

Viajar para unificar: análisis de una expedición de estudios ferroviarios a Alemania

Traveling to unify: analysis of a railway study journey to Germany

JESÚS ENRIQUE ARNAIZ BARRERO

Universidad de Alcalá, Plaza San Diego, s/n, 28801 Alcalá de Henares, Madrid

arnaizenrique@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-1791-9016

Recibido / Recebido: 5.5.2022 Aceptado / Aceite: 30.9.2022

Cómo citar / Como citar: Arnaiz Barrero, Jesús Enrique. “Viajar para unificar: análisis de una expedición de estudios ferroviarios a Alemania”, *TST. Transportes, Servicios y Telecomunicaciones* 49 (2022): 88-113.



Este artículo está sujeto a una licencia / Este artigo está sujeito a uma licença “Creative Commons Reconocimiento-No Comercial” (CC-BY-NC).

DOI: [10.24197/tst.49.2022.88-113](https://doi.org/10.24197/tst.49.2022.88-113)

Resumen: Este artículo estudia el viaje que realizó, entre abril y mayo de 1940, un grupo de técnicos ferroviarios españoles a Alemania, respondiendo a la invitación del Ministerio de Comunicaciones de aquel país para conocer su red y la organización que se encargaba de su explotación, la Deutsche Reichsbahn. Para ello se ha utilizado, fundamentalmente, la memoria que elaboraron sobre su expedición. Y se analiza, a continuación, las conclusiones a las que llegó la comisión; en particular, sobre las posibles aplicaciones de los avances alemanes a los ferrocarriles españoles.

Palabras clave: Viaje de estudio; ferrocarriles; España; Alemania.

Abstract: This article studies the travel made, between April and May 1940, by a group of Spanish railway technicians to Germany, following the invitation of the German Ministry of Communications to learn about Germany’s network and organizational structure, the Deutsche Reichsbahn. To this end, we fundamentally relied on the memory of the expedition written by the Spanish group. The conclusions reached by the commission are analysed in this article, particularly the possible applications of the German practices to the Spanish railways.

Keywords: Study tours; railways; Spain; Germany.

INTRODUCCIÓN

Como ha expuesto recientemente Muñoz Rubio (2020, pp. 185-190), Franco abordó, durante los primeros meses de la guerra de 1936, la reorganización del sistema ferroviario con el propósito de nacionalizarlo. Aunque esta fuera la finalidad central de sus actuaciones, asimismo mostró un interés particular sobre la electrificación y la situación de la tracción. Al respecto de esto último cabe señalar que, si bien su decisión consistió en concentrar los recursos en la eléctrica en detrimento de la térmica, consideró oportuno estudiar cómo funcionaba ésta en Alemania. Por ello aceptó la invitación del Ministerio de Comunicaciones de este país de que enviara una comisión que conociera *in situ* la Deutsche Reichsbahn (DR).

Y, en efecto, un grupo de técnicos españoles realizaron un viaje de estudio, entre el 29 de abril y el 28 de mayo de 1940, orientado, fundamentalmente, a “examinar [...] los últimos progresos en la construcción de material ferroviario y especialmente de automotores” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 5). No obstante, como siguieron explicando los propios comisionados, “las condiciones [del material ferroviario] no pueden ser consideradas independientemente de la vía que ha de recorrer” dada su inseparable relación con el mismo (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 6), motivo por el cual también prestaron atención a la infraestructura.

Al regreso del viaje redactaron una memoria que permite su análisis (Aguinaga Keller et al., 1940)¹. Si bien ésta se centró, en su mayor parte, en recoger las enseñanzas adquiridas durante el intenso mes que duró el viaje, cabe señalar que se iniciaba con varias consideraciones generales. La primera fue que el viaje coincidió con una coyuntura de intenso trabajo para la industria alemana de construcción de vehículos ferroviarios dada la escasez de estos motivada por haber sido pospuesta dicha actividad durante los años anteriores. Una situación que, además, se estaba viendo agravada por las restricciones bélicas y las exigencias derivadas de la ocupación de nuevas zonas por parte de Alemania. Y, la segunda, como era habitual en estos casos, era una somera descripción de la organización de la DR, de la que destacan su complejidad².

¹ La memoria fue fechada en julio de 1940 y publicada por la Asociación Nacional de Transportes por Vía Férrea en noviembre del mismo año, así como la revista *Ferrocarriles y Tranvías* también se hizo eco de ello.

² La red cuenta, en efecto, con 27 direcciones regionales – siendo una de ellas Central, ubicada en Berlín – de las que sólo el titular de la de Múnich forma parte del segundo de estos órganos. Aunque describen, a continuación, aspectos relacionados con la gestión,

El artículo se forma, en suma, por una primera aproximación sobre la naturaleza de la comisión; sigue con un análisis del trabajo realizado por esta; y se culmina con unas conclusiones acerca de los beneficios proporcionados por dicho viaje de estudio.

1. LA COMISIÓN

A la luz de lo investigado, no cabe duda de que los seis componentes de la comisión eran profesionales con unas sólidas y dilatadas formaciones y trayectorias profesionales que les otorgaban una relevante experiencia, así como grandes conocimientos sobre los sistemas ferroviarios. José Aguinaga Keller y Alfredo Crespo eran ingenieros de caminos, canales y puertos; mientras Luis Aza Díaz, Manuel Jesús Maldonado, Emilio Siegrist Spinedy y Agustín Aleixandre López Puigcerver eran ingenieros industriales. Los seis ocupaban en el momento del viaje cargos en el sistema ferroviario que, además de cubrir los temas elegidos para el estudio, les daban autoridad puesto que, ciertamente, Aguinaga ejercía de representante del Ministerio de Obras Públicas en la Comisión Reguladora de Metales y Aleixandre de ingeniero jefe de la Unificación del Material de los Ferrocarriles Españoles; Maldonado y Aza eran los ingenieros jefe de Material y Tracción, respectivamente, de Oeste-Andaluces y Norte; Crespo ostentaba el cargo de ingeniero jefe de Vía y Obras de la compañía Santander-Mediterráneo, rol que ya ocupaba en 1935 (Menéndez Pidal de Navascués, 2006); y Siegrist era el ingeniero principal de Automotores de Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA).

En el ámbito profesional cabe subrayar que Aguinaga diseñó la línea de vía estrecha de Ontaneda-Burgos (Alonso Blas, 2000) y el Ferrocarril Eléctrico de Cercedilla al Puerto de Guadarrama (Peris Torner, 2012), siendo nombrado, posteriormente, director general de Ferrocarriles y Tranvías en el Ministerio de Obras Públicas. Y que, entre las aportaciones de Crespo, estaban los cálculos obtenidos para los viaductos de hormigón de los dos puentes basculantes sobre la ría del Nervión en Bilbao (Rotaeche Gallano, 2017, p. 1483). Aleixandre ostentaría más tarde el cargo de ingeniero jefe en el Servicio de Estudios de Renfe, lo que le

aclaran que “la adquisición de material se hace en conjunto, cursándose los pedidos directamente por la Dirección de Berlín a las casas constructoras” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 6), y se ocupan de los talleres generales y propios de cada dirección.

permitiría realizar un nuevo viaje a tierras germanas para participar en las pruebas especiales de unos nuevos vagones de la constructora de material ferroviario Transfesa (“Informe relativo al viaje realizado a Alemania...”, 1954), y la vocalía, como representante del Ministerio de Educación Nacional en una comisión formada para redactar un nuevo código de circulación³. También hay constancia de la participación de Aza en el II Congreso Nacional de Ingeniería, celebrado entre el 28 de mayo y el 3 de junio de 1950 en Madrid, en el que presidió una sesión y participó con la ponencia denominada “Solución económica del problema del transporte. Coordinación de los diversos aspectos del mismo” (Instituto de Ingenieros Civiles de España, 1951, p. 317).

La docencia fue una actividad que algunos de ellos también desarrollaron. Siegrist formó en 1935 a los primeros maquinistas y mecánicos de los automotores de MZA (“Hace cuarenta años...”, 1975), así como Ingeniería Eléctrica en la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid (1948), campo en el que también traduciría una obra del alemán al castellano (Beeren, 1944), y fue nombrado en 1956 Inspector General del Cuerpo de Ingenieros Industriales en la plantilla de Profesores Titulares de las Escuelas Especiales del Ramo⁴. Y Alexandre accedió en 1942 a una plaza de Profesor de Prácticas y Auxiliar de Motores térmicos y operaciones mecánicas generales de la industria con cálculo de elementos y construcción de máquinas y máquinas herramientas en la Escuela de Ingenieros Industriales, Establecimiento de Madrid⁵.

Y, por último, algunos de ellos destacaron por su producción científica o divulgativa. Así, Aguinaga fue autor de diversos artículos de interés en la *Revista de Obras Públicas*, entre los que cabe citar “La red de ferrocarriles españoles, vista a través del ferrocarril eléctrico del Guada-

³ Orden de 31 de marzo de 1952 por la que se amplía con un puesto de vocal representante del Ministerio de Educación Nacional la Comisión para estudio del proyecto de nuevo Código de Circulación, nombrando para desempeñarlo al profesor de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales don Agustín Alexandre y López Puigcerver, publicado en el *Boletín Oficial del Estado (BOE)* 97 (6 de abril de 1952), p. 1.553.

⁴ Decreto de 7 de febrero de 1956 por el que se nombra inspector general del Cuerpo de Ingenieros Industriales al servicio de este Ministerio, plantilla de profesores titulares de las Escuelas Especiales del Ramo a don Emilio Siegrist Spinedy, publicado en el *BOE* 51 (20 de febrero de 1956), p. 1.176.

⁵ Orden por la que se nombra a don Agustín María Alexandre y López Puigcerver profesor de prácticas y auxiliar de la Escuela de Ingenieros, Establecimiento de Madrid, publicada en el *BOE* 250 (7 de septiembre de 1942), p. 6907.

rrama” (1926), “Ferrocarril de Ontaneda-Calatayud” (1930), “Reflexiones sugeridas por un viaje a Suiza” (1948) – lo que demostraría que continuó realizando viajes para conocer redes ferroviarias extranjeras – y “Cooperación que los transportes nacionales pueden prestar para desarrollar el tráfico euro-africano” (1957).

Siegrist publicó, años antes del viaje, varios artículos como “Cálculo de los sistemas de distribución en los ferrocarriles eléctricos” (1930). “Aplicación de la distribución trifilar a la tracción eléctrica” (1932), y “Los automotores de gasolina” (1934). A ellos sumaría, posteriormente, junto a Aleixandre, la publicación *Automotores ferroviarios con motor independiente*⁶ (Aleixandre López Puigcerver y Siegrist Spinedy, 1940), que compila las conferencias impartidas por ambos en la Escuela Central de Ingenieros Industriales de Madrid en las que describieron los automotores y sus partes, así como el uso que se les daba y sus ventajas – en su ponencia, Siegrist comparó las transmisiones eléctricas con las mecánicas e hidráulicas (Toribio González, 2007, p. 860). Y también el artículo “Nuevos trenes automotores rápidos para la Renfe – reimpresso en 1950 – sobre los Trenes Automotores FIAT⁷; “El Plan General de Reconstrucción de la Renfe y la tracción diésel” (1953); y “Las locomotoras diésel-eléctricas ALCO, de la Renfe” (1957).

Por su parte, Aleixandre colaboró con asiduidad en la revista especializada *Ferrocarriles y Tranvías*. Tenemos constancia de los siguientes artículos publicados por él en la misma: “Transmisiones hidráulicas para automotores” (1934), “Trabajos de la unificación de material a partir de la liberación de España” (1941), “Los nuevos coches metálicos de la Renfe” (1945), y “Proyecto de nuevos vagones especiales” (1946). Es de destacar, por otro lado, la minuciosa descripción de los motores y las transmisiones más frecuentes – mecánica, hidráulica e hidromecánica – de los automotores de la época que realizó en la conferencia que impartió en la Escuela Central de Ingenieros Industriales de Madrid, recogida jun-

⁶ Resultado de unas conferencias que dieron en 1940 sobre este tipo de vehículos en la Escuela Central de Ingenieros Industriales de Madrid – actual Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

⁷ Los Trenes Automotores FIAT circularían, a partir de 1952, por la red ferroviaria española, teniéndose constancia de que en ese momento Siegrist era el ingeniero jefe de Automotores de Renfe, y que, precisamente, en junio de aquel año, y en el ejercicio del mencionado cargo, formaría parte de una nueva comisión enviada a Italia para la realización de dos viajes de pruebas con el primer tren de este modelo que poco después sería entregado a España (Renfe, 1952).

to a la de Siegrist en la obra *Automotores ferroviarios con motor independiente* (Toribio González, 2007, p. 860). En 1980 se le concedió la Medalla al Mérito en el Trabajo⁸ y continuó escribiendo junto a otros autores obras de carácter científico-técnico relacionadas con el transporte (Aleixandre López Puigcerver y Lucini y Ruiz de Vallejo, 1959), mundo con el que siempre seguiría en contacto (Fernández Sainz, 2021).

2. EL ESTUDIO DEL MATERIAL RODANTE

Como afirmaron los visitantes, recorrieron “toda Alemania, de sur a norte, llegando hasta el mar Báltico, y gran parte de oeste a este” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 5), durante el cual su interés principal fue estudiar qué papel desempeñaban los automotores térmicos en la DR a la hora de resolver el transporte de viajeros; y, derivado de ello, el propio de los coches de viajeros. Para ello examinaron quince fábricas y ocho talleres de la DR dedicados a la producción o mantenimiento de vehículos de tracción (Cuadro 1). Se está, pues, ante un esfuerzo de estudio notablemente intenso ya que conocieron la columna vertebral de la poderosa industria alemana de bienes de equipo ferroviarios y buena parte de la red de talleres de la DR, algunos de los cuales tenían tal entidad que los comisionados llegaron, incluso, a considerarlos como una fábrica más.

En efecto, fueron los automotores térmicos el equipamiento al que más atención dedicaron los miembros de la comisión, y, más en particular, Aleixandre y Siegrist. Quizás por ello, llamaron la atención sobre que la empresa alemana les diera más importancia que a los eléctricos, cuando el Gobierno de Franco hacía lo contrario. No en vano, según las cifras a las que tuvieron acceso, el parque de estos vehículos alcanzaba las 800 unidades en ese momento, estando prevista la fabricación de otras 900 tras la guerra, lo que haría que el mismo se doblara.

Era claro, pues, que las autoridades ferroviarias alemanas estaban optando por los automotores térmicos para prestar el transporte de viajeros durante las subsiguientes décadas. No obstante, en el momento de la visita, la guerra mundial había obligado a restringir el tráfico, motivando que sólo circularan los automotores de motor de gasolina y de dos ejes,

⁸ Orden de 5 de enero de 1980 por la que se concede la Medalla al Mérito en el Trabajo, en su categoría de Plata con Ramas de Roble a don Enrique Darles Coll y otros, publicado en el *BOE* 16 (18 de enero de 1980), p. 1366.

atendiendo a servicios de alta velocidad, cercanías y mercancías rápidas. Estos eran capaces de superar la velocidad de 120 km/h, y su modo de empleo habitual consistía en recorrer la mayor distancia en el menor tiempo posible, buscando así una rápida amortización y alcanzando una distancia media diaria de 650 kilómetros.

Fábricas	Población
Maybach-Motorenbau	Friedrichshafen am Bodensee
J. M. Voith	Heidenheim
M. A. N.	Nürnberg
Klöckner-Humboldt-Deutz A. G.	Köln
Bochumer Verein	Bochum
Waggonfabrik Urdingen A. G.	Düsseldorf
Krupp	Essen
Henschel und Sohn	Kassel
Knörr-Bremse A. G.	Berlín
Berliner Maschinenbau A. G.	
A. E. G.	
Siemens	Berlín (Grunewald)
Pinsch	
Borsig	
Triebwagen-und Waggonfabrik Wismar A. E.	Wismar
Talleres de la DR	Población
Deutsche Werke	Nürnberg
Daimler Benz	Dortmund
Deutsche Getriebe GmbH (Mylius)	Berlín (Grunewald)
Hartmann & Braunn A. G.	Berlín
Talleres para reparación de automotores de la Reichsbahn	Nürnberg
Depósito y taller de reparaciones de la Reichsbahn	Dortmund
Talleres de la Deutsche Reichsbahn	Berlín (Grunewald)
Talleres de reparación de automotores	Wittemberge

Tabla 1. Fábricas y talleres visitados por la comisión.

Fuente: Aguinaga Keller et al., 1940, p. 5.

Si bien estudiaron su generalidad, los técnicos españoles centraron sus observaciones en los tres tipos de motores que se estaban imponiendo en los ferrocarriles alemanes: los de 600/650 CV, doce cilindros en V y 1.400 rpm, para servicios de alta velocidad, cercanías y semidirectos; los de 275 CV, doce cilindros y 1.500 rpm, para servicios secundarios; y los de 350/400 CV y doce cilindros, con los que se está realizando ensayos

de sobrealimentación. Todos ellos coinciden en su preferencia, desde un punto de vista operativo, por los motores sobrealimentados ya que son más baratos, ligeros y sencillos de mantener, así como capaces de conseguir mejores resultados.

Ahora bien, también se ocuparon de aspectos concretos de la mecánica de los automotores. En este sentido, llamó poderosamente la atención de los viajeros hispanos la intención de la DR de unificar, en la medida de lo posible, los elementos constructivos de sus vehículos, simplificando así la fabricación y el mantenimiento, aunque sin cerrarse totalmente a la posibilidad de la aplicación de mejoras.

En el caso de las transmisiones mecánicas, no aprecian grandes cambios con respecto a lo que ya conocen, puesto que eran utilizadas en España desde hacía años (“Hace cuarenta años...”, 1975); estas eran empleadas por la DR en los automotores de pequeño y mediano tamaño, si bien lo que más destacan es su intento de fabricar una con un mando automático para poder adaptarse al unificado utilizado por la compañía, aunque no estaba aún preparada para su puesta en servicio.

Las transmisiones eléctricas eran usadas en vehículos de elevada potencia con buenos resultados. Destacaban, entre ellas, primero la denominada RZM (patentada por la propia DR), que, si bien no les parece la idónea para España, dadas su capacidad de adaptación al mando unificado y otras ventajas que compensan las mejoras ofrecidas por otras transmisiones eléctricas, acaban aconsejando su adopción. Y, segundo, un prototipo que se estaba desarrollando en las fábricas de Siemens y AEG, en cuyo éxito confían por el renombre de los fabricantes.

La utilización de las transmisiones de tipo hidráulico se había extendido considerablemente en los años anteriores, porque eran equipamientos ligeros, flexibles, fáciles de mantener y de intercambiar, y capaces de ofrecer buenos resultados en todos los tipos de perfiles y adaptables al mando unificado. En concreto, tres son los modelos predominantes: el de la marca Voith, usado en automotores y en locomotoras de maniobras, para las que resulta especialmente recomendable, y que “ha alcanzado hasta potencias de 1.400 CV”; la fabricada por AEG Föttinger, que de momento sólo ha sido probada en un prototipo de “muy alta velocidad” – el “automotor de Kruckenberg”; y el desarrollado por Krupp, construido en Alemania bajo patentes británicas, con la que los técnicos germanos aún no han acumulado una dilatada experiencia, pero cuyo funcionamiento en el Reino Unido y en otros países los españoles tienen buenas referencias (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 11).

También cabe llamar la atención sobre la novedosa transmisión Mehydro, un tipo híbrido hidromecánico fabricado conjuntamente por Maybach, Voith y AEG que se encuentra en ensayo. Ésta se compone de una transmisión mecánica, un embrague Maybach y un convertidor de par hidráulico, y aporta varias ventajas con respecto a las mencionadas anteriormente, entre las que sobresale que se puede adaptar al mando unificado. Por la minuciosidad de los datos que ofrecen, parece haber sido objeto de un gran interés por su parte.

Tras las transmisiones, pasan a tratar sobre el mando, en particular el de tipo unificado, que permite el acoplamiento y control de automotores de diferentes características desde uno de ellos o desde un remolque con cabina (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 25). Obviamente, alaban sus ventajas, y mencionan haber participado en pruebas.

En el caso de los sistemas de frenado, que describen minuciosamente, inicialmente se utilizaron frenos de tambor con recubrimientos de pasta de amianto y madera comprimida, pero su excesivo desgaste motivó su modificación. En un viaje que hicieron a Lindau a bordo de un automotor panorámico con frenos “de este tipo, pero de discos” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 13), pudieron comprobar cómo esta solución tampoco demostró ser la adecuada. Así, pues, el sistema más generalizado era el freno de “zapata metálica” con dispositivo de variación de la presión de frenado en función de la velocidad, el cual incluso se ha extendido a locomotoras y coches para largos recorridos y altas velocidades. Los automotores de alta velocidad montan, sin embargo, frenos electromagnéticos, que son utilizados junto con los de aire comprimido. Hacen referencia también a un freno de mano poco eficaz y de difícil acceso para el maquinista, de lo que infieren que apenas es utilizado, y al hecho de que casi todos los frenos usados por la empresa alemana son Knorr.

Otra vertiente que capta sus análisis es la referida a la comodidad y la salubridad tanto de los viajeros, como de los trabajadores ferroviarios. No se escapa a su escrutinio que los primeros circuitos de la calefacción, independientes de la refrigeración del motor, fueran sustituidos por otros más eficientes gracias a que su unificación permitió aprovechar el calor procedente del motor y reducir, así, el gasto de combustible. Innovación que se mejoró posteriormente añadiendo una caldera para precalentar el agua y una regulación por termostatos de los diferentes elementos.

La renovación de aire, efectuada desde el techo para evitar la entrada de polvo, en los automotores modernos se realiza quince veces cada hora mediante circulación forzada, usando radiadores para aumentar su temperatura en invierno. En el verano el número de renovaciones oscila entre dieciocho y 30, no existiendo refrigeración en ningún vehículo en servicio en la red teutona. En suma, todos los elementos han sido unificados, como son el caso de los refrigeradores, los sistemas antiincendios y los aislamientos de depósitos y otros.

El dominio de la unificación se manifiesta, igualmente, en el caso de las cajas de los automotores – de forma tubular, con perfiles laminados o embutidos de acero, y fresados – hasta el extremo de que los remolques de futura construcción para los de cercanías serán de un solo tipo acoplable a todos, destacando su menor peso al estar fabricado en acero. En los automotores de “alta velocidad” (sic) que constituyen unidades-tren se usaban enganches “Schafenberg” (sic), mientras que en los corrientes, que circulaban con remolques, se utilizaban un modelo aligerado (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 15).

Todas estas innovaciones eran factibles, claro está, gracias a que el mantenimiento de estos vehículos se acometía en depósitos bien dotados, por ejemplo, con fosos para revisiones y sustitución de carretones. Un caso paradigmático era el de Dortmund, que, además, contaba con baños, comedores y armarios para sus trabajadores, y albergaba una escuela de formación de maquinistas. No en vano, la compañía germana daba mucha importancia a la selección, acudiendo a métodos psicotécnicos y a la formación de aprendices. Aspecto que interesó, sobre todo, a Siegrist ya que se había visto implicado en la formación de los primeros “automotoristas” de MZA (“Hace cuarenta años”, 1975). Los talleres de Nürnberg estaban especializados en motores de transmisión mecánica e hidráulica, que, por otro lado, requerían máquinas más sencillas e instalaciones más económicas. La política predominante respecto a este tipo de complejos pasaba por reducir su número, a la vez que eran dotados con maquinaria especializada.

En el caso de los coches, el primer aspecto que les llama la atención es que en los de tercera categoría, con 22 m de largo e intercomunicación y departamentos independientes, se haya utilizado la misma construcción ligera que en los automotores – acero corriente en perfiles laminados – habiéndose conseguido con ello una disminución de un 40% de la masa respecto a los antiguos. Esta reducción podría representar un ahorro muy conveniente para una red como la española, a la que la reciente contienda

había dejado en un estado lamentable (Muñoz Rubio, 1995, pp. 128 y ss.). Además, observan que las cajas son tubulares, especialmente preparadas para resistir los esfuerzos a los que se puedan ver sometidas: diagonales para repartirlos, y el piso es de chapa ondulada para hacer frente a la compresión, etc.

Sobre el interior de los coches, que consideran confortable, aportan detalles relativos a la disposición de los departamentos según la clase a la que pertenezcan (primera, segunda y tercera clase), enfatizan que los de nueva fabricación disponen de termostato automático y que muchos elementos son de aleaciones de aluminio con el propósito de aligerar el peso. Aunque se ha tratado de que todas las cajas fueran aerodinámicas, esto es especialmente patente en el caso de los coches para largos recorridos, que disponen de ventanas fijas rasantes con el exterior y sus departamentos están separados y ofrecen una buena visibilidad a sus ocupantes. Por lo que han visto, los de ambos tipos llevan intercomunicación, y “la unificación de los coches ha conducido a dos únicos tipos: uno para largos recorridos y otro para cercanías” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 25). Por otro lado, les sorprende la gran distancia entre ejes que presentan sus carretones (entre 3 y 3,6 m), y refieren que suelen estar constituidos por perfiles laminados y elementos de acero soldados, mientras que los ejes son huecos y las ruedas aligeradas. Su masa está alrededor de las 3,5 t.

En cuanto a los sistemas de frenado, anotan que para cercanías y largo recorrido se utilizan de aire comprimido, si bien el segundo caso la presión se fija según la velocidad. Comprueban, en cambio, que los coches no disponen de sistemas de acondicionamiento de aire, sino tan sólo de calefacción por aire caliente con circulación forzada. Y citan, para terminar, un aspecto sin duda interesante: la DR dispone de instalaciones para someterlos, como a los vagones, a diversos ensayos vibratorios y dinámicos, así como aparatos registradores de oscilaciones para comprobar el confort.

Y, por último, dentro de la tipología del material remolcado, también dedican un breve apartado a los vagones, de los que destacan que la mayoría de los disponibles en la compañía alemana son de dos ejes y de cajas algo más largas que las de los españoles. Pero lo que llama su atención es el hecho de que los nuevos – también de dos ejes, y que han podido ver tanto en construcción como finalizados – tienen plataformas de bordes bajos y metálicos abatibles, muy robustos, para cargas concentradas de 20 t, y su construcción es tubular, habiéndose empleado en ellos abundantemente la soldadura y algo de roblonado. En ese momento están dedicados a labores militares. También constatan la existencia de algunos

vagones de 12 m, con un bastidor formado por dos vigas de alma llena y contruados únicamente mediante soldadura; pero, sobre todo, alaban la perfección de los vagones dinamométricos germanos, que son utilizados para la observación de material de tracción y remolcado, y portan aparatos registradores de todo tipo (Aguinaga Keller et al., 1940, pp. 26 y 27).

2.1. LAS LOCOMOTORAS DE VAPOR

Si bien la principal preocupación para la comisión fue cómo resolver el problema existente en las maniobras, realizadas de manera ineficiente por locomotoras de vapor en España, sus miembros examinaron todo tipo de máquinas de vapor. No obstante, parece que no vieron locomotoras de maniobras de vapor, y que las únicas diésel que observaron eran, precisamente, de maniobras.

Un parque cuyo aspecto más determinante era, ciertamente, que éstas estuvieran unificadas según las vías por las que estaban destinadas a circular. Existían, también, tres clases según su masa máxima admisible por eje – 15, 18 y 20 t – y, para cada una de ellas, tres subclases destinadas, respectivamente, a los trenes rápidos de viajeros, escalonados de viajeros o rápidos de mercancías, y para convoyes de mercancías y pesados de viajeros en rutas con fuertes rampas.

La mayoría de ellas eran de simple expansión con tres cilindros – especialmente las destinadas a trenes pesados de mercancías y alta velocidad – aunque algunas presentaban dos. Pero, sin duda, lo que más captó la atención de la comisión fueron las principales características técnicas de las locomotoras, comenzando por el hecho de que los hogares de las construidas desde 1935 fueran de acero; y siguiendo porque la distribución era dos tipos de virotillos – rígidos y articulados – la soldadura era eléctrica, cuya calidad se comprobaba mediante radiografías, la temperatura del vapor recalentado superaba los 400° C y el aceite utilizado había sido sustituido debido a la guerra. No contaban con alimentadores automáticos de carbón por tener las rejillas de estas un área inferior a 5 cm², si bien las destinadas a otros países sí iban equipadas con estos dispositivos gracias al cumplimiento de la mencionada característica.

Interesante resulta que las locomotoras de la red alemana sólo utilizaran distribuciones de tipo cilíndrico ya que, a juicio de los técnicos germanos, las de válvulas producirían ahorros en el momento de ser puestas en servicio, pero esta ventaja no se mantendría en el tiempo, así como su mantenimiento resultaría más gravoso. Sin embargo, con la

ocupación de Austria, se dio la circunstancia de que la DR absorbió su red ferroviaria⁹ y encontró locomotoras con válvulas Lenz, si bien su intención era continuar con distribuciones cilíndricas. Por otro lado, todas las bombas de alimentación en servicio habían sido fabricados por la casa Knorr, cuyo motor era accionado por vapor vivo, existiendo un intercambiador entre el escape y el depósito de agua fría. Los frenos habían sido utilizados por el mismo fabricante, habiéndose recurrido para los casos de altas velocidades a soluciones de presión variable de zapata en función de la velocidad (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 21).

Este escrutinio tan riguroso dedica también su análisis a aspectos relativos a la señalización (repetidores), al mando, a los reguladores (de la marca Wagner para las nuevas locomotoras), a los aparatos de engrase (destacando los de la marca Bosch), a los sistemas de iluminación (que funciona a 24 V con un turbogenerador unificado construido por distintas fábricas) y a los segmentos (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 22). También hacen notar que muchas locomotoras-ténder tenían doble regulador y cambio de marcha para poder circular en ambos sentidos con la misma visibilidad para el maquinista, demostrando una vez más su interés por la ergonomía del puesto de trabajo y por la seguridad del tráfico ferroviario (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 22).

Los bastidores parecen estar unificados en dos tipos, ambos laminados: de 10 cm de espesor para las locomotoras de 18 y 20 t; y de 8 cm para las de 15 t. Circunstancia esta para tener en cuenta en los ferrocarriles españoles dado que las vías de nuestra red resultan ser mucho peores que las germanas. Y en los nuevos ténderes unificados, de los que se ha adoptado un número bastante menor que de locomotoras, se está utilizando la soldadura, lo que les hace más resistentes y ligeros, a la vez que les dota de una mayor capacidad para el transporte de agua y carbón, y cuentan con carretones que están contruidos con palastros y elementos de acero moldeado unidos por soldadura eléctrica.

Además de todo lo dicho, los comisionados españoles dedicaron una atención especial a aquellas locomotoras que, debido a una o varias de sus características, consideraron singulares. Era el caso de las dieciséis

⁹ Según la bibliografía consultada, la adquisición de la empresa tuvo lugar el 18 de marzo de 1938, aunque la del material rodante “siguió” el 1 de enero de 1939 (Los ferrocarriles alemanes ..., 2018, p. 18). La anexión de otros países por parte del Reich vino habitualmente acompañada de esfuerzos encaminados a la inclusión de sus compañías en la DR (Los ferrocarriles alemanes..., 2018, p. 14).

locomotoras de carbón pulverizado dadas de alta en los inventarios alemanes. En concreto, destacan que su circulación estaba limitada a la zona en la que se podía adquirir el carbón ya pulverizado, dado que instalar en ellas el ya de por sí costoso equipamiento para realizar la pulverización incrementaría el esfuerzo de tracción. También han tenido noticias de que este tipo de motor ha sido utilizado en un ensayo para situar el puesto de conducción en la parte delantera, pero el prototipo empleado estaba siendo reformado en esos momentos debido a problemas surgidos por la longitud de la tubería de conducción del combustible. Concluyen, finalmente, que este no es un tipo de tracción lo suficientemente perfeccionada para ponerlo en servicio, lo que puede indicar que los ingenieros españoles estaban más interesados en soluciones de aplicación rápida que en labores de investigación, lo que sería de esperar dada la situación de nuestro país en la postguerra.

En segundo lugar, observaron un prototipo de locomotoras sin bielas con motores de vapor en V a un máximo de 750 rpm, suspendidos del bastidor. Esta disposición es análoga a la de las eléctricas para grandes velocidades, para las que también estaría destinada la versión definitiva de esta. Y, por último, los visitantes mencionan las locomotoras con caldera de alta presión y las equipadas con turbina; según les transmitieron sus colegas alemanes, los ensayos realizados hacían concluir que se trataba de vehículos de alta complejidad y con una conducción excesivamente complicada.

Las locomotoras diésel de maniobras también fueron objeto del estudio debido a su escasa presencia en los ferrocarriles hispanos. En Alemania, hasta la guerra, se usaban en gran número máquinas de reducida potencia (menos de 100 CV) en estaciones poco importantes, pero en el momento de la visita había muchas en construcción. Los técnicos españoles pudieron probar vehículos de este tipo de 200 CV y dos ejes, y de 350 CV y tres o cuatro ejes proyectados como tipos unificados, estando en ese momento destinados a fines militares (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 18). Unas tienen transmisión mecánica y otras hidráulica, presentando las segundas facilidades para su manejo: mayor elasticidad, suavidad y facilidad de manejo gracias a su cambio automático. Asimismo, parece que estas últimas transmisiones tienden a desgastar menos los embragues, lo que las hace más indicadas para altas potencias. Les llama la atención un modelo muy reciente, de vía y gálibo estrechos, que circula por las entrevías y está diseñada para trabajar en estaciones de clasificación. Sin embargo, “hay que señalar que por ser muy reciente no está aún contrastada por la expe-

riencia y, además, que probablemente en España no podrá ser de tanta utilidad como en Alemania, donde los problemas de clasificación son muchísimo mayores” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 18).

De acuerdo con sus observaciones, las locomotoras de maniobras usaban motores más lentos y pesados que los de los automotores, y todas llevaban freno rápido mecánico manual, de aire comprimido. Y de nuevo se detienen a relatar cómo las labores de mantenimiento se desarrollaban en los mismos talleres que las de los automotores; en algunos casos, en una sección especial de los mismos.

También mencionan que ni en los automotores (para los que los técnicos alemanes no piensan que sean apropiados) ni en las locomotoras de maniobras se usan gasógenos; tan sólo han podido ver en Grunewald una locomotora dotada de este tipo de dispositivo, que aún no se encuentra en condiciones de explotación.

3. LA INFRAESTRUCTURA AL SERVICIO DE LA VELOCIDAD

En el caso de la infraestructura lo más interesante para la comisión española residió en todo aquello relacionado con la velocidad. En efecto, mientras el reglamento germano de 1928 establecía una velocidad máxima de 100 km/h, parece ser que, para todo tipo de composiciones, en 1934 era de 120 km/h para la tracción vapor y de 160 km/h para los automotores diésel. Dicho aumento se debió en parte al éxito del tren automotor de dos unidades *Fliegende-Hamburger* – Hamburgués Volador – que recorría la distancia entre Berlín y Hamburgo a una velocidad media de 125,7 km/h y una máxima de 160 km/h. Y en 1937 se había estudiado una nueva ampliación hasta los 140 km/h para los trenes de vapor y 180 km/h para los automotores. No fue casual, por lo tanto, la profusión de explicaciones dadas sobre ambos reglamentos dado que se estaba tratando de fusionar distintas redes ferroviarias, lo que precisamente ocurría en España en esos momentos. Si bien, apuntan que para mantener esas velocidades en nuestras vías sería preciso aumentar los peraltes hasta 170 mm.

Este incremento de los límites de velocidad obligó a perfeccionar las vías acudiendo a dos tipos de actuaciones: refuerzo de elementos mediante la sustitución de los carriles ligeros y cortos por otros pesados y más largos, e instalando más traviesas; y mejora del trazado geométrico, aumentando los radios de las curvas, añadiendo curvas de transición, incrementando los peraltes y descendiendo las pendientes de estos.

Las *Prescripciones de vía*, en vigor desde el 1 de octubre de 1939, adoptan el tipo K e incluyen un carril Vignole (49 kg/m^{10}) sobre placas laminadas, a las que se sujetan con grapas y tornillos. Las placas están sujetas a las traviesas con tirafondos si éstas son de madera – el caso más habitual – y con soldadura si son metálicas. Los carriles utilizados fueron de 15 m de longitud con 24 traviesas; de 30 m con 47; y más largos (obtenidos por soldadura) sólo para tramos especiales como puentes y túneles. Y, a continuación, mencionan un hecho que les llama la atención: las calas entre carriles son bastante inferiores a las que se pueden encontrar en nuestro país “para oscilaciones de temperatura análogas” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 29), lo que redundaba favorablemente en el confort, así como en el menor deterioro de las juntas y de la nivelación. También aportan datos técnicos adicionales, y mencionan la limpieza de las vías con herbicidas.

Para los técnicos españoles la vía germana era más robusta que la española, y, aunque no se pueden comparar, piensan que algunos aspectos podrían ser implementados en nuestro país como, por ejemplo, carriles de una mayor longitud. Sugieren que se adopten los de 18 m, que, por lo visto, han sido suministrados por fabricantes españoles a ferrocarriles de otras nacionalidades, suprimiendo así juntas y ahorrando en mantenimiento. También, alaban la calidad de los materiales y elementos empleados en la construcción de las vías de aquel país, al tiempo que critican las de aquí. Valga el ejemplo de las traviesas, excesivamente finas y, además, construidas a partir de madera infectada por hongos en el caso de las vías españolas, aunque para revertir esta situación confían en prescripciones “recientemente dictadas” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 30); en cambio, la calidad de las germanas les “ha llamado poderosamente la atención” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 29). Otro ejemplo es el balasto: allí las vías cuentan con un 25% más que en España (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 30).

En otros órdenes, se fijan en que se están llevando a cabo estudios en los desvíos para que los trenes puedan circular en condiciones de seguridad. Incluso, mencionan un tipo de desvío en el que han podido comprobar la práctica ausencia de oscilaciones.

También mencionan los cálculos que se efectúan para el diseño de los peraltes, basados en una fórmula deducida teóricamente (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 31). Según han observado, para evitar que los gol-

¹⁰ Kilogramos por metro lineal.

pes en las ruedas, debidos a sus propios defectos, y los choques laterales, a consecuencia de aquellos, aumenten esos defectos, es necesaria “una traza geométrica con curvas de amplios radios dotadas de curvas de transición” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 31). La clotoide o radioide de arcos es la más empleada dada la gran longitud de las curvas de transición, que ha hecho preciso abandonar la tradicional – y casi exclusivamente utilizada, por ser fácil de replantear – parábola cúbica. También se emplean otras curvas como la Schramm. De ello se deriva la observación de que las operaciones para dotar a los trazados de curvas de transición suelen alargarse en el tiempo (como es el caso de la línea Santander-Mediterráneo¹¹, con tres años de duración), por lo que urge en España comenzar las obras para aquellas vías en las que esté prevista la circulación de automotores a más de 85 km/h¹². Seguidamente, comentan que han desaparecido las alineaciones rectas entre las curvas del mismo sentido, por el “corto espacio de tiempo transcurrido en el paso de una curva a otra” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 32), ya que producen oscilaciones transversales que pueden poner en riesgo la circulación del vehículo. Han observado que se introduce una curva de transición entre dos de distinto radio que son tangentes en un punto, siempre que la aceleración centrífuga eficaz en el mismo sea superior a 0,4 m. Si entre las de sentido contrario la alineación recta existente tiene una longitud menor de 50 m, se suprime, y de este modo se suaviza el movimiento. Se trata de algo que han podido comprobar en la línea Múnich-Lindau, en la que, con un trazado sinuoso, no percibieron sacudidas a pesar de desplazarse a velocidades de entre 90 y 110 km/h.

Y, por otro lado, explican que todas las vías de la DR están referidas a piquetes metálicos o de hormigón. En las rectas están distanciados a 50 m, y a 10 m en las curvas. Se trata de referencias similares a las de la línea anteriormente mencionada en el Santander-Mediterráneo. Justifican su necesidad para comprobar las desviaciones de la vía y restaurarla de forma rápida y sencilla si es preciso.

Explican que últimamente se han incrementado los recursos – tanto materiales como humanos – dedicados al cuidado de las vías, y que existen varios vehículos ligeros, según la categoría del agente que las emplee

¹¹ Recordemos que uno de los visitantes, Alfredo Crespo, es el ingeniero jefe de Vía y Obras de la compañía Santander-Mediterráneo. Por lo tanto, es natural encontrar en la memoria referencias a esta y comparaciones de su infraestructura viaria con la alemana.

¹² Resulta sumamente destacable que hagan una recomendación directamente aplicable a nuestro país antes de exponer sus conclusiones del viaje, que precisamente consistirán en consejos encaminados a mejorar nuestra red ferroviaria.

(las dos primeras pueden ser apartadas de la vía por su tripulación): mesilla con dos asientos y motor de un cilindro a 4 a 5 CV; dresina pequeña de tres asientos y motor de 6 a 10 CV; y dresina pesada con seis plazas y motor de cuatro cilindros a 30 CV. Aclaran también que la empresa germana dispone, además, de dos coches para comprobación automática de las vías. Los técnicos españoles pudieron visitar el más moderno de ellos en Anhalt (Berlín), que registra en una tira de papel el kilometraje, la nivelación de cada carril, los peraltes, el sobreechancho y el estado de las trazas geométricas. La periodicidad del uso que se da a este vehículo es la siguiente: cada año recorre las vías por las que circulan automotores rápidos y las principales, cada dos años visita otras menos importantes y cada tres o cuatro las secundarias.

Para finalizar, hacen hincapié en la conveniencia de seguir para las vías españolas unas directrices similares a las aplicadas en el país centroeuropeo. Sin ellas, según sus homólogos alemanes, “no hubiera sido posible alcanzar las velocidades de servicio que, no superadas en parte alguna del mundo, son normales en los ferrocarriles del Reich” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 33). Y, en su opinión, queda en España muchísimo trabajo por hacer en este campo, por lo que urgen a establecer un programa para ello, al tiempo que recomiendan incluir curvas de transición en las líneas más importantes del país.

4. CONCLUSIONES

A pesar de la singularidad bélica que representaba la coyuntura en la que se realizó el viaje, lo cierto es que éste no se puede dissociar de la práctica, más o menos consolidada en los ferrocarriles españoles de acudir a otros países para estudiar *in situ* sus sistemas¹³. Sin acudir a los orígenes, cuando las empresas enviaron técnicos a Inglaterra, Francia o Bélgica, el más relevante fue el que hizo Maristany a Estados Unidos, pero, por ejemplo, en 1932, técnicos de MZA ya habían viajado a Alemania para conocer los automotores que prestaban servicio en aquel país y su funcionamiento (Rivera, 2016; Rivera, 2017).

En esta ocasión el principal objetivo del viaje era hallar alguna solución para garantizar el transporte de viajeros y, en particular, recurriendo los automotores térmicos, y resolver el problema de las maniobras. No

¹³ En España existe una importante tradición de ingenieros pensionados: se trata de técnicos enviados a otros países para ampliar su formación teórica y/o práctica.

fue casualidad, por tanto, que, en el primero de los casos, los comisionados españoles dieran un papel prioritario a los automotores ya que, no en vano, los calificaran en las conclusiones de su informe como “elemento indispensable”, por un lado, para mejorar la eficiencia de los servicios prestados con “vapor en pérdida” o trenes mixtos – o que incluso no se prestan – ya que para ello servirían vehículos que no tenían por qué ser capaces de superar la velocidad de 100 km/h; y, por otro, para servicios rápidos para los que sí sería preceptivo, en esta eventualidad, contar con automotores capaces de superar ese límite. Los primeros deberían ser los que antes se adquirieran ya que “podrían circular por las vías españolas en su estado actual, con mejoras en tramos accidentados”, además de que “llenarán un gran vacío en muchos de nuestros servicios y supondrán un alivio importante en la economía ferroviaria” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 35). En cambio, para el empleo de los segundos – “que, más que a una economía, tienden a una mejora de servicio” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 35) – en condiciones de seguridad y con una correcta conservación, sí que sería necesario realizar arreglos de envergadura en la infraestructura.

El viaje sirvió a los comisionados para concluir que la mayoría de estos vehículos adquiridos debían contar con mando unificado, para lo cual sería conveniente diseñar un plan de conjunto (a semejanza de lo que hacía la DR) para todo el país según el cual, primero, se importasen terminados¹⁴; y, después, se fabricasen íntegra o parcialmente en España, aprovechando cesiones de patentes y derechos establecidas durante la primera etapa¹⁵. También estuvieron persuadidos de que los automotores debían ser de 650 CV con motor sobrealimentado Maybach o similar para arrastrar uno o dos remolques, para los dos tipos de servicios mencionados en el párrafo anterior; de 275 CV con motor horizontal, para la segunda categoría, con un remolque o sin él; y de 100 a 150 CV, para la segunda categoría, sin remolque, en vías secundarias. Como estos últimos no los pudieron ver en el viaje, piden que sean comparados con los de vapor para elegir la mejor solución. Adicionalmente, para los de 650 y 275 CV recomiendan una caja unificada de tamaño normal, con variacio-

¹⁴ Suponemos que la entrada en servicio sería casi inmediata una vez adquirida la unidad. Del mismo modo, tal vez diese lugar a nuevos viajes de técnicos españoles al país de origen – o viceversa – para el aprendizaje tanto del manejo como del mantenimiento de estos vehículos.

¹⁵ Creemos que podrían, incluso, aprovecharse las lecciones aprendidas de la explotación de los anteriores.

nes de la distribución interna en función del uso, mientras que los de 100 a 150 CV deberían montar una caja más pequeña. Y, por último, sugieren el empleo de la transmisión hidráulica – destacando la Voith con convertidores de tres escalones de velocidad – dejando la puerta abierta para que en los de menor potencia se emplee la mecánica; y la utilización de un único tipo de remolque, basado en el de la DR, así como la unificación de todos los elementos y accesorios de los vehículos.

Claro está que la viabilidad de todas estas adquisiciones dependía, asimismo, de disponer de talleres provistos de maquinaria especializada, pudiendo concentrarse el mantenimiento de una gran cantidad de vehículos en pocos talleres. Al principio podría organizarse un taller central para grandes reparaciones (y entendemos que, con el tiempo, abrirse otros auxiliares o periféricos).

Puesto el acento en la adquisición de los automotores, sus recomendaciones en el caso de los coches se limitaron a que su fabricación, a partir de ese momento, fuera similar a la de la DR, es decir, a vehículos con un peso de sólo 28 t ya que la industria española ya estaba preparada para ello. No obstante, recomiendan comprobar si los coches alemanes podrían prestar servicio en España y, en tal caso, comprar el diseño de estos, adaptado en caso necesario a nuestra industria y vía. Y, de nuevo, insisten en concentrar su mantenimiento en talleres que se encarguen de un gran número de vehículos, de modo que se pudiera tener maquinaria especializada de forma económica.

El periplo les sirvió, también, para analizar lo referido a las maniobras, concluyendo con rotundidad la “absoluta necesidad” de adquirir urgentemente locomotoras diésel de maniobras, lo cual debía ser resuelto mediante un estudio realizado por la Unificación del Material de los Ferrocarriles Españoles; adelantan que estas locomotoras deberían tener transmisión hidráulica y ser conservadas en los mismos talleres que los automotores, lo que constituye una medida tendente a la optimización de recursos (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 37).

Respecto a las locomotoras de vapor invitan a que se unifiquen en pocos tipos, conservando únicamente algunas de las que están en servicio. Las futuras deberían poder ser explotadas en toda la red o, al menos, en gran parte de ella, y tener la mayor cantidad posible de elementos (de nuevo) unificados de entre los pertenecientes a los vehículos en servicio. Continúan con la recomendación de construir hogares de acero de calidad (por la dificultad de conseguir cobre), empleando soldadura cuya corrección debería ser comprobada por radiografía, como – recordemos – su-

cedía en Alemania. También postulan que los bastidores tuvieran espesores de 8 y 10 cm de los tipos unificados de la DR, con aligeramientos, y fabricarse lana de vidrio para sustituir al amianto, escaso.

La infraestructura adquiere una importancia mucho menor que la tracción. De hecho, sólo sugieren, por un lado, que los carriles sean de 18 m de longitud, al menos en las vías principales, para reducir el número de juntas, abaratar el mantenimiento y suavizar el movimiento de los trenes; y por otro, que se debe estudiar un nuevo tipo de superestructura para las líneas más importantes y mejorar la calidad de las traviesas apoyándose en la Ley de 4 de junio de 1940¹⁶. Todo lo cual, se completa con las ideas de la necesidad de insertar curvas de transición, suprimir tramos rectos y ensanchar explanaciones, y la habilitación de un tren de inspección de vía y dinamométrico que “debería poder ser utilizado por todos los ferrocarriles españoles” (Aguinaga Keller et al., 1940, p. 39).

La procedencia de los distintos comisionados parece dar a entender que se quiso enviar representantes de los diferentes sectores que, de uno u otro modo, estaban implicados en la actividad ferroviaria – diseño, construcción y explotación de las redes, industria, estamentos oficiales y enseñanza superior. Tal vez con esta heterogeneidad de procedencias, se pretendió también que los resultados del estudio de la red centroeuropea tuvieran en cuenta todos esos ámbitos de los ferrocarriles españoles. Las conclusiones de la comisión respondieron, en suma, al principal objetivo señalado, pero cabe destacar otros determinantes como el avanzado e irreversible proceso de unificación del sistema ferroviario nacional. Desde un punto de vista técnico, además de las soluciones mencionadas para la reducción de costes, los visitantes parecen hacer especial énfasis en varios aspectos como son la necesidad de ejecutar obras civiles con más rapidez y eficiencia; la conveniencia de instalar carriles de una mayor longitud que los utilizados en España hasta ese momento; lo altamente recomendable que resultaría la unificación de ciertos componentes de los distintos tipos de vehículos que componían el material rodante de aquel entonces – o incluso de los que ya estaban en servicio; lo beneficioso que resultaría la utilización de elementos aligerados en el mismo; la gravedad de la carencia de locomotoras diésel de maniobras, y, lógicamente, la urgente necesidad de incorporarlas al servicio.

¹⁶ Entendemos que se trata de la Ley de 4 de junio de 1940 sobre regulación de precios y abastecimientos de madera, publicada en el *BOE* 171 (19 de junio de 1940), p. 4195.

No se puede dejar de señalar la notoria falta de referencias al material de tracción eléctrica o a la electrificación de la infraestructura viaria en el país germano. Cabe preguntarse por las razones de ello, y establecer alguna hipótesis al respecto. La primera sería que los ingenieros españoles no le prestaron atención por no encontrarle una aplicación práctica en un futuro relativamente cercano en nuestro país, mientras que la segunda sería que en Alemania la longitud de las líneas electrificadas no era representativa de su red. Suponemos, además, que la visita debió ser valorada positivamente por ambos países, pues en 1942 (ya con Renfe en pleno funcionamiento) se desarrollaría otra experiencia similar (Renfe, 1942).

Cabe resaltar, por último, el estudio que hicieron los integrantes de la expedición de los reglamentos de circulación alemanes. Es lógico suponer que una parte del proceso de la unificación de redes que daría lugar a la Renfe sería la confección de un texto normativo para el nuevo sistema ferroviario nacional. Y no es descabellado pensar que los encargados de la redacción de los textos normativos que regularían el funcionamiento del mismo (de no ser uno o varios de estos mismos técnicos) tendrían noticia de las observaciones realizadas en tierras centroeuropeas.

BIBLIOGRAFÍA

Aguinaga Keller, José, 1926. “La red de ferrocarriles españoles, vista a través del ferrocarril eléctrico del Guadarrama”, *Revista de Obras Públicas* 2451:1, pp. 214-219.

Aguinaga Keller, José, 1930. “Ferrocarril de Ontaneda-Calatayud”, *Revista de Obras Públicas* 2551:1, pp. 311-312.

Aguinaga Keller, José, 1948. “Reflexiones sugeridas por un viaje a Suiza. La red de ferrocarriles de montaña del Guadarrama es del mayor interés económico nacional por lo que debe completarse inmediatamente”, *Revista de Obras Públicas* 2794:1, pp. 56-59.

Aguinaga Keller, José, 1957. “Cooperación que los transportes nacionales pueden prestar para desarrollar el tráfico euro-africano”, *Revista de Obras Públicas* 2904:1, pp. 171-180.

Aguinaga Keller, J., M. J. Maldonado López, L. Aza Díaz, A. Crespo, E. Siegrist Spinedy, y A. M. Aleixandre López Puigcerver, 1940. *Un viaje de estudios ferroviarios por Alemania. Memoria presentada por la Comisión nombrada por el Ministerio de Obras Públicas, como resultado de su viaje a Alemania, del 29 de abril al 28 de mayo de 1940*. Asociación Nacional de Transportes por Vía Férrea, Madrid.

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María, 1934. “Transmisiones hidráulicas para automotores”, *Ferrocarriles y Tranvías* 4:46, p. 422.

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María, 1941. “Trabajos de la unificación de material a partir de la liberación de España”, *Ferrocarriles y Tranvías* 8:78, p. 38.

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María, 1945. “Los nuevos coches metálicos de la R.E.N.F.E.”, *Ferrocarriles y Tranvías* 12:136, p. 524.

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María, 1946. “Proyecto de nuevos vagones especiales”, *Ferrocarriles y Tranvías* 13:143, p. 370..

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María y Emilio Siegrist Spinedy, 1940. *Automotores ferroviarios con motor independiente*. Conferencias dadas en la Escuela Central de Ingenieros Industriales los días 28 de junio y 3 de julio de 1940. Asociación Nacional de Transportes por Vía Férrea, Madrid.

Aleixandre López Puigcerver, Agustín María y Manuel Lucini y Ruiz de Vallejo, 1959. *Máquinas de vapor, mezclas, carburadores y ejes*. Comisión de Publicaciones de la Delegación de Alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid.

Alonso Blas, Daniel Felipe, 2000. “Ferrocarril de Santander a Valencia. 1.^a parte: Santander-Mediterráneo”, en Daniel Felipe Alonso Blas (ed.), *Historia del ferrocarril en Aragón*. Libros Certeza, Zaragoza, pp. 85-106.

Beeren, Hans Von, 1944. *Técnica de la alta tensión*. Labor, Barcelona.

Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid, 1948. *Programa del Segundo Curso: Octubre 1948. Estudio de redes y circuitos eléctricos, por el Ilmo. Sr. D. Emilio Siegrist Spinedy*. Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid.

Fernández Sainz, Rodrigo, 2021. “La increíble historia del Renault 4: celebramos los 60 años del Cuatrolatas con el de Aleixandre”, *Autobild.es*, disponible en: <https://www.autobild.es/reportajes/60-anos-renault-4-celebramos-cuatrolatas-muy-especial-819231>, consultado: 2.10.2021.

“Hace cuarenta años circuló el primer automotor diésel por una línea española”, 1975, *Vía Libre* 142 (noviembre), p. 36.

“Informe relativo al viaje realizado a Alemania desde el 18 al 29 de noviembre de 1954 por el ingeniero Jefe en el Servicio de Estudios Agustín María Aleixandre para asistir a las pruebas especiales de los vagones construidos por Transfesa (diciembre 1954)”, 1954, en J. M. García-Lomas y Cossio (ed.), *Estudios, notas y datos históricos sobre la tracción diésel y diésel-eléctrica*. S. n., Madrid, s. p.

Instituto de Ingenieros Civiles de España, 1951. *II Congreso Nacional de Ingeniería, celebrado en Madrid durante los días 28 de mayo a 3 de junio de 1950*. S. n., Madrid.

Los ferrocarriles alemanes de la Segunda Guerra Mundial, 2018. Ediciones Titania, Madrid.

Menéndez Pidal de Navascués, I., 2006. “Interacción de las arenas en Facies Utrillas en las obras de ingeniería civil. Revisión documental y caracterización geológica-geotécnica”. Tesis Doctoral inédita, Universidad Politécnica de Madrid.

Muñoz Rubio, Miguel, 1995. *Renfe (1941-1991). Medio siglo de ferrocarril público*. Ediciones Luna, Madrid.

Muñoz Rubio, Miguel, 2020. «Ochocientos brazos». *El movimiento obrero en el ferrocarril durante el franquismo*. Anexo, Madrid.

- Peris Torner, Juan, 2012. “Ferrocarril Eléctrico de Cercedilla al Puerto de Guadarrama (Navacerrada)”, en *Ferrocarriles de España*, disponible en: www.spanishrailway.com/ferrocarril-electrico-de-cercedilla-al-puerto-de-guadarrama/, consultado: 8.8.2021.
- Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe), 1942. *Expediente relativo al viaje a Alemania de la Comisión de R.E.N.F.E. presidida por Gregorio Pérez Conesa en junio 1942, por la invitación de la Reichsbahn*. Renfe, Madrid.
- Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe), 1952. “Nuevos trenes TAF (Trenes Automotores FIAT) adquiridos por la R.E.N.F.E. para mejorar sus servicios de viajeros”, *Revista de Obras Públicas* 2847:1, pp. 289-292.
- Rivera, Ángel, 2016. “Los automotores de la postguerra (y XX): Los Maybach grandes”, en *Trenes y tiempos*, disponible en: trenesytiempos.blogspot.com/2016/05/los-automotores-de-la-postguerra-y-xx.html, consultado en 8.8.2021.
- Rivera, Ángel, 2017. “Las tracciones térmica y eléctrica en RENFE (XXI R): Los automotores de larga distancia de MZA (MZA WE 401 a 404/RENFE 9404-9406)”, en *Trenes y tiempos*, disponible en: trenesytiempos.blogspot.com/2017/11/las-tracciones-termica-y-electrica-en-8.html, consultado en 8.8.2021.
- Rotaeché Gallano, Miguel, 2017. “Los dos puentes basculantes sobre la ría del Nervión en Bilbao”, en *Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. San Sebastián, 3 al 7 de octubre de 2017*. Sociedad Española de Historia de la Construcción, Madrid, pp. 1479-1488
- Siegrist Spinedy, Emilio, 1930. “Cálculo de los sistemas de distribución en los ferrocarriles eléctricos”, *Revista de Ingeniería Industrial*, 1:2, pp. 1-9.
- Siegrist Spinedy, Emilio, 1932. “Cálculo de los sistemas de distribución en los ferrocarriles eléctricos”, *Revista de Ingeniería Industrial*, 3:20, pp. 1-5.

- Siegrist Spinedy, Emilio, 1934. “Los automotores de gasolina”, *Ferrocarriles y Tranvías* 4:35, p. 58.
- Siegrist Spinedy, Emilio, 1950. “Nuevos trenes automotores rápidos para la Renfe”, *Ferrocarriles y Tranvías* 17:195, p. 423.
- Siegrist Spinedy, Emilio, 1953. “El Plan General de Reconstrucción de la Renfe y la tracción diésel”, *Ferrocarriles y Tranvías* 20:221, p. 16.
- Siegrist Spinedy, Emilio, 1957. “Las locomotoras diésel-eléctricas ALCO, de la Renfe”, *Ferrocarriles y Tranvías* 24:272, pp. 88-97.
- Toribio González, G., 2007. “España y el ferrocarril: fuentes de información”. Tesis doctoral inédita. Universidad Complutense de Madrid.
- Unificación del Material de los Ferrocarriles Españoles, 1944. *Auto-motores y locomotoras de maniobras de combustión Interna. Elementos para el estudio de un posible plan unificado*. S. n., Madrid.
- Unificación del Material de los Ferrocarriles Españoles, 1944. *Elementos para el estudio de un posible plan unificado para la construcción de automotores y locomotoras de maniobras de combustión interna para los ferrocarriles*. Editorial Vimar, Madrid.