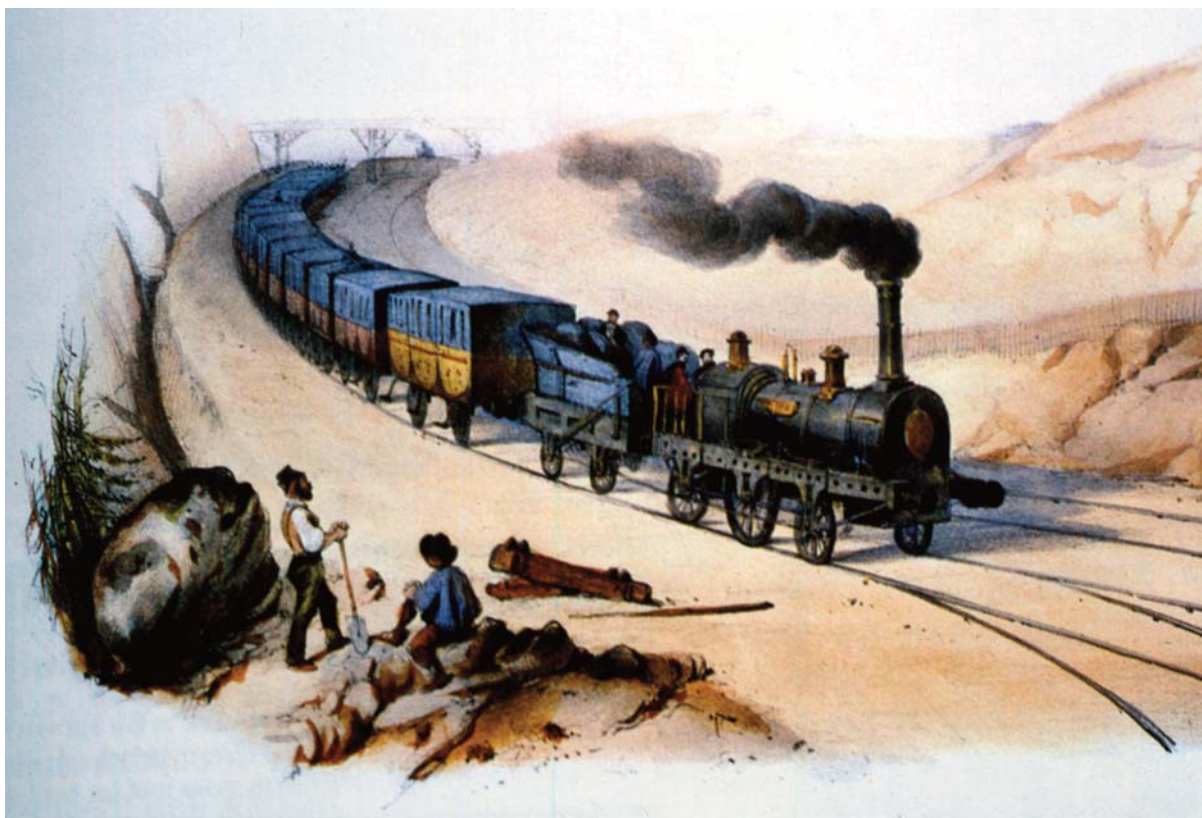


Fig. 287. En 1842 se inauguraba la línea francesa de París a Orleans, naturalmente con el ancho normal. (Archivo RENFE).

de encontradas discusiones, la Junta General celebrada el 9 de enero de 1839, a propuesta del Consejo, consagraba el ancho de vía por 7.792 votos a favor y 6.145 en contra.

Las ideas de Brunel aparecen considerablemente ampliadas en otro informe elevado a la Junta General del 15 de agosto de 1839, en el que pretende justificar su actuación. Repite nuevamente los argumentos expuestos en el informe de 1835 y añade la posibilidad de facilitar amplio espacio para el adecuado funcionamiento de las locomotoras. Constituye, sin embargo, una novedad cómo había obtenido el valor del ancho. Partiendo de que los carruajes utilizados en las carreteras tenían aproximadamente 1,98 m de anchura y teniendo en cuenta el espacio necesario para las ruedas, situadas fuera de la caja, obtenía de 2,09 a 2,11 m entre carriles, por lo que fijó el ancho en 2,13 m (7 pies), que es un número entero en el sistema de medidas inglés.

En el mismo informe y con objeto de reforzar su posición, aludía Brunel a la feliz coincidencia de sus argumentos con los de otro informe publicado en 1837. Se trataba del informe de una Comisión Real nombrada para estudiar un plan general de ferrocarriles en Irlanda. Los comisionados exponían precisamente los mismos argumentos que Brunel (reducción de la resistencia a la rodadura, ruedas fuera

de la caja), pero sus conclusiones les llevaban a un ancho de 1,88 m (6 pies y 2 pulgadas). Si los comisionados, decía Brunel, hubieran tenido a la vista el trazado de Londres a Bristol, habrían llegado a obtener el mismo valor del ancho de vía que él.

La muerte inesperada de Drummond, presidente de esta Comisión Real, hizo que el plan ferroviario para Irlanda cayera en el olvido, sin que llegaran a debatirse sus informes en el Parlamento británico. En 1842, sin embargo, se finalizaba la construcción del ferrocarril del Ulster (Belfast a Portadown) de 40 km, única línea donde se había instalado este ancho de 1,88 m¹⁷⁶. Pocos años después sería convertida a 1,60 m, ancho legal en Irlanda desde 1846, como acabamos de ver.

La ruptura del ancho de vía

Hoy día, la ruptura del ancho de vía nos parece algo especialmente nefasto, pero en aquellos años era una cuestión a la que se concedía escasa importancia. Hubo varios factores que, bien aislada o conjuntamente, explican un hecho tan insólito. El más importante eran las expectativas de beneficio a corto y medio plazo. En efecto, las compañías que decidieron apartarse del ancho normal estaban convencidas

¹⁷⁶ Véase H. G. Lewin, obra antes citada.

de que su principal fuente de beneficios sería el tráfico propio de la línea y, en consecuencia, despreciaron el tráfico afluente que en un futuro más o menos lejano podría aportarles la conexión con otras líneas. Sin embargo, el ingeniero Hawkshaw en su informe, a la compañía Great Western, sobre el ancho de Brunel, había expuesto la situación con clarividencia:

“Quizá no sería exagerado afirmar que los ferrocarriles de vía más estrecha (ancho normal) surcan ya las tres cuartas partes de Inglaterra. Se deduce, por consiguiente, que cualquier compañía que se aparte de este ancho de vía quedará aislada hasta cierto punto..., si no respecto al tráfico propio, sí respecto al tráfico afluente”.

El Consejo de la compañía Great Western no dio validez a esta objeción y se apresuró a tranquilizar a sus accionistas, garantizándoles que tanto los ramales de línea principal, desde Londres a Bristol, como su prolongación hasta Exeter se construirían con este enorme ancho de vía. En otras palabras, la compañía se limitaba a monopolizar el transporte interior de la región sudoeste de Inglaterra, con una absoluta falta de visión de futuro.

Otro factor que propiciaba la ruptura del ancho de vía era la escasa importancia concedida a los transbordos. En aquellos años, particularmente en Inglaterra, era práctica común que los viajeros cambiaran de coche al pasar de una línea a otra, cuando éstas pertenecían a diferentes compañías, de manera que nadie encontraba inconveniente en realizar esta misma operación en los puntos de ruptura del ancho. En cuanto a los transbordos de las mercancías, éstos eran de poco volumen y su coste insignificante.

No obstante lo expuesto, el 2 de septiembre de 1844 se encontraban por vez primera, en la estación de Gloucester, una línea con el ancho de Brunel, procedente de Bristol, y otra de ancho normal, procedente de Birmingham. Para facilitar el transbordo, Brunel había previsto un “sencilísimo procedimiento” para trasladar los cargamentos de unos vagones a otros, pero éste no dio resultado. Las pérdidas de bultos, los retrasos y la congestión de las mercancías fue de tal magnitud que los partidarios del ancho normal utilizaron estos hechos, exagerándolos y provocándolos indirectamente para iniciar una lucha a muerte entre ambos anchos de vía. Un hombre tan revolucionario como Brunel había sido incapaz de imaginar que los coches y vagones pertenecientes a las distintas compañías circularían indistintamente por las diferentes líneas de la red ferroviaria. Con evidente miopía, Brunel creyó que las compañías “nunca confiarían sus propios vehículos en manos ajenas”.

La guerra de los anchos y el ocaso de la vía ancha

Lo que usualmente se conoce como guerra de los anchos fue realmente una larga guerra de diez años a partir del encuentro de los anchos en Gloucester durante el mes de septiembre de 1844. El campo de batalla fue normalmente el Parlamento británico, donde uno y otro bando se disputaron los proyectos ferroviarios de las líneas situadas al norte y al sur de la línea arterial de vía ancha, desde Londres a Bristol.

Las primeras escaramuzas se inician por el norte con los proyectos de las líneas de Oxford a Rugby y de Oxford a Worcester y Wolverhampton que se llevaron al Parlamento durante 1845, con la feroz oposición de las compañías de ancho normal, especialmente la del ferrocarril de Londres a Birmingham. Aunque el *Board of Trade*¹⁷⁷ se oponía a esta extensión de la vía ancha por el norte, la Cámara de los Comunes, en su sesión del 20 de junio, aprobaba ambos proyectos. En la Cámara de los Lores también se acogieron favorablemente, de modo que el 4 de agosto de 1845 se sancionaban las leyes respectivas. Es preciso aclarar, en relación con esta primera victoria de la vía ancha, que la línea de Oxford a Worcester y Wolverhampton se construiría, de acuerdo con la ley, con un tercer carril, con objeto de que pudiera servir el tráfico de ambos anchos y que una cláusula de la ley de la línea de Oxford a Rugby imponía la instalación de un tercer carril, caso de que el *Board of Trade* lo estimase conveniente.

En vista de esta derrota, el diputado Richard Cobden, defensor de los intereses de las compañías de ancho normal, proponía, el 25 de junio en la Cámara de los Comunes, el nombramiento de una comisión para el estudio de la cuestión del ancho de vía en relación con la futura legislación. La proposición fue aceptada unánimemente, de modo que el 11 de julio la reina Victoria designaba una Comisión Real integrada por sir John M. F. Smith, teniente coronel de Ingenieros e inspector general de Ferrocarriles, George Biddeel Airy, astrónomo en el Observatorio de Greenwich, y Peter Barlow, profesor de Matemáticas en la Academia Militar de Woolwich.

A partir del 9 de agosto prestaron declaración ante la Comisión Real numerosos directores y gerentes de las compañías, ingenieros, constructores de locomotoras y algunos militares. Sus extensas y detalladas declaraciones no es posible resumirlas en pocas líneas, dado que ocupan dos anexos al informe publi-

¹⁷⁷ Consejo de Comercio instituido en Gran Bretaña, con funciones de inspección y control sobre los ferrocarriles desde 1842.



Fig. 288. El 12 de enero de 1846, el ancho normal llegaba a Venecia. (Archivo RENFE).

cado. Puede, no obstante, concluirse que la mayoría de los técnicos y constructores reconocieron que el ancho de Brunel era excesivo y el normal un poco estrecho, proponiendo algunos de ellos anchos intermedios como los más convenientes. Sólo Brunel y sus ingenieros ayudantes defendieron la fantástica vía de 7 pies (2,13 m), tratando, al mismo tiempo, de resar importancia a la ruptura del ancho. A propuesta de éste, la Comisión Real llegó a realizar ensayos comparativos en ambos anchos de vía. A pesar de que las condiciones no eran exactamente las mismas, los resultados fueron favorables a la vía ancha. Sus locomotoras remolcaban la misma carga, pero a mayor velocidad¹⁷⁸. El informe de la Comisión Real, leído en el Parlamento al comienzo de la legislatura de 1846, se mostraba decididamente partidario del ancho normal, aunque no dejaba de reconocer que en la vía ancha se obtenía mayor comodidad y velocidad. A pesar de ello, expresaba su deseo de que todas las líneas de vía ancha fueran estrechadas al ancho normal único que debía ser declarado legal en el país.

¹⁷⁸ Por la vía ancha participó la locomotora *Ixion* remolcando un tren de 81,3 t a una velocidad media de 69,6 km/h. En la vía de ancho normal intervino la locomotora llamada *A*, construida por Robert Stephenson y Cía. Esta locomotora remolcaba 50,8 t a 76,7 km/h de media. Las mejores prestaciones de *Ixion* eran debidas a que su caja de fuego disponía de una rejilla de 1,2 m², en tanto que la locomotora *A* sólo era de 0,89 m².

Estudiado este informe por el *Board of Trade*, a quien fue remitido por la Cámara, dictaminaba este organismo, el 6 de junio de 1846, que no creía conveniente aplicar estrictamente las conclusiones de la Comisión Real, en vista del enorme coste que ocasionarían para el país. Proponía, en cambio, una solución ecléctica que permitiera conservar las vías anchas existentes, así como sus prolongaciones previstas.

En los debates de ambas Cámaras se vio la necesidad de no lesionar gravemente los intereses creados, como sugería el *Board of Trade*, y, en consecuencia, la ley del ancho sancionada el 18 de agosto de 1846 resultó una componenda que trataba de satisfacer a ambos partidos. En su primera cláusula prohibía la construcción de ferrocarriles “para el transporte de viajeros”, con anchos distintos de 4 pies y 8,5 pulgadas (1,435 m) en Gran Bretaña y de 5 pies y 3 pulgadas (1,60 m) en Irlanda. Sin embargo, la segunda cláusula exceptuaba de la anterior prohibición todas las prolongaciones en proyecto de la vía ancha y cualquier otro ferrocarril cuya ley de concesión definiera expresamente el ancho de vía.

Como consecuencia de esta ley, la vía ancha pudo continuar extendiéndose por Gales y Cornualles, de modo que en 1865 había alcanzado una longitud de unos 1.900 km a los que es preciso añadir otros 600 km de vías anchas provistas de un tercer carril que, impuesto al principio por el Parla-



Fig. 289. Puente tubular Britania, proyectado y construido por Robert Stephenson en la línea de Chester a Holyhead en 1849. (Archivo RENFE).

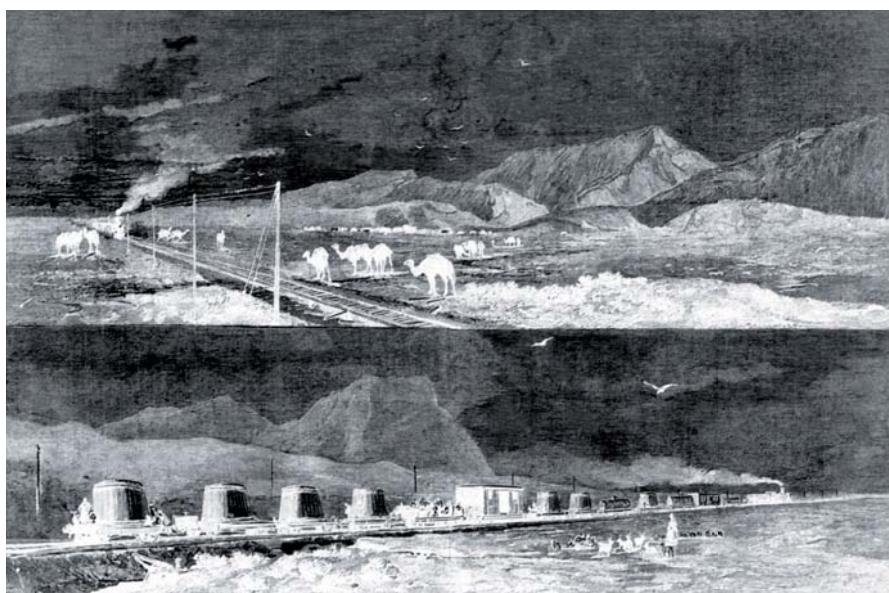


Fig. 290. Los ferrocarriles rusos según un grabado de La Ilustración (1891). Por decisión del Zar, el ancho de vía de la red de Rusia fue de 1,52 m. (Hemeroteca Municipal, Madrid).

mento, fue siendo adoptado progresivamente una vez que la vía ancha vio ahogada su expansión en 1854. A partir de 1865, la vía ancha fue desapareciendo lentamente, siendo sustituida por la vía normal. El último reducto sería la línea de Londres a Bristol y Exeter, por la que circuló el último tren expreso el 20 de mayo de 1892. Los sueños grandiosos de Brunel habían acabado siendo destrozados por la dura realidad.

7. La locomotora de vapor

Con objeto de situar en sus justos términos las controversias que tuvieron lugar en torno al ancho de la vía, es preciso aclarar, de una vez para siempre, un

hecho trascendental: los defectos de la locomotora que los partidarios de ensanchar las vías pretendían remediar se referían a las locomotoras utilizadas en la década de 1830. Entre ellas, quizá las más representativas sean las locomotoras tipo *Planet* de 1830 y tipo *Patentee* de 1834, descritas en el capítulo VIII, 10.

Resulta evidente que, al ensanchar la vía, estas locomotoras veían ampliado el espacio para alojar los mecanismos y podían recibir una caldera de mayor diámetro. También es cierto que, al disponer, con este motivo, de mayor superficie de calefacción, aumentaba la capacidad de evaporación. Esta mayor capacidad permitía aumentar el diámetro de las ruedas motoras y, con ello, la velocidad.

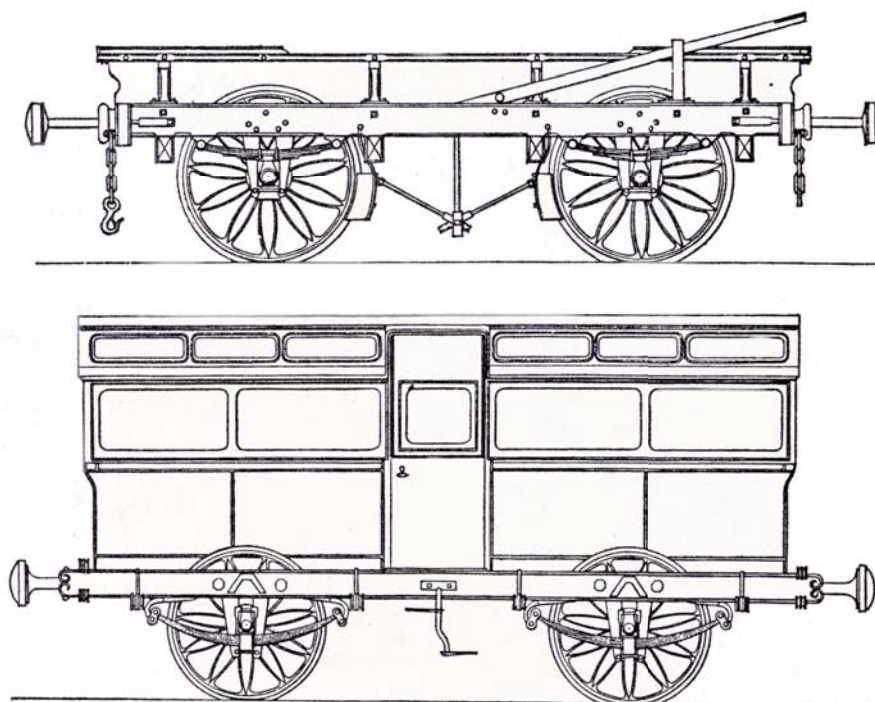
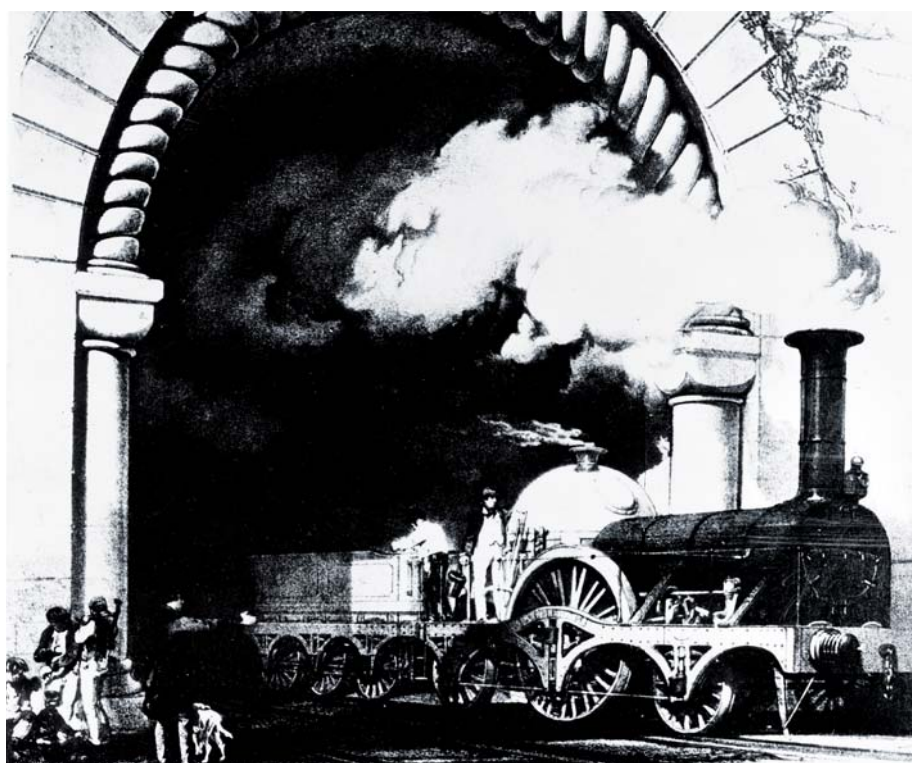


Fig. 291. Aunque Brunel proponía situar las ruedas de los vehículos fuera de la caja, lo cierto es que sólo construyó los coches-salón y los vagones-plataforma que aquí se muestran. El resto del material utilizado tenía las ruedas bajo la caja. (Archivo RENFE).

Paradójicamente, como antes indicamos, ninguno de los técnicos partidarios de ensanchar la vía aprovechó estas posibilidades. Entre ellos, el mismo Brunel, que, por temor a cargar excesivamente los carriles, encargó la construcción de unas ridículas locomotoras de 10,6 t de peso, cuyas exiguas prestaciones fueron el motivo del fracaso inicial de la compañía Great Western. El éxito llegó a este ferrocarril de forma inesperada con la locomotora *North*

Star (Estrella del Norte), que no respondía a estas especificaciones. Había sido construida por Robert Stephenson y Cía. para un ferrocarril americano de Nueva Orleans, cuyo ancho de vía era 1,676 m. Habiendo quebrado esta compañía, Stephenson ofreció la locomotora a Brunel proponiéndole adaptarla al ancho de 2,13 m. Esta locomotora, con su mayor caldera, unas enormes ruedas de 2,13 m de diámetro, un peso de nada menos que 21 t y una superficie

Fig. 292. La línea de Londres a Bristol fue proyectada por Brunel con carácter suntuoso. Boca del túnel de Box de 2.905 m de longitud. (Archivo RENFE).



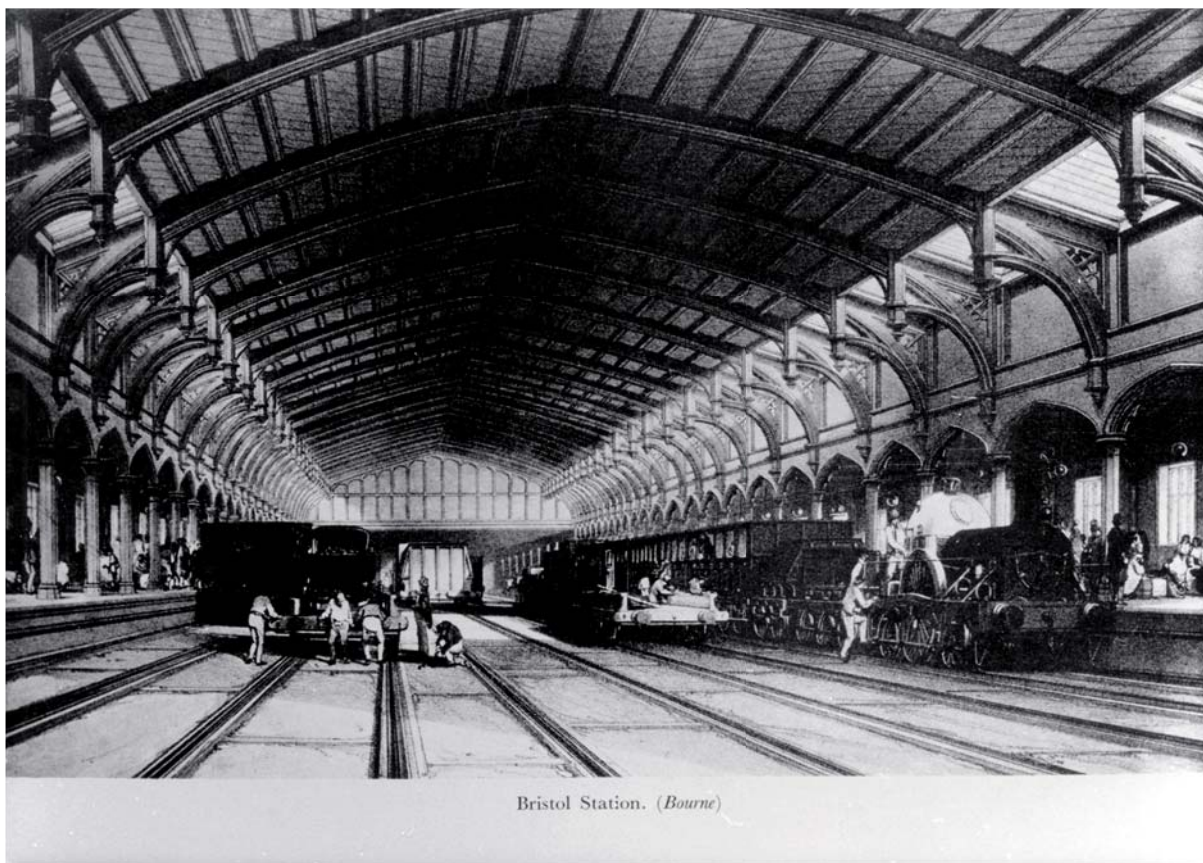


Fig. 293. Otra muestra del carácter monumental de los proyectos de Brunel. Estación de Bristol, en la que puede observarse el enorme ancho de vía de 2,13 m. (Archivo RENFE).

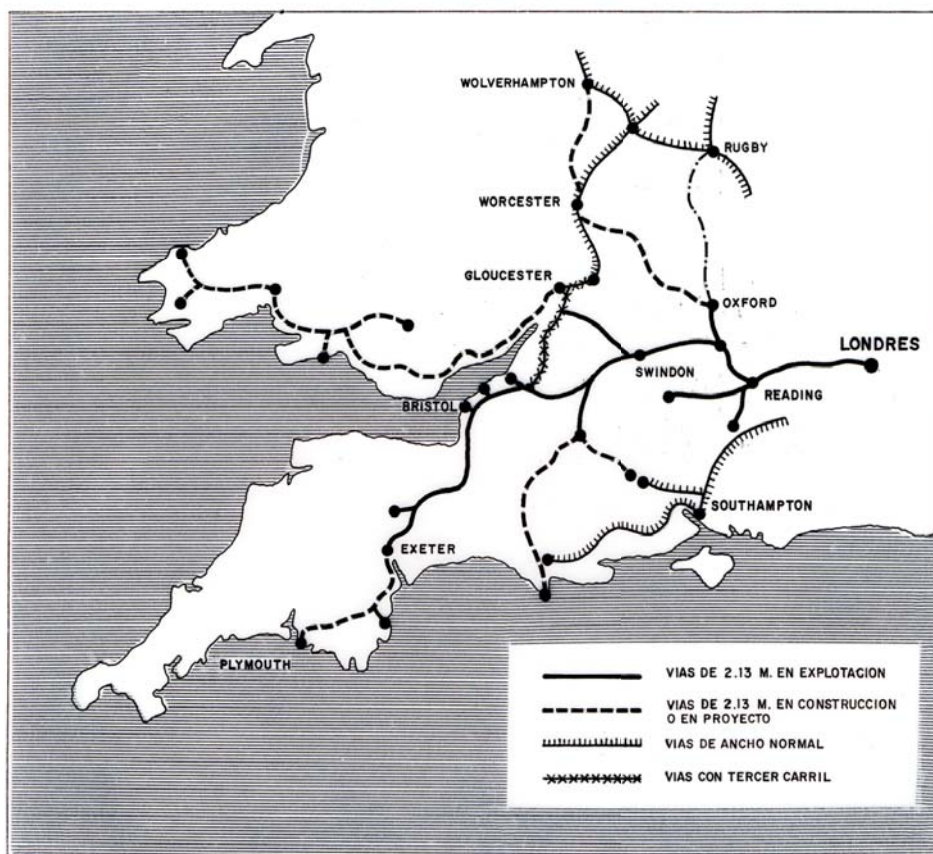


Fig. 294. Situación de las vías de 2,13 m, en la región suroeste de Inglaterra, a finales de 1848. (Dibujo: Luis Biela.)

de calefacción de 66 m², lograba evaporar 6 m³ de agua por hora, alcanzando así magníficas prestaciones. En un perfil tan suave como el de la línea de Londres a Bristol, los trenes de viajeros circulaban a 60 km/h ante la admiración del público y de los técnicos. He aquí las alabanzas del ingeniero militar mayor Poussin:

“La experiencia adquirida en los caminos de Escocia que tienen 1,68 m de ancho, es favorable al principio de un ancho de vía superior al generalmente adoptado de 1,44 m. La experiencia recientemente hecha en la sección del ferrocarril del Great Western en explotación, que tiene 2,13 m de ancho de vía, parece confirmar las previsiones de los ingenieros más célebres de Inglaterra, en el sentido de que una mayor anchura resulte favorable a la economía misma del camino, a su material y al empleo de grandes velocidades. Este punto, el más importante en la construcción de ferrocarriles, podrá ser pronto enteramente confirmado con la explotación de la línea completa de Londres a Bristol de 47,5 leguas de longitud”¹⁷⁹.

Otro ingeniero francés, Bineau, en su obra *Chemins de Fer d'Angleterre*, publicada en 1840, exponía las ventajas de la vía ancha, antes indicadas, y afirmaba que los anchos de vía más adecuados eran los comprendidos entre 1,88 y 2,13 m. Como la situación económica de Francia no permitía estos anchos tan costosos, proponía 1,60 m, “que sin aumentar considerablemente los costes de establecimiento, mejoraría las condiciones del mecanismo (el espacio) y permitiría aumentar un tanto la velocidad”¹⁸⁰.

El más científico de los partidarios de la vía ancha fue el famoso politécnico Guyonneau de Pambour, autor de un *Traité theorique et pratique des machines locomotives*, cuya segunda edición se publicó en 1840. Pambour había realizado numerosos ensayos con las locomotoras tipo *Patentee*, en explotación en la línea de Liverpool a Manchester y había obtenido unas complejas fórmulas empírico-científicas que relacionaban los distintos parámetros de las mismas. “En los países donde todavía no hay muchos ferrocarriles —decía—, podría considerarse si no conviene emplear un ancho mayor que el usual”. De acuerdo con sus fórmulas, una locomotora que evaporara 4 m³ de agua por hora requería un ancho de vía de 2 m. Evidentemente, las conclusiones de Pambour sólo eran

aplicables a las locomotoras *Patentee*, de las que había obtenido sus fórmulas.

La locomotora de vapor en 1844-1848

Hacia 1844, los avances tecnológicos habían invalidado, en buena parte, los defectos que los partidarios de la vía ancha pretendían corregir. La caldera se había alargado de modo que se llegaba casi a alcanzar la capacidad de evaporación de las locomotoras del ferrocarril de Great Western. Desde 1838, Robert Stephenson afirmaba que el problema del espacio para los mecanismos había dejado de tener importancia¹⁸¹. Pero además se habían introducido dos perfeccionamientos de enorme trascendencia: una presión de caldera más elevada y el mecanismo de distribución de Williams-Howe (sector o corredera de Stephenson). Prueba de ello es que los ingenieros se permitían elevar el límite de las rampas, como fue el caso del ferrocarril de Lancaster a Carlisle, sancionado en 1844, donde se habían previsto 6,4 km con una declividad de 1,33 por 100, o el de la línea alemana de Brunswick a Harzburg, donde una locomotora tipo *Mammoth* (Mamut), construida por Stephenson, lograba abordar una rampa de 6,5 km con el 1,2 por 100 (valor medio) en octubre de 1843¹⁸².

En 1846, Robert Stephenson exponía muy claramente a la Comisión Real encargada de estudiar el ancho de vía el estado de la tecnología en aquellos años. Para Stephenson, se había llegado al límite de la carga por eje: “Es posible, sin duda, construir locomotoras más pesadas, con mayores dimensiones y más potencia en una vía ancha, pero en este caso será preciso disponer de una vía capaz de soportarlas”.

En 1848, los Comisionados de Ferrocarriles¹⁸³, en un informe ordenado por la Cámara de los Lores para el estudio de las comunicaciones ferroviarias entre Londres y Birmingham, volvían a mostrarse decididamente partidarios del ancho normal, a pesar de reconocer, como lo había hecho la Comisión Real de 1845, que en la vía ancha los trenes llevaban más carga y circulaban a mayor velocidad. No obstante, afirmaban, cuando se circula en rampa, la situación es dife-

¹⁸¹ Véase carta de Stephenson dirigida a John Hawkshaw, en el informe emitido por este ingeniero, sobre el ancho de vía de la compañía Great Western con fecha 4 de octubre de 1839, publicado en *The Civil Engineer and Architect's Journal* de ese mismo año, p. 52.

¹⁸² Véase H. G. Lewin, obra antes citada, y Baumgarten: *Notice sur l'état des chemins de fer allemandes en 1844*. París, 1845.

¹⁸³ Organismo asesor del Parlamento británico, con funciones similares a las de un Ministerio de Transportes. Sustituyó al *Board of Trade* desde el 9 de noviembre de 1846 al 10 de octubre de 1851.

¹⁷⁹ G. T. Poussin: *Notice sur les chemins de fer anglais*. París, 1840.

¹⁸⁰ Cuando en 1849 Bienau fue nombrado ministro de Trabajos Públicos de Francia, se conformó con el ancho normal utilizado en la red francesa.

rente. Si ésta excede del 0,6 por 100, el mayor peso de la locomotora en la vía ancha hace que la carga remolcada sea mayor con una locomotora en la vía normal.

8. El ancho de vía español en 1844

En el capítulo IX hemos comentado las heterogéneas resoluciones del Gobierno español, durante 1843, en

relación con las concesiones de Madrid a Aranjuez y Alicante. Era, pues, necesario reordenar el sector y, con este motivo, se dispuso por el Ministerio de la Gobernación que todas las propuestas de concesión se informaran previamente por una comisión de funcionarios entendidos en la materia.

La intervención de la comisión no se hizo esperar. El 11 de septiembre de 1844 se remitía a Juan Suber-

Fig. 295. Locomotoras utilizadas para comparar las prestaciones en el ancho normal y en el ancho de Brunel. Arriba: locomotora Ixion. Abajo: locomotora A. (Archivo RENFE).

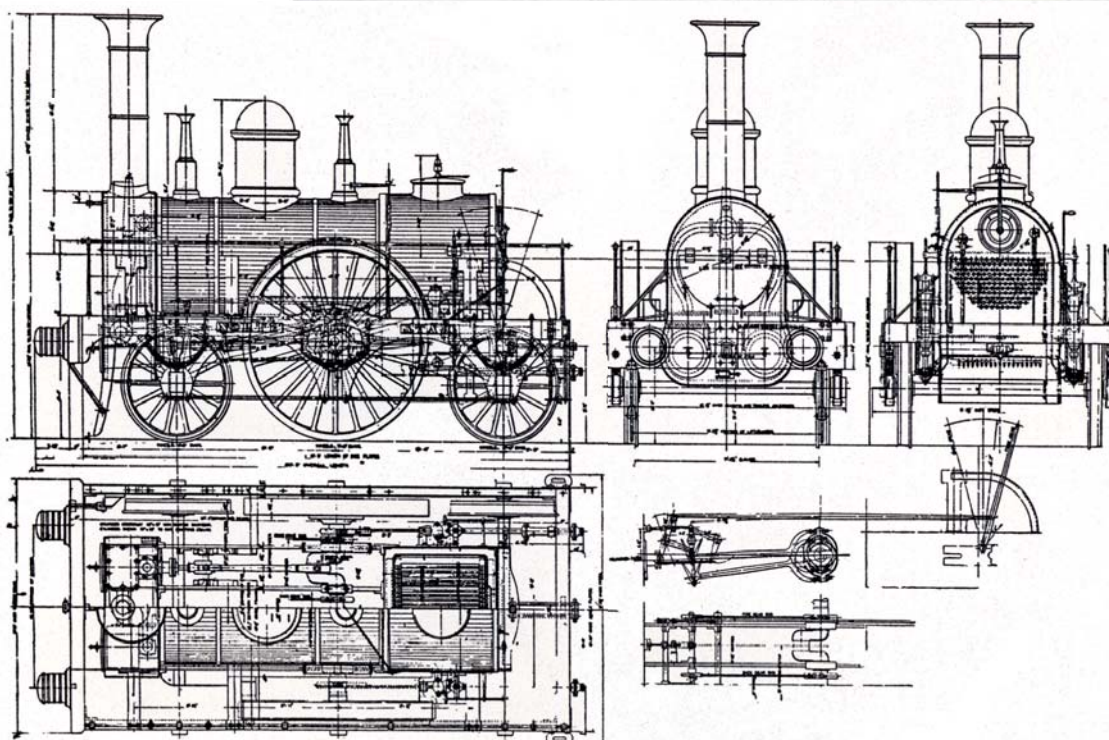
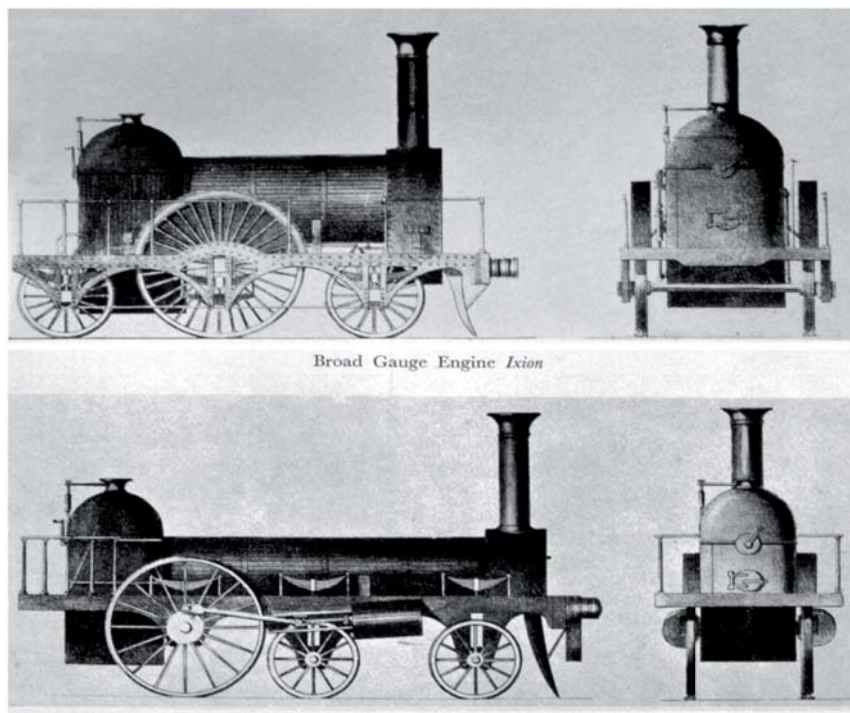


Fig. 296. Planos de conjunto de la locomotora North Star (Estrella del Norte) cuyas magníficas prestaciones contribuyeron a la fama de la vía de 2,13 m. Obsérvese que la locomotora no aprovecha el enorme espacio entre las ruedas. (Archivo RENFE).

case la propuesta relativa a un ferrocarril desde Madrid a Cádiz para que, “auxiliado por Calixto Santa Cruz y José Subercase, manifieste cuanto se le ofrezca y parezca”. La propuesta consistía en una instancia del abogado francés Emile Gaudron, en nombre y representación del ingeniero de esta misma nacionalidad, Jean Charles Jucqueau Galbrun, acompañada de un pliego de condiciones, una memoria sobre la utilidad práctica y política del ferrocarril, la descripción del trazado, el presupuesto del camino y los estatutos de la sociedad que preveía constituir¹⁸⁴.

Aproximación a los personajes

He aquí el *curriculum vitae* de los comisionados:

Juan Subercase, sesenta y un años, inspector general, número uno en el escalafón del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, vocal de la Junta Consultiva, presidente de la Comisión de Faros, director de la Escuela Especial desde 1837 y profesor de obras hidráulicas. En años anteriores había impartido el curso de ferrocarriles. Su actuación como ingeniero propiamente dicho había estado reducida a los trabajos de conservación de las carreteras, en los primeros años de su vida profesional.

Dirigía Subercase la Escuela Especial, *manu militari* —no en vano había sido profesor en las Academias del Ejército y de la Armada—, imponiendo una disciplina severísima. Este inusitado rigor habría de llevarle a dimitir de este cargo, como consecuencia de uno de los primeros conflictos estudiantiles registrado en la historia de la enseñanza en España.

Calixto Santa Cruz, treinta y tres años, ingeniero primero y número uno de la promoción de 1839. Discípulo predilecto de Subercase, había sido nombrado profesor de la Escuela nada más terminar sus

estudios. Hasta días antes de ser nombrado miembro de la comisión había estado dirigiendo con gran eficiencia, durante cerca de dos años, las obras del canal de Castilla.



Juan Subercase y Cretz (1783-1856). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

José Subercase, treinta y dos años, ingeniero primero y número uno de la promoción de 1840. También ejercía la enseñanza en la Escuela desde la terminación de sus estudios, precisamente de la asignatura de ferrocarriles. En 1844 había intervenido en la redacción del pliego de condiciones generales de los puentes colgantes, una técnica en vía de introducción en España, y participado en las pruebas de recepción de algunos de los construidos. Entre sus méritos no es de desdeñar el de ser hijo de Juan Subercase.



Calixto Santa Cruz y Ojangoiti (1811-1865). (Escuela de Ingenieros de Caminos).

Los primeros ingenieros españoles tuvieron que soportar el terrible abismo que separaba la teoría de la práctica¹⁸⁵. En la Escuela Especial, los alumnos recibían una formación completa. A la vista del programa de estudios, se deduce que, al menos en el plano teórico, ésta se encontraba “montada bajo el mismo o más aventajado pie que las de igual clase de otros países”¹⁸⁶. Por ejemplo, en el quinto año los alumnos seguían un curso completo de ferrocarriles, a pesar de no existir en España ninguno de servicio público. Lamentablemente, muy pocos de los conocimientos adquiridos podían recibir aplicación práctica. No era esto lo peor, la guerra civil, las penurias presupuestarias y la

¹⁸⁵ Esta era la opinión del ingeniero y Premio Nobel José Echegaray en su obra *Recuerdos*, T. 1, Madrid 1917, p. 120: “De suerte que después de haber estudiado cinco años en la Escuela Especial, desde cálculo diferencial a integral hasta ferrocarriles, después de traer la cabeza atestada de toda la ciencia ingenieril que entonces se conocía, y haber estudiado todas las grandes obras del extranjero, iba yo a Almería encargado de conservar una legua de carretera, ni más ni menos”.

¹⁸⁶ Véase “Escuela Especial de Ingenieros de Caminos. Noticias de sus enseñanzas” en *Boletín Oficial de Caminos*, 1844, p. 37.

¹⁸⁴ Archivo General de la Administración: OP. 22682 y OP. 18440.

VIDA Y SERVICIOS PÚBLICOS DE JUAN SUBERCASE Y CRETZ		
1783	1-ene.	Nace en Valencia.
-	-	Bachiller en Filosofía y Artes por la Universidad de Valencia.
1804	17-abr.	Ingresa en la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1807	4-abr.	Ayudante 3.º.
	17-abr.	Encargado de la carretera de Puerto Lápice a Venta de Cárdenas con residencia en Villarta de San Juan.
1808	31-ago.	Al servicio del Gobierno de José Bonaparte, en la Comisión del canal del Manzanares.
1812	25-ago.	Nace su hijo José, de su matrimonio con Antonia Jiménez.
	23-oct.	Huye a Cádiz con su familia (derrota de los franceses en Arapiles el 22 de julio).
1813	23-jul.	Maestro supernumerario en la Academia de Reales Guardamarinas del Departamento de Cádiz.
	agosto	Profesor de la Academia Militar en la población de San Carlos de la Ciudad de San Fernando.
1814	1-nov.	Repuesto en su destino, al regreso de Fernando VII.
1815	-	Encargado de la carretera de Astorga a Lugo, con residencia en Villafranca del Bierzo.
1820	25-jul.	Diputado por Valencia en las legislaturas de 1820-1821.
1824	-	Impurificado en ambas instancias por resultar desafecto al régimen absolutista.
1832	-	Funda un establecimiento científico-artístico bajo los auspicios de la Sociedad Económica de Alcoy. Profesor en la Academia Militar de Valencia.
1833	14-feb.	Profesor de Mecánica aplicada a las artes de la Real Sociedad Económica de Valencia.
1834	22-ene.	Ayudante 1.º y profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos.
	julio	Fallece su esposa, víctima del cólera.
	20-jul.	Procurador por Valencia en las Cortes de Estamentos en todas sus legislaturas.
	14-dic.	Comisario de Canales y Caminos.
1835	6-feb.	Honores de intendente de provincia.
1836	7-ene.	Jefe de la 5.ª Sección del Ministerio de la Gobernación.
1837	9-abr.	Subsecretario interino del Ministerio de la Gobernación.
	29-jun.	Inspector general.
	1-jul.	Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1838	1-sep.	Vocal de la Dirección General de Estudios.
1841	8-feb.	Director general de Caminos, interino.
1842	4-ene.	Presidente de la Comisión de Faros.
	23-jun.	Director general de Caminos, interino.
1843	5-jun.	Proyecto de la carretera de Alicante a Valencia por Alcoy.
	21-jun.	Director General de Caminos, interino.
	23-ago.	Miembro de la Comisión de la Carta de España.
1844	12-sep.	Miembro de la comisión encargada de formular el pliego de condiciones generales de los ferrocarriles y, hasta 1848, de examinar los proyectos relativos a éstos.
1845	18-nov.	Autorizado para formar parte de la comisión española promotora del ferrocarril de Madrid a Valencia.
1847	4-mar.	Académico fundador de la Real Academia de Ciencias.
	7-oct.	Vocal del Consejo de Agricultura, Industria y Comercio.
	11-dic.	Vocal de la Comisión de Pesos y Medidas.
1848	17-feb.	Vocal del Consejo de Instrucción Pública.
	5-oct.	Presenta la dimisión de su cargo de director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, que le es aceptada.
1849	24-mar.	Proyecto de mejora y limpia del puerto del Grao de Valencia.
1850	11-ago.	Vocal de la Comisión Calificadora de la Exposición.
1851	19-feb.	Director general de Obras públicas. Diputado por Valencia en las legislaturas de 1851-54.
1852	10-mar.	Cesa como director general y se le nombra vicepresidente de la Junta Consultiva.
1853	8-jun.	Inspección extraordinaria del distrito de Valencia.
1855	11-feb.	Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, sin perjuicio de continuar en la Junta Consultiva.
1856	25-mar.	Muere en Madrid.

Fuentes: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, expediente personal, Lej. 6625; Ministerio de Marina (hoy integrado en el Ministerio de Defensa), expediente personal; *Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos*, 1843-47; *Boletín del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, 1848-51; *Boletín del Ministerio de Fomento*, 1852-56; *Revista de Obras Públicas*, 1856, núms. 7 y 9.

VIDA Y SERVICIOS PÚBLICOS DE CALIXTO SANTA CRUZ Y OJANGOITI		
1811	14-oct.	Nace en Santander.
1834	26-jul.	Ingresa en la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1839	15-dic.	Ingeniero 2.º, número uno de la promoción.
	-	Profesor de la Escuela de Ingenieros.
1840	3-jun.	Comisión de servicio: estudio de las obras del puerto de Castro Urdiales.
1841	14-ago.	Ingeniero 1.º.
1843	-	Comisión de servicio: ingeniero del Canal de Castilla.
1844	29-ago.	Cesa en el Canal de Castilla a petición propia.
	12-sep.	Miembro de la comisión encargada de formular el pliego de condiciones generales de los ferrocarriles y de examinar los proyectos relativos a éstos.
1845	14-jul.	Comisión de servicio: proyecto de conducción y distribución de aguas en Valencia.
1846	28-abr.	Miembro de la comisión encargada de redactar los formularios de los proyectos de carreteras.
	sept.	Comisión de servicio: proyecto del ferrocarril de Madrid a Irún por Bilbao.
1847	10-mar.	Ingeniero jefe de 2.ª clase.
1848	mayo	Presenta al Gobierno el proyecto de la sección de Bilbao a Burgos.
	16-ago.	Jefe del distrito de Burgos.
1850	23-mar.	Informe ante la Comisión Parlamentaria de Ferrocarriles.
	21-may.	Comisión de servicio: obras del ferrocarril de Alar del Rey a Santander.
1851	26-mar.	Comisión de servicio: viaje de estudios a diversos países europeos.
	10-nov.	Inspector facultativo de las obras del ferrocarril de Alar del Rey a Santander.
	24-nov.	Se reincorpora al distrito de Burgos.
1853	24-may.	Comisión de servicio: determinación del punto de unión en la frontera de los ferrocarriles francés y español con el ingeniero Duvignaud.
	28-sep.	Ingeniero jefe de 1.ª clase.
1854	27-nov.	Secretario de la Junta Consultiva.
1855	5-oct.	Comisión de servicio: inventario de obras del ferrocarril de Sevilla a Cádiz.
1856	28-ene.	Inspección del distrito de Sevilla.
	19-sep.	Inspector de distrito.
	10-dic.	Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1858	7-abr.	Miembro de la comisión encargada de proponer las tarifas en los ferrocarriles.
1859	9-jul.	Vocal de la Comisión de Estadística General del Reino.
1861	21-abr.	Vocal de la Junta General de Estadística.
1863	19-nov.	Miembro de la comisión encargada de unificar las tarifas de la compañía MZA.
1865	26-abr.	Vocal de la Comisión del Plan General de Ferrocarriles.
	18-jul.	Inspector general de 1.ª clase.
	9-oct.	Muere en Madrid, víctima del cólera.
Fuentes: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, expediente personal, Lej. 6604; <i>Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos</i> , 1843-47; <i>Boletín del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas</i> , 1848-51; <i>Boletín del Ministerio de Fomento</i> , 1852-65; <i>Revista de Obras Públicas</i> , 1865, nº 20, Necrología.		

ausencia de una política pragmática, impidieron durante años que los ingenieros pudieran viajar al extranjero, como hacían sus colegas franceses, belgas y alemanes, con objeto de estudiar las técnicas de otros países, especialmente de Inglaterra. No resulta extraño comprobar, por consiguiente, que ninguno de nuestros personajes conocía de cerca el ferrocarril, al no haber tenido ocasión de salir del país en años precedentes.

Para ingresar en la Escuela, los candidatos debían poseer conocimientos suficientes de francés, ya que éste era el idioma de la mayoría de los manuales que utilizaban. Por supuesto, los comisionados sabían francés, pero no hay pruebas de que tuvieran conocimientos de inglés o alemán.

Es preciso señalar, finalmente, que tanto los Subercase, padre e hijo, como Santa Cruz, eran hombres honrados, dignos funcionarios de firme criterio e

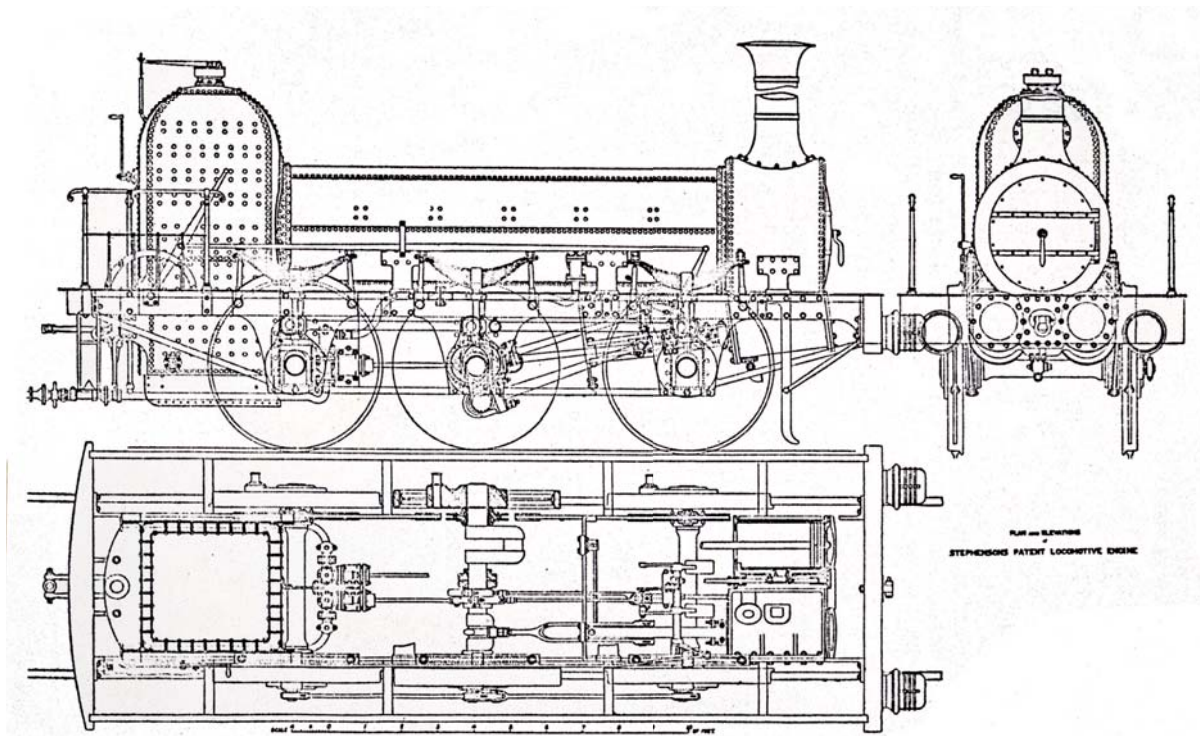
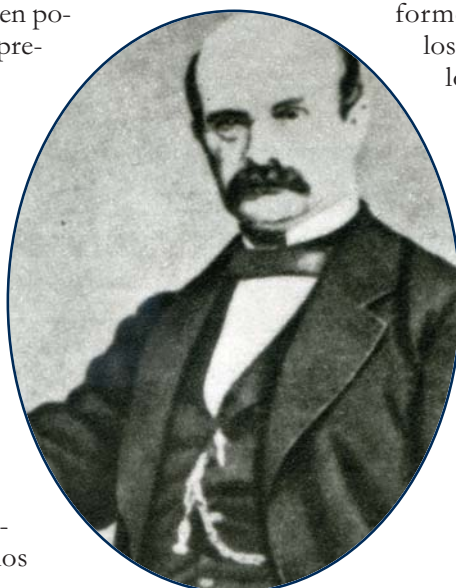


Fig. 297. Locomotora Mammoth (Mamut) de caldera alargada y tres ejes acoplados, patentada por Robert Stephenson y Cía. (Archivo RENFE).

impermeables a cualquier influencia. Debe rechazarse el mito de que su informe estuviera condicionado por razones de orden político o estratégico, como se ha pretendido afirmar sin pruebas.

El informe de 17 de octubre de 1844

La comisión actuó con diligencia, pues en poco más de un mes remitía al director general de Caminos un informe, con fecha 17 de octubre, y un pliego de condiciones generales basado en el presentado por Jucqueau. En dicho informe la comisión manifestaba que, no existiendo en España leyes ni reglamentos sobre ferrocarriles, los habían suplido “con su opinión particular, la cual, pudiendo ser adoptada por el Gobierno, serviría en cierto modo de base para lo que en lo sucesivo se hiciera”.



José Subercase y Jiménez (1812-1885). Fotografía publicada por F. Wais en Historia de los ferrocarriles españoles, Madrid, 1974. Como este autor omite sistemáticamente sus fuentes, carecemos de las suficientes garantías de autenticidad. (Cortesía de Editora Nacional, Madrid).

La propuesta relativa al ferrocarril de Madrid a Cádiz era objeto de estudio por la comisión, en tres puntos principales: el pliego de condiciones, los estatutos de la sociedad y el anteproyecto.

El pliego con 33 cláusulas, propuesto por Jucqueau, “la comisión —se decía en el informe— lo encuentra calcado sobre los de las compañías francesas”, y en lo referente a las condiciones de explotación “sobre el que ha servido de base para subastar el camino de Orleans a Burdeos”. Así era, en efecto, pero el solicitante había seleccionado cuidadosamente los artículos, recogiendo solamente aquellos más conformes con sus intereses. La comisión, con toda razón, consideró inadmisibles el pliego propuesto y, en su lugar, redactó otro con 51 artículos, incluyendo todas las cláusulas omitidas por Jucqueau.

También los estatutos de la sociedad despertaron las críticas de la comisión, en especial las condiciones previstas por Jucqueau para la transmisión de la concesión a

la futura compañía que habría de constituirse para construir la línea de Madrid a Cádiz. Unos someros cálculos demostraban que Jucqueau podía obtener una renta de 6,4 millones de reales al año. “¿Y todo esto por qué?”, se preguntaban los comisionados. “Por haber presentado esos papeles que la comisión

VIDA Y SERVICIOS PÚBLICOS DE JOSÉ SUBERCASE Y JIMÉNEZ		
1812	25-ago.	Nace en Madrid. Hijo de Juan Subercase y Cretz.
1827-1834	-	Sigue la carrera de Leyes en la Universidad de Valencia que no concluye.
1835	20-oct.	Ingresa en la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1840	11-nov.	Ingeniero 2.º, número uno de la promoción.
	14-nov.	Profesor de la Escuela de Ingenieros y Bibliotecario.
1841-1842	-	Miembro de diversas comisiones para la recepción y pruebas de puentes colgantes.
1843	-	Miembro de la redacción del <i>Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos</i> .
	26-abr.	Profesor de la Escuela de Ingenieros de Montes que no se llegó a abrir.
	23-dic.	Miembro de la comisión encargada de formular el pliego de condiciones generales de los puentes colgantes.
1844	-	Miembro de la Sociedad Económica de Madrid.
	22-may.	Ingeniero 1.º.
	12-sep.	Miembro de la comisión encargada de formular el pliego de condiciones generales de los ferrocarriles y, hasta 1848, de examinar los proyectos relativos a éstos.
	3-dic.	Comisión de servicio; reconocimiento del terreno y tráfico previsible del proyecto del ferrocarril de Madrid a Alicante, con ramales a Valencia y Cartagena.
1845	29-oct.	Comisión de servicio; nuevo reconocimiento del terreno de Madrid a Alicante en unión del ingeniero Mamby.
1848	5-ago.	Académico electo de la Real Academia de Ciencias
	3-oct.	Traslado forzoso al distrito de Valencia.
	12-oct.	Presenta dimisión de su empleo que no es aceptada.
1849	14-jul.	Vocal de la Comisión del Mapa Geológico y jefe de la Sección Geográfico-Meteorológica.
1850	27-mar.	Informe ante la Comisión Parlamentaria de Ferrocarriles.
1851	26-mar.	Comisión de servicio: viaje de estudios a diversos países europeos.
1852	-	Matrimonio con Adelaida Rodríguez de Noguera.
1853	28-sep.	Ingeniero jefe de 2.ª clase.
	21-dic.	Profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos.
1854	9-ago.	Oficial 2.º de 2.ª clase en la Secretaría del Ministerio de Fomento.
	23-ago.	Vocal de la Comisión de Estudio de los Expedientes de Ferrocarriles.
	24-ago.	Oficial 2.º de 1.ª clase.
1855	27-ene.	Ingeniero jefe de 1.ª clase (supernumerario).
	17-abr.	Oficial 1.º de 2.ª clase.
1856	15-dic.	Ingeniero jefe de 1.ª clase.
1857	21-ene.	Nuevamente, vocal de la Comisión del Mapa Geológico.
	13-nov.	Vocal interino de la Junta Consultiva.
1858	19-nov.	Ingeniero jefe de la provincia de Jaén, puesto que no llegó a ocupar.
	3-dic.	Ingeniero jefe de la provincia de Madrid, sin perjuicio de continuar en la Comisión del Mapa Geológico.
1859	17-oct.	Ingeniero jefe interino de la provincia de Segovia y, al propio tiempo, de la de Madrid.
1861	11-oct.	Con José Ecbegaray, peritos en la causa criminal con motivo del hundimiento de las obras de la calle de Atocha para distribución de aguas.
1862	1-jun.	Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias.
1863	-	Matrimonio con Leonor Jiménez de Calderón (segundas nupcias).
	28-nov.	Vocal agregado de la Junta Consultiva.
1864	29-jun.	Inspector general de 2.ª clase.
1871-1878	-	Periodos de excedencia por enfermedad.
1879	21-feb.	Inspector general de 1.ª clase.
1880	11-jun.	Comisión de servicio: informe sobre las obras del puerto de Barcelona y emplazamiento de la estación del Ferrocarril de Valls.
	3-jul.	Jubilación a petición propia a causa de su mal estado de salud.
1885	27-abr.	Muere en Madrid.

Fuentes: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, expediente personal, Lej. 6624; Real Academia de Ciencias, expediente personal; *Memoria de la Comisión del Mapa Geológico*, Madrid, 1852.

devuelve, después de haber empleado más trabajo en examinarlos y averiguar su verdadero valor del que debe haber tenido Mr. Jucqueau en componerlos y escribirlos”.

Se rechazaba, finalmente, el anteproyecto presentado por no acompañarse los planos y demás documentos justificativos. El trazado se había determinado consultando un mapa, sin practicar la exploración del terreno “con el auxilio de algunas medidas y operaciones geométricas”. No se indicaban las pendientes ni los radios de las curvas, aunque para seguir el curso sinuoso del Guadalquivir se preveía utilizar radios de 60 a 100 m con el auxilio del sistema Laignel, “cuya imperfección e insuficiencia —decía la comisión— son conocidas de todos”¹⁸⁷. Ni una palabra se dedicaba a las obras de arte y del paso de Sierra Morena, “problema capital del proyecto, no se sabe nada y sólo se espera que, cuando se hagan los trabajos definitivos, se encontrará alguna solución”. El presupuesto se basaba en valores promediados de varios proyectos franceses, valores que pueden consultarse en cualquier libro, decía la comisión. “Un presupuesto como aquí se presenta se puede hacer en dos horas, y tanta razón hay en aplicarlo al camino de Cádiz como al de Alicante, al de Barcelona o cualquier otro del mundo, mudando solamente el número de leguas”.

Concluía la comisión que, al no haber presentado Jucqueau las pruebas pertinentes, sólo cabía autorizar condicionalmente la concesión, siempre que éste aceptara el pliego de condiciones propuesto por la misma “u otro equivalente”.

El informe de 17 de octubre, por su indudable carácter de lección magistral sobre la materia, causó excelente impresión en el Ministerio. La Junta Consultiva¹⁸⁸ lo calificó de “extenso y luminoso”, reproduciendo literalmente sus conclusiones. Lo mismo hizo el director general cuando elevó su dictamen al ministro, si bien aquí el informe sólo era “extenso y razonado”. Una y otro hacían suya la sugerencia de la comisión, en el sentido de que el pliego de condiciones propuesto por la misma se aplicara a todas las concesiones ulteriores.

¹⁸⁷ El sistema propuesto por el ingeniero francés Laignel consistía en hacer rodar las ruedas del lado exterior de las curvas sobre las pestañas en lugar de hacerlo sobre las llantas. Para ello, proponía carriles de tipo tranviario en el hilo exterior. El sistema se aplicó en líneas urbanas a baja velocidad.

¹⁸⁸ Organismo técnico asesor de la Dirección General de Caminos, creado por Real Decreto de 17 de abril de 1836. Estaba constituido por los ingenieros de Caminos de más categoría y antigüedad en el escalafón.

La R. O. de 31 de diciembre de 1844

Al examinar el contenido de esta Real Orden, publicada en la *Gaceta* del 19 de enero siguiente, puede comprobarse que el Gobierno siguió fielmente las indicaciones de la comisión. Así, las normas que preceden al pliego de condiciones generales anexo a esta Real Orden son prácticamente iguales que las propuestas por la comisión, aunque redactadas en un lenguaje más jurídico. El pliego de condiciones es exactamente el mismo, con ligeras modificaciones en cuanto a su ordenación. Los 51 artículos se reducen a 45.

Lo que no se ha dicho hasta ahora es que, si bien la comisión había puesto de manifiesto el plagio de los pliegos franceses realizado por Jucqueau, ocultaba pudorosamente lo realizado por ella misma. En efecto, la comisión siguió el mismo procedimiento. Los 45 artículos del pliego eran una transcripción literal de los pliegos de las líneas francesas de Rouen a El Havre y de Orleans a Burdeos. Sólo hay cuatro procedentes de otras fuentes: el artículo 2.º está tomado del artículo 41 del pliego de condiciones del ferrocarril belga *entre Sambre et Meuse*, los artículos 33 y 34 están inspirados en la ley de ferrocarriles inglesa de agosto de 1844 y el artículo 42 es una variante del correspondiente francés, pero más favorable al concesionario.

No es posible examinar con detalle el contenido del pliego de condiciones generales. Nos limitaremos, en consecuencia, a reseñar el artículo 6.º, donde se fija el ancho de la vía de seis pies castellanos, un ancho que todavía continúa separando los carriles de este país, cual firme e imperturbable monumento levantado a la memoria de estos tres ilustres ingenieros.

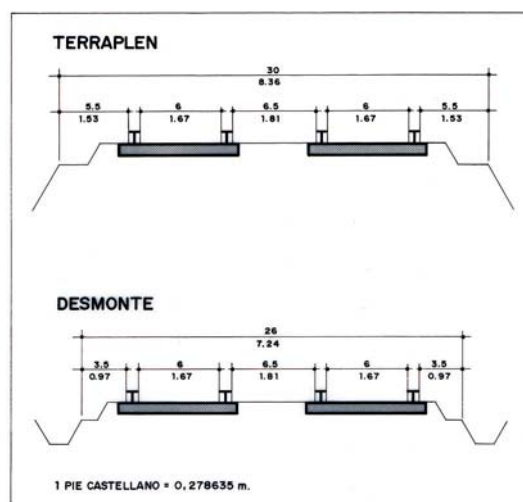


Fig. 298. Cotas de perfil transversal del camino, de acuerdo con el artículo 6.º del pliego de condiciones generales de 1844. Cotas en pies castellanos (superior) y en metros (inferior). De las mismas se deduce que la anchura de la cabeza del carril era de 3,5 cm, valor ridículamente pequeño, incluso para la época. (Dibujo: Luis Biela).

“Artículo 6.º. El camino podrá beneficiarse al principio con una sola vía, pero las obras de fábrica, desmontes y terraplenes se harán, desde luego, para dos vías.

	Pies
Anchura de cada vía, o sea, distancia entre los bordes interiores de las barras	6 (1,67 m)
Entrevía	6,5 (1,81 m)
Distancia desde los bordes exteriores de las barras hasta la arista del camino en terraplén	5,5 (1,50 m)
La misma distancia en desmonte	33,5 (0,97 m)

La anchura del camino será de 30 pies (8,36 m) en los terraplenes y de 26 (7,24 m) en los desmontes, subterráneos y puentes. Esta anchura se distribuirá del modo siguiente:

Si en el examen del proyecto definitivo se hallaren razones atendibles para variar estas dos últimas dimensiones, el Gobierno resolverá lo más conveniente”.

Con excepción del ancho de la vía, las restantes dimensiones eran las mismas que las de los pliegos franceses.

El informe de 2 de noviembre de 1844

Por R. O. de 20 de enero de 1845 (*Gaceta* del 28) se ordenaba insertar en este periódico el informe de una comisión de ingenieros que había servido de base y fundamento de la R. O. de 31 de diciembre de 1844. El informe lleva fecha de 2 de noviembre y está firmado por nuestros tres ingenieros. Su contenido recoge gran parte del informe anterior de 17 de octubre, dedicando dos nuevas secciones a justificar las prescripciones técnicas y las normas de la R. O. de 31 de diciembre.

La publicación del informe respondía a una clara intención política¹⁸⁹. Trataba, sin duda, el Gobierno de demostrar ante la opinión pública que sus decisiones no eran fruto de la improvisación, sino consecuencia de profundas y meditadas consideraciones. Sin em-

bargo, los resultados fueron desalentadores. En efecto, casi todos los periódicos se hicieron eco de la R. O. de 31 de diciembre y algunos del extenso informe, pero ninguno de ellos hizo la menor referencia a su contenido. Ninguna de las publicaciones, ni siquiera de la oposición, manifestó la menor inquietud por el hecho de fijar el Gobierno un ancho de vía que nos aislaba de la red europea¹⁹⁰. Si a nivel ministerial no había personas suficientemente preparadas para enjuiciar los asuntos ferroviarios, ¿qué podía esperarse de otros sectores de la sociedad española?

Si en algo estamos de acuerdo con las autoridades administrativas a la hora de valorar este informe es en el calificativo de extenso. Parece excesivo dedicar un número tan elevado de páginas a justificar un pliego de condiciones que había sido plagiado de sus homólogos franceses, hecho que se elude reconocer en el informe. A esta inusitada extensión hay que añadir un estilo literario grandilocuente, oratorio y reiterativo, muy propio del romanticismo de la época. No en vano había sido redactado por José Subercase, quien antes de iniciar sus estudios de ingeniería había seguido la carrera de Leyes, casi hasta su conclusión. José era, además, bibliotecario de la Escuela Especial, lo que le permitía mantener un contacto diario con las publicaciones de la época. A esta circunstancia debe atribuirse la manifiesta erudición del informe, plagado de referencias a la política ferroviaria de otros países.

Otra consideración que sugiere este informe es la poca atención que en él se presta a las cuestiones técnicas —apenas un 13 por 100 del texto—, a pesar de ser sus autores ingenieros. La cuestión del ancho de la vía se justificaba así:

“En el artículo 6.º se determina la anchura que deberá darse a todos los caminos de hierro que se concedan, así como la distribución de esta anchura total entre las vías y entrevías, señalando seis pies (1,67 m) para las primeras entre los bordes interiores de las barras. Desde luego se ve la conveniencia de que todos los caminos de hierro tengan la misma anchura, y particularmente las vías, porque de lo contrario, cuando dos caminos lleguen a ponerse en comunicación, como ha sucedido con frecuencia, es imposible que los locomotores y trenes del uno continúen su viaje por el otro, siendo necesario para el efecto transbordar las mercade-

¹⁸⁹ La documentación de archivo impide saber cómo se gestó este informe de 2 de noviembre y quién ordenó su elaboración. Evidentemente, el objeto del documento era su publicación.

¹⁹⁰ Publicaron la Real Orden de 21-12-1844: *El Clamor Público* (22-1-1845), *El Globo* (id), *El Eco del Comercio* (id), *El Heraldo* (id), *Boletín de Empresas* (23-1-1845) y *El Espectador* (24-1-1845). Hicieron mención del informe: *El Heraldo* (29-1-1845), *El Eco del Comercio* (id) y *Boletín de Empresas* (8-2-1845).

rías y personas a otro tren del nuevo camino, lo que ocasiona dilaciones, gastos y otros inconvenientes de consideración, a no ser que una de las empresas prefiera reformar su camino dándole las anchuras de aquel con quien entronca"... "Demostrada ya la conveniencia de que haya uniformidad en las dimensiones transversales de todas las grandes líneas de caminos de hierro, es claro que deben adoptarse las que los principios teóricos, confirmados por el buen éxito de su aplicación a los caminos más recientes, designan como más ventajosas. El ancho de vía generalmente empleado hasta pocos años hace, y que se emplea en muchas partes, es de 5 pies 17 centésimas (1,44 m), pero en un país virgen, donde se empieza a establecer un sistema de caminos de hierro, debe

La Comisión del Parlamento inglés, encargada de informar sobre un sistema general de caminos de hierro en Irlanda, proponía 6,75 pies (1,88 m).

Nosotros hemos adoptado 6 pies (1,67 m), porque sin aumentar considerablemente los gastos de establecimiento del camino, permite locomotoras de dimensiones suficientes para producir en un tiempo dado la cantidad de vapor bastante para obtener, con la misma carga, una velocidad mayor que la que podría conseguirse con las vías de 4,25 pies (1,18 m), propuestas por una de las empresas que ha hecho proposiciones al Gobierno¹⁹¹, y mayor también de la que podría emplearse con las de 5,17 pies (1,44 m) que más frecuentemente se han usado hasta ahora, consiguiéndose, ade-



Fig. 299. En los ferrocarriles españoles hubo que utilizar fuertes declividades para atravesar las cordilleras. En este grabado de La Ilustración (1874) se muestra un tren detenido por las nieves en Pozazal (Santander). (Hemeroteca Municipal, Madrid).

adoptarse una anchura que permita caminar por ellos con toda la rapidez y seguridad que pueden obtenerse con las últimas perfecciones que han recibido las locomotoras. Para este efecto, conviene aumentar el ancho de las vías, y esta es la tendencia que generalmente se observa en el día. Así vemos en el camino de Londres a Yarmouth una vía de 5,45 pies (1,52 m), en el de Dundee a Arbroath y de Arbroath a Forfar de 6,03 (1,68 m), en el de Great Western de 7,64 (2,13 m) y en el de Petersburgo a Tzárskoye Selo de 6,57 (1,83 m).

más, que sin disminuir la estabilidad se puede hacer mayor el diámetro de las ruedas, lo que también conduce a aumentar la velocidad”.

Análisis del informe de 2 de noviembre de 1844

Antes de iniciar el análisis de este informe es preciso reconocer un hecho crucial: el ancho de vía normal

¹⁹¹ El ancho de 4,25 pies fue propuesto por Jucqueau para la línea de Madrid a Cádiz. Se trata indudablemente de un error de Jucqueau, pues en su memoria afirma que el ancho propuesto es el normal, utilizado en Francia, Bélgica e Inglaterra.

de 1,435 m carece de justificación desde el punto de vista técnico. Como antes indicamos, su elección fue consecuencia de factores circunstanciales. En este sentido, hay que estar de acuerdo con los comisionados en que teóricamente —y subrayo esta palabra— un ancho de vía mayor hubiera sido más conveniente para la explotación ferroviaria. Y esto por dos motivos nunca señalados por los partidarios de las vías anchas ni por los autores del informe: la posibilidad de dar mayor anchura a las cajas de fuego de las locomotoras y poder aumentar el gálibo de cargamento, incrementando, al propio tiempo, la entrevía.

El error fatal de los comisionados fue preferir lo mejor a lo bueno, sabiendo que ambos son conceptos irreconciliables. Lo mejor, nadie lo duda, era una vía ancha, pero los comisionados no llegaron a preguntarse si la vía de ancho normal podía responder a las necesidades de los ferrocarriles españoles.

Como antes indicamos, los comisionados no habían salido del país y, por tanto, no conocían de cerca el ferrocarril. Sus conocimientos en la materia eran teóricos, librescos e incompletos. Si a esto se une el hecho de haber utilizado exclusivamente fuentes de información francesas, la conclusión es evidente: desconocimiento de la realidad objetiva.

Los argumentos en pro de la vía ancha que figuran en el informe habían sido tomados de Poussin, Bineau y Pambour, autores que en 1844 se encontraban técnicamente obsoletos. Como antes indicamos, el desarrollo tecnológico de la locomotora había corregido en este año casi todos los defectos que los partidarios de las vías anchas le atribuían.

Otro error craso de los comisionados fue creer que existía en el mundo ferroviario una tendencia hacia las vías anchas. Su falta de información les llevó a creer que en Irlanda o en Rusia las redes respectivas iban a construirse con 1,88 y 1,83 m. Tampoco sabían que el ancho de 1,52 m, existente en Inglaterra, se estaba convirtiendo al ancho normal, precisamente durante los días en que los comisionados redactaban su informe. En cuanto a las pequeñas líneas escocesas, con un ancho de 1,67 m, posiblemente supusieron que iban a constituir otro foco de heterogeneidad en los anchos de vías de Gran Bretaña. A este respecto, es curioso señalar que, para estas líneas, los comisionados dan un ancho de 6,03 pies (1,68 m) coincidente con el indicado erróneamente en la bibliografía técnica francesa. Finalmente, creyendo que el ancho de 2,13 m se encontraba en proceso de afirmación, cuando la realidad era que, precisamente en septiembre de 1844, había iniciado una lucha a muerte con el

ancho normal de la que resultaría su completa extinción.

He aquí la realidad de los anchos de vía¹⁹²:

LÍNEAS EXPLOTADAS EN EUROPA CON TRACCIÓN VAPOR EN 31-12-1844		
Ancho de vía (m)	Longitud (km)	Región
1,37	67	Escocia
1,435	6.509	Europa
1,52	6	Inglaterra
1,60	206	Ducado de Baden, Irlanda
1,67	50	Escocia
1,83	27	Rusia
1,88	40	Irlanda
2,00	96	Holanda
2,13	359	Inglaterra

En resumen, los comisionados creyeron que las vías anchas iban a prevalecer sobre las de ancho normal y que, en un futuro próximo, la técnica iba a imponer el criterio de ensanchar estas últimas. Esta creencia de los comisionados explicaría por qué en su informe no se alude al hecho evidente y bien conocido por ellos de que el ancho de seis pies nos aislaba de Francia. Tarde o temprano, pensarían, esta nación volvería al redil ensanchando sus vías. Existían a este respecto unos indicios convincentes. Los ingenieros belgas habían instalado en la línea de Bruselas a Mons, abierta al servicio entre 1840 y 1842, una entrevía de 2,50 m, con objeto de prever un posible ensanchamiento de la vía en el futuro, y en los pliegos de condiciones franceses, el ancho de la plataforma excedía en 0,60 m el valor obtenido sumando los espacios exteriores, la entrevía y el doble del ancho de la vía, lo que permitía indudablemente un futuro ensanchamiento.

Lo más lamentable del caso es que un ancho de vía superior al normal tampoco hubiera resuelto la construcción de los ferrocarriles en España. Nuestra accidentada orografía exige emplear no ya rampas del 1 por 100 como fijaron los comisionados en el artí-

¹⁹² El ancho de vía utilizado en Holanda tenía por objeto repartir mejor la carga sobre la infraestructura que estaba sentada, en su mayor parte, sobre terrenos pantanosos e inestables. La primera línea holandesa de Amsterdam a Haarlem data de 1839. Cuando años después las redes belga y alemana adquirieron consistencia, los holandeses decidieron convertir su ancho al normal para no quedar aislados.



Fig. 300. *El ferrocarril se impuso a comienzos del siglo XIX como un modo revolucionario de transporte. Estación de Euston (Londres) de la línea a Birmingham, en la víspera de Navidad. (Archivo RENFE).*

culo 7.º del pliego, sino del 1,5 al 1,6 por 100, e incluso superiores. En 1844, los ferrocarriles podían explotarse con rampas del 1 por 100 y poco más, pero no existía locomotora alguna, tanto en el ancho normal como en otro mayor, capaz de abordar las del 1,5 por 100 en las longitudes considerables que se necesitarían para atravesar nuestras cordilleras o ascender desde el mar a la meseta.

Si los ferrocarriles españoles hubieran comenzado a construirse en 1844, es posible que los trazados estuvieran sembrados, hoy día, de planos inclinados con tracción funicular. Para confirmar esta aseeración basta consultar los proyectos existentes en el Archivo General de la Administración, redactados por ingenieros españoles entre 1845 y 1852, como, por ejemplo:

- Alar del Rey a Santander.
- Paso de Sierra Morena por el valle del Guadiato.
- Almansa a Játiva.
- Bilbao a Burgos.

En todos ellos se recurre a los planos inclinados ante la imposibilidad de utilizar pendientes del 1 por 100, dado su excesivo coste de establecimiento. A este respecto, conviene señalar un hecho muy poco conocido. Cuando George Stephenson vino a España en 1845, diseñó un anteproyecto para el paso de la sierra de Guadarrama. La línea prevista por Stephenson estaba trazada a base de zigzag, un procedimiento que luego se aplicaría en los ferrocarriles andinos¹⁹³.

¹⁹³ Véase *Institution of Civil Engineers, Minutes and Proceedings*, Tomo 15. Londres, 1856, p. 69.

Puede afirmarse, por consiguiente, que la red española no era técnicamente viable en 1844, ni con el ancho normal ni con otro mayor. El hecho cierto es que hay que esperar hasta 1855 para iniciar la construcción de la red, momento en el que se cuenta ya con suficiente presión en las calderas para explotar con tracción vapor estas fuertes declividades y, en consecuencia, con una relación adecuada entre la potencia de los motores y su peso.

Resulta insólito comprobar, finalmente, cómo una cuestión tan trascendental como la de sentar las bases del sistema ferroviario español fue resuelta en poco más de un mes —tiempo empleado en la redacción del informe— con ostentosa suficiencia, copiando literalmente los pliegos de condiciones franceses y sin proceder a un detenido estudio, proponer o realizar un viaje al extranjero o mantener siquiera consultas con técnicos de prestigio. Si las locomotoras de la vía ancha evaporaban más cantidad de agua por hora, ningún cálculo demostraba cuál era su cuantía y si este aumento compensaría la mayor carga por eje que debería, lógicamente, preverse con este motivo.

Esta seguridad de los comisionados en sí mismos y su, hasta cierto punto, soberbia actitud, en ningún caso contestadas por un Gobierno y una opinión pública a cuál más ignorantes en la materia, no es posible atribuirla a la inconsciencia de estos hombres, sino a su deseo de regenerar el país, sumido desde hacía tantos años en el oscurantismo. Esto es al menos lo que parece deducirse de las palabras pronunciadas en 1856, ante la tumba de Subercase, por un miembro ilustre del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos:

“Los estadistas pensaban que la sopa que se repartía en los conventos se sustituiría ventajosamente con los hospicios y casas de beneficencia y con los bienes de la desamortización eclesiástica; pero esto no bastaba, era preciso, además, que al paso que por el otro lado, el buen gusto literario y las ideas filosóficas habían desarrugado el ceño desabrido del escolasticismo, también los estudios teológicos y ascéticos se reemplazasen por los de las ciencias exactas y sus variadas y múltiples aplica-

9. La obstinación de los ingenieros

Durante los años siguientes a 1844, y a pesar de que los continuos perfeccionamientos de la locomotora convertían la cuestión del ancho de la vía en algo cada vez más irrelevante, los ingenieros españoles continuaron manteniendo inmovibles sus criterios. Esta obstinación es explicable hasta cierto punto. En efecto, si Juan Subercase, número uno del escalafón del Cuerpo y al propio tiempo instructor de las suce-

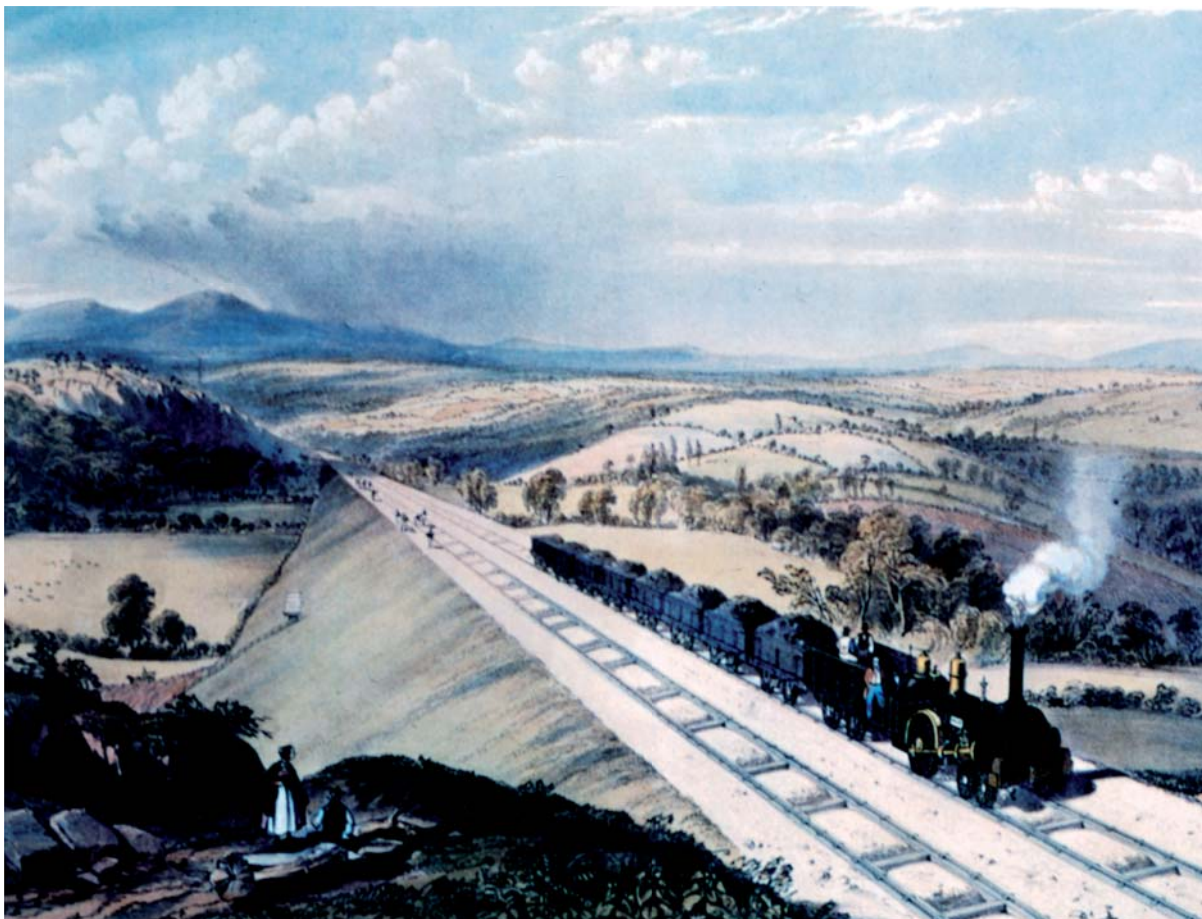


Fig. 301. *Rampa de Lickey con declividad del 2,6 por 100 en la línea de Birmingham a Gloucester. Se explotaba con locomotoras americanas, desde 1841, debido a que sus calderas estaban timbradas a una presión superior en un 80 por 100 a la normal de la época. (Archivo RENFE).*

ciones a las artes; era necesario abrir a la juventud otras carreras más útiles al Estado que las seguidas en los claustros, en los seminarios y aun en las Universidades; era menester, en fin, dar entrada en España a la nueva civilización que, a la sazón, estaba cambiando la faz del mundo. A esta empresa de regeneración científica y literaria ha contribuido más eficazmente que ningún otro establecimiento de enseñanza la Escuela de Ingenieros de Caminos organizada por don Juan Subercase¹⁹⁴.

sivas promociones de técnicos, se mostraba partidario de la vía de seis pies, ¿quién hubiera tenido valor para sustentar una opinión contraria, dentro de este Cuerpo elitista y ferozmente corporativo?

Veamos, en primer lugar, la evolución de las ideas de Subercase, no de sus firmes criterios, a través de los informes que, durante estos años, hubo de realizar por encargo de la Dirección General¹⁹⁵. En todos ellos, por supuesto, se defendía la vía de seis pies con los clásicos argumentos, rebasados ya por

¹⁹⁴ J. Núñez de Prado: “Necrología de don Juan Subercase”, en *Revista de Obras Públicas*, 1856.

¹⁹⁵ Archivo General de la Administración: OP. 22249, OP. 23112 y OP. 21571.

CONVERSIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES AL ANCHO NORMAL EN 1854

En el supuesto de que el Gobierno español se hubiera decidido por el ancho normal a finales de 1854, habría tenido que abonar a los concesionarios existentes una indemnización, con objeto de convertir a este ancho las líneas construidas y en construcción, cuya situación era la siguiente:

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS CONCEDIDAS HASTA 1854 (longitudes en km)

Líneas	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1866
Barcelona a Mataró	29,0									
Mataró a Arenys de Mar				8,7						
Barcelona a Granollers	29,5									
Barcelona a Martorell	16,5		10,8		1,5					
Barcelona a Zaragoza		11,9	9,2			32,0	117,8	184,1	11,5	
Reus a Tarragona			13,0							
Madrid a Almansa	147,1	130,6		80,1						
Almansa a Alicante					96,5					
Almansa a Játiva				8,8	18,8	49,3				
Játiva al Grao de Valencia	59,7									
Sevilla a Córdoba						130,0				
Jerez al Trocadero (Mata-gorda)	15,0		12,5							
Alar del Rey a Santander				50,1	39,0		15,6			32,7
Líneas construidas hasta 1861	1.317,1									

Fuente: Memorias de Obras Públicas.

Prescindiendo de los tramos construidos en 1862 y 1866, cuyos proyectos no estaban aprobados en 1854, resulta una longitud total de 1.317,1 km, valor coincidente con el indicado en el documento.

Observaciones: sin embargo, no hubiera sido necesario indemnizar la conversión de todos estos kilómetros de vías férreas. De acuerdo con el proceso de construcción y con objeto de no interrumpir el servicio, hubiera bastado con instalar un tercer carril, para el ancho normal, en las líneas situadas a la izquierda del trazo azul, que en conjunto ascienden a 575,1 km. El resto de las líneas podrían haberse construido directamente con ancho normal, incluso la de Alar del Rey a Santander, pues según se indica en la Memoria de Obras Públicas correspondiente, en esta línea se habían invertido sólo 17 millones de reales a finales de 1854. Una vez en servicio el material rodante de ancho normal en estos 575,1 km de vías, podría levantarse el carril del ancho español.

Para estimar los costes, nos hemos valido de los precios utilizados por José Almazán en su Memoria sobre el proyecto del ferrocarril de Albacete a Cartagena, publicada en Madrid en 1857. En dicha Memoria, Almazán indica que los precios corresponden al año 1855.

1. *Instalación del tercer carril.* Evaluando en 13.599 pesetas el coste de un kilómetro resulta:

Tercer carril $575,1 \times 13.599 = 7.820.785$ ptas.

Desvíos $114 \times 1.000 = 114.000$ ptas.

Total 7.934.785 ptas.

2. *Material rodante.* Evaluando el material rodante existente en 1857 en la línea de Madrid a Almansa a los precios de 1855, se obtiene un importe de 12.798.875 pesetas. Suponiendo que las restantes líneas tuvieran una cantidad de material proporcional, resultaría un valor total de

$575,2 \times 12.798.875$
 $\frac{\quad}{357,8} = 20.428.836$ ptas.

3. *Coste total de la conversión.* Sumando las cantidades anteriores, se obtiene un coste total de 28,3 millones de pesetas, estimado por exceso, por cuanto las líneas de corta longitud no poseían un material rodante proporcional al existente en la de Almansa y, por otra parte, hemos despreciado el valor residual del carril a levantar y del material rodante de ancho español que podría transformarse al ancho normal.

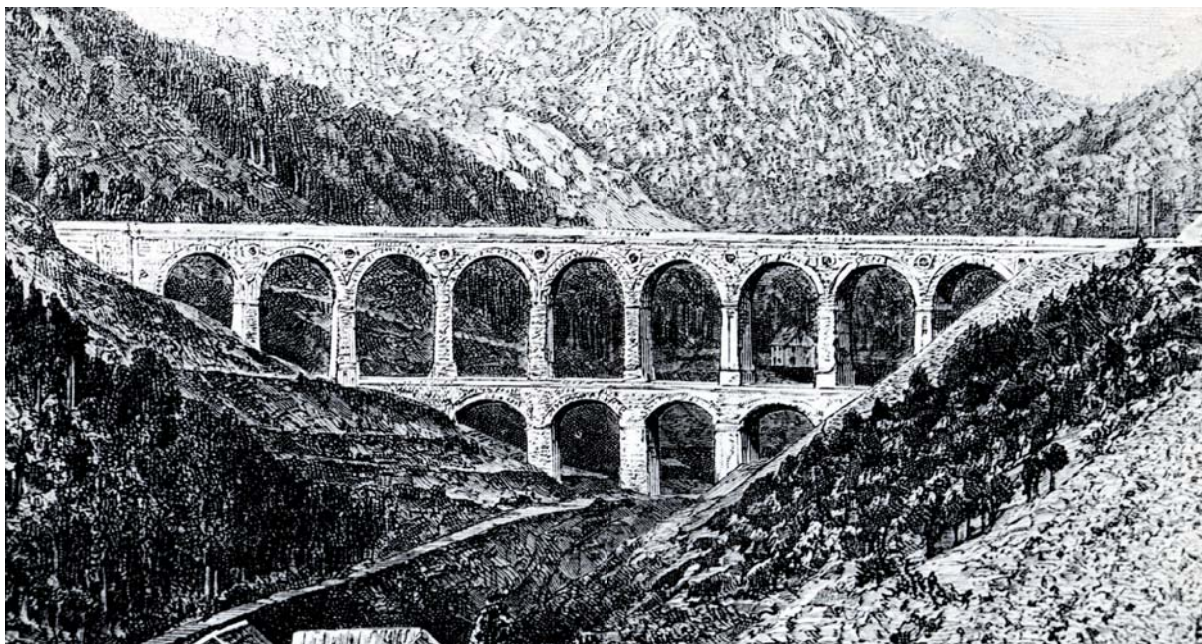


Fig. 302. Viaducto en la línea de Semmering, con declividades del 2 por 100 y explotada con locomotoras desde 1852. (Archivo RENFE).

Fig. 303. Otra de las monumentales obras de los ferrocarriles españoles. Puente sobre el río Miño visto desde Portugal, según La Ilustración (1885). (Hemeroteca Municipal, Madrid).

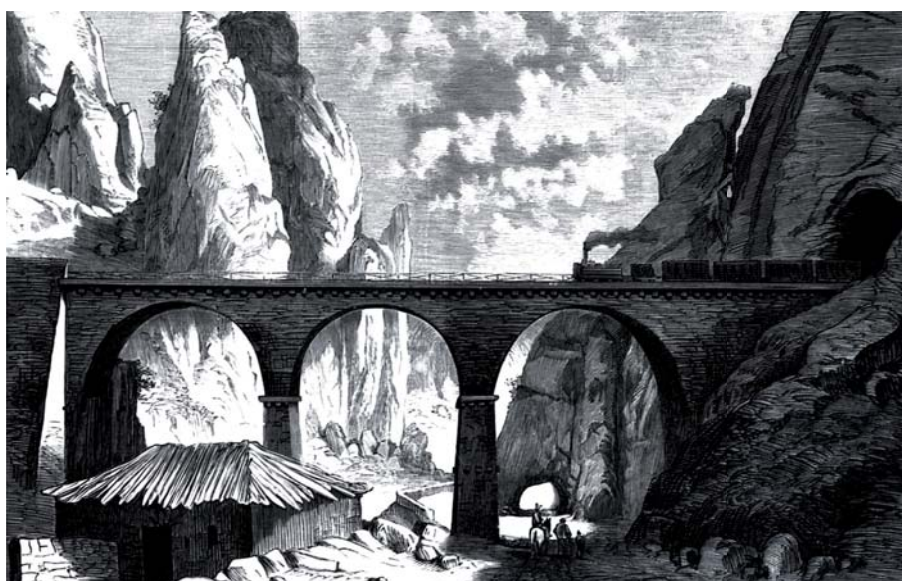


Fig. 304. La atormentada orografía española exigió proyectar ingentes obras de ingeniería. Viaducto de Pancorbo, según La Ilustración (1875). (Hemeroteca Municipal, Madrid).

la técnica, referente a la mayor estabilidad, velocidad, potencia de las locomotoras y espacio para los mecanismos.

El ferrocarril de Avilés a León

Concedido a Richard Keily el 31 de diciembre de 1844, solicitaba la compañía concesionaria, presidida por José de Salamanca en julio de 1845, una reducción del ancho a cinco pies y una pulgada castellanos (1,416 m).

Sometida esta decisión a dictamen de la comisión, presidida por Juan Subercase, manifestaba éste en un informe del 6 de agosto siguiente que el Gobierno debía denegarla. En este informe se hacía mención a que el 20 de junio anterior la Cámara de

en anchas, con un enorme coste y la desagradable secuela de dejar “un material inmenso de desecho”. He aquí la frase textual de este trágico profeta:

“Harto mayor serían los gastos que sería necesario hacer y los trastornos y perjuicios que se ocasionarían, si por andar siempre rezagados nos viésemos en la precisión, dentro de pocos años, de reemplazar la vía que ahora se solicita con otra más ancha...”.

El ferrocarril de Madrid a Aranjuez

El mismo Salamanca se dirigía al Gobierno, en abril de 1846, solicitando una reducción del ancho a 5,5 pies castellanos (1,532 m). Apoyaba su petición en que ya se habían estudiado los hechos y parecía resaltar que



Fig. 305. La red europea de ancho normal accede a Munich, cuya estación central se muestra en este grabado de La Ilustración (1881). (Hemeroteca Municipal, Madrid).

los Comunes británica había aprobado mayoritariamente la ley de concesión del ferrocarril de Oxford a Worcester y Wolverhampton con el ancho de Brunel. La noticia había sido publicada en el *Journal des Chemins de Fer*, pero de forma incompleta, pues, como vimos anteriormente, la línea había sido proyectada para la vía ancha y para la vía normal, mediante la adición de un tercer carril. De aquí deducía Subercase la certeza de que existía una tendencia hacia las vías anchas, como había dicho en su informe de 1844, y le hacía concluir que, dentro de pocos años, todas las vías estrechas se convertirían

las ventajas de la vía ancha se obtenían igualmente con la estrecha. Aludía, sin duda, a las noticias llegadas de Inglaterra sobre las conclusiones de la Comisión Real encargada de la cuestión del ancho de la vía. Se equivocaba, sin embargo, en cuanto a las medidas, pues de haber deseado el ancho normal, debió solicitar 5,15 pies (1,435 m) y no los cinco y medio de su instancia.

En su informe de 6 de agosto, Subercase atacaba a Salamanca con dureza. En primer lugar ya se le había denegado su petición respecto a la línea de Avilés a

León y, en segundo lugar, los costes de una vía con 0,5 pies (14 cm) menos de ancho eran muy similares a la de seis pies.

Respecto al ancho de vía en concreto, Subercase contradecía la opinión de Salamanca expuesta en su instancia, ya que “cualesquiera que sean las máquinas que se inventen, el mayor espacio disponible siempre será un medio de emplearlas con más comodidad y con mayor energía en las vías anchas, subsistiendo, además, las ventajas de estabilidad...”. En otras palabras, para Subercase el ancho de vía era el parámetro crítico del perfeccionamiento tecnológico de la locomotora. ¡Habría de levantar la cabeza este furioso partidario de la vía ancha, para comprobar que los ingenieros americanos del siglo XX llegarían a construir locomotoras potentísimas en el ancho normal!

El ferrocarril de Barcelona a Mataró

El incidente de la autorización del Gobierno con el ancho normal y la posterior rectificación de la compañía solicitando el ancho de seis pies en 1848 ya fue relatado en el capítulo IX.

En el informe, realizado el 11 de marzo de 1847, Subercase se remitía en sus alegatos en pro de la vía ancha a lo indicado en el de la línea de Avilés a León. Aquí sólo exponía la necesidad de mantener un mismo ancho de vía en el país. De concederse la reducción del ancho a esta compañía, decía con toda razón, habría que concederla a las restantes. Lo curioso de este informe y de todos los realizados por Subercase sobre esta cuestión del ancho es que nunca aludió al hecho evidente de que la vía de seis pies nos aislaba de Europa. Infatigable lector, como era, del *Journal des Chemins de Fer*, nunca hicieron mella en su ánimo los numerosos artículos y noticias publicados en esta revista, durante el período 1845-48, sobre la gran red europea que entonces comenzaba a formarse, así como del interés de los Gobiernos francés, belga y prusiano por reducir y aligerar las formalidades aduaneras en los puntos de enlace fronterizos.

El proyecto de Ley de 1848

Corresponde a Bravo Murillo la idea de regular los asuntos ferroviarios con carácter definitivo. Así, el 24 de febrero de 1848 presentaba ante las Cortes el primer proyecto de Ley de Ferrocarriles de la Historia. En su artículo 32 se continuaba la tradición de 1844, prescribiendo el ancho de seis pies castellanos. Aunque se llegó a designar una comisión parlamentaria para su estudio, el proyecto quedó relegado y no pasó a debatirse en el pleno del Congreso.

Este proyecto estaba fundado, en su totalidad, en los trabajos que la comisión Subercase había realizado el

año anterior. Entre éstos, cabe destacar una extensísima exposición de motivos en la que el ancho de la vía es objeto de amplia consideración¹⁹⁶.

Comenzaba Subercase exponiendo los hechos ocurridos en Inglaterra durante 1846, extraídos del *Journal des Chemins de Fer*. Así, citaba las conclusiones de la Comisión Real para el estudio del ancho y algunos de los debates sobre la ley del ancho de vía de 18 de agosto de 1846, cuyo articulado desconocía evidentemente, pues nunca esta revista lo había reproducido. En su opinión, esta discusión sobre el ancho de vía “ha venido después a arrojar mucha luz sobre este asunto; pero esta luz, en vez de obligarnos a reformar nuestra opinión, no ha hecho más que ratificarnos en ella”.

Está claro, decía Subercase con toda razón, que la solución adoptada en Inglaterra tuvo por objeto lesionar lo menos posible los intereses creados por la vía ancha. Sin embargo, desde el punto de vista técnico, podía comprobarse que varios de los ingenieros que prestaron testimonio ante la Comisión Real para el estudio del ancho se habían mostrado partidarios de vías intermedias entre el ancho de Brunel y el normal. De estas declaraciones, deducía con manifiesta necesidad, impropias de un técnico, que calculando el valor medio de todos los anchos propuestos se obtenía precisamente la vía de seis pies.

“Cuando la teoría —son sus palabras—, la experiencia, la opinión casi unánime de los ingenieros está por una vía intermedia entre las llamadas anchas y estrechas”, hay que decidirse por una de ellas.

Este deseo perfeccionista de Subercase en resolver un problema como el ancho de la vía, a todas luces inexistente desde el punto de vista técnico, contribuyó, sin la menor duda, a extraviar los criterios de la generación siguiente de ingenieros y, en último extremo, sirvió de apoyo a una resolución del Gobierno español que jamás dejaremos de lamentar.

La información parlamentaria de 1850

El 10 de enero de 1850 se presentaba ante el Congreso de los Diputados el segundo proyecto de Ley de Ferrocarriles por el ministro Seijas Lozano. Nombrada la comisión pertinente, presidida por Salustiano Olózaga, proponía ésta el 14 de enero que, entre tanto se estudiaba el proyecto de Ley, se promulgara una Ley provisional concediendo una garantía de interés, lo que así se acordó por ley de 20 de febrero.

Para estudiar el proyecto de Ley, Olózaga, que había estado exiliado en Inglaterra, propuso seguir el procedimiento usual en el Parlamento británico, consis-

¹⁹⁶ Archivo General de la Administración: OP. 34106.

tente en organizar una encuesta parlamentaria pública ante la que prestarían declaración todas las partes afectadas. La comisión parlamentaria inició sus sesiones el 4 de marzo, a pesar de estar clausurada la legislatura desde febrero, y continuó su trabajo hasta finales de junio. Durante las mismas, prestaron testimonio distinguidos representantes de los empresarios, técnicos y estamento militar¹⁹⁷.

Veamos, en primer lugar, las declaraciones prestadas por los ingenieros de Caminos Constantino Ardanaz, Calixto Santa Cruz, Francisco Echanove y José Subercase. Examinadas en conjunto no eran otra cosa que una mera reiteración de los argumentos, en pro de la vía ancha, de su mentor Juan Subercase. Como éste, ninguno de ellos hacía referencia a que el ancho de seis pies nos aislaba de Europa, aferrándose unánimemente a la manida idea de que la vía española era más “perfecta”. Las declaraciones de Ardanaz, Santa Cruz y Subercase dejaban entrever, sin embargo, otra hipótesis acerca de la conveniencia de la vía ancha. En efecto, por estas fechas los ingenieros españoles estaban ya convencidos de que los ferrocarriles españoles no eran viables si se imponía el límite del 1 por 100 en las pendientes y, en consecuencia, fundaban su admiración por la vía de seis pies en la posibilidad de construir locomotoras más potentes que permitieran abordar rampas del 2 por 100, como manifestaba Ardanaz, e incluso del 4 por 100 como proponía, con evidente desconocimiento, José Subercase¹⁹⁸.

Esta sería la causa, a mi entender, de que los ingenieros de Caminos continuaran defendiendo con renovado entusiasmo la vía de seis pies. Era un criterio, a todas luces, erróneo, pues la posibilidad de explotar fuertes rampas con locomotoras no residía en el ancho de la vía, sino en la creciente presión de las calderas. Su confianza en que la vía ancha podría resolver el problema de las fuertes rampas llevó a este insigne Cuerpo técnico a propiciar su extensa utilización. De haberse seguido sus directrices, es indudable que hoy día dispondríamos de una red ferroviaria mucho más atormentada y tortuosa.

¹⁹⁷ Véase *Información parlamentaria hecha por la Comisión de Ferrocarriles*. Madrid, 1850.

¹⁹⁸ Los motivos de Subercase para apoyar estas fuertes declividades se fundaban en un artículo publicado en el *Journal des chemins de fer* en marzo de 1843, del que él mismo hizo una traducción extractada que figura en el *Boletín Oficial de Caminos* de 1844. Se hacía referencia en este artículo al ferrocarril inglés de Hartlepool, en el que trenes de viajeros de 35 a 40 toneladas de masa total, incluida locomotora, ascendían por una rampa del 2,94 por 100 a 40 y 48 km/h. El hecho es de tal relevancia que, de ser cierto, hubiera sido comentado por los historiadores ingleses. Históricamente, las rampas del 2 por 100 se comenzaron a explotar en 1852 en el paso del Semmering de la línea de Viena a Trieste.

Afortunadamente, los ingenieros franceses, proyectistas de la mayoría de nuestras líneas principales, se negaron a aceptar estos criterios, manteniendo siempre valores de las pendientes iguales o inferiores al 1,6 por 100, a pesar de implicar esta decisión un incremento en el coste de establecimiento¹⁹⁹.

El único técnico que se mostró partidario del ancho normal, ante la comisión parlamentaria, fue el ingeniero industrial Cipriano Segundo Montesino, entonces catedrático de construcción de máquinas en el Real Conservatorio Industrial. Con motivo de su ideología liberal, había permanecido exiliado en el extranjero, siendo el único de los declarantes que había visto de cerca el ferrocarril.

Un artículo en la Revista de Obras Públicas

El mutismo de los ingenieros de Caminos acerca de que la vía de seis pies nos aislaba de la red europea fue roto por fin en 1854, con un artículo firmado por Eusebio Page y Eduardo Saavedra titulado “Ancho de vía de los ferrocarriles”. Sus autores pretendían salir al paso de unos comentarios aparecidos en el periódico francés *Le Messager de Bayonne*, donde se calificaba nuestra vía ancha de absurda e inconveniente por cuanto la prolongación de la línea de Burdeos a la frontera quedaría aislada de nuestra línea del norte.

Se exponían en el artículo, por centésima vez, los argumentos en pro de la vía de seis pies, añadiéndose lo que antes indicamos, es decir, la posibilidad de abordar pendientes más fuertes.

Los inconvenientes de la ruptura del ancho se refutaban con lo siguiente, olvidando que los ferrocarriles también transportaban mercancías:

“El inconveniente de apearse los viajeros en la frontera se reduce a la incomodidad que tendrán muchas veces dentro de España o de Francia, cuando cambien de empresa o por otros mil motivos, pues no hay ejemplo, ni es posible que lo haya, de que una persona camine veinticuatro horas encajonada en un coche y sin la menor interrupción en un viaje de París a Madrid: la intemperie será la que sufran en el interior de la estación de frontera. Véase si estos inconvenientes que tanto asus-

¹⁹⁹ El criterio de la Junta Consultiva era que en las líneas principales de la red podían utilizarse declividades del 2 por 100, lo que hubiera hipotecado gravemente el futuro de los ferrocarriles españoles. Afortunadamente, sólo en las líneas de Zaragoza a Barcelona por Lérida y de Alar a Santander, se tuvo que recurrir a rampas del 2,1 por 100 en 3,5 km (Cervera a Tarrasa) y del 2 y 1,95 por 100 en 20,3 km (Mataporquera a Las Fraguas).



Fig. 306. El establecimiento de los ferrocarriles de ancho normal en Suiza también supuso llevar a cabo colosales obras de ingeniería. Ferrocarril por el valle del Tessino, según La Ilustración (1882). (Hemeroteca Municipal, Madrid).

tan al diario de Bayona pueden destruir ni aminsonar una sola de las ventajas que dejamos consignadas”.

Esta supina ignorancia acerca de las prestaciones de la locomotora, fundada en el ancho de la vía y no en la presión de la caldera, y esta visión pueril y miope del futuro del ferrocarril, al despreciar el transporte de mercancías, creo que constituyen el fundamento de este encendido amor por la vía de seis pies, manifestado por estos renombrados ingenieros.

10. El mito de las razones estratégicas

La creencia de que el ancho de vía español fue debido a presiones del Ejército, con el fin de dificultar la invasión del territorio, está bastante extendida, incluso hoy día. Durante el siglo XIX y comienzos del XX, se encuentran referencias en este sentido, pero todas ellas presentan un denominador común: absoluta falta de pruebas en su apoyo.

Examinando los testimonios prestados por los militares ante la comisión parlamentaria de 1850, se observa que, con la excepción del brigadier Monteverde, ninguno de ellos hace referencia al ancho

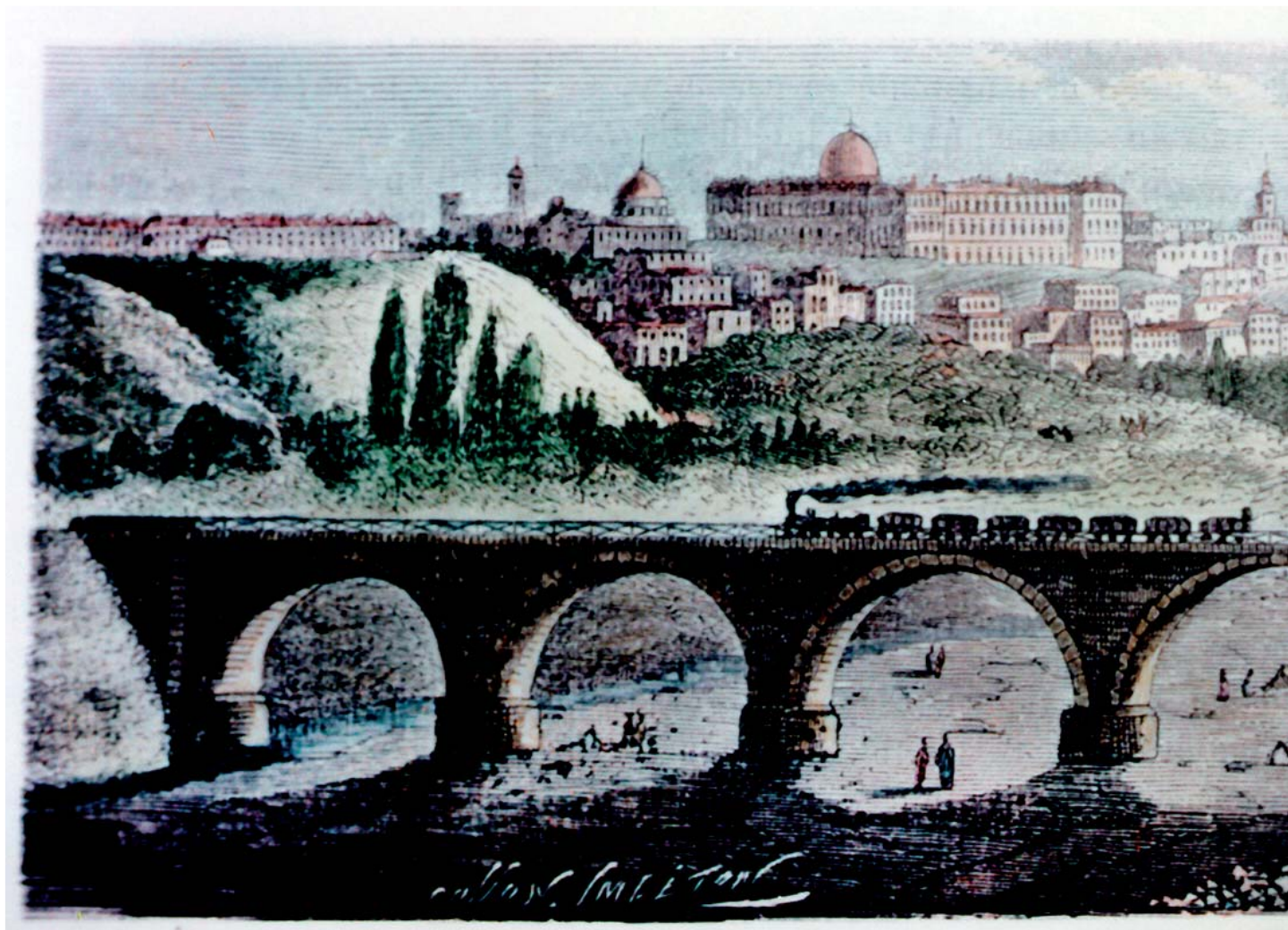
de vía ni propone alguno en concreto. Sin embargo, Monteverde manifestaba lo siguiente:

“Lo que voy a decir, señores, no lo presento sino como una idea secundaria. Pero acaso podría convenir que estudiáramos la anchura de las vías de los ferrocarriles de Francia y que las nuestras no tuvieran la misma. Razón de esto es que, si por cualquier motivo, llegara el caso de que sufriéramos una guerra de invasión, se evite que el material que los contrarios tengan puedan traerlo y servirse de nuestros caminos de hierro como de un arma que se convierta contra nosotros”.

Estas palabras del brigadier posiblemente constituyeron la primera chispa a partir de la cual comenzó a extenderse el mito de las razones estratégicas. El mito carece de sentido, pues si se quería obstaculizar la invasión, el ancho de vía debe ser menor que el normal utilizado en Francia. En efecto, instalando un ancho mayor, como es nuestro caso, no se consigue el objetivo, pues basta tender un tercer carril o estrechar la vía de las líneas enemigas. Esto, precisamente, fue lo que hizo el Ejército alemán durante la última guerra mundial en 28.700 km de vías rusas, durante

los años 1941 a 1943²⁰⁰. Instalando, en cambio, un ancho menor, el enemigo queda imposibilitado para ampliar la vía por no disponer de plataforma de la anchura suficiente, los puentes de la debida resistencia y los túneles del gálibo adecuado.

el Gobierno se reservaba la facultad de reducirlo a 1,44 m, “si esta dimensión llegase a ser preferible”. Las cláusulas de la concesión habían sido negociadas directamente por el ministro Seijas Lozano, sin intervención de los técnicos.



11. El ancho normal en España

A partir de 1850, el Gobierno español comenzó a estar sometido a las presiones de algunos capitalistas y técnicos extranjeros, así como de los gobiernos francés y portugués, como más adelante veremos. Ninguno de ellos comprendía los motivos que nos habían llevado a adoptar esta insólita vía de seis pies.

Por R. D. de 30 de octubre de 1850, se concedía provisionalmente a Carlos E. Ibry, en nombre de una compañía francesa, una línea de Madrid a Cartagena, en la que si bien el ancho era el de seis pies,

Otro R. D. de 10 de septiembre de 1851 concedía definitivamente la línea de Alar del Rey a Santander y accedía a reducir el ancho a 1,45 m, “en atención a que este camino se halla en un caso especial”. El motivo de este caso especial residía en que la construcción del ferrocarril había sido contratada con una sociedad inglesa, participante al mismo tiempo como accionista, que había impuesto el ancho normal.

Pocos días después, el 20 de octubre, se creaba el Ministerio de Fomento y se nombraba para el cargo a Mariano Miguel de Reinoso, hasta entonces comisario regio para la Agricultura. El nombramiento lo había conseguido tras dirigir continuas exposiciones a la Reina para demostrar que era un hombre con ideas revolucionarias destinadas a impulsar los asun-

²⁰⁰ Véase G. H. Metzeltin, obra antes citada.

tos ferroviarios²⁰¹, como antes había hecho en la agricultura importando arados de moderno diseño y otra maquinaria agrícola. Su interés por el ferrocarril se había despertado al participar como mediador en el contrato de construcción de la línea de Alar a Santander antes citada. Estos contactos con

de 5,15 pies (1,435 m), pero se había visto obligado, ante la oposición de los técnicos del Ministerio, a redactar personalmente la propuesta²⁰². Lo decía claramente en la exposición de motivos: “No procede razonar aquí como facultativos; las Cortes ni el Gabinete, no son academia de ciencias”. Sean

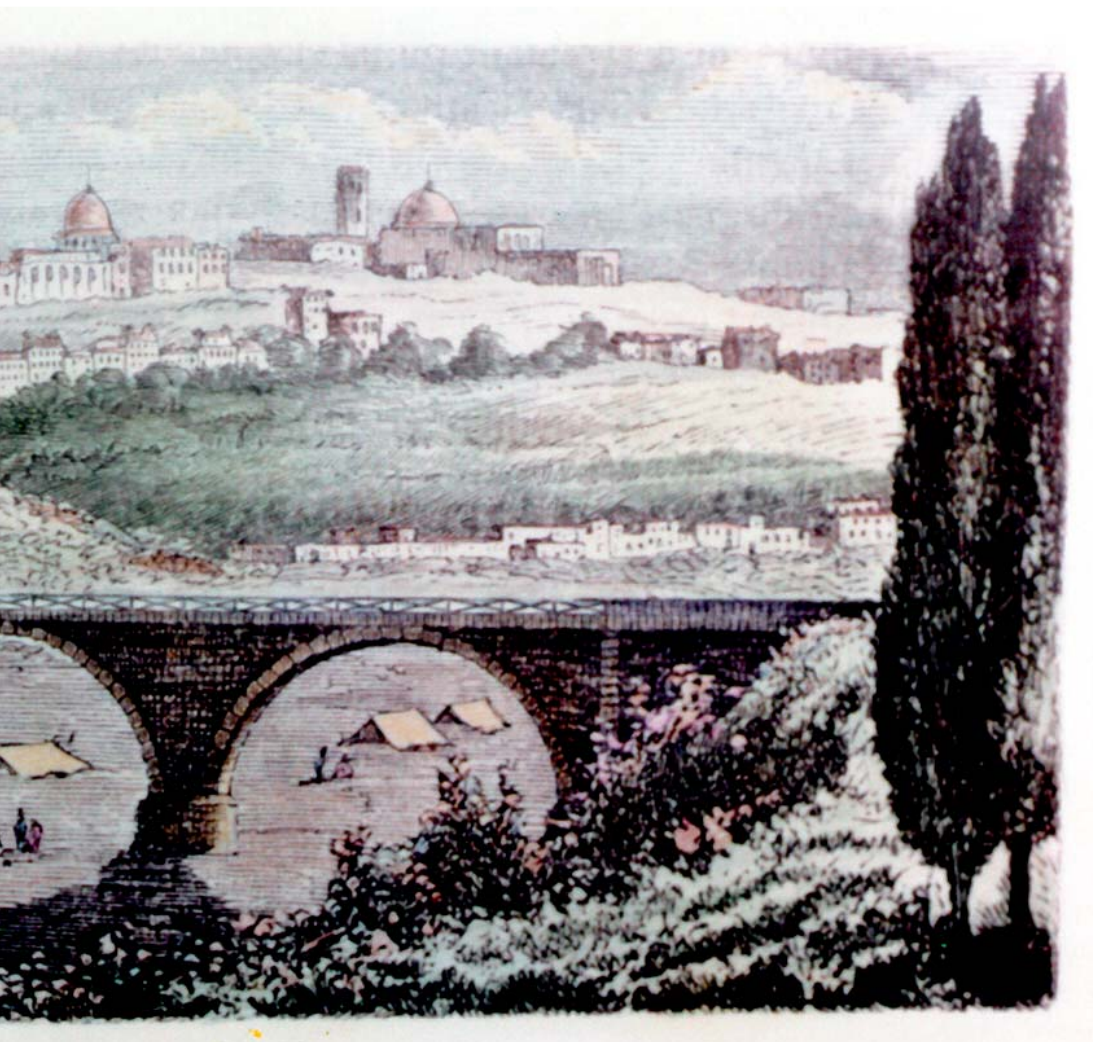


Fig. 307. “Llegada del tren directo de Paris en 1864” es el título de este grabado. Este llamado tren directo exigía apearse en Irún para transbordar de la composición francesa de ancho normal a la española. (Archivo RENFE).

los ingleses le habían convencido además de las ventajas económicas del ancho normal.

Imbuido con tan revolucionarias ideas, presentaba Reinoso, el 3 de diciembre de 1851, el tercer proyecto de Ley de Ferrocarriles en las Cortes. Con independencia de algunas ideas originales que más tarde se recogerían en la legislación, la novedad más relevante del proyecto de Ley figuraba en su artículo 14, donde se prescribía un ancho de 5,43 pies (1,512 m). Este valor era, evidentemente, erróneo, pues el ancho deseado por Reinoso era el normal

cuales fueren las ventajas de las vías anchas, continuaba, “el Gobierno... cierra los ojos y mira los hechos. Y cuando ve que en Inglaterra está generalizada la vía estrecha, y cuando ve que lo está en Francia, y cuando ve, con esas experiencias, que la vía estrecha, además de responder tan ventajosamente a la cuestión económica, satisface a la par las de oportuna celeridad y seguridad bastante, el Gobierno, señores diputados, opina por la vía estrecha y la propone en el Congreso...”.

Lamentablemente, las vicisitudes de la política destruyeron esta primera posibilidad de encauzar, con

²⁰¹ Reinoso, para suplir la falta de capital español, pretendía que las diputaciones y ayuntamientos participaran como accionistas en las compañías ferroviarias y que estos últimos enajenaran sus bienes comunales con este fin.

²⁰² En los documentos de archivo se observa la continua inhibición del personal de la Secretaría del Ministerio en todos los asuntos referentes al ancho de la vía.

sentido común, la cuestión del ancho de la vía. Cinco días después se disolvían las Cortes.

A pesar de no disponer de una Ley de Ferrocarriles, Reinoso continuó impulsando el ferrocarril con su estilo particular. Desgraciadamente este estilo rozaba frecuentemente la ilegalidad y, en muchos casos, la inconstitucionalidad, provocando graves escándalos que contribuyeron, sin duda, a la revolución de julio de 1854.

En lo que se refiere al ancho de vía, Reinoso estaba dispuesto a imponer el normal con Ley o sin ella. Así, en 1852, daba orden de que el proyecto de la línea de Madrid a Irún se realizara con el ancho de 1,44 m. Por otra parte, en las concesiones otorgadas ese año de Barcelona a Granollers, Barcelona a Martorell, Sevilla a Andújar y Jerez a Matagorda, exigió este mismo ancho de vía, originando el desconcierto y las protestas de las empresas, particularmente de la primera de ellas que había contratado ya el material rodante para la vía de seis pies. Sin embargo, pocos días después de cerrarse la legislatura, el 19 de diciembre, Reinoso se veía obligado a reconocer en el Real Decreto para la construcción por el Estado de la línea de Aranjuez a Almansa, que, de haber impuesto el ancho normal, el Gobierno habría tenido que abonar una importante indemnización para convertir a este ancho la parte ya construida y el material rodante.

En 1853, dimitido ya Reinoso, el ancho de la vía de las líneas mencionadas fue restaurado por el Gobierno a su valor tradicional de seis pies castellanos.

12. La Ley de Ferrocarriles de 1855

La revolución de julio de 1854, motivada en buena parte por los escándalos ferroviarios, no podía por menos de constituir un revulsivo para tan vidriosos asuntos. Así, una de las primeras decisiones adoptadas por el Gobierno progresista del general Espartero fue designar dos comisiones, una para que redactase un proyecto de Ley general de Ferrocarriles, y otra para informar sobre los expedientes de todas las concesiones existentes. La primera de ellas, presidida por el general Manuel de la Concha, la componían eminentes tecnócratas, entre ellos Cipriano Segundo Montesiño, el único ingeniero que se había mostrado favorable al ancho normal en 1850. Ahora era el director general de Obras Públicas.

Habiendo sido designada el 18 de agosto, la comisión ultimaba su trabajo el 28 de septiembre, remitiendo al Gobierno el proyecto de Ley solicitado y un documento titulado *Observaciones generales al pro-*

*yecto de Ley de ferrocarriles*²⁰³. El ancho de vía incorporado al proyecto volvía a ser 1,67 m (6 pies), el mismo que fijara Subercase en 1844. Los militares no habían intervenido en esta decisión. El ministro de la Guerra, Ros de Olano, había dirigido una comunicación al general Concha, manifestando que su Ministerio se mantenía neutral acerca de esta cuestión²⁰⁴.

La tramitación del proyecto de Ley se hizo con relativa celeridad. Leído ante las Cortes Constituyentes



Fig. 308. Nada más iniciarse la explotación ferroviaria hubo que garantizar la seguridad de la circulación con un sofisticado sistema de señales. (Archivo RENFE).

el 2 de diciembre de 1854, se iniciaba su debate el 20 de febrero del año siguiente. En el “Diario de Sesiones” constan las discusiones de las enmiendas, casi todas ellas relativas a la clasificación de las líneas de la red futura. El artículo 30, donde se prescribía el ancho de vía, no suscitó la menor oposición y fue unánimemente aprobado en la sesión del 23 de abril. La ley recibía el 3 de junio de 1855 la sanción real y, en consecuencia, el aislamiento ferroviario con Eu-

²⁰³ El documento está reproducido en el Apéndice núm. 57 a la Memoria de Obras Públicas de 1856.

²⁰⁴ Véase V. Machimbarrena: “El ancho de la vía de los ferrocarriles españoles” en *Revista de Obras Públicas*, 1929, p. 69 y ss.

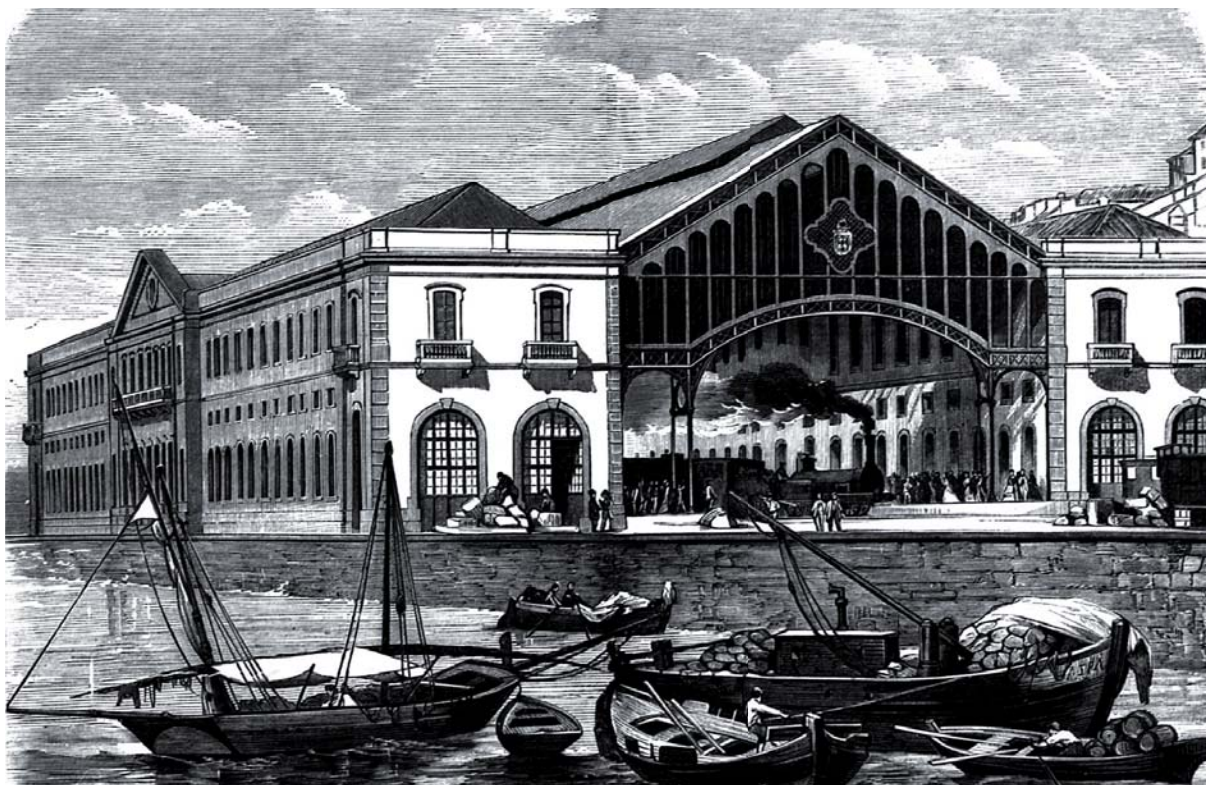


Fig. 309. Estación de Lisboa Santa Apolonia, según La Ilustración (1873). Por imposición del Gobierno español, los portugueses se vieron obligados a convertir su ancho de vía al español de 1,67 m, quedando así aislados, junto con España, de la red europea. (Hemeroteca Municipal, Madrid).

ropa quedaba definitivamente consagrado. ¡Se había cumplido la voluntad nacional, como acostumbraba a decir el general Espartero!

El hecho curioso de que ni siquiera la oposición levantara su voz en contra de este ancho de vía prueba que los diputados habían sido convenientemente instruidos de cuál era esta voluntad nacional. Estaba muy claramente expresada en el punto octavo de las *Observaciones* remitidas por la comisión del general Concha.

Comenzaba la comisión insinuando lo contrario de lo que pretendía demostrar, es decir, la maravilla de que “los trenes partidos del Volga llegarían sin dificultad hasta el Estrecho de Gibraltar”. Mas, ¡ay!, los pobres europeos, debido a haber acogido el invento del ferrocarril cuando aún no estaba perfeccionado, se veían, hoy día, obligados a mantener una vía estrecha e imperfecta y, mucho peor aún, a seguir instalándola en las nuevas construcciones, pues “la manera antigua de construir prevalece, porque la unidad y la continuidad simétrica del trayecto la libertan de la ley del progreso a que no podía ya someterse sin graves inconvenientes”. Sin embargo, nosotros, que adoptamos más tarde las vías de hierro, “podemos consultar la ciencia sin temor y seguir sus inspiraciones con la seguridad de la convicción”. De esta consulta se deduce más estabilidad, caldera de mayor

diámetro, más capacidad de evaporación y más espacio para los mecanismos, es decir, los trasnochados argumentos de los partidarios de las vías anchas de hacía veinte años. ¿Estaba justificado desechar esta magnífica vía ancha por el solo hecho de que “no se ajusta a la que se halla establecida en las líneas de Francia”? “Muy grave error sería, por cierto, ya se atienda al porvenir y ya al momento presente”.

Por lo que se refería al futuro, la idea de unir París con Lisboa tenía “más de especioso que de sólido”, puesto que “en los grandes trayectos hay poblaciones y puentes [*sic*], registros y aduanas, cambios de viajeros, composturas de carruajes, ocurrencias imprevistas que interrumpen su marcha; los vagones se reponen; se admiten nuevos pasajeros; hay paradas inevitables, y no siempre se ajustan las líneas a los pasos difíciles donde una alteración interrumpe su igualdad absoluta”.

Por lo que se refiere al momento presente, entre las líneas construidas y puestas en construcción contamos con una longitud de 1.317 km. Podría acometerse el estrechamiento de la vía, pero otra cosa sucede con el material rodante contratado para las líneas ya concedidas y puestas en ejecución. Habría que indemnizar a los empresarios y el estado de nuestro Tesoro no lo permite.

Habiendo llegado así la comisión al punto más brillante de su dialéctica, acometía ahora la cuestión de la unión con Portugal. Cuanto se había calificado antes de espacioso en relación con la unión con Francia, se convertía en útil y oportuno al contemplar la línea de Madrid a Lisboa, una línea que “estrecharía íntimamente las dos Cortes”, “haría desaparecer la distancia que las separa” y “destruiría las fronteras puramente convencionales... que acabarían de ser allanadas por el arte”. Lamentablemente, Portugal, imitando a las sufridas naciones europeas, había adoptado la vía normal, pero esto tenía solución. Tenía pocos kilómetros construidos y podría, con pequeño coste, convertir sus vías al ancho español. La nación española, con generosidad fraterna, se ofrecía a sufragar este gasto.

En resumen, las *Observaciones* de la comisión recogían el sentir empecinado de los técnicos y añadían un nuevo argumento: el coste de la conversión al ancho normal de 1.317 km de vías férreas y de todo el material rodante en servicio y contratado.

De acuerdo con los datos e hipótesis indicados en el cuadro que aparece en la página 230 de este trabajo, el coste de conversión, a finales de 1854, podría estimarse en unos 28,3 millones de pesetas, cantidad que el Gobierno hubiera tenido que abonar a los concesionarios durante el período 1855-57. Dado que las subvenciones ferroviarias, desembolsadas por el Estado en este período, fueron de 48,5 millones de pesetas, la operación hubiera significado incrementar éstas en un 58,5 por ciento.

Al comienzo del bienio progresista, cuando aún no había comenzado a surtir sus efectos la nueva desamortización prevista por el Gobierno, el estado del Tesoro no era particularmente boyante. Si a ello se une el escaso tráfico de viajeros y mercancías con Francia, está claro que la decisión política adoptada era conveniente a corto plazo. Una decisión con mayor imaginación de futuro hubiera sido mucho más adecuada y podría haberse llevado adelante con un cierto sacrificio económico, pero faltaron voluntad y visión para hacerlo. Lo más desdichado de este asunto es que tan fatal decisión correspondiera a un Gobierno progresista deseoso de incorporar al país por la senda de la civilización europea.

13. Presiones de Francia y Portugal

Como no podía por menos de suceder, nuestros vecinos no vieron con indiferencia la cuestión del ancho de vía. Tanto al Gobierno francés como el portugués se mostraron beligerantes en esta materia y llevaron sus gestiones diplomáticas hasta el límite

de lo permisible, con objeto de integrar a España en la red europea²⁰⁵.

Portugal

La primera referencia existente en los archivos es una nota diplomática de la Legación en Madrid de 18 de septiembre de 1851. Se manifestaba en ella que, tratando el Gobierno portugués de construir una línea férrea de Lisboa a la frontera por Badajoz, deseaba saber si el Gobierno español tenía intenciones de prolongar la línea de la frontera francesa a Madrid, hasta la frontera portuguesa. La vocación europea de Portugal era evidente. Deseaba, por supuesto, enlazar su ferrocarril con la red española, pero éste no era el fin, sino el medio para conectar con la red europea, objetivo este último que trasciende en las notas diplomáticas.

Pocos días después, el 23 de diciembre, el Gobierno español concedía a Jorge Williams la línea de Madrid a Badajoz, lo que se hizo saber al Gobierno portugués, así como el deseo del Gobierno español de ver realizada esta conexión. Como la concesión precedente hubiera caducado, por no haber presentado Williams documentación alguna, el Gobierno portugués volvía de nuevo a la carga, en octubre de 1852, con otra nota proponiendo un convenio entre las dos naciones, con sujeción a diversas cláusulas, entre ellas la de que “las dimensiones entre los raíles deberán ajustarse previamente a fin de resultar perfectamente iguales en los dos países”. Esta nota era consecuencia de las gestiones que Portugal mantenía con Francia para que la red europea se extendiera hasta Lisboa. Proponía, en este caso, un convenio tripartito de los países interesados, propuesta que Francia se apresuró a comunicar a nuestro embajador en París.

La respuesta española no se encuentra en los archivos, aunque sí el informe de la Secretaría del Ministerio de Fomento. Proponían estos burócratas que se constituyera una comisión de personas calificadas para que estudiaran la cuestión antes de dar una respuesta al Gobierno portugués.

Es muy posible que hayan existido otras notas diplomáticas, dado que los archivos están incompletos. La última referencia es una nota de la Legación de 5 de septiembre de 1854, por la que se solicita una información “categórica” acerca de si el Gobierno español estaba decidido a construir la línea de Madrid a la frontera por Badajoz y si la línea desde este punto hasta la frontera francesa iba a tener un ancho de 1,44 a 1,45 m, como era el caso de la línea portu-

²⁰⁵ Archivo General de la Administración: OP. 23082, OP. 34257 y AE. 1767.

guesa construida, en aquel momento, desde Lisboa a Santarem.

La réplica del Gobierno español lleva fecha de 20 de octubre de 1854. En la misma se indica que el Consejo de Ministros se muestra conforme con el dictamen de la Dirección General de Obras Públicas y, por lo tanto, “le es sensible no poder adoptar el ancho de vía de 1,44 m que propone el Gobierno portugués por conducto de V. S.; porque en vista del resultado de los detenidos estudios hechos por muchos y acreditados ingenieros en diversas naciones, se ha decidido hace tiempo por el de 1,67 m, o sea, seis pies castellanos, que las circunstancias económicas y topográficas del territorio español hacen preferible”. Se añadía, a continuación, que había más de 1.300 km de ferrocarriles construidos o en

Francia

De acuerdo con la documentación de archivo, las gestiones de este país se inician el 1 de marzo de 1852, con una extensa nota del embajador en Madrid, Aupick, dirigida al ministro de Fomento, Reinoso. De su contenido se deduce que el Gobierno francés tenía muy claras ideas sobre la red ferroviaria europea y se había apercebido de su trascendencia política y económica.

Destacaba, en primer lugar, el embajador la importancia ferroviaria de nuestra línea del norte, que en un próximo futuro estaba destinada a unirse con la francesa de París y Bayona y, a través de ella, con todas las naciones de Europa. “El ancho adoptado —decía— en todos los ferrocarriles franceses y en

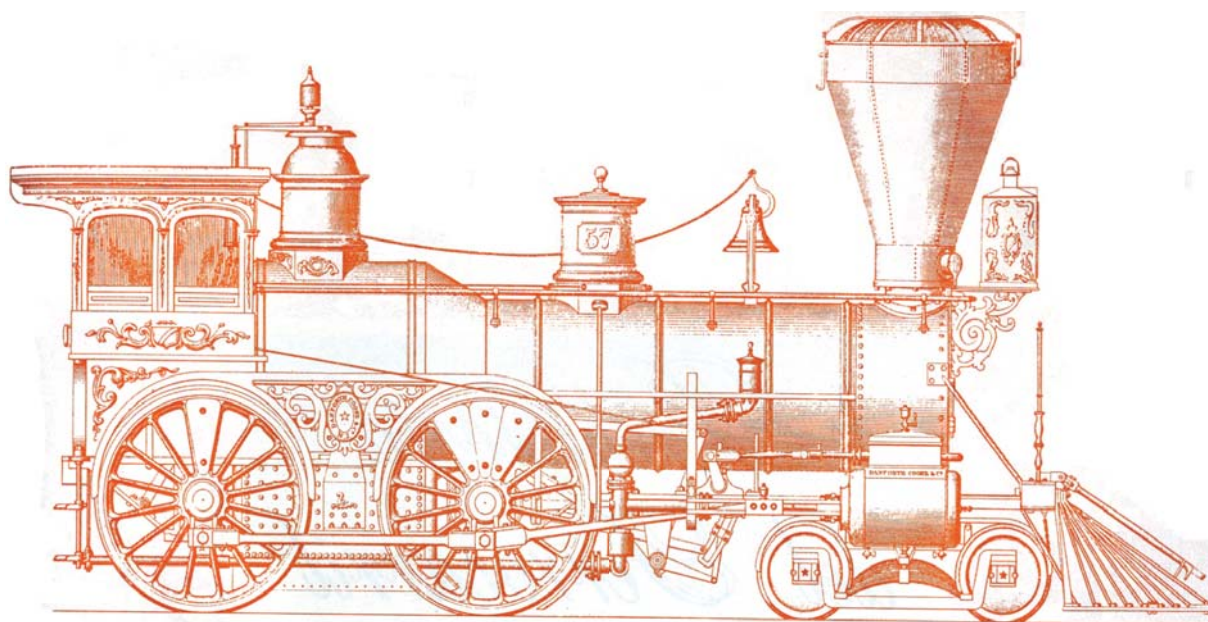


Fig. 310. Las locomotoras americanas disponían de calderas con mayor presión que las europeas. El bogie delantero les permitía circular por curvas de pequeño radio. Hubieran sido extremadamente útiles en los primeros ferrocarriles españoles. (Archivo RENFE).

ejecución y un “inmenso material de todas clases en ejercicio o encargado a fábricas extranjeras”, cuyo coste “no se halla la nación en estado de sacrificar”. Se instaba, finalmente, al Gobierno portugués para que convirtiera al ancho español el tramo de Lisboa a Santarem, omitiendo que su coste sería sufragado por España.

La respuesta coincidía exactamente con el contenido de las *Observaciones* redactadas por la comisión del general Concha, excepción hecha del pago de los costes de conversión a Portugal. Del expediente se deduce que el ministro de Fomento, Francisco de Luxan, era partidario de abonarlo, pero el Consejo de Ministros se negó a ello.

la mayoría de los de Europa continental es de 1,45 m, entre los bordes interiores de los carriles, de modo que un vagón salido hoy de París o de Poitiers, y pronto desde Burdeos o Bayona, podrá, una vez construido el ferrocarril de circunvalación de París y con excepción del paso del Rhin en Colonia, circular libremente y sin interrupción hasta Berlín, hasta Viena, hasta Varsovia y quizá, algún día, hasta Moscú y San Petersburgo. Un ancho de vía un poco mayor, no se puede negar, sería ventajoso, pero los perfeccionamientos introducidos en la construcción de locomotoras permiten obtener, con la vía de 1,45 m, toda la fuerza precisa en sus órganos”.

Hacia saber, a continuación, la situación de las líneas francesas proyectadas para unirse con la red

española por Bayona y por Narbona y Perpiñán y solicitaba una información recíproca de las líneas españolas.

Aunque felicitaba al ministro por haber previsto el ancho normal en la línea del norte, mostraba su inquietud respecto a los caminos de Aranjuez y Almansa, debido a que éstos se apartaban de “la regla de la gran red ferroviaria europea, porque no hay duda de que la uniformidad del ancho facilitará más tarde, en gran medida, las relaciones comerciales de las diversas naciones del continente”.

Ignoramos la contestación del ministro; aunque se conserva en los archivos una minuta sobre ello, no parece fue aprobada por éste.

Como en el caso de Portugal, también los archivos están incompletos y no es posible seguir con detalle la marcha de estas gestiones. Sabemos, no obstante, por anotaciones de los archiveros que hubo más gestiones diplomáticas en 1852 y 1853²⁰⁶.

La siguiente nota diplomática corresponde al 7 de enero de 1854 y tenía por objeto manifestar la protesta del Gobierno francés por el ancho de vía de seis pies incluido en el cuarto proyecto de Ley de Ferrocarriles. Este proyecto de Ley había sido presentado a las Cortes en noviembre de 1853 por Esteban Collantes, en unión de otro que confirmaba todas las concesiones existentes. Su rechazo por los progresistas sería la primera chispa de la revolución de julio.

Como el Gobierno español no daba contestación alguna, el 5 de julio, el encargado de Negocios en Madrid se permitió recordar la nota precedente, insistiendo de nuevo en los perjuicios que, para el Gobierno español y las relaciones internacionales, acarrearía el aislamiento ferroviario de ambos países.

La revolución impidió cursar la contestación oportuna, de modo que esta nota fue considerada conjuntamente con la del 5 de septiembre procedente de la Legación de Portugal a que ya hemos hecho referencia.

No ha sido posible localizar la nota de respuesta, pero es posible probar documentalmente que el Consejo de Ministros, en su sesión del 17 de octubre de 1854, acordaba contestar al Gobierno francés en términos similares a como se había hecho al Gobierno portugués.

En el extracto de la Secretaría del Ministerio de Fomento, que aún se conserva, se hacía mención de la perfección de la vía de seis pies, de los 1.300 km de vías a convertir y de “lo reducido que será siempre nuestro tráfico con Francia, en comparación con el de nuestras vías interiores, y la dificultad o más bien la imposibilidad de que las personas y efectos pudieran circular en el interior, hasta Madrid por ejemplo, en los mismos carruajes que ocupaban en el territorio francés, que es cabalmente la razón de mayor peso que, en favor de la igualdad de las vías, francesa y española, puede aducirse”. Estas desatinadas ideas con las que se asesoraba al Gobierno habían salido de la pluma de un joven ingeniero de Caminos, Gabriel Rodríguez, autor, años después, de numerosas obras de economía. Afortunadamente, en 1869, Rodríguez había aprendido lo suficiente para comenzar a reconocer las lamentables consecuencias del ancho de vía español, entre ellas las siguientes:

- Los transbordos en la frontera, especialmente de las mercancías, constituían un problema de suma trascendencia.
- El funesto criterio de mantener, a toda costa, una vía perfecta había encarecido, inútilmente, las inversiones realizadas en los ferrocarriles españoles²⁰⁷.

²⁰⁶ Los documentos relativos al ancho de vía en estos años del Ministerio de Asuntos Exteriores fueron entregados al director general de Política, señor de Ligués, en noviembre de 1857. Al parecer, no los devolvió al archivo.

²⁰⁷ Véase J. González Arnao, L. de Torres Vildosola y G. Rodríguez: *Memoria sobre los medios de reducir los gastos de primer establecimiento*. Madrid, 1869.

Anexo final

- Índice de contenidos

- Cinco poemas (inéditos en castellano) de William Wordsworth:

“Sobre el proyecto de ferrocarril entre Kendal y Windermere” (1844)

“Orgullosas erais, oh montañas”(1844)

“En la abadía de Furness” (1845)

“El convento” (1833)

“Barcos de vapor, viaductos y ferrocarriles” (1833)

- Fuentes bibliográficas y documentales de la obra

- Agradecimiento del autor



William Wordsworth



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Nota editorial.....	5
Prólogo.....	7
Introducción.....	9

Cap. 1: LAS RAÍCES PRIMITIVAS..... 11

1. La era preferroviaria.....	11
2. ¿Qué es un ferrocarril?.....	11
3. El ferrocarril mítico.....	12
4. El mundo antiguo.....	13
5. El nacimiento del ferrocarril.....	15
Panorama de la minería europea hasta el siglo XIX.....	15
El transporte en las minas de la Europa continental.....	17
El transporte en las minas de Gran Bretaña.....	18

7. El transporte interior en las minas españolas....	32
Las minas de Guadalcanal.....	32
Las minas de las colonias americanas.....	34
Las minas de Riotinto.....	35
Las minas de Almadén.....	35

Cap. 3: EL GUIADO POR EL CARRIL..... 37

1 Fundamentos.....	37
2. Aplicaciones militares.....	37
3. Aplicación a los canales.....	38
4. Aplicaciones mineras.....	38
Las primeras huellas.....	39
Las minas metalíferas.....	42
Las minas de carbón.....	43

Cap. 4: EL GUIADO POR LA RUEDA..... 47

1. Los vehículos gigantes.....	47
2. Origen del guiado por la rueda.....	48
3. Difusión del guiado por rueda.....	49



Cap. 2: LA RANURA DE GUIADO.....21

1. El perro de mina.....	21
2. Características del perro de mina.....	23
La vía.....	23
La caja.....	24
La rodadura.....	25
La barra de guiado.....	26
Construcción y conservación.....	26
La explotación.....	27
3. El perro húngaro.....	28
4. Características del perro húngaro.....	30
5. El perro de remolque (<i>Schlepphund</i>).....	31
6. Evolución del perro de mina y perro húngaro.....	31

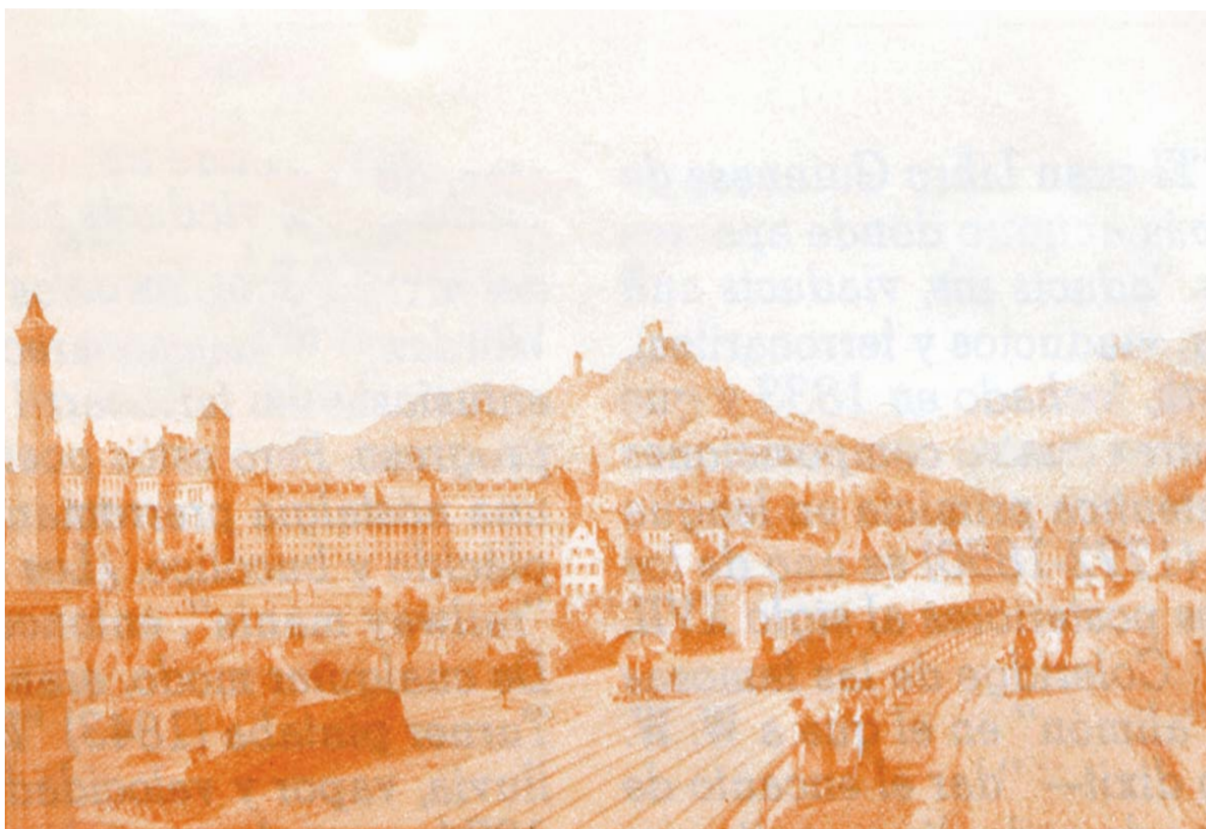
El guiado por rueda en Suecia.....	50
El guiado por rueda en Alemania.....	51
4. Pasado y futuro del guiado por rueda.....	52

Cap. 5: EL GUIADO POR LA PESTAÑA... 57

1. La rueda con pestaña.....	57
2. La pestaña de Europa Oriental.....	57
3. La pestaña en Inglaterra.....	59
4. Las pruebas materiales.....	60
5. El nacimiento de las vías de madera en Inglaterra.....	61
El mercado del carbón.....	61
Las primeras vías de madera.....	62

Cap. 6: EL CAMINO DE MADERA..... 65	Los contenedores..... 116
1. Dos escuelas, dos estilos..... 65	El transporte de viajeros..... 116
La escuela ferroviaria del Tyne..... 66	
La escuela ferroviaria del condado de Salop..... 67	
2. Los caminos de madera y los canales..... 68	Cap. 8: LA LOCOMOTORA DE VAPOR.. 119
3. Los caminos de la escuela del Tyne..... 69	1. La máquina de vapor..... 119
El trazado y la infraestructura..... 69	2. Aplicación de la máquina de vapor a la locomoción..... 121
Instalaciones de carga y descarga..... 73	3. Richard Trevithick (1771-1833)..... 124
La vía..... 73	Taylor Swainson..... 129
El balasto..... 73	4. John Blenkinsop y Matthew Murray..... 129
Las traviesas..... 74	Las locomotoras de Blenkinsop en otras líneas.. 132
Los carriles..... 74	Exportación de las locomotoras de Blenkinsop.. 132
El carril doble..... 74	5. William Chapman (1749-1832)..... 133
El carril con pletina de hierro..... 75	6. William Brunton (1777-1851)..... 135
Maderas utilizadas en la vía..... 76	7. William Hedley (1779-1843)..... 135
Contracarriles..... 76	La adherencia de la locomotora..... 135
Desvíos y placas giratorias..... 76	Locomotoras construidas..... 136
El material móvil..... 77	8. William Stewart..... 137
Carga de los vagones..... 78	9. George Stephenson (1781-1848)..... 138
Rodadura..... 78	Las locomotoras de Killingworth..... 138
Frenado..... 80	Las locomotoras de G. Stephenson en otras líneas..... 139
El proceso del transporte..... 81	Contribución de G. Stephenson a la tecnología de la tracción vapor..... 140
La densidad de circulación..... 81	George Dodds..... 140
La tracción animal..... 81	10. Robert Stephenson (1803-1859)..... 142
El personal de circulación..... 81	Número 3. <i>Locomotion</i> 144
La seguridad en la circulación..... 82	Número 8. <i>Experiment</i> 145
Pasos a nivel..... 83	Números 9 y 10. Locomotoras exportadas a Francia..... 146
Conservación..... 83	Número 11. <i>Lancashire Witch</i> (Bruja del condado de Lancaster)..... 146
Risas y lágrimas..... 83	Número 12. <i>Pride of Newcastle</i> (Orgullo de Newcastle)..... 147
4. Los caminos de la escuela de Salop..... 84	Número 13. <i>Twin Sisters</i> (Hermanas gemelas).... 148
Las instalaciones fijas..... 85	Número 19. <i>Rocket</i> (Cohete)..... 148
El material móvil..... 85	Número 26. <i>Northumbrian</i> (natural del condado de Northumberland)..... 149
La explotación..... 87	Número 28. <i>Planet</i> (Planeta)..... 150
La línea de Bath..... 87	Locomotoras para el extranjero..... 151
5. El carril-placa de Coalbrookdale..... 89	La locomotora de vapor perfeccionada..... 152
	11. Timothy Hackworth (1786-1850)..... 153
Cap. 7: EL CAMINO DE HIERRO..... 91	12. John Braithwaite (1797-1870) y John Ericsson (1803-1889)..... 156
1. El advenimiento de los caminos de hierro..... 91	13. Timothy Burstall (1776-1860)..... 159
2. Los carriles de hierro con reborde..... 91	14. John Urpeth Rastrick (1780-1856)..... 159
Los carriles de John Curr..... 91	15. Edward Bury (1749-1858) y James Kennedy (1797-1886)..... 160
Los carriles de Benjamin Outram..... 93	16. Marc Séguin (1786-1875)..... 162
Evolución y fracaso de los carriles de reborde... 94	17. La tracción vapor en Estados Unidos..... 164
3. Los carriles salientes de hierro..... 96	Coronel John Stevens..... 164
El carril saliente en vientre de pez..... 97	Peter Cooper..... 165
El carril de hierro con sección oval..... 99	C. E. Detmold..... 166
El carril saliente de hierro forjado..... 99	Horatio Allen..... 167
Hacia la vía del futuro..... 100	John Bloomfield Jervis..... 167
4. Ingeniería de los caminos de hierro..... 104	Coronel Stephen H. Long..... 169
5. Los planos inclinados..... 105	Phineas Davis..... 170
Los primeros precedentes..... 105	Matthias W. Baldwin..... 171
Los planos inclinados ferroviarios..... 108	
Las instalaciones..... 110	
La tracción por cable..... 110	
6. La explotación de los caminos de hierro..... 111	
La reglamentación ferroviaria..... 111	
La tracción animal..... 114	
Los planos inclinados..... 114	
El sistema Thompson..... 116	

Cap. 9: LA EXPANSIÓN DE LOS FERROCARRILES.....	173	10. Estados Unidos.....	207
1. Introducción.....	173	11. España.....	208
2. El ferrocarril de servicio público.....	173	Ferrocarriles mineros.....	208
Los precursores.....	173	Ferrocarriles de servicio público.....	210
El despertar del servicio público ferroviario.....	174	El ferrocarril de Jerez de la Frontera a El Portal	
3. El ferrocarril de Stockton a Darlington.....	177	211
4. El ferrocarril de Liverpool a Manchester.....	180	El ferrocarril de Jerez de la Frontera al Puerto de	
La constitución de la compañía.....	180	Santa María, Rota y Sanlúcar de Barrameda.....	214
La construcción del ferrocarril.....	182	El ferrocarril de Madrid a Aranjuez.....	218
El concurso de Rainhill.....	184	El ferrocarril de Bilbao a Burgos.....	219
La inauguración del ferrocarril.....	188	El ferrocarril de Reus a Tarragona.....	219
La explotación.....	190	El ferrocarril de Madrid a Aranjuez y Alicante..	220
5. Francia.....	193	La Empresa del Camino de Hierro de María Cris-	
Las primeras vías de madera.....	193	tina.....	221
El ferrocarril de Saint-Etienne a Andrezieux....	193	El proyecto del ferrocarril.....	222
El ferrocarril de Saint-Etienne a Lyon.....	194	Cuestiones técnicas.....	223
6. Alemania.....	196	La traición de Salamanca.....	225
Región minera del Harz.....	196	Epílogo.....	226
Región minera del Ruhr.....	196	El nacimiento del ferrocarril español.....	226
		El proyecto del ferrocarril.....	227



Región minera de Silesia.....	198	La constitución de la compañía.....	228
Otras regiones mineras.....	198	El ancho de la vía.....	228
El ferrocarril de Nuremberg a Fürth.....	199	La construcción e inauguración del ferrocarril....	231
7. Austria.....	200	Conclusión de la prehistoria ferroviaria española..	231
8. Bélgica.....	201		
Ferrocarriles mineros.....	201	Cap. 10: LOS FERROCARRILES EXÓTICOS	235
Ferrocarriles de servicio público.....	202	
La inauguración de los ferrocarriles belgas.....	204	1. Introducción.....	235
9. Rusia.....	205	2. El guiado por ruedas con pestañas exteriores....	236

3. Sistemas para incrementar la adherencia.....	238	La ruptura del ancho de vía.....	271
4. El sistema Palmer.....	240	La guerra de los anchos y el ocaso de la vía ancha	272
5. El ferrocarril atmosférico.....	243	272
El ferrocarril de Kingstown a Dalkey.....	244	7. La locomotora de vapor.....	274
El ferrocarril de Londres a Croydon.....	247	La locomotora de vapor en 1844-1848.....	277
El ferrocarril de South Devon.....	248	8. El ancho de vía español en 1844.....	278
El ferrocarril de Saint-Germain.....	250	Aproximación a los personajes.....	279
Conclusiones.....	252	El informe de 17 de octubre de 1844.....	282
6. El sistema Arnoux.....	252	La R. O. de 31 de diciembre de 1844.....	284
7. El sistema Prosser.....	256	El informe de 2 de noviembre de 1844.....	285
8. El sistema Jouffroy.....	257	Análisis del informe de 2 de noviembre de 1844	286
La vía.....	257	286
La locomotora.....	258	9. La obstinación de los ingenieros.....	289
Los vehículos.....	258	El ferrocarril de Avilés a León.....	292
9. El ferrocarril neumático.....	260	El ferrocarril de Madrid a Aranjuez.....	292
El sistema Andraud.....	262	El ferrocarril de Barcelona a Mataró.....	293



Apéndice: EL ANCHO DE VÍA.....	265	El proyecto de Ley de 1848.....	293
1. El ancho de vía en la antigüedad.....	265	La información parlamentaria de 1850.....	293
2. El ancho de la vía en los caminos de madera..	265	Un artículo en la <i>Revista de Obras Públicas</i>	294
Los caminos de la escuela del Tyne.....	265	10. El mito de las razones estratégicas.....	295
Los caminos de la escuela de Salop.....	266	11. El ancho normal en España.....	296
3. El ancho de vía en los caminos de hierro con car- riles de reborde.....	267	12. La Ley de Ferrocarriles de 1855.....	298
4. El ancho de vía normal de 1,435 m (4 pies y 8,5 pul- gadas).....	267	13. Presiones de Francia y Portugal.....	300
5. Anchos de vía con objeto de perfeccionar la loco- motora.....	268	Portugal.....	300
6. El ancho de vía de 2,13 m (7 pies).....	269	Francia.....	301
Las razones técnicas de este extraordinario ancho de vía.....	269		

Según John Marshall (*El gran Libro Guinness de los Trenes*), el poema más antiguo donde aparece el ferrocarril es “Steamboats, Viaducts and Railways” (Barcos de vapor, viaductos y ferrocarriles), de William Wordsworth, fechado en 1833 y que publicamos aquí, junto con otras cuatro composiciones del mismo autor, como auténtica primicia en lengua española. W. Wordsworth (1770-1850) es uno de los mayores poetas ingleses posteriores al siglo XVII, coautor con Samuel T. Coleridge de las famosas “Baladas líricas”, original “alimón” en el que a W. W. le correspondía —Coleridge *dixit*— “dar el encanto de la novedad a las cosas de cada día y excitar un sentimiento análogo al sobrenatural, despertando la

atención mental de la letargia de la costumbre y orientándola al hechizo y las maravillas del mundo ante nosotros”.

Wordsworth fue, al parecer, en su juventud un entusiasta del ferrocarril en tanto que motor del progreso. Pero estos poemas de la madurez destilan una nostalgia prerromántica por un pasado más plácido y bucólico. ¿Los escribió bajo la presión de la “railway manía”, entonces imperante en Gran Bretaña? De cualquier modo, eran los años en que William Turner pintaba (1843) “El gran ferrocarril del Oeste, lluvia, vapor y velocidad”, cuadro con el que el tren se consagra como asunto inspirador en la pintura universal.

CINCO POEMAS DE W. WORDSWORTH

Sobre el proyecto de ferrocarril entre Kendal y Windermere

(compuesto el 12 de octubre de 1844; editado en el panfleto titulado *Kendal and Windermere Railway*, 1844; ed. de 1845)

¿No quedará rincón de suelo inglés a salvo
del temible asalto? Los planes para el retiro
en la juventud sembrados, y puros en el febril mundo mantenidos,
al igual que las primeras flores de esperanza, derribados,
deben perecer. ¿Pues cómo resistir a este infortunio?
¿Y ha de lamentar también el implacable cambio
quien desdeña el falso señuelo utilitario
que ha lanzado el azar sobre los campos de su herencia?
De la cabeza que en el oro piensa, vibrante paisaje, enfrente la amenaza
que sobre la extasiada mirada de los viajeros reposados pende:
tu paz pide, tu poético amor
de la Naturaleza; y si los humanos corazones muertos estuvieran,
hablad, pasajeros vientos; y vosotros, torrentes, de voz fuerte
y constante; frente al error protestad como debierais.



Orgullosas erais, oh Montañas, cuando en antiguos tiempos
tus hijos patriotas, entre la invasora guerra
tus cimas atrincheraban; con cada cicatriz te glorificabas:
y ahora, para tu vergüenza, un Poder, la Sed de Oro,
que como estrella funesta sobre Britania rige,
quiere que tu paz y tu belleza sean vendidas
y a su coche triunfal se abran caminos
por entre los amados refugios que con tus brazos cierras.
¿Escuchas su Silbato? ¿Cuando su Tren, encadenado y largo,
se precipita hacia delante, cruza esa visión tus ojos?
Sí, pues están sobrecogidos. Con equilibrio verdadero
sopesando, el mal con la ganancia prometida,
oh Montañas, y Valles y Torrentes; yo os convoco
a compartir la pasión de un desdén justo.



En la abadía de Furness

(Compuesto el 21 de junio de 1845; publicado en 1845)

Los trabajadores del ferrocarril a este campo
se han retirado durante el mediodía. Allí se sientan o caminan
por entre las ruinas, mas charla vana
no se escucha; conducta solemne todos muestran;
una voz de sonido melodioso un himno canta
santificando nuevamente el coro, desierto hace ya tiempo,
y a la sepulcral y antigua tierra emocionando.
Mirando arriba fijamente, otros admiran
la abertura del arco y se preguntan de qué modo fuera alzado
para guardar, tan alto en el aire, su gracia y fortaleza:
el espíritu del lugar parecen sentir todos
y Dios con reverencia general es alabado:
profanos despojadores, ¿no seréis reprendidos,
cuando hombres de tan simple corazón se sienten emocionados?

El convento (1833)

Los torrentes se levantan, sin que vayan a quedar pronto fatigados;
de los Alpes Apeninos qué orgulloso baja
el Croglin, del Eden majestuoso tributario.
O ruge, o entre melancólicos pasajes se arrastra
tramando nuevos daños. De nuevo salta
a la amplia luz, y envía, por diáfanas regiones,
la voz que alivie a las monjas que en los riscos
en oración se arrodillan, o a la bendita María cantan.
Esa unión cesó cuando abriendo fácil paso
entre peñascos, y suavizando senderos de peligros plagados,
llegó la inclinación por el estudio; y muchos extranjeros pensativos
en las orillas sueñan y conversan con el río.
¿Qué nuevos cambios esperan al valle del convento?
Canal y viaducto, y ferrocarril. Contad con ello.



Barcos de vapor, viaductos y ferrocarriles (1833)

Movimientos y medios, en tierra y mar en guerra
con el antiguo poético sentimiento, no por ello
seréis, ni aun por los poetas, mal juzgados.
No será vuestra presencia, por mucho que desfigure
el encanto de la Naturaleza, obstáculo alguno
para la ventaja de la mente, ese profético sentido
del futuro cambio, ese punto de visión
desde el que puede descubrirse lo que, en el alma, sois.
A pesar de todo lo que rechaza la belleza
en tus duros rasgos, la Naturaleza abraza
como a descendientes legítimos a las artes del Hombre; y el Tiempo,
complacido por sus triunfos sobre su hermano Espacio,
acepta de tus audaces manos la ofrecida corona
de la esperanza, y con sublime alegría te sonrío.

(Versión española de **Rafael Lassaletta**)

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES DE LA OBRA

Resulta sorprendente comprobar la enorme cantidad de material disponible para acometer una obra todavía sin emprender. Nos referimos aquí a la historia completa e integral de los ferrocarriles españoles. Mucho más sorprendente aún es constatar la escasa utilización que se ha hecho de este material hasta ahora. Con objeto de despertar el interés por la investigación histórica de este período, más que secular, enumeramos y describimos el material disponible,

más que como un catálogo de hechos puramente orientativo. La total ausencia de pruebas impide la labor de los sucesivos historiadores que desearan profundizar y completar esta obra.

Los ferrocarriles en España (1844-1943), por un equipo de investigadores dirigido por el profesor ARTOLA y editado en 1978, constituye el primer intento serio de abordar esta materia. Para el investigador, esta obra constituye una ayuda inestimable. Desgraciadamente, la mayoría de ella sólo está dedicada a las compañías ferroviarias de MZA y del Norte.



William Turner (1844): "Lluvia, vapor, velocidad"

tanto en nuestro país como fuera de él, y el lugar donde se encuentra. La relación no es, por supuesto, exhaustiva, pero creemos que comprende las fuentes principales.

FUENTES ESPAÑOLAS

Obras de carácter básico

Lamentablemente, carecemos en nuestra bibliografía de obras que aborden la historia ferroviaria española en su conjunto. *Historia de los ferrocarriles españoles*, por F. WAIS, editada en 1974, aparte de incompleta, carece de esta cualidad. Ello es debido fundamentalmente a que este autor oculta y omite sistemáticamente las fuentes utilizadas. Un trabajo histórico de esta naturaleza no puede considerarse

Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos (Madrid)

Magnífico y completo material bibliográfico del siglo XIX, relativo a los aspectos técnico y económico ferroviarios, especialmente por lo que se refiere a obras españolas y francesas. La biblioteca conserva colecciones completas de publicaciones esenciales para los estudios históricos, tales como la *Revista de Obras Públicas*, *Memorias de Obras Públicas*, *Boletín Oficial del Ministerio de Fomento*, *Annales des Ponts et Chaussées*, *Institution of Civil Engineers*, etc.

También conserva obras manuscritas sobre temas ferroviarios de inestimable valor y de los que son autores célebres ingenieros de Caminos de la época.

Biblioteca Nacional

Los ricos y extensos fondos sobre temas ferroviarios existentes en esta Biblioteca proceden en su mayoría de la biblioteca del Ministerio de Fomento, trasvase realizado en 1888. Debido a esta circunstancia, mucho material coincide con el existente en la biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Caminos. Conviene destacar, sin embargo, la variada colección de Memorias de las distintas compañías ferroviarias, lamentablemente incompleta en muchos de los casos. Reviste asimismo enorme interés histórico la extensa colección de periódicos de los siglos XIX y XX, documentación de utilización imprescindible.

Hemeroteca Municipal (Madrid)

Colecciones completas de periódicos y revistas que complementan y amplían, a este respecto, el material de la Biblioteca Nacional.

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

La excelente biblioteca de esta institución proporciona un rico material bibliográfico, especialmente por lo que se refiere al ferrocarril en el siglo XX, sin olvidar, por supuesto, excelentes obras publicadas en el siglo XIX.

Su archivo histórico permite consultar la documentación perteneciente a la extinguida División Inspectora, a la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces y diverso material de las Compañías MZA y de los Caminos de Hierro del Norte de España.

Del material existente en la Fundación, desearíamos destacar el manuscrito conservado en el Museo Nacional Ferroviario del que es autor Jean-Charles Jucqueau Galbrun, titulado *Chemin de Fer de Cadix à Madrid*^{1*}, y fechado en 1844. En el sentir de Jucqueau, este ferrocarril, cuya concesión obtuvo el 31 de diciembre de 1844, sería de línea de intercambio de transporte entre la gran red, que entonces soñaban los europeos, y América y las Indias.

Archivo y biblioteca del Congreso de los Diputados

Material bibliográfico similar al existente en las fuentes antes mencionadas, así como antecedentes sobre cuestiones legislativas ferroviarias.

Archivo del Consejo de Estado

Destruído este Archivo en nuestra guerra civil, pudieron recuperarse, afortunadamente, varios legajos referentes a las actividades de esta institución durante el siglo XIX. Pueden consultarse aquí los dictámenes emitidos por el Consejo en 1853, en relación con la legalidad de las concesiones ferroviarias.

Archivo General de la Administración

Situado en Alcalá de Henares, inició su actividad a finales de 1972. Este Archivo es heredero del anterior, instalado en la misma ciudad y destruido por completo durante nuestra guerra civil. Había sido instituido en 1858 y conservaba íntegros los fondos del Ministerio de Fomento desde el año 1673. Su pérdida supone una importantísima laguna para el estudio de la política ferroviaria del siglo XIX.

En el Archivo actual se puede consultar la documentación correspondiente a todas las concesiones ferroviarias (vía ancha, vía estrecha, metropolitanos, funiculares, etc.). Esta documentación proviene del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, donde permanecía intacta debido a que los expedientes era preciso mantenerlos *vivos* durante los noventa y nueve años de la concesión.

En su sección de Asuntos Exteriores, el Archivo dispone de extensa documentación, especialmente la procedente de nuestras embajadas y legaciones en el extranjero relacionada, a veces, con el ferrocarril.

Archivo del Ministerio de Asuntos Exteriores

Interesante documentación ferroviaria, especialmente la relativa a los ferrocarriles transpirenaicos, objeto de numerosas y variadas gestiones diplomáticas.

FONDOS EXTRANJEROS

Public Record Office (Gran Bretaña)

Documentación referente a las compañías inglesas interesadas o promotoras de los primeros ferrocarriles (1844-47).

Archives Nationaux (Francia)

Documentación relativa a las compañías francesas, verdaderamente imprescindible para seguir la actuación de las mismas.

* N. de la E.: el título de este documento es *Mémoire sur l'utilité pratique et politique du chemin de fer de Madrid à Cadix*. AHF-MFM (Archivo Histórico Ferroviario. Museo del Ferrocarril de Madrid), W-0121-002.

AGRADECIMIENTO DEL AUTOR

Deseo expresar mi agradecimiento, en primer lugar, al director de *Vía Libre*, que puso a mi disposición las páginas de la revista con sólo indicarle a grandes rasgos la naturaleza de este trabajo, en un gesto de confianza que no podré olvidar. Tampoco puedo dejar de citar el apoyo y colaboración recibidos de los miembros de su Redacción, Gonzalo García (Garcival) y Amparo Suárez Redondo, siempre atentos a la presentación del trabajo y a las enojosas gestiones que ello comporta. Algunas de las ilustraciones insertas en el mismo se deben a la gentileza del primero de ellos.

También quisiera citar a Eduardo Alfonso Negre, ya fallecido, encargado de misión en la UIC; Jaime Serrano Súnier, en otro tiempo a cargo del Servicio de Estudios y Documentación de RENFE; Francisco González Carcedo, de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles; y Consuelo Alvarado, del Servicio de Documentación del British Council en Madrid. Todos ellos contribuyeron a facilitarme una valiosa documentación, sin la que hubiera sido imposible llevar adelante este trabajo. En el Archivo General de la Administración (Alcalá de Henares) he contado con la entusiasta colaboración de Conchita Pintado, encargada de la sección de Obras Públicas, y del personal a sus órdenes, lo que permitió localizar la documentación relacionada con las primeras concesiones, así como con el ancho de la vía.

Debo mencionar también a Bernabé Arribas, de la biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, que, con infinita paciencia, tuvo que soportar mis continuas peticiones. Las numerosas ilustraciones, procedentes del extranjero, no hubieran podido conseguirse sin la participación activa de Mayte Martínez y Oscar Rodríguez, del Gabinete de Información y Relaciones Externas.

Finalmente, mi agradecimiento a Asunción Carricajo por su impecable trabajo de mecanografía, y a Luis Biela, por sus expresivos y exactos dibujos, sin olvidar al corresponsal en España del prestigioso diario holandés *De Telegraaf*, Kees van Bemmelen, por cuya sugerencia el traductor, Rafael Lassaletta, ha vertido por vez primera al castellano los “prehistóricos” poemas de W. Wordsworth, que iluminan literariamente la conclusión de mi ensayo.

Jesús Moreno

Madrid, mayo de 1986



colección

MONOGRAFÍAS

del FERROCARRIL

HUMANIDADES

La presente monografía es una reedición de la obra *Prehistoria del ferrocarril*, publicada por fascículos por su autor, el ingeniero Jesús Moreno, en la revista *Vía Libre*, entre los años 1983 y 1986. Más de treinta años después, la Gerencia de Servicios en Red y Producción Editorial de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles ha abordado la tarea de reeditar este texto, un verdadero clásico que en la actualidad puede considerarse obra de referencia. Es un libro de gran interés, que compendia una abundante documentación textual y un completísimo respaldo gráfico.

Para esta reedición se ha efectuado una revisión de los textos, con el fin de mejorar su presentación y corregir posibles erratas, respetando fielmente el estilo original y no alterándose en ningún caso el texto. Por lo que respecta a la maquetación, es completamente nueva y se ha realizado de forma expresa para *Prehistoria del ferrocarril*, adaptando su formato a las características de la Colección “Monografías del Ferrocarril”. Gracias a este libro, el coleccionable es ahora de acceso libre para el ámbito docente, investigador, profesional y técnico del sector ferroviario, y puede servir como medio de divulgación de los orígenes y antecedentes del ferrocarril actual entre el público en general.

Esta publicación forma parte de la Colección “Monografías del Ferrocarril”, Serie “Humanidades”, que edita la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Edita:



FUNDACIÓN DE LOS
FERROCARRILES
ESPAÑOLES

