

especiales. Consecuencias: correspondencias interminables de un Ministerio á otro, complicaciones, lentitudes que han llegado á ser legendarias. Los asuntos se eternizan y todo el mundo se queja» (1). Y precisamente frente á este desbarajuste Chardon presentaba con el ejemplo de Italia el de España.

Nuestro Ministerio de Fomento, con perfecta razón desprendido del Ministerio de la Gobernación, y después de haberse separado lógicamente de Instrucción pública, constituye hoy el centro administrativo de la vida económica interior del país. Hay aquí una unidad de función que debe ser reconocida y que no debe ser quebrantada. Quizá para la realización de este ideal algunas escasas atribuciones le sean todavía extrañas; tal vez ciertos servicios de otros Ministerios debieran incorporársele, también es posible que en la organización interior del Ministerio cupieran modificaciones útiles, pero la división sería seguramente funesta para la buena coordinación de los servicios.

Y llegamos finalmente á la inspección. Gracias á ella, la Administración toma conciencia de sí misma y ofrece sus resultados al juicio de la colectividad.

La inspección debe ser organizada de una manera permanente, porque es el único modo de que sea eficaz; si la inspección no acude si no ante el escándalo, no podrá evitar nada y correrá riesgo de convertirse en una anticipada censura, tal vez injusta, prematura, por lo menos.

Pero no basta esta especie de examen de conciencia realizado por la Administración sobre sí misma y que pudiera ser demasiado complaciente, con la propia conducta y con los propios criterios. Es preciso también que haga confesión general para que sus errores y sus faltas, si los hubiera, puedan ser señalados y su conocimiento impida su repetición. La publicidad de todos sus actos: he ahí el mejor freno contra todas las demasías.

Pero tampoco es posible esta publicidad pronta y diáfana, como debería ser para ser eficaz, si la legislación y los reglamentos no se inspiran para establecer la regla en las conveniencias y en las posibilidades técnicas, prescindiendo de garantías ilusorias y de limitaciones, que de ser escrupulosamente cumplidas, paralizaría toda marcha y acabarían por suprimir las faltas de funcionamiento suprimiendo la función. La ley de Contabilidad habrá pasado por vuestra mente: no es quizás la única, ni es posible aquí entrar en su examen, sin abusar excesivamente de vuestra inagotable paciencia.

Al mismo fin puede contribuir el admitir á colaborar con la Administración á los mismos administrados. Ejemplos de ello ya tenemos en la organización de las Juntas de Obras de Puertos y en las de Pantanos y Canales; algunas otras se han tratado de crear sin igual justificación y con poca fortuna. Condición primordial para que tales organismos den resultados aceptables es su separación absoluta de toda cuestión fundamentalmente técnica, y al mismo tiempo que los intereses representados por ellos sean en la realidad y no en el nombre ó en la apariencia los que con las obras han de ser servidos. De lo contrario se recaería en el dominio de la incompetencia y se correría el riesgo de introducir en las obras mismas la perniciosa influencia de las luchas políticas de partido que nos afanábamos por alejar de la dirección suprema de los negocios y que vendrían aquí agravadas con los puntos de vista aun más mezquinos de las banderías locales. Las soluciones en este punto tampoco pueden responder á un criterio cerrado y absoluto: es la oportunidad la que domina en asunto que tanto puede variar con el progreso de las costumbres públicas y de la educación social; que también á su vez pueden ser influidas por instituciones que cabría hasta cierto punto considerar como escuelas de ciudadanía.

(1) *Les Travaux publics*, páginas 130-140.

Y con esto daremos por terminado nuestro rápido examen. Mucho aún queda por profundizar y no poco por decir: el tiempo no permite ser completo, y sería además en mi pretensión indisculpable el intentarlo, tratándose de asunto tan complejo en el que deben ser puestos á contribución los conocimientos, las ideas y la experiencia de todos. Esta debe ser la principal misión de este Congreso, que no debe interrumpir definitivamente sus tareas sin madurar el estudio de estas cuestiones sobre las que no debe improvisarse, pero que tampoco deberán quedar abandonadas á la ignorancia de los unos, á las ambiciones de los otros y á la indiferencia de los demás.

Al inaugurar en Francia el año pasado el Congreso de Ingeniería civil, hubo de decir el Ministro que le presidía que eran aquellos los Estados generales de la Industria. Más de un siglo antes otros Estados generales unidos en el Juego de pelota juraron no separarse antes de dar á Francia una constitución. Aquellos hombres eran los representantes del pueblo y los defensores de su soberanía; podían imponer soluciones en nombre de un nuevo Poder que surgía á la vida pública: los Ingenieros al dirigirse al país no le hablarán en nombre de un derecho que no entienden ostentar; le hablarán en nombre del deber en que se encuentran de marcar los caminos que juzgan eficaces para el mayor rendimiento de sus esfuerzos y de sus sacrificios. A este efecto también deben jurar no separarse en vano y vana habría sido su actuación si toda se redujera á una aprobación atropellada de conclusiones que aun autorizadas por respetables firmas no es posible examinar en breves días con la profundidad que exige su trascendencia; de tantas fecundas enseñanzas habrá que hacer la selección que aconsejen las realidades nacionales tras estudio severo y reposada meditación para que el voto final que dentro de estas garantías debe ser lo más próximo posible brote de un profundo y decidido convencimiento en vez de ser fruto de rápido ó irreflexivo entusiasmo.

Cuando ese día llegue los Ingenieros podrán decir al país: este es nuestro consejo; tú eres el árbitro. Servidores de la Nación dispuestos estamos á acatar el fallo que dicten sus órganos autorizados, pero no habríamos creído cumplir con el más elemental de nuestros deberes sin exponer con libertad, pero sin arrogancia, nuestra leal y honrada opinión, fruto de nuestra inteligencia y de nuestro corazón que dispuestos estamos á consagrar en el altar venerando de la Patria.

EL FERROCARRIL DIRECTO DE MADRID Á FRANCIA Y SU TRAZADO MÁS CONVENIENTE (1)

POR

DON JOSÉ VALENTÍ DE DORDA

Ingeniero de Caminos.

I.—Consideraciones generales

En los meses de Febrero y Marzo últimos publicó el autor de estas líneas una serie de artículos en el diario madrileño *El Sol* sobre el estado actual de nuestra red ferroviaria, como punto de partida para el estudio de las características más convenientes que ha de tener la gran red de ferrocarriles directos que debe construirse y de la cual hay ya algunas líneas en proyecto. Coincidió esta campaña con la emprendida por el ilustre Jefe del Cuerpo de Caminos Sr. Bellido, en otros periódicos diarios y desde la *Re-*

(1) Con motivo del Congreso de Ingeniería ha vuelto á tratarse de este interesante asunto.

VISTA DE OBRAS PÚBLICAS, y con la discusión habida en las columnas de *Madrid Científico* entre el Excmo. Sr. Vizconde de Eza y el ilustre Ingeniero D. Antonio González Echarte; y quizás estos trabajos, unidos a la discusión en Cortes del proyecto de ley del 21 de Enero último, relativo á la construcción por cuenta del Estado de un ferrocarril directo entre la Frontera Francesa y el puerto de Algeciras, y el publicado en la *Gaceta* del 15 de Febrero referente á la construcción en análogas condiciones del ferrocarril directo Madrid-Valencia y del ramal Pamplona Pasajes, han sido la causa fehaciente de este clamor de entusiasmo en regiones abandonadas hasta hoy por los Poderes públicos en este aspecto y de tanta queja exteriorizada en muchas otras que se estiman preferidas.

Sobre mi mesa tengo una «Propuesta de modificación del Proyecto de ley para la construcción por el Estado, del ferrocarril de la Frontera Francesa á Algeciras, presentada por las Diputaciones y Ayuntamientos de Burgos, San Sebastián, Santander, Vitoria, Bilbao y Segovia» y un folleto anónimo titulado: *Una opinión acerca del Proyecto de ferrocarril directo entre la Frontera Francesa y el puerto de Algeciras*. Sabido es que en Burgos funciona una titulada «Comisión burgalesa de iniciativas ferroviarias» que á todas partes se dirige en solicitud de adhesiones á unas conclusiones á primera vista de cierto carácter general ferroviario, pero de las que pretenden deducir consecuencias bien particularistas. Por su parte, Guadalajara, Soria y Logroño también se aprestan á la defensa de sus intereses nombrando una Comisión fija en Madrid, integrada por valiosísimos elementos.

Todos estos esfuerzos y trabajos á los que seguramente habrá que sumar algunos más que yo desconozca, acreditan bien claramente que el país y dentro de él, naturalmente en mayor grado las regiones directamente interesadas, se preocupa y presta toda su atención á cuestiones ferroviarias que hasta ahora no habían pasado del dominio de escaso número de técnicos si se exceptúa el cariño con que siempre las distinguió y prestó su valioso apoyo S. M. el Rey, que en estos asuntos como en tantos otros es más técnico que muchos que de ello presumen. Hora es, pues, de que cada uno dentro de nuestras fuerzas contribuyamos á encauzar este movimiento grande de opinión, y yo me creo más obligado que otro cualquiera á hacerlo así, cuanto en mis modestos artículos se ha encontrado base para algunos de los trabajos y campañas de que he hecho mención; y sin más preámbulos, justificada mi intervención en el asunto, paso á desarrollar el tema que me he propuesto.

II.—Ferrocarril directo de Madrid á la frontera francesa.

En los folletos y artículos de que he hablado se narra con todo detalle la historia del anteproyecto de ferrocarril directo de Madrid á la Frontera Francesa redactado por una Comisión presidida por D. Antonio González Echarte en cumplimiento de las Reales órdenes de 17 de Enero de 1914 y 31 de Enero del mismo año. Conocido también es el informe hecho por monsieur Lavis por encargo de la American International Corporation proponiendo una variación en el trazado. Comenzada a principios del año corriente la discusión pública de este asunto, puede asegurarse que cada capital de provincia más ó menos posiblemente afectada por el futuro ferrocarril directo propone un trazado distinto y lo defiende con todas las energías que le da su convencimiento y su interés, no intentaremos, pues enumerar todos los trazados propuestos para la unión directa de Madrid con la Frontera Francesa, pero sí daremos cuenta de los principales.

1.º TRAZADO DEL ANTEPROYECTO.—Partiendo de Madrid cruza la divisoria entre el Tajo y el Duero por el puerto de Bochones (1.233 metros) toma Soria como punto obligado, baja al Ebro

por el abrupto puerto de Oncala, llega á Calahorra y sube á Pamplona siguiendo el Arga. Desde Pamplona sigue por el Arga y cruza los Pirineos por el puerto de Urtiaga en los Alduides (912 metros) debiendo enlazar en Dax con la red francesa. El trayecto Madrid-Frontera, todo él de nueva construcción, supone una longitud aproximada de 440 kilómetros.

2.º TRAZADO POSIBLE SEGÚN ECHARTE, SI SE PRETENDE UTILIZAR LÍNEAS EXISTENTES.—Utilizando las líneas existentes Madrid-Torrálba y Torrálba-Soria, construyendo el trozo Soria-Castejón, utilizando el existente Castejón-Pamplona y construyendo el ramal Pamplona-Urtiaga, se tiene un trazado de 474 kilómetros de longitud aproximada, de los cuales únicamente serían 137 kilómetros de nueva construcción, la mayoría de ellos por terreno fácil.

3.º TRAZADO DAVIS.—Se decide por un trazado Madrid, Paredes, Almazán, Agreda, Alfaro, Pamplona, Urtiaga, intermedio entre el 1.º y 2.º, todo él de nueva construcción, de desarrollo algo mayor que el del primer trazado, pero de recorrido más suave.

4.º TRAZADO SOMOSIERRA-BURGOS.—Construyendo la línea directa Madrid-Burgos por el puerto de Somosierra, Aranda de Duero y Lerma y utilizando el trozo existente Burgos-Irún.

5.º TRAZADO SEGOVIA-BURGOS.—Utilizando la línea actual Madrid-Segovia, construyendo la línea directa Segovia-Burgos y aprovechando como en el trazado anterior el trozo Burgos-Irún.

6.º TRAZADO EXISTENTE.—Línea del Norte Madrid-Irún con 640 kilómetros de recorrido.

El 4.º trazado que he indicado es el que se preconiza en la Propuesta de modificación de Diputaciones y Ayuntamientos de Burgos, San Sebastián....., y el 5.º trazado lo defiende el folleto anónimo de que he hecho mención. Ambos se caracterizan por tomar la estación actual de Irún como enlace con la red francesa, evitando así la construcción del centenar de kilómetros de enlace de Urtiaga con Dax (1), ventaja que apreciarán especial y grandemente nuestros vecinos los franceses.

No he hablado de la longitud de los trazados 4.º y 5.º porque desconozco los detalles de los trazados a construir que preconizan los defensores de esas soluciones, y como de ellos depende mucho su desarrollo, me parece preferible dar un resumen de los trazados estudiados con anterioridad y de ellos deducir las posibles longitudes y condiciones de los que pudieran ejecutarse. Del estudio de los trazados estudiados entre Madrid y Burgos que á continuación expongo, he deducido el siguiente estado de longitudes tomando Dax como punto obligado de enlace con la red francesa.

	Longitud en España. — Kilómetros.	Longitud en Francia. — Kilómetros.	TOTAL — Kilómetros.
1.º Madrid-Bochones-Soria-Calahorra-Pamplona-Urtiaga-Dax.....	440	107	547
2.º Madrid-Torrálba-Soria-Castejón-Pamplona-Urtiaga-Dax.....	474	107	581
3.º Madrid-Paredes-Almazán-Alfaro-Pamplona-Urtiaga-Dax.....	450	107	557
4.º Madrid-Somosierra-Burgos-Irún-Dax.....	570	80	650
5.º Madrid-Segovia-Aranda-Burgos-Irún-Dax.....	590	80	670
6.º Madrid-Medina Burgos-Irún-Dax...	640	80	720

(1) El recorrido del puerto Urtiaga á Dax sería de unos 107 kilómetros contra los 80 kilómetros que tiene el de Irún-Dax.

III.—Trazados estudiados entre Madrid y Burgos.

La longitud actual del recorrido Madrid-Burgos por la línea del Norte, que es de 370 kilómetros, aproximadamente, ha pretendido acortarse en multitud de proyectos fundados unos en la realización del ramal directo Segovia-Burgos y otros en un enlace completo de nueva construcción Madrid-Burgos cruzando el Guadarrama por el puerto de Somosierra.

Los proyectos que yo conozco fundados en esta última resolución, aparte de los ensayos y estudios muy antiguos, son los siguientes:

a) Proyecto de ferrocarril directo Madrid-Santoña por Burgos, del que era concesionario M. Charles Braconnier, cuya confrontación se hizo en 1897 y cuyos trabajos de ejecución ya comenzados fueron paralizados en absoluto por la declaración de guerra entre España y los Estados Unidos.

Este ferrocarril estaba proyectado con carácter económico, con ancho de vía de un metro, rampas de 23 por 1.000 y curvas hasta de 150 metros de radio. Las estaciones eran las siguientes: Madrid, Hortaleza, Alcobendas, Algete y Fuente el Saz, Valdeterres, Molar, Torrelaguna, El Berruoco, Lozoyuela, Manjirón, Buitrago, Braojos y La Serna, La Acebeda, Santo Tomé del Puerto, Cerezo de Arriba, Riaza, Corral de Ayllón, Maderuelo, Linares, Fuente el Césped, Aranda de Duero, Gaimiel, Oquillas, Cilleruelo, Castrillo, Lerma, Torrecilla, Madrigal, Revillarruz y Burgos.

El trazado tiene:

	Kilómetros.
En horizontal.....	50,727
Rampas entre 0 y 7,5 ‰.....	56,997
» » 7,5 ‰ y 15 ‰.....	52,094
» » 15 ‰ y 20 ‰.....	81,006
» » 20 ‰ y 23 ‰.....	23,004
TOTAL.....	263,828

b) Proyecto de la Vasco Castellana, utilizando las antiguas concesiones de Madrid á Fuente el Saz con ramales á Torrelaguna y Alcalá, Torrelaguna á Boceguillas con ramal á Aranda de Duero, Aranda de Duero á Burgos y buscando la prolongación á Bilbao; se proyectó de ancho de vía de 1,435 metros, curvas mínimas de 300 metros y rampas máximas de 16 por 1.000, es decir, con características de línea de gran tráfico.

Las estaciones eran Madrid, Fuencarral, San Sebastián, San Agustín, El Molar, Torrelaguna, Berruoco, Manjirón, Prádena, Somosierra, Cerezo, Castillejo, Boceguillas, Ureña, Torreadrana, Moradillo, Adrada, Aranda de Duero, Ventosilla, Cabañas, Cilleruelo, La Andaya, Lerma, Villamayor de los Montes, Ontoria, Cuzcurrita, Ibeas y Burgos.

El trazado tenía:

	Metros.
En horizontal.....	62,287
Rampas entre 0 y 5 ‰.....	44.618
» » 5 ‰ y 10 ‰.....	81.107
» » 10 ‰ y 12 ‰.....	46.686
» » 12 ‰ y 14 ‰.....	7.688
» » 14 ‰ y 16 ‰.....	79.855
TOTAL.....	322.241

c) El proyectado ferrocarril económico de Bosch, Zapata y Brockman de los años 1892 y 1894, de Madrid á Burgos, de vía estrecha, curvas de 150 metros de radio y rampas hasta de 30 ‰, con un desarrollo total de 272,3 kilómetros.

Como se ve, todos los proyectados ferrocarriles directos de Madrid á Burgos tiene desarrollos por encima de los 270 kilómetros, y el trazado que había de elegirse para el directo de Madrid á Francia habrá de asemejarse mucho por sus características al de la Vasco Castellana, y aun cuando á costa de aumentar la importancia de las obras de fábrica y movimientos de tierra se rebajará algo de la longitud de 322 kilómetros que aquel trazado tenía, no se podrá fácilmente bajar de los 300 kilómetros, economizando unos 70 kilómetros sobre el recorrido actual.

La otra resolución de aprovechar los 101 kilómetros del recorrido actual Madrid-Segovia construyendo el directo Segovia-Burgos tiene su apoyo el estar este último ramal incluido en la ley de Ferrocarriles complementarios de 25 de Diciembre de 1912, pero tiene el grave inconveniente de que siendo el trayecto Segovia-Burgos uno de los más suaves de la línea del Norte, es muy difícil de acortar beneficiosamente, como se ordenaba en el preámbulo del proyecto de la ley de que hablamos, pues la región de Sepúlveda es sumamente accidentada y entre Aranda y Burgos hay que cruzar algunos valles de través y en muy malas condiciones, y de ahí que el primer proyecto de ferrocarril directo de Segovia á Burgos, por Sepúlveda y Aranda, que se presentó á la confrontación de la primera División de ferrocarriles, fué desechado previo el informe desfavorable del Ingeniero-Jefe de la División.

Actualmente se halla un segundo proyecto modificando el primero sometido á confrontación, y, como es natural, nada podemos prever sobre la suerte que corra, pero no creemos muy atrevido afirmar que no mejorará grandemente el estado actual de comunicaciones entre Segovia y Burgos, y no pasará de una cincuentena de kilómetros el acortamiento que signifique, pues el primer proyecto Segovia-Burgos tengo entendido que tenía cerca de 220 kilómetros de recorrido y seguramente en el proyecto modificado aumentará éste.

Creemos, pues, en vista de lo dicho, haber justificado ampliamente las cifras de 300 kilómetros para la longitud de la línea directa de Madrid-Burgos y 320 kilómetros para el Madrid-Segovia-Burgos que, agregados á los 270 kilómetros largos que hay de Burgos á Irún, dan 570 kilómetros y 590 kilómetros, respectivamente, para los dos trazados Madrid-Somosierra-Burgos-Irún y Madrid-Segovia-Aranda-Burgos-Irún, que son los desarrollos que he hecho figurar en el cuadro del capítulo anterior.

IV.—Trazado más conveniente.

¿Es que el trazado más corto es siempre el más conveniente? Lejos está de mi ánimo el sentar tan descabellada afirmación, y en un artículo publicado en el número 452 de *El Sol*, estimo que aclaro suficientemente este concepto. Decía en él que al comparar distintos trazados entre dos puntos, hay que marcarse los puntos de vista bajo los cuales se va á hacer el estudio para determinar su mayor ó menor conveniencia; y de la infinidad de puntos de vista que pueden adoptarse no cabe dudar que los más importantes son los tres siguientes:

- ¿Cuál es la línea más rápida de recorrer?
- ¿Cuál es la que supone menores gastos de explotación?
- ¿Cuál es la de más económica construcción?

Además los resultados de la aplicación de los dos primeros puntos de vista varían, según fijemos nuestra atención en los tráficos rápidos ó lentos de viajeros, mixtos ó de mercancías, y según el sistema elegido para la tracción, sea de vapor ó eléctrico.

Tratándose de la línea directa de Madrid á Francia, estimo que, de acuerdo con lo decidido por el Ministerio de Fomento, la tracción debe ser eléctrica, aunque no fuera éste el sistema más económico, pues, de no serlo, la desventaja no sería mucha, y

las ventajas en las restantes condiciones de la tracción la compensarían ampliamente. Respecto á la clase de tráfico á que se debe conceder primordial atención, por el carácter de dicha línea directa, con un tráfico de viajeros intercontinental entre París y Dakar, opino que debe estudiarse principalmente su adaptabilidad al tráfico de viajeros, no olvidando, naturalmente, la importancia que el tráfico rápido de mercancías ha de alcanzar.

a) ¿Cuál es la línea más rápida de recorrer?

Fijadas ya estas premisas, vamos á comenzar nuestro estudio indagando los tiempos empleados en el recorrido por los distintos trazados que se proponen. Indudablemente las curvas de pequeño radio en un trazado imposibilita el conseguir grandes velocidades; análoga influencia se concede generalmente á las fuertes rampas y pendientes, sin que la realidad, especialmente tratándose de tracción eléctrica, lo confirme. En efecto, la gran capacidad de los tractores eléctricos permiten subir á gran velocidad rampas por fuertes que sean, especialmente si no son muy largas; por lo que respecta á las pendientes, todos sabemos que prácticamente en las pendientes de 20 por 1.000 existentes en la línea del Norte para el paso de la Sierra de Guadarrama, los trenes rápidos alcanzan velocidades próximas al centenar de kilómetros por hora, siempre que se trata de compensar retrasos en el cumplimiento del horario, confiándose los conductores casi en absoluto en el freno automático de vacío; júzguese, pues, de la posibilidad de realizar esas velocidades en las bajadas, con tracción eléctrica, disponiendo, á más del frenaje automático, del frenaje eléctrico de accionamiento regulable y poderosísimo.

Partiendo, pues, de la premisa de la utilización de la tracción eléctrica y tomando un promedio de velocidades de circulación en las distintas rampas subiendo y bajando, para el tráfico rápido de viajeros obtendremos las siguientes cifras:

RAMPAS	Velocidades de circulación.
	Kilómetros por hora.
Horizontal.....	100
5 ‰.....	96
10 ‰.....	90
15 ‰.....	83
20 ‰.....	75
25 ‰.....	65

Fundándonos en estas cifras, y sin tener por ahora en cuenta el retraso ocasionado por curvas, paradas en las estaciones, etcétera, llegamos á los siguientes tiempos aproximados de recorrido para cada uno de los trazados que estamos estudiando entre Madrid y la Frontera.

- 1.º 5 h. 10'
- 2.º 5 h. 25'
- 3.º 5 h. 15'
- 4.º 6 h. 40'
- 5.º 6 h. 55'
- 6.º 7 h. 05'

Claro es que á estos tiempos de recorrido hay que agregar el tiempo perdido en el tránsito de curvas (las mínimas son de 300 metros de radio en casi todos los trazados y en longitud aproximadamente igual) en paradas en las estaciones con los frenajes y arrancas consiguientes y el tiempo necesario para llegar desde la Frontera hasta Dax. Puede, sin embargo, fácilmente deducirse que los trazados más rápidos de recorrer son el 1.º, 2.º y 3.º y

que se recorren seguramente en un 15 por 100 ó un 20 por 100 menos de tiempo que los trazados 4.º, 5.º y 6.º

Esta comparación que hemos hecho para un tráfico rapidísimo de viajeros podríamos repetir para toda clase de tráficos de viajeros y mercancías y seguramente los resultados diferirían muy poco de los expuestos.

b) ¿Cuál es la línea que supone menores gastos de explotación?

Existen multitud de fórmulas que pretenden, dada una línea férrea de cierta pendiente, determinar la longitud de un tramo horizontal equivalente desde el punto de vista de la resistencia á la tracción por tonelada de tren, longitud que denominan *longitud virtual* de la línea á estudiar. Estas fórmulas de escaso valor científico, y ya desacreditadas en el Congreso de Ferrocarriles de Bruselas de 1885, han sido utilizadas por algunos tratadistas para deducir, dada una línea, la longitud de tramo horizontal equivalente en gastos de tracción y en gastos de explotación; estas últimas fórmulas son las que comentaremos aquí y de ellas las de la Comisión Suiza de Amiot, Menche de Loins y Jacquier, que son las más conocidas.

Todas ellas están fundadas en la tracción de vapor y suponiendo líneas de exclusivo tráfico lento de mercancías: de ahí que lleguen á coeficientes exageradísimos y que me haya creído en el deber de agregar en el cuadro que á continuación expongo, una columna de longitudes virtuales probables con tracción eléctrica. Para deducir los números que en ella figuran he tenido en cuenta que con tracción eléctrica, el consumo de energía representa tan sólo de un 5 á un 10 por 100 del total de los gastos de explotación y que la influencia de las rampas en la composición de trenes con tracción eléctrica no es tan desfavorable como con tracción de vapor. Además he considerado una línea con tráfico de viajeros y mercancías igualmente dignos de ser tenidos en cuenta. En las bajadas la tracción eléctrica no supone consumo de energía y puede suponer recuperación, y he tomado para el cálculo de las cifras de gastos de explotación tráficos equivalentes subiendo y bajando, que es el caso general. El cuadro es el siguiente:

Rampas en milésimas.	GASTOS DE EXPLOTACIÓN				
	Comisión suiza 1873.	Amiot 1879.	Menche de Loins 1879.	Jacquier 1904.	Tracción eléctrica.
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,25	1,25	1,00	1,00	1,00
10	1,52	1,50	1,17	1,30	1,10
15	1,81	1,75	1,45	1,63	1,20
20	2,13	2,00	2,31	2,11	1,35
25	2,46	2,25	2,64	2,76	1,50
30	2,82	2,50	3,21	»	»
40	3,64	3,00	»	»	»
50	4,60	3,50	»	»	»

Los coeficientes de la última columna que á primera vista pueden parecer reducidos, son más bien elevados, pues he extremado en su obtención el criterio pesimista. Aplicando estos coeficientes al cálculo de la longitud virtual equivalente de cada uno de los trazados que pretendemos comparar, desde el punto de vista de los gastos de explotación, llegamos á los siguientes resultados:

	Kilómetros virtuales.
Madrid á Francia (trazado del anteproyecto).....	517
Madrid-Torralba-Soria-Castejón-Pamplona-Urriaga.....	553
Madrid-Paredes-Almazán-Alfaro-Pamplona-Urriaga.....	525
Madrid-Somosierra-Burgos-Irún.....	664
Madrid-Segovia-Aranda-Burgos-Irún.....	690
Madrid Medina-Burgos-Irún.....	724

Es decir, que la explotación por los trazados por Soria (ó próximos á esta ciudad) y Pamplona resultará de un 17 á un 26 por 100 más económica que con los trazados por Burgos é Irún. No hemos tenido en cuenta la influencia de las curvas por las razones expuestas anteriormente.

c) ¿Cuál es la línea de más económica construcción?

Indudablemente las soluciones más económicas de construcción son aquellas que utilizan en su totalidad ó en parte líneas ya construídas, y á las que únicamente habría que dotar (salvo excepciones) de doble vía, de instalaciones más completas de vía y material y proceder á su electrificación.

El trazado del anteproyecto tiene un coste de construcción, según los cálculos del Sr. Echarte, de unos 340 millones de pesetas, comprendido el coste de la electrificación, pero excluido el importe de los saltos.

De construirse con simple vía su importe, ascendería solamente á unos 250 millones. Estos cálculos se basan en los precios anteriores á la guerra, dada la inestabilidad y gran tendencia á la baja de los precios actuales.

El trazado Madrid-Torralba-Soria-Castejón-Pamplona-Urriaga necesita, en los 337 kilómetros ya en explotación de su recorrido, la construcción de doble vía, electrificación y ampliación de sus instalaciones, cuyo coste podemos calcularlo en 300.000 pesetas por kilómetro, ó sea un total de 100 millones de pesetas. Además hay 137 kilómetros de nueva construcción, cuyo coste, fundándonos en las cifras del Sr. Echarte, podrá ser de unos 110 millones, con lo cual el total de las obras á efectuar ascendería á unos 210 millones.

Con simple vía se reduciría este presupuesto á unos 140 ó 150 millones.

(Continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Empleo del carbón pulverizado en una locomotora del Great Central Railway (Inglaterra) (Conclusión).

En los edificios que contienen carbón pulverizado, debe prohibirse fumar y emplear luces descubiertas, y deben vigilarse los recipientes que contienen el combustible para reparar cualquier fuga que se produjera, con el mismo cuidado que si se tratase de una fuga de gas ó de esencia.

Todos los depósitos, transportadores, pulverizadores de carbón, etc., deben ser absolutamente impermeables, y no se debe emplear en su construcción madera ni ninguna otra materia inflamable.

Se debe evitar toda acumulación de carbón pulverizado al aire libre y, si se produjera, se la debe barrer después de haberla mojado, y no expulsarla por una corriente de aire.

El alumbrado de los locales ó aparatos debe realizarse con lámparas eléctricas incandescentes, cuidadosamente protegidas contra los choques.

En las instalaciones de desecación, la temperatura de los gases no debe exceder de 200°.

Para transportar el combustible de un depósito á otro, se debe evitar el empleo del aire comprimido.

Al suspender el funcionamiento de una instalación de pulverización, por ejemplo, al fin de la jornada, se debe evacuar de los aparatos de pulverización ó desecación todo el carbón pulverizado que en ellos se encuentre.

Si el carbón contenido en un depósito que alimenta un hogar viniera á ponerse en combustión, sería necesario enviarle al hogar por medio de los aparatos de distribución, lo más pronto posible.

El carbón pulverizado debe secarse hasta contener menos de un 1 por 100 de humedad.

En marcha normal, las superficies de calefacción de las calderas deben airearse casi cada seis horas, á fin de mantener elevado el rendimiento de evaporación.

Para detener el funcionamiento de una caldera, es necesario suspender la llegada de combustible, cerrar por completo las entradas de aire y el registro de la chimenea.

Gracias á estas precauciones, el empleo del carbón pulverizado no presenta riesgos de tal naturaleza que hagan imposible su empleo.

Las instalaciones mecánicas de la fábrica eléctrica de Coventry (Inglaterra).

Recientemente se ha terminado la instalación de aparatos mecánicos de transporte del carbón, de carga de las calderas y de evacuación de las cenizas en la importante fábrica eléctrica de Coventry, cerca de Londres, que se ha desarrollado últimamente de un modo considerable y que suministra la energía á numerosos talleres industriales de las cercanías.

La fábrica se compone de dos edificios principales: uno antiguo que encerraba en un principio la estación entera, y uno reciente que contiene una nueva sala de calderas.

El primer edificio, de 75 metros de longitud y 40 de anchura, próximamente, contiene una parte de las calderas y cuatro grupos turboalternadores de 3.000 kilovatios, uno de 600 y dos instalados hace poco, de 6.000 kilovatios.

El segundo edificio, que constituye una moderna sala de calderas, tiene 33 metros de longitud y 22 de anchura, próximamente, y contiene ocho calderas y sus aparatos accesorios correspondientes.

Está situada la fábrica á la orilla del canal de Coventry, por donde recibe los carbones procedentes del Warwickshire. La descarga de este carbón venía á ser difícil por la naturaleza de las chalanas que los llevaban y cuya capacidad no era más que de 30 toneladas. Esta pequeña capacidad se opone, en efecto, al empleo de aparatos de descarga mecánica de gran consumo; con el uso de cubetas prensoras se correría el riesgo de averiar las paredes de las embarcaciones, así es que la descarga de éstas se verifica á brazo, pero todos los demás transportes del carbón en la fábrica se hacen mecánicamente. Vamos á describir el conjunto de esta instalación, que constituye un ejemplo interesante de transporte en una estación eléctrica, para lo cual resumimos un artículo que M. P. C. publica en *Le Génie Civil*, conforme á la descripción detallada hecha por M. Frederick George Zimmer en la *Engineering*.

Desembarco del carbón.—El frente de la fábrica sobre el canal permite la descarga simultánea de cuatro chalanas, descargándose el carbón del interior de estas embarcaciones sobre unos transportadores de correa establecidos á lo largo de la orilla. La descarga puede hacerse á razón de 120 toneladas por hora. Los transportadores están bordeados por dos palastros dispuestos de manera de formar una sección en V, que permite cargar con facilidad el carbón; unos cancelones están, por otra parte, dis-