

puentes, de los que sólo enumeramos los más esenciales.

De la consideración de las avenidas ordinarias y

Máximos absolutos en la Estación de - Puente de Palmas = 1915-1926

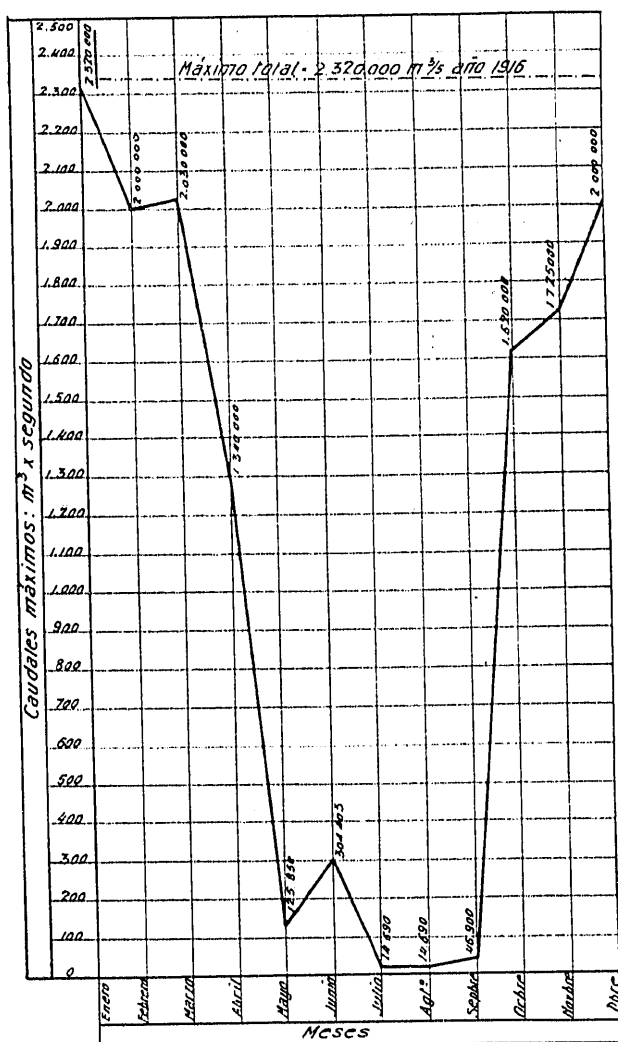


Fig. 5.

extraordinarias obtuvimos en el puente del Guadiana la división de la obra en dos grupos, ya que así lo permitía la topografía del cauce, uno para las crecidas ordinarias, que lo forman los 4 arcos de 50 me-

tros, y otro para las extraordinarias, completando aquel grupo de arcos por 5 tramos de 20 m de luz.

Es de interés el estudio del régimen de crecidas, tanto para deducir el desagüe como para fijar el sistema, épocas de construcción y marcha de los sucesivos trabajos, etc. Al efectuarlo en el proyecto del puente del Guadiana, vimos que las máximas crecidas tienen lugar en enero y marzo, y las mínimas en julio y agosto (fig. 5).

Tanto para el estudio anterior, como para el de defensas y encauzamientos, es de interés el conocimiento de la frecuencia de crecidas. Refiriéndonos al puente del Guadiana, en la figura 4 se representa de un modo gráfico lo relativo a la frecuencia e intensidad de crecidas, y en dicha figura se ve que son relativamente frecuentes las de 1 000 a 2 000 m³/s, registrándose 56 en catorce años, y más raras las de 2 000 a 3 000 m³/s solamente 4 en catorce años, no observándose ninguna superior a los 3 000 m³/s en dicho período.

Otros datos, como velocidad de la corriente, que permite estudiar la potencia de socavación y contracción en pilas, la velocidad de propagación de crecidas, etc., etc., contribuyen eficazmente al mejor estudio del proyecto, asegurando el mayor rendimiento y seguridad a la obra que se construya.

Desgraciadamente carecemos en nuestra nación del número de datos hidrológicos suficientes, tanto en cantidad como en continuidad, ya que para deducir conclusiones con el necesario valor es preciso que las observaciones alcancen un extenso período. Esta carencia de datos afecta aun a los ríos de importancia, llegando a ser su escasez del grado de una carencia absoluta en aquellos secundarios o de orden inferior.

He recopilado numerosos datos y referencias, dentro de la penuria de las fuentes informativas a que acabo de aludir, tanto de aforos como de evaporaciones, pluviometría, perfiles de ríos, etc., durante los años que pertenezco a la Comisión para la revisión del Plan de Obras hidráulicas, datos que en gran parte forman la reciente publicación del desaparecido Consejo de la Energía, titulada *Avance para una evaluación de la energía hidráulica en España*, y he continuado luego particularmente recogiendo y completando dichos datos, que gustosamente pongo a la disposición de los compañeros que puedan necesitarlos para su aplicación a casos como el que constituye el objeto del presente artículo.

César VILLALBA GRANDA
Ingeniero de la Jefatura de Puentes
y Cimentaciones

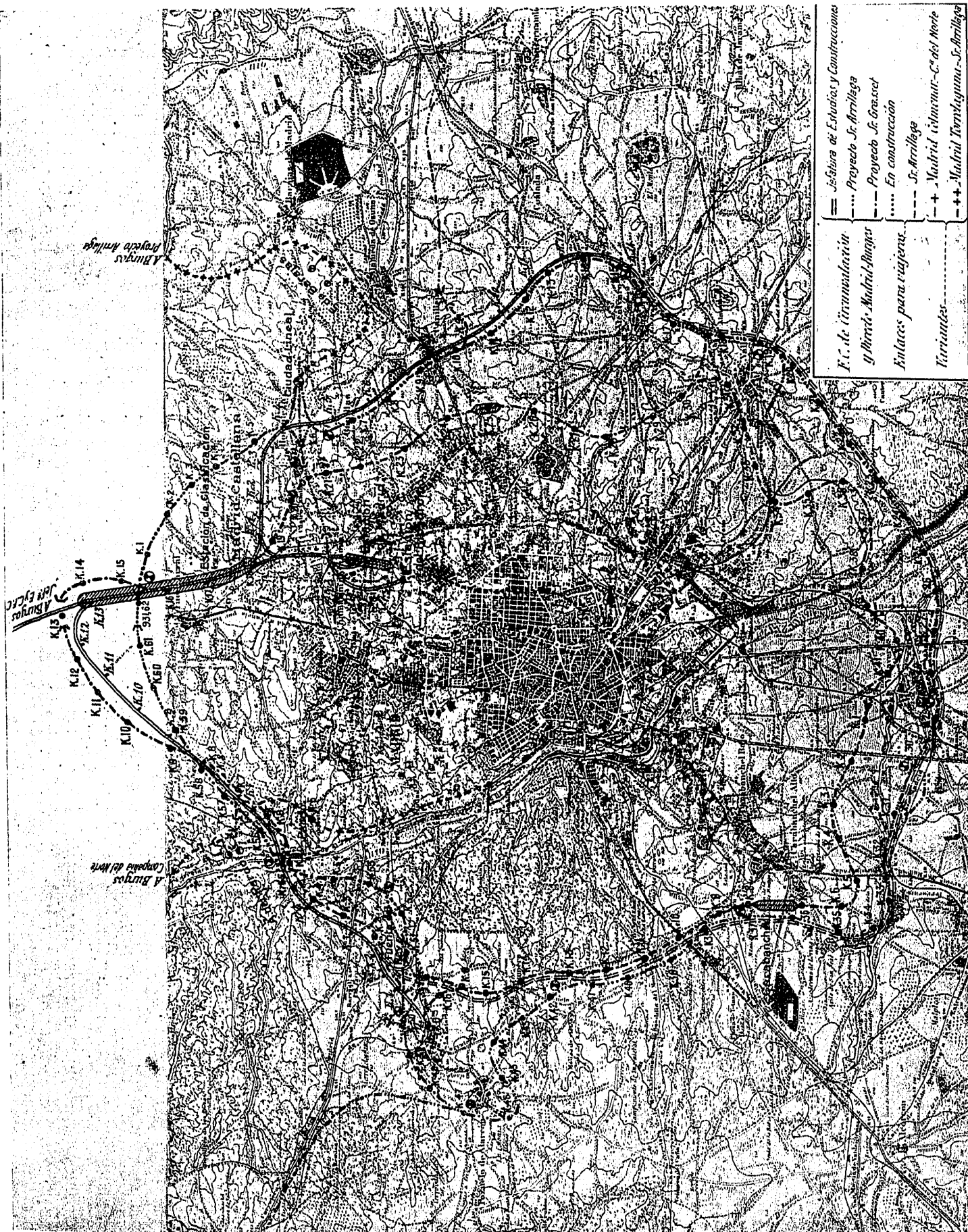
Los enlaces ferroviarios en Madrid

Este tema se halla planteado en términos de gran apasionamiento, cosa nada extraña, pues los intereses afectados son de mucha consideración y se mezclan cuestiones políticas, que, como siempre, enturbian las aguas y complican el problema de modo extraordinario.

Por fortuna, se acaban de crear el Consejo Consultivo de Ferrocarriles y la Junta Superior Consultiva de Obras públicas, que llevarán la cuestión a su

verdadero terreno para un estudio sereno y reposado; pero entiendo que no será inútil mostrar al público los proyectos existentes para que la opinión conozca el problema en conjunto y no se deje extraviar al conocer sólo retazos.

Antes de pasar adelante he de manifestar que, en mi modesta opinión, ninguno de los numerosos proyectos de enlaces ferroviarios en Madrid presenta actualmente caracteres de realización urgente. La co-



yuntura económica es ahora a la baja, y el tráfico ferroviario ha disminuído tanto, que el movimiento de viajeros y mercancías se enlaza sin la menor perturbación con las instalaciones actuales.

Esto no quiere decir que con los proyectos estudiados no se consigan mejoras y comodidades, algunas muy interesantes; pero atendiendo al pavoroso déficit que ha de producirse este año, no parece prudente emprender obras que, aparte de no ser reproductivas por el momento, puedan retrasar la ejecución de otras más interesantes. Criterio prudente será, pues, realizar lo estrictamente indispensable, o por lo menos, lo que resuelva el problema con el mínimo de gasto, dejando expedito el camino para lo que requiera el porvenir.

A continuación damos una sucinta reseña de los proyectos existentes:

FERROCARRIL DE CIRCUNVALACIÓN DE MADRID

Por Real decreto de 5 de marzo de 1926 se incluyó este ferrocarril entre los urgentes. Se estima necesario el ferrocarril de circunvalación:

a) Porque las actuales estaciones son insuficientes para el servicio que deben prestar; se han proyectado y realizado en parte ampliaciones, y se encuentran ya completamente cercadas y sin ampliación futura fácil.

b) Porque, aunque pudieran realizarse fácilmente ampliaciones, la situación de las estaciones es mala, tanto por hallarse cada vez más excéntricas, por extenderse la población en sentido contrario, como por estar en los puntos más bajos.

c) Porque no hay buen enlace entre ellas y este enlace es preciso, por ser Madrid el centro ferroviario de la Península.

El ferrocarril de circunvalación serviría: 1.º Para descongestionar las estaciones actuales, facilitando la creación de otras en lugar adecuado. 2.º Para resolver el enlace ferroviario, desarticulado en Madrid.

Con el ferrocarril de circunvalación enlazaría el de Madrid-Burgos, por lo cual están ligados el proyecto del primero con el arranque del segundo.

Las soluciones presentadas son las siguientes:

1.ª *Proyecto presentado por el señor duque de Vistahermosa.*—Fue presentado el 17 de enero de 1928, y va firmado por los ingenieros de Caminos don Manuel María Arrillaga, D. Pedro Alix, D. Francisco Bonal y D. Félix de los Ríos.

Este proyecto está concebido con gran amplitud, mirando al futuro de Madrid; dentro de su contorno quedan los pueblos de Fuencarral, Hortaleza, Canillas, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde, Carabanchales, Húmera y Pozuelo. Su trazado dista del centro de Madrid, por término medio, 10 km, y su desarrollo es 62 km.

Se proyecta todo con doble vía, fijando las zonas en que pueden establecerse centros industriales, y proveyendo para el servicio de ellas dos vías extremas en los trayectos Canillas-Vicálvaro-Villaverde, hasta enlazar con la línea de Alicante y Carabanchel-Pozuelo, enlazando con la del Norte.

Van estudiados 17 ramales para enlace con las líneas de ferrocarriles existentes y la futura Madrid-Burgos, que suman en total 31,5 km. Los cruces se verifican sin pasos a nivel. En el trayecto hay 15 estaciones.

En los terrenos llamados Cuarenta Fanegas se propone la construcción de las "Estaciones del Hipódromo", que están destinadas a viajeros y gran velocidad una, y a mercancías la otra; servirán para el ferrocarril Madrid-Burgos. La estación de viajeros y gran velocidad está situada entre el Asilo de San Rafael y el Colegio de Huérfanos de la Guardia civil; tiene ocho vías de andén, varias de maniobra, puede servir 240 trenes diarios y 40 000 viajeros (es decir, más del doble que la mayor actual). La estación de mercancías se halla entre el Colegio de Huérfanos de la Guardia civil y el arroyo Abroñigal; dispone de vías y muelles capaces de servir 3 000 toneladas al día (es comparable a las de París).

A fin de evitar el poco rendimiento de las estaciones en fondo de saco se propone la construcción de un ramal subterráneo que enlace la proyectada estación del Hipódromo con la de Atocha. Su longitud es 12 km, y se destinaría sólo a trenes de viajeros. Esta línea pasa por bajo de la Prosperidad, calle del Príncipe de Vergara, Retiro y Botánico, cruzando la glorieta de Atocha entre la estatua de Claudio Moyano y el Ministerio de Obras públicas. En el ángulo formado por la calle de O'Donnell y la Avenida de Menéndez Pelayo se propone una estación subterránea llamada "Retiro".

El presupuesto de contrata, incluidas expropiaciones, es 122 314 529,46 ptas.

Las "Estaciones del Hipódromo", no incluidas en esa cifra, importan 64 116 000 ptas.

2.ª *Proyecto presentado por D. Luis Grasset.*—Este proyecto está de acuerdo con el punto de vista de la Compañía del Norte, sustentado en el proyecto que presentó en 14 de octubre de 1928, de una variante del ferrocarril directo Madrid-Burgos, según la cual dicho ferrocarril parte de la estación Príncipe Pío.

La Compañía del Norte apoya su variante en la economía que se obtiene no construyendo una nueva estación; en que la de Príncipe Pío está a 1,5 km de la Puerta del Sol, y una nueva estaría a más de 6 km; en que no tiene importancia que la estación Príncipe Pío se halle en un punto bajo, porque el coste de transporte es independiente del desnivel; en que con las ampliaciones previstas por la Compañía del Norte, sus estaciones de Príncipe Pío, Peñuelas y Paseo Imperial pueden prestar todo el servicio, y en ser conveniente agrupar las líneas que prestan servicio en una misma región.

El Sr. Grasset propone en su proyecto que el ferrocarril de circunvalación se destine sólo a mercancías, lográndose la continuidad de los trenes de viajeros por la vía que hoy enlaza las estaciones Príncipe Pío, Delicias y Atocha. El trazado propuesto por el señor Grasset deja fuera los pueblos de Hortaleza, Canillejas, Canillas, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde, Pozuelo y Aravaca. Su desarrollo es 55,6 km. Está más próximo a Madrid que el anterior. Va previsto con doble vía, tiene estudiado los enlaces con las líneas existentes y la variante del ferrocarril Madrid-Burgos y no se admiten pasos a nivel.

Propone la construcción de una gran estación, que llama "Madrid-Castellana", situada al final del proyecto que entonces había de prolongación de la Castellana.

El presupuesto de contrata, incluida la estación de Madrid-Castellana, es 87 375 406,19 ptas.

3.ª *Informe de la Segunda Jefatura de Estudios*

y Construcciones de Ferrocarriles del Centro de España.—El informe sobre los proyectos citados tiene fecha 5 de diciembre de 1928, es muy extenso (67 páginas) y las conclusiones son: 1.ª Que el trazado presentado en el primer proyecto es más amplio y no estorba la extensión de Madrid. 2.ª Que siempre será preferible que los pueblos de Fuencarral, Hortaleza, Canillas, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde y Carabanchel queden dentro del trazado, y no fuera. 3.ª Que el primer proyecto es una solución capaz de satisfacer las necesidades de Madrid cuando sus exigencias sean comparables a las de las mayores capitales del mundo, por lo cual, con las modificaciones que precise para adaptarlo al trazado aprobado para el ferrocarril Madrid-Burgos (cuando los Sres. Arrillaga y otros presentaron este proyecto aún no estaba aprobado el trazado de la primera sección del ferrocarril Madrid-Burgos), merece ser adoptado como solución a que en su día pueda llegarse.

La Jefatura propone como programa mínimo *demorar* la construcción del subterráneo Atocha-Hipódromo, establecer con doble vía la actual línea de contorno y el trozo de ferrocarril de circunvalación Pozuelo-Fuencarral-Vicálvaro, prescindiendo de las estaciones intermedias no indispensables. La situación de las estaciones del Hipódromo se considera acertada, aunque deben adaptarse al trazado aprobado del ferrocarril Madrid-Burgos y se reduce su presupuesto. Propone también destinar las estaciones de Atocha y Delicias a estaciones comunes de viajeros y mercancías y evitar el enorme gasto que supone la ampliación de la primera, ya que construyéndose el ferrocarril de circunvalación y las estaciones Madrid-Hipódromo, y siendo posible construir una de clasificación para el ferrocarril Madrid-Burgos cerca de Fuencarral, no vale la pena de gastar en ampliaciones de las actuales estaciones, mal situadas.

El presupuesto de este programa mínimo es:

	Pesetas
Ferrocarril de circunvalación	30 616 304,65
Estación del Hipódromo (viajeros) . .	33 765 000
" " (mercancías)	15 339 000
Instalaciones complementarias	3 200 000
Señales y enclavamientos	2 578 000
Servicio telefónico	150 000
TOTAL	85 648 304,65

4.ª Proyecto de variación del sector Norte del ferrocarril de circunvalación y de su enlace con el de Madrid a Burgos.—Como consecuencia del informe anterior, los Sres. Arrillaga, Alix y Bonal presentaron en mayo de 1931 este proyecto:

A) La variación del sector Norte del ferrocarril de circunvalación se hace de tal modo, que enlaza perfectamente con el trazado aprobado para el ferrocarril Madrid-Burgos, viniendo a ser el ferrocarril de circunvalación en su parte Norte una prolongación de aquél. En esta variación se da al trazado las características que tiene el ferrocarril de Madrid-Burgos; es decir, pendiente máxima de 10 milésimas y radios de curvas en general superiores a 500 m.

Las diferencias entre este trazado y el primitivo son las siguientes: Arranca de la estación de M. Z. A. en Vicálvaro y llega a coincidir con el del Madrid-Burgos al Norte de Fuencarral. El cruce de la carretera

de Madrid a Francia por La Junquera tiene lugar al Este de Canillas, en lugar de al Oeste, con lo cual se evitan varias fincas urbanas últimamente construidas; se dispone cerca de Hortaleza una estación de clasificación, que se acerca todo lo posible a la del Hipódromo. El cruce de la carretera de Madrid-Irún se hace cerca del empalme de esta carretera con la de Colmenar Viejo, y desde allí se baja hasta encontrar el trazado primitivo.

La longitud de la variante es 27,5 km (la del trazado primitivo era 19,3 km), siendo el aumento motivado por el mejor trazado, la consecución de una amplia zona en que situar la estación de clasificación, a 710 m de altura (o sea dominando todo Madrid), con excelentes comunicaciones, y el enlace con el ferrocarril Madrid-Burgos.

Se estudian, además, ramales de enlace: 1.º Con la estación de San Fernando de Henares, con lo cual pueden llegar directamente al ferrocarril de circunvalación los trenes de Zaragoza. 2.º Con la estación del Hipódromo (viajeros y gran velocidad). 3.º Con la estación del Hipódromo (mercancías).

B) La variación del ferrocarril de Madrid a Burgos, estudiada por la Segunda Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles, responde a dar una situación definitiva al trazado desde Fuencarral hasta Madrid, que en el proyecto no se fijaba, porque había de subordinarse en su detalle al enlace con el de circunvalación.

Pero fijada ya la estación Madrid-Hipódromo, se hace el estudio de la entrada en Madrid del directo a Burgos, y además se separa de la zona ahora ocupada con las nuevas construcciones del Hospicio y Sanatorio de Valdelatas, por lo que el trazado va, en general, más bajo y enlaza con el estudiado por la Jefatura en el kilómetro 20.

5.ª Informe de la Segunda Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles del Centro de España.—Este informe reconoce la mejora de trazado en planta y alzado; la ventaja de la variación hecha para salvar los hoteles de Canillejas; el acierto en situar la estación de clasificación, "cuya ubicación es aún mejor que la que proponía esta Jefatura"; la ventaja de sólo establecer las estaciones intermedias indispensables; el hallarse en horizontal toda la parte común a este ferrocarril y al de Madrid-Burgos y resolver de la mejor manera posible todas las finalidades que debe servir este ferrocarril.

Respecto a la variación del ferrocarril Madrid-Burgos desde la estación del Hipódromo hasta Colmenar, considera la Jefatura que está bien estudiada, y que las nuevas construcciones del Hospicio "hubieran obligado a la Jefatura a redactar nuevos proyectos, que habrían de coincidir sensiblemente con el de que tratamos". Únicamente dice el informe que convendría modificar algo la estación del Hipódromo, pues fué proyectada en 1927, y de entonces acá se han hecho muchas construcciones.

La relación íntima del ferrocarril de circunvalación y del Madrid-Burgos obliga a que se detallen las soluciones estudiadas para este último, si el problema ha de abarcarse en su totalidad.

FERROCARRIL DIRECTO DE MADRID A BURGOS

La Comisión Técnica Especial encargada de proyectar una línea directa de Madrid a la frontera fran-

cesa redactó un anteproyecto de ferrocarril directo de Madrid a Burgos en el año 1925. Fué aprobado por Real orden de 19 de mayo de 1926, en que se imponían prescripciones que debían tenerse en cuenta en los replanteos previos.

Entre estas prescripciones figura la de que debe revisarse definitivamente la sección primera, Madrid-Somosierra, y proponer, en consecuencia del estudio, la solución que se estime preferible para definir el origen o punto de partida de la línea, y tal vez la posibilidad de combinar con la estación del Príncipe Pío, así como el trazado y enlaces con el ferrocarril de circunvalación, que forma parte del plan urgente.

Replanteo previo de la Segunda Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles.—En cumplimiento de la citada disposición, la Segunda Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles estudió los replanteos previos del ferrocarril Madrid-Burgos, que fué presentado sucesivamente y dividido en tres secciones: 1.ª, Madrid-Somosierra; 2.ª, Somosierra-Aranda de Duero; 3.ª, Aranda de Duero-Burgos.

La 1.ª sección estaba a su vez dividida en tres trozos o subsecciones; el primer replanteo previo que se estudió fué el de la subsección 3.ª, río Lozoya-Somosierra, que fué informado por el Consejo de Obras públicas con fecha 20 de octubre de 1926, y la cuarta conclusión del informe dice así: "Es urgente definir el origen o punto de partida de la línea y su enlace con los ferrocarriles existentes y el de circunvalación, que forma también parte del plan urgente de ferrocarriles."

Los replanteos previos de las subsecciones 1.ª y 2.ª fueron presentados en el año 1927 y están estudiados hasta la entrada a Madrid, aunque el replanteo comienza en las inmediaciones de Fuencarral, a fin de dejar libertad para entrar en Madrid por donde se crea más conveniente.

La estación de Madrid se sitúa detrás de Chamartín de la Rosa, entre la carretera de Alcobendas y el arroyo Abroñigal, donde hay una zona de amplitud suficiente para desarrollar en ella todos los servicios de viajeros y mercancías destinados exclusivamente para Madrid. Se indica en la Memoria la posibilidad de establecer la continuidad de comunicaciones entre esta estación y las actuales del Norte y M. Z. A. mediante túneles a través de Madrid, pues es posible prolongar la línea en subterráneo cruzando la Castellana, y siguiendo por las calles de Miguel Ángel y Almagro, establecer un apeadero hacia la plaza de Alonso Martínez, desde donde puede arrancar un ramal que, siguiendo los bulevares, llegue a la estación del Norte, y otro que enlace con la de Atocha. Estos ramales subterráneos sólo estarán destinados al servicio de viajeros, realizándose el enlace de mercancías por la línea de circunvalación.

Como no se puede estudiar la entrada del ferrocarril Madrid-Burgos con independencia del de circunvalación, se estudia también el trazado que podría tener este último, a fin de enlazar con las líneas del Norte, M. Z. A. y Oeste, considerando que el de circunvalación podía seguir en su parte Norte el trazado proyectado para el de Madrid-Burgos, hasta cruzar la carretera de Madrid a Francia por Irún en el kilómetro 12. Para enlazar con las líneas del Norte es preciso desviar el trazado hacia el Oeste y bajar a la cuenca del Manzanares, dividiéndose en dos

ramales, que fueran: uno a la estación del Norte, y otro, cruzando el río, a la estación de clasificación establecida en Las Matas. Para el enlace con las líneas de M. Z. A. y Oeste, el trazado del ferrocarril de circunvalación a partir del collado donde comienza el arroyo Abroñigal se desvía hacia el Sudeste, descendiendo a la cuenca del Jarama, pasando por las inmediaciones de los pueblos de Hortaleza y Canillas, enlazando en Vicálvaro con las líneas de Madrid, Zaragoza y Alicante y siguiendo por un trazado próximo al de esta última Compañía hasta Vallecas, desde donde puede enlazar con la estación de clasificación de Cerro Negro, que a su vez está enlazada con la de Delicias.

La estación de Madrid se sitúa en un punto que está 111 m más alto que la actual del Norte y 81 m más alto que la de Atocha. En esta estación se podrían concentrar los servicios procedentes de las líneas que se sirven del directo Madrid-Burgos, detallando la Memoria cuáles son estas líneas y los medios de conseguir la coordinación de los servicios.

El trazado previsto para el ferrocarril Madrid-Burgos en la parte próxima a Madrid es el siguiente: arranca detrás de Chamartín de la Rosa, en el terraplén del tranvía de la Ciudad Lineal, a la cota 700 m en la margen derecha del Abroñigal; cruza este arroyo, sigue por la margen izquierda, pasa por bajo de la carretera del Hipódromo a Alcobendas, en el kilómetro 5 toma la dirección de una recta casi paralela a la carretera de Madrid a Francia y corta a ésta en el kilómetro 11, situando el apeadero de Fuencarral antes de dicho cruce.

Variante Madrid-Colmenar Viejo, proyectada por la Compañía del Norte.—Por Real orden de 19 de octubre de 1927 se concedió autorización a la Compañía del Norte para hacer por su cuenta el estudio de la sección del ferrocarril Madrid-Burgos situada entre Madrid y el río Lozoya.

En el trayecto Lozoya-Colmenar Viejo la Compañía del Norte considera que el trazado estudiado por la Segunda Jefatura de Estudios y Construcciones es el más acertado, y por ello las variaciones se refieren al trazado Madrid-Colmenar Viejo.

Para llegar desde Colmenar hasta Madrid la Compañía del Norte propone bajar a la cuenca del Manzanares, atravesando El Pardo, y enlazar con la línea de Madrid a Hendaya en el kilómetro 1,570. Por consiguiente, el ferrocarril Madrid-Burgos partiría de la actual estación del Norte.

La Compañía del Norte considera que esto es una ventaja, por ahorrarse la construcción de una estación nueva, porque estima que la suya está próxima a la Puerta del Sol y que a los usuarios no les resulta desventajoso que esté situada en un lugar bajo. Por fin observa que, después de las reformas hechas en la estación del Príncipe Pío, ésta tiene capacidad muy suficiente.

El enlace de esta variante con el ferrocarril de circunvalación se resuelve por medio de un ramal de doble vía que parte del apeadero de El Pardo y sirve para que los trenes procedentes de Burgos puedan dirigirse a la estación Madrid-Castellana, que figura en el proyecto de ferrocarril de circunvalación presentado por D. Luis Grasset, o a la actual del Norte, indistintamente, y dos ramales que enlazan las dos estaciones citadas.

Variante desde el río Lozoya al Hipódromo, pa-

sando por Torrelaguna.—En mayo de 1931 los ingenieros de Caminos Sres. Arrillaga, Alix y Bonal presentaron una variante al ferrocarril Madrid-Burgos, que consistía en modificar el trazado entre el río Lozoya y la estación del Hipódromo, pasando por Torrelaguna y entrando en Madrid por el Este, en lugar de por el Norte. Dichos ingenieros, cuando redactaron su primer proyecto de ferrocarril de circunvalación, presentado en enero del año 1928—es decir, antes de haber estudiado la Jefatura de Estudios y Construcciones la entrada a Madrid del directo Madrid-Burgos—, supusieron tendría lugar por el Este, y la variante propuesta viene a dar esta solución.

El ferrocarril llega a la estación del Hipódromo que figura en el proyecto de ferrocarril de circunvalación presentado en enero de 1928 a que he hecho referencia, pasa por Torrelaguna y empalma con el estudio realizado por la Jefatura de Estudios y Construcciones en el viaducto sobre el río Lozoya. El ferrocarril sale, como se ha visto, de la estación del Hipódromo, pasa por la calle de González Amigó (Ciudad Lineal), atravesando en trinchera la primera parte de esta vía y cruzando en túnel la Avenida de Arturo Soria. Baja la línea hasta llegar a la estación de Barajas (empalme), que se sitúa en el arroyo de Juanes, y a la salida de la misma continúa bajando, pasa por cerca de la fábrica de Cerámica de Fomento de Obras y Construcciones y toma la dirección Norte del valle del Jarama. Después continúa hasta cruzar la carretera de Algete, en el punto más bajo del trazado, que se encuentra a la cota 597, próxima a la estación de Fuente del Fresno.

Enlaces para viajeros.—Ya se ha indicado antes que en uno de los proyectos redactados por el señor Arrillaga, en unión de otros ingenieros, se hacía mención de una línea subterránea para viajeros que sir-

viera para enlazar las estaciones del Hipódromo con la de Atocha. Esta línea no tenía caracteres de urgencia, pues sólo trataba de resolver un problema de explotación cuando el tráfico lo exigiese.

También existen ligeras indicaciones de otras líneas subterráneas en los proyectos de la Jefatura de Estudios y Construcciones.

Por último, en construcción muy avanzada se encuentra el túnel de la Castellana, que no existía en ninguno de los proyectos, y que será parte de una línea que llegará hasta Las Matas.

Resumen.—Es indudable que el ferrocarril de circunvalación de Madrid y su unión con el de Madrid-Burgos están estudiados perfectamente, y que cualquiera de las soluciones propuestas, cada una desde un punto de vista diferente, resuelven el problema que se plantearon. Resulta, por consiguiente, absurdo hablar de errores técnicos, que no existen.

Me parece posible afirmar que la construcción del túnel de la Castellana ha complicado la cuestión, por haberse llevado a cabo lo que era accesorio en las soluciones que se proponían, y tal vez prejuzgará el resultado en forma perjudicial para los intereses públicos, y sería sensible que una obra de pequeña utilidad influyera decisivamente en el conjunto.

Hay que decidir, en primer término, si han de realizarse en totalidad los grandiosos planes estudiados o escoger lo que se pueda hacer, atendiendo a las posibilidades económicas, y si se adoptase este último criterio, qué parte ha de ejecutarse en primer lugar. Los que hayan tenido la paciencia de leer hasta el final se habrán dado cuenta de que el ferrocarril de circunvalación, el de Madrid-Burgos y el enlace subterráneo pueden acoplarse de diferentes maneras, y de que si se elige con poco acierto, la consecuencia será tener que construir todo en seguida, sin dar lugar a que el tiempo lo vaya exigiendo.

Manuel AGUILAR
Ingeniero de Caminos

Hormigón armado

Abaco para el cálculo de piezas rectangulares a flexión compuesta

La viga de sección rectangular, tan usada en las construcciones de hormigón armado, se encuentra en la mayoría de los casos sometida a un régimen de flexión compuesta, y a pesar de su generalidad, el cálculo de estas piezas es molesto y laborioso, por ser comprobativo y no determinativo, siendo necesario tantear, que es cosa fácil para un especialista, pero resulta pesado para quien no lo es.

Para calcular una viga de sección rectangular hay que prefijar sus dimensiones y calcular la excentricidad relativa, dividiendo la excentricidad de la fuerza en la sección que se considere por el canto c que hayamos pensado; después, en una tabla, teniendo en cuenta las cuantías q y q' de tracción y compresión y el coeficiente de equivalencia r entre el hormigón y el metal, se conoce el coeficiente φ , que es la relación entre la distancia al borde de la fibra neutra y el canto c

de la viga. Con este coeficiente φ se entra en la fórmula

$$H = F \frac{?}{ac \left[\frac{\varphi^2}{2} + 0,9Kqr\varphi - r\varphi(1 - \varphi) \right]} \quad (*)$$

siendo H la carga del hormigón, F la fuerza que actúa excéntricamente, a el ancho de la viga, K la relación $\frac{q'}{q}$, c el canto y φ el coeficiente encontrado en la tabla. Si el valor H es igual o menor que el que asignemos al hormigón, la viga sirve; de no ser así hay que modificar las dimensiones a y c .

Vamos a tratar de simplificar estos cálculos de la siguiente manera: Englobemos en un coeficiente w la expresión

$$w = \frac{\varphi}{\frac{\varphi^2}{2} + 0,9Kqr\varphi - r\varphi(1 - \varphi)}$$

(*) Véase *Hormigón armado*, Peña Boeuf.