

da ecuación. Cuando los cambios de temperatura, en relación con la forma de sustentaciones, den origen a nuevas reacciones, introducidos sus valores incógnitos como variables en nueva fórmula del trabajo elástico consiguiente a nuevo equilibrio, se operará como en el caso general, condicionando los recorridos como las sustentaciones exijan.

Si por convenir al cálculo se estimasen como incógnitas algunas fuerzas interiores, normales, cortantes, ó momentos, expresado el trabajo elástico total en función de ellas, bastaría igualar á cero las derivadas parciales de tal expresión con relación á cada una de las incógnitas, puesto que los valores de éstas han de hacer mínimo aquel trabajo para obtener cuántas ecuaciones sean necesarias.

La generalidad del procedimiento es absoluta, trátase de estructuras isostáticas ó hiperestáticas; pero en la práctica conviene recurrir, en tanto como posible sea, á las ecuaciones de la estática, que son más sencillas.

Con las reacciones y las fuerzas dadas quedan conocidas todas las acciones exteriores, y entonces se pueden determinar las deformaciones en cada punto ó sección, utilizando el teorema de las derivadas del trabajo, siendo incógnitas los recorridos. Si en el punto ó sección considerados no actúa fuerza con respecto á la cual pueda efectuarse la derivación, se recurre á introducir la acción unidad, que permite en el equilibrio que produce determinar directamente los elementos de cálculo que entran en la derivada, según demuestra la teoría.

El procedimiento, además de general, ventaja que por sí sola lo justifica, es breve y sencillo en las aplicaciones prácticas. Pruébanlo la multitud de ejemplos en su mayoría considerados como complicados, que Castigliano y Zafra presentan, siendo el más notable para mí, quizá por el contraste favorable que ofrece con cuanto sobre él se ha escrito, el problema formidable del arco empotrado, disimétrico y con sección variable según una ley cualquiera, que el último de los dos citados Ingenieros resuelve por un método exclusivamente suyo, basado en la teoría del primero. Este caso, considerado prácticamente insoluble por la Mecánica clásica, si se acomete de frente es el reclamo más grande y legítimo que puede hacerse del nuevo sistema.

Sus más importantes ventajas para el técnico pueden resumirse diciendo que permite resolver todas las cuestiones sobre el equilibrio de las estructuras elásticas sin necesidad de recurrir á hipótesis enojosas y admitiendo, en cambio, todas las circunstancias que en cada caso puedan ocasionar variaciones en las fuerzas que actúan. Es consecuencia lógica de semejantes ventajas una mayor exactitud en el cálculo, que autoriza á forzar los coeficientes de trabajo, hasta hoy limitados en parte por la imperfección de los procedimientos empleados para valorar las fuerzas elásticas, abaratando así la construcción.

Yo me atrevo á recomendar á todos los Ingenieros que lo estudien con interés, á conciencia de que presto un señalado servicio á mi patria y á ellos. No cejen ante las dificultades que el saber de Castigliano, profundo matemático, les presente. La inteligencia del hombre es campo cultivado, en el cual el arado tiende á marchar siempre por los mismos surcos, oponiendo resistencia á todo intento de abrir otros nuevos ó ya abandonados. Acaso crea obedecer con ello al teorema del menor trabajo. ¡Lamentable error! Desgraciados de nosotros si no caminamos al compás que marca el progreso, aun á despecho de nuestras miserables fuerzas.

Y termino. La amplitud del tema es tal, que su completo desarrollo llenaría las páginas de un voluminoso libro. Yo temo excederme, fatigando vuestra atención, harto deferente ya para

mi. Perdonad, y ayudadme á grabar en la Historia de la Ciencia, con indelebles letras de oro, el nombre inmortal de Alberto Castigliano.

HE DICHO.

LOS FERROCARRILES SUIZOS (1)

(A propósito de una obra de Mr. Placide Weissenbach, antiguo Presidente de la octava sesión del Congreso internacional de Ferrocarriles.)

POR EL

Dr. A. BONZÓN

Segundo Vicecanciller de la Confederación suiza.

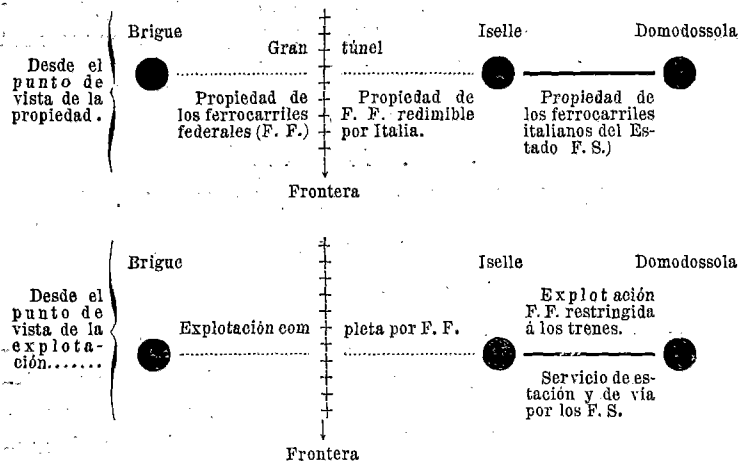
(CONTINUACIÓN)

Habiendo creído descubrir el Gobierno italiano los inconvenientes ulteriores que podrían resultar al sustituir una administración de Estado á una Compañía particular, creyó oportuno se entablasen negociaciones. Una conferencia de delegados de ambos países, celebrada en Roma en Enero de 1903, no tuvo éxito. Finalmente, se llegó á un acuerdo por medio de correspondencia diplomática y ambos Estados firmaron la «convención de 16 de Mayo de 1903 referente á la transferencia á la Confederación de la concesión del Gobierno italiano á la Compañía del Jura-Simplón para la construcción y explotación del ferrocarril del Simplón». Según los términos de este Tratado, todos los derechos y obligaciones del Jura-Simplón dimanantes de los Tratados de 25 de Noviembre de 1896 y 2 de Diciembre de 1899, pasan á la Confederación (art. 1.º). Ésta ejercerá sobre los ferrocarriles federales que explotarán la línea la misma inspección que anteriormente efectuaba al Jura-Simplón (art. 2.º). Los litigios entre el nuevo concesionario y el Gobierno italiano se resolverán en la forma que se hacía precedentemente (art. 3.º). Cuando la Confederación construya el segundo túnel del Simplón, Italia estará obligada á establecer la doble vía entre Iselle y Domadossola (artículo 4.º). Los artículos 251, 252, 253 y 254 de la ley italiana relativa á Obras públicas, serán aplicables al nuevo concesionario (art. 5.º). Una serie de artículos (6.º al 10) reservan los derechos militares de Italia sobre la parte de la línea del Simplón situada en su territorio é indican el modo de ejercer los de acuerdo con los ferrocarriles federales y con el fin de no causar perjuicio ni á la seguridad ni á la regularidad de la explotación de la línea. Otra serie de artículos (11 al 14) crea una Delegación internacional para los asuntos del ferrocarril, compuesta de siete miembros suizos y siete italianos, que se reunirá periódicamente para presentar toda clase de proposiciones útiles al desarrollo del ferrocarril y para examinar las tarifas, horarios y las cuentas de explotación, construcción y balance de la línea. Si se presentasen dificultades entre ambas representaciones, se recurrirá á la decisión de sus Gobiernos respectivos, lo que indica que la Delegación no tiene en medida alguna el carácter de Autoridad ejecutiva. Su papel está limitado á examinar é informar á ambos Gobiernos. El art. 15 dispone que Italia, quince años después de la inauguración del túnel á la explotación (1.º de Junio de 1906), tendrá derecho á recuperar la parte de túnel situada sobre su territorio. Por último (artículos 16 y 17), los subvencionantes italianos quedan exentos de la parte de subvenciones que no hayan hecho efectivas todavía.

(1) Véase el número anterior.

De este Tratado y de los dos precedentes resulta actualmente la siguiente situación. Los ferrocarriles federales explotan toda la línea del Simplón (Brigue-Domodossola). Desde la salida Sur del túnel en Iselle hasta Domodossola, esta explotación se limita al servicio de tracción y de trenes, mientras que el servicio de estaciones y de la vía se hace por el personal de los ferrocarriles italianos.

He aquí una representación esquemática de esta situación:



Distancia Brigue-Iselle, 22 kilómetros. Distancia Iselle-Domodossola, 18,8 kilómetros.

Los ferrocarriles federales se benefician de todos los ingresos y pagan todos los gastos de la sección Brigue-Iselle. En la sección Iselle-Domodossola los ferrocarriles italianos se benefician los ingresos y reembolsan a los federales todos los gastos de tracción y del servicio de trenes.

Económicamente hablando puede decirse, que a poca costa Italia se ha beneficiado del tráfico del Simplón. En fin de 1907 Suiza se había gastado en la construcción del túnel 76 y $\frac{1}{2}$ millones, mientras que Italia ni siquiera llegó a emplear el completo de la subvención de 4 millones á que se había comprometido. Es justo añadir que una parte del coste del túnel lo reembolsará Italia á Suiza, si se decide á recuperar el trozo situado en su territorio; que Italia en concepto de subvención anual de explotación entrega 66.000 liras, y, por último, que ha tenido que construir las costosas líneas de acceso al túnel (aunque lo mismo ha tenido que hacer el cantón de Berna al Norte de los Alpes).

Este Tratado del 16 de Mayo de 1903, transfiriendo á la Confederación la concesión italiana de la línea del Simplón, tropezó con una gran oposición en las Cámaras federales (109 páginas del *Boletín Estenográfico*); se le hallaba desventajoso é inquietante para la soberanía de Suiza. Más adelante no volvió á hablarse del asunto, porque su aplicación no dió lugar á ningún incidente molesto y la Delegación internacional que en él se creó se ha dedicado constantemente á cumplir con tacto su misión, que consiste en favorecer el desarrollo de una obra tan útil á los dos países.

Traspaso de la red del San Gotardo á la Confederación.

Acuerdo laborioso con Italia y con Alemania.

Si el acuerdo con Italia referente á la transferencia de la concesión italiana del Simplón resultó dificultoso, más lo fué todavía el relativo al asunto del San Gotardo, con Italia y Alemania á la vez.

Sin duda alguna, debido al gran desarrollo de su comercio circulante por el San Gotardo, ambos países habían ya recupe-

rado con exceso los 88 millones que como capital perdido entregaron á favor de esta empresa, ó sea, 58 millones Italia y 30 Alemania; pero á pesar de ello y ajustándose al contenido de los Tratados, no querían que se lesionaran sus derechos sobre la línea del Gotardo.

Suiza, reconocida á dichos países por el servicio prestado á la Compañía del San Gotardo, al sustituir á ésta pensaba respetar en toda su extensión los derechos subsistentes de los dos países, y en 1904 les hizo proposiciones de arreglo. Hasta el 11 de Febrero de 1909 no hicieron ambos Estados conocer sus intenciones. En esta fecha, y por conducto de sus representantes diplomáticos en Berna, remitieron al Consejo federal una nota, en la cual no reconocían á Suiza el derecho de reversión de la red del San Gotardo sin su asentimiento, pero por lo demás, declaraban no tener intención de imposibilitar esta reversión, exigiendo el cumplimiento de condiciones que Suiza no pudiese cumplir. Estaban dispuestos, además, á que en el curso de las negociaciones eventuales sobre la modificación ó rescisión de los Tratados de subvención reinase el mismo espíritu de amistad y equidad que reinó cuando se discutieron dichos Tratados.

Suiza, por su parte, contestó inmediatamente que ella no consentía se pusiese en duda su derecho á la reversión, porque los Tratados que había concertado con ambos países, con el conocimiento de todos los contratantes y con su consentimiento, se basaban sobre concesiones cantonales ratificadas todas por decretos federales reservándose el derecho de reversión. Ninguna disposición, ningún artículo de dichos Tratados quitaba á Suiza este derecho, que era un atributo de su soberanía. Como no se llegó á un acuerdo sobre este asunto, se decidió pasar por alto las dos tesis y procurar, por medio de un nuevo Tratado, adaptar á las nuevas circunstancias la situación de la línea del San Gotardo, llamada á constituir parte integrante de la red de los ferrocarriles federales.

Cuando se celebraban en Berna, en Marzo de 1909, las negociaciones entre los tres Estados, todo el proyecto de construcción de la red del San Gotardo se había dado cima desde hacía ya varios años y sólo quedaba como resto de los Tratados internacionales del 15 de Octubre de 1869 y del 12 de Marzo de 1878, las obligaciones relativas á la explotación, á las tarifas y á los dividendos adicionales. Desde el momento en que la red del San Gotardo distribuya un dividendo superior al 7 por 100 la mitad del exceso deberá repartirse entre los Estados que la subvencionaron (Suiza, Italia y Alemania) á prorrateo de los subsidios entregados, y cuando el dividendo exceda del 8 por 100 deberá efectuarse una reducción de tarifas.

Se comprende, desde luego, la dificultad que esto presenta. Al sustituir los ferrocarriles federales á la Compañía del San Gotardo, ¿van á estar obligados á llevar para esta red una contabilidad distinta y á establecer bajo la inspección de los Estados interesados, cuando haya lugar á la distribución de mayores dividendos y cuando rebaja de tarifas? No cabe duda que la cosa es posible, pero se concibe los rozamientos á que puede dar lugar esta inspección internacional. Comprendiéndolo así Suiza, proponía en 1904 reemplazar estos derechos por una rebaja en firme de las tarifas, y sobre esta base se entablaban las negociaciones para resolver estas dificultades.

Por parte de Suiza se negocia en las circunstancias siguientes: La reversión es irrevocable; en 1904 se notificó á la Compañía y á los Estados que la subvencionaron para ser efectiva el 1.º de Mayo de 1909, así es, por consiguiente, que solamente faltan unas cuantas semanas y todavía no se ha llegado á un acuerdo con la Compañía del San Gotardo (cuyas acciones están en gran parte en manos de capitalistas alemanes y austriacos) respecto á

la indemnización de reversión. Por parte del personal de la línea existen amenazas de huelga, que es preciso conjurar. Por último, las negociaciones con Francia, relativas al problema de las vías de acceso al Simplón, interrumpidas en 1908 por el asunto del Montier-Granges, van á entablarse nuevamente y se trata de negociar paralelamente los intereses del Gotardo y del Simplón. Se comprende que el Consejo federal, teniendo que hacer frente á todos lados, se hallase en una situación bastante difícil y ante una tarea bastante penosa.

La misión de los delegados del Consejo federal no era menos ruda; más de una vez se temió no poder darla fin con éxito. Después de cuatro semanas de deliberaciones (del 24 de Marzo al 19 de Abril de 1909) pudo firmarse un Tratado con un acta final, que se convirtió en la convención de 13 de Octubre de 1909 entre Suiza, Alemania é Italia, á cuya convención acompaña un acuerdo de igual fecha entre Suiza é Italia, reglando algunos asuntos especiales referentes á estos dos países.

La nueva convención entre los tres Estados se basa todo lo posible sobre las antiguas convenciones de 1869 y 1878, reproduciéndose casi literalmente el texto, aun en sus partes defectuosas, con el fin de no introducir elemento nuevo alguno en una materia que, por experiencia, se sabía lo delicada que era.

Los catorce artículos que comprende la convención y las cinco cláusulas del acta final, haciendo abstracción de las disposiciones que solamente tienen un valor transitorio, pueden clasificarse entre las tres divisiones siguientes:

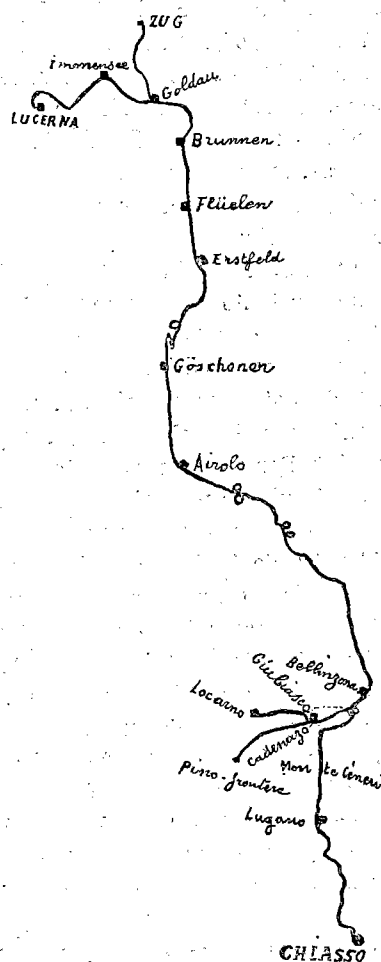
1.º *Estipulaciones relativas al régimen de explotación.*—La línea del San Gotardo se explotará en toda su extensión como una gran línea internacional (art. 2.º). Esta explotación se hará sin interrupción, con la excepción de casos de fuerza mayor ó por las medidas que sea preciso tomar para mantener la neutralidad y para la defensa del país (art. 3.º). Los trenes se pondrán en correspondencia con los de Alemania é Italia (art. 5.º). Esta parte de la convención que reproduce los artículos correspondientes de la antigua no ha sido combatida.

2.º *Estipulaciones relativas á los encargos de material.*—La Compañía del San Gotardo encargaba parte del material que necesitaba fuera de Suiza, entre otros países á Alemania, y la industria extranjera deseaba conservar este privilegio, cosa que evidentemente no podía suceder así. Como todos los ferrocarriles de Estado, los federales se proveían en el país de todo el material necesario que encontraban á precios aceptables; por esta razón entendían que los pedidos de locomotoras para la red del San Gotardo debían hacerse igualmente en el país. El compromiso inscrito en el núm. 4.º del acta final, aplicable únicamente á la red del San Gotardo, sanciona la práctica de los ferrocarriles federales, pero previniendo que los encargos de material para la electrificación de dicha red serán objeto de un concurso general accesible á la industria extranjera. Con motivo de esta cláusula se notó alguna inquietud en los Círculos industriales suizos, pero cedió su oposición al declarar el Gobierno alemán en 22 de Marzo de 1913 que aceptaba la interpretación que el Consejo federal daba al cap. IV en cuestión, dejando á la industria del país el suministro de las locomotoras eléctricas del Gotardo.

3.º *Estipulaciones relativas al servicio y á las tarifas aplicables al tráfico de viajeros, de equipajes y de mercancías.*—Estas estipulaciones son lo esencial de la Convención entre los tres Estados, de su acta final y del acuerdo especial entre Suiza é Italia. Debido á ellas, y especialmente á las referentes á las tarifas de mercancías que afectan á la política comercial, las Cámaras federales pudieron convencerse que la convención no atentaba, ni á la independencia, ni á la política de neutralidad exterior é interior de los ferrocarriles federales. Los debates parlamentarios, aun-

que violentos constantemente dignos, fueron de lo más profundo que se ha conocido en Suiza; llenan 405 páginas del *Boletín Estenográfico* y se terminaron con la aprobación de la Convención.

Veamos á largos trazos lo que son estas tarifas del Gotardo, y para ello ponemos á la vista del lector el plano del ferrocarril, tal como la define el núm. III del acta final de la convención.



El Ferrocarril del San Gotardo

(según el núm. III del acta final que se adjunta á la Convención internacional de 13 Octubre 1909).

El art. 4.º estipula que las altas partes contratantes, en bien del interés general, harán todo lo posible para facilitar el tráfico entre Alemania á Italia, y á este efecto, procurarán asegurar en el ferrocarril del San Gotardo que el servicio de transporte de viajeros, de mercancías y de objetos postales sea lo más regular, cómodo, rápido y barato posible.

Respecto á las tarifas de viajeros (esto es una adicción de la nueva Convención) y á las de equipajes, la Convención fija el máximo que se podrá percibir por el transporte de ambos y deja subsistentes los aumentos en los recorridos de montaña. Como los principios y las cantidades encajan dentro de las disposiciones del régimen interior suizo, la única crítica que se hizo fué contra la imprudencia de fijar en la convención las tarifas máximas, cuando la disminución del valor del dinero y el aumento de gastos de explotación forzarían probablemente á los ferrocarriles federales á elevar de una manera general sus tarifas.

En lo que se refiere al tráfico de mercancías (siendo dentro de éste lo de mayor importancia el transporte de hierros, de hule y de la producción alemana á Italia y transporte de los productos agrícolas de Italia á Suiza y á los países al Norte de Suiza) existen dos puntos de vista que es preciso tener en considera-

ción: el de la reducción de las sobre-tarifas de montaña y el del régimen general aplicable á estos transportes.

En lo referente á las sobre-tarifas de montaña, por aplicación de las antiguas convenciones, la Compañía del Gotardo cargaba en el recorrido Erstfeld-Chiasso 64 kilómetros de tarifas adicionales y 50 en el recorrido Erstfeld Pino. La nueva convención exigía que estas sobre-tarifas se redujesen en el 35 por 100 á partir del 1.º de Mayo de 1910 (de hecho fué el 1.º de Mayo de 1913) y en el 50 por 100 á partir del 1.º de Mayo de 1920. Como los ferrocarriles federales podrían anular el efecto de esta reducción aumentando las tarifas en sus otras líneas, se convino en que quedarían consolidadas las tarifas de tránsito existentes en el momento de la conclusión del tratado y aplicables á la travesía de Suiza.

En otras palabras, las mercancías exportadas de Alemania con destino á Italia por el Gotardo y viceversa, no podrán ser gravadas con tarifas superiores á las pagadas con el antiguo régimen, y, por el contrario, en los kilómetros adicionales sufrirán las desgravaciones en el tanto por ciento y fechas antes indicadas. Esta consolidación de tarifas combinada con la desgravación, sufrió las mismas acerbias críticas que la relativa á la consolidación de las tarifas-viajeros y equipajes. ¿Puede saberse las variaciones que sufrirá el valor del dinero y las que sufrirán los gastos de explotación? Por otra parte, puede esperarse que esta reducción será un estimulante para el aumento del tráfico y que la válvula de seguridad, representada por algunas disposiciones de los artículos 11 y 12, de hecho no será llamada á funcionar (dentro de ciertas condiciones, autorización para aumentar las tarifas de tránsito si Alemania é Italia aumentan las suyas y restablecer las sobretarifas de montaña precedentes si el ferrocarril del San Gotardo no llega á cubrir sus gastos).

De la solución que acabamos de exponer nació el problema interior de la armonización de las tarifas de las estaciones del Gotardo con las tarifas internacionales de la convención que, hagámoslo observar, benefician también al tráfico suizo que circula por el Gotardo. Este problema es principalmente importante para el cantón del Tesino, y las administraciones interesadas se preocupan de resolverlo lo mejor posible.

Queda ahora por ver el asunto general. El tráfico de tránsito del San Gotardo, ¿cómo deberá ser tratado en relación con el de

las demás vías alpinas? Porque Alemania é Italia han juzgado que presentándose el caso de fusión (art. 15 de la convención de 1869), el tráfico de tránsito del Gotardo, con relación al de las otras vías alpinas, debía beneficiarse con el transporte más barato posible (art. 7.º de la antigua Convención y 4.º de la nueva). En su consecuencia, el art. 7.º de la nueva Convención dispone que los ferrocarriles federales harán beneficiar el tráfico del San Gotardo con iguales rebajas de tarifas y con las mismas ventajas que á sus otros ferrocarriles existentes ó en construcción á través de los Alpes. Si estas vías alpinas pertenecen á una Compañía particular, las tarifas percibidas por los ferrocarriles federales en sus vías de acceso á aquéllas, no podrán ser inferiores á las que perciban en sus vías de acceso al San Gotardo. En otros términos, y en el art. 12 de la nueva Convención, es donde se dice:

«Al ferrocarril del Gotardo, en relación con el resto de los ferrocarriles alpinos y al tráfico entre Italia y Alemania y viceversa en relación con los otros tráficos, se le beneficiará con el régimen más favorable.»

Esto no indica, de modo alguno, que las otras líneas y travesías sean menos favorecidas, solamente que no lo tendrán como derecho. Siendo la igualdad de régimen uno de los principios mejor sentados en la constitución, en la legislación ferroviaria y en la conciencia del pueblo suizo, no existe el temor de que este régimen más favorable no sea igual para todos. Esta igualdad de régimen, que tanto Alemania como Italia deseaban se hiciese constar en la convención, ha podido finalmente ser admitida por los ferrocarriles federales, dado que la línea del Gotardo (Basilea-Chiasso) es su línea más extensa de tráfico Norte-Sur, y debe normalmente producir amplios beneficios.

Reconozcamos que una convención como la del Gotardo no puede juzgarse únicamente por la práctica de algunos años, pero reconozcamos también que desde el día en que se cambiaron las ratificaciones (Berna 11 de Abril de 1913) cesó toda eventualidad de inspección internacional en el gobierno interior de los ferrocarriles federales (porque anteriormente podía ser inspeccionado para comprobar si la red del San Gotardo producía más del 7 ó del 8 por 100).

H.

(Continuando.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Comparación entre la tracción eléctrica con corriente continua y la de vapor.

Para establecer un parangón entre la tracción eléctrica con corriente continua y la de vapor es necesario tener en cuenta un gran número de coeficientes que ejercen su influencia sobre los dos sistemas.

Para realizarlo recoge el *Giornale del Genio Civile* algunos datos obtenidos por el inglés Mr. J. L. Moffet, tomando para su examen tres principales tipos de servicios: trenes directos para viajeros, trenes suburbanos y trenes de mercancías, y suponiendo que la electrificación se ha hecho con corriente continua de alto potencial, y precisamente á 1.500 voltios con tercer carril en los suburbios, y á 3.000 voltios con hilo aéreo en el campo.

El Sr. Moffet ha encontrado que la tracción eléctrica es bastante más ventajosa que la del vapor por muchos motivos, de los cuales los más principales son los siguientes: 1.º Menor consumo de carbón por unidad de energía producida, porque mientras en la locomotora ordinaria no es conveniente usar el condensador, si lo es en la turbina de vapor de las mejores centrales eléctricas. 2.º Menor consumo total de carbón derivado del

menor peso de la locomotora eléctrica respecto á la de vapor. 3.º Menores gastos de conservación y de reparación en la locomotora eléctrica.

A decir verdad esta última ventaja es bastante difícil de determinar con una cierta precisión, por depender de un gran número de circunstancias y con especialidad de las características de funcionamiento. El Sr. Moffet, en vista de los resultados de muchas Sociedades que actúan en el Reino Unido, sostiene que los gastos de reparación pueden evaluarse en unos 5 céntimos por kilómetro para una locomotora de corriente continua de 600 caballos y en unos 20 céntimos para una locomotora de vapor.

El sistema de tracción eléctrica con corriente continua presenta, por otra parte, las siguientes desventajas con relación á la de vapor:

1.º Mayores gastos de instalación, ya para la central y subestaciones, ya para la línea y consiguientemente aumento de intereses y de amortización.

2.º Notables pérdidas de energía en la transformación, transporte y empleo.