

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

POR

PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO

(CONTINUACIÓN) (1)

Ese término medio es próximamente el doble del que corresponde á un año excepcional, y si el crecimiento del impuesto fuera uniforme, sería preciso para ello que el último año se triplicara. No parece que pudiera llegarse á eso en cuarenta y un años, en los que se había de acumular la amortización de las obligaciones, y sería preciso además rescatar el valor de las acciones, sin lo cual habría una desaparición de capitales que dejarían de devengar impuestos. La partida, como se ve, acabará por saldarse en déficit, y eso sin tomar en cuenta la progresión del impuesto, que obligaría, para hacer las valoraciones con toda precisión, á referir todos los pagos á una fecha fija, con la rebaja consiguiente de las cantidades futuras.

De las sumas recaudadas por las Compañías ya hemos dicho que no habría que tomar en cuenta sino una comisión de cobranza. Admitamos un 10 por 100: es algo más de lo que gasta la Hacienda pública para el total de la recaudación, que comprende muchos impuestos de complicado y costoso cobro. Se tendría así para el período considerado un promedio anual de 1.233.268 pesetas.

Por último, las economías del Estado deberán ser también reducidas en armonía con lo establecido más atrás; su progresión es bastante acentuada; se triplican, próximamente, del principio al fin del período; aceptando, sin embargo, el promedio que resulta, lo que, sin embargo, parece algo exagerado, habría que poner en la cuenta de los beneficios 9.884.757 pesetas anuales, y se tendría un total de 11.118.025. Para una inversión de 246,39 millones supondrían un interés de 4,51 por 100, superior, desde luego, al interés regulador, y del que no parece que pudiera bajar sin hacer reducciones verdaderamente injustificadas. El negocio del Estado por estos solos conceptos sería satisfactorio, aunque sus beneficios relativos no fueran mucho mayores que los del accionista.

Estos cálculos, sin embargo, sólo serían aceptables si el importe de las subvenciones hubiera sido tomado por el Estado directamente de sus rentas ó del tributo; pero, desgraciadamente,

no ha sido esta la realidad. El presupuesto nacional era insuficiente para tan pesadas cargas y ha sido preciso recurrir al préstamo, y los intereses de la deuda contraída vienen á aumentar la cuantía verdadera de la aportación. No ha sido seguramente menor de 5 por 100 el interés real que el Estado ha tenido que pagar por esos capitales, y si se capitaliza ese interés anual, tomando como interés regulador el 2,13 por 100, se tendría que habría que multiplicar el capital subvención por 2,3475. Serían ya 1.305,21 millones los que deberían ser retribuidos, y restando de ellos los 309,61, valor del capital revertible, quedarían todavía 995,60 para distribuirse las 11.118.025 pesetas, de las que sólo alcanzarían un 1,12 por 100. Mirando así la cuestión, el negocio sería ya resueltamente malo y aun peor que el de las Empresas.

Pero es que se habría olvidado que el verdadero beneficio para el Estado no se ha de medir por esos ingresos y ventajas particulares que constituyen sólo una mínima parte de las que el ferrocarril proporciona, sino por el desarrollo enorme que ha proporcionado á la riqueza del país, y que el Estado ha podido aprovechar mediante el impuesto para la mejora de sus propias rentas. Hemos visto cómo en cincuenta y siete años el presupuesto nacional ha podido crecer en la proporción de 1 á 3,333, sin que con ello se agotaran las fuerzas contributivas del país, al que se han exigido con posterioridad sacrificios nuevos. Tal desarrollo hubiera sido evidentemente imposible en una España sin caminos ó reducida para sus grandes transportes al tráfico rodado por carreteras, y cualquiera que sea la parte que en la transformación se atribuya á los ferrocarriles, es tal el margen de provechos, que parece imposible que el Estado hubiera de saldar al cabo con déficit su cuenta.

Mas aun cuando así fuera, el gasto estaría sobradamente justificado. ¿Qué importaría un pequeño quebranto del Estado si había de traducirse en un aumento mucho mayor de la riqueza colectiva? ¿No es esta, en definitiva, la natural finalidad de la acción del Estado? Pues bien, hagamos ahora la cuenta del país, y en primer lugar, por lo que se refiere al transporte de mercancías.

A 252.860.092 pesetas ascendieron, según la estadística, en 1911 los ingresos por mercancías para los 14.203 kilómetros de líneas á que alcanzaban los datos; el ingreso por tonelada kilométrica había sido, por término medio, de 0,086 pesetas; aumentémosle un 5 por 100 por impuesto de transporte; lo cobrado en total al comercio por tonelada y kilómetro habría sido 0,0903. El transporte por carretera con retorno asegurado hubiera costado 0,30.

(1) Véase el número anterior.

Claro es que no se puede aplicar la diferencia al total tonelaje para calcular el beneficio obtenido por el país; sin la tarifa baja muchas mercancías no se hubieran transportado, porque no hubieran podido soportar el precio del arrastre; sería preciso conocer el máximo soportable por cada mercancía, y hallar para todas ellas la suma de las diferencias entre este máximo y la tarifa aplicada.

El problema es de una complejidad extraordinaria, y su completa determinación en la práctica exigiría un cúmulo de datos estadísticos de que se carece y cuya recopilación sería difícil y costosa; pero guiados por algunas consideraciones teóricas no será ya difícil determinar un mínimo del beneficio que se desea calcular.

Admitamos, en efecto, que cada mercancía puede pagar una cantidad determinada máxima de transporte; la distancia á la cual llegue será entonces inversamente proporcional al coste kilométrico; la superficie servida será proporcional al cuadrado de esta distancia, y suponiendo el consumo igualmente distribuido en ella, éste será inversamente proporcional al cuadrado del coste kilométrico. Finalmente, para hallar las toneladas kilométricas habría que introducir un nuevo factor proporcional á la distancia, y se tendría, en suma, que el número de las unidades de transporte estaría en relación inversa con el cubo de su precio. Admitida esta ley de variación del tráfico, una sencilla integración basta para evaluar la ventaja media obtenida por la tonelada kilométrica al bajar la tarifa de 0,30 á 0,0903; dicha ventaja sería igual á 0,04106, ó sea el 45,47 por 100 del coste total, y representaría para la masa total de toneladas una ventaja de 120,70 millones de pesetas: el 3 por 100 de todo el capital representado por los ferrocarriles; el 6,43 por 100 del importe total de las subvenciones del Estado, aun aumentadas con los intereses, según calculábamos más atrás; el 4,15 por 100 de la suma de acciones y subvenciones; por donde se ve que con esta sola partida sería suficiente para compensar con exceso todos los motivos de déficit señalados anteriormente, lo que demuestra lo lucrativo de la empresa en su conjunto, cualquiera que sea la forma en que se reparta el beneficio.

É importa recordar que los resultados obtenidos deben representar un mínimo. Hemos supuesto que el precio del transporte ferroviario fuera el mismo en todos sentidos, y esto sólo podría admitirse en una red de mallas bien cerradas, muy diferente de la actual red española. Si el transporte se hace solamente á lo largo de una línea, la superficie servida no crece ya sino simplemente con la distancia de transporte; el número de toneladas kilométricas sería inversamente proporcional al cuadrado del precio, y la ventaja kilométrica en nuestro caso sería de 0,06312, algo más de vez y media la calculada en el caso anterior. La verdad es probable que se encuentre entre estos dos límites. Quedan, además, fuera de la cuenta una porción de beneficios directos, como los derivados de la mayor rapidez del transporte, y todos los indirectos que trae consigo la baratura del mismo, como la posibilidad de establecimiento de industrias y empresas de todo género, todo lo cual elevaría, seguramente, la evaluación en proporciones considerables.

No menos ventajas se deducen del movimiento de viajeros, que ha crecido también enormemente, facilitando todas las transacciones y constituyendo, además, un elemento educador de primer orden. Imposible sería reducir á cifras los beneficios todos morales y materiales que por este concepto se obtienen, y sólo á título de curiosidad consignaremos algunos números respecto á la economía que en los viajes deriva de la mayor velocidad. El mismo año de 1911 los ingresos por viajeros se elevaron á 101.255.741 pesetas, con una tarifa media por viajero y kiló-

metro de 0,048 pesetas. Admitiendo una velocidad media de 30 kilómetros por hora se tendría que el tiempo invertido en viajar por la totalidad de los viajeros habría sido de 70,32 millones de horas; pero como la velocidad por carretera de los vehículos ordinarios es de tres á cuatro veces menor, y aun de menos, resultarían ahorrados unos 200 millones de horas, que de otro modo se estarían al trabajo, obligando además á consumir. Valorando tan sólo en 2 pesetas las diez horas de trabajo del viajero de tercera, en 7,50 las del de segunda y en 15 pesetas las del de primera (tipos bien reducidos), se deduciría, por la proporción de las tres clases que para ese año resulta de la estadística, que el tipo medio á aplicar sería de 3,636, y que la economía realizada ascendería á 72,72 millones de pesetas.

Para formar alguna idea de los beneficios indirectos producidos por los ferrocarriles bastará comparar la riqueza actual de España con la que existía antes del establecimiento de tan poderoso elemento de tráfico, y siendo la agricultura el ramo más importante de la producción nacional, es á ella á la que preferentemente debemos pedir los datos. Según las valoraciones hechas, tomando por base los datos del quinquenio de 1903 á 1907, la Memoria publicada en 1912 por la Dirección de Agricultura, Minas y Montes fija el importe total anual de la producción agrícola española en 3.824,39 millones de pesetas, que quedarían reducidos á 3.769,53 excluyendo á Canarias, donde ningún ferrocarril se había construido hasta esa fecha. De las valoraciones consignadas en el Diccionario de Madoz se deduciría para esa misma producción un total de 747,60 millones; la relación entre estos dos valores es de 5,042, y si aceptáramos para los datos de Madoz la fecha media de 1840, y calculáramos el tanto por ciento de aumento por las fórmulas del interés compuesto, se obtendría la cifra de 2,44, un poco superior á la de 2,13 calculada más atrás, tomando como base los presupuestos del Estado.

Al compás de la producción, aunque con mayor lentitud, ha crecido también la población. Se contaban en 1837 12.222.872 habitantes; la población calculada en 31 de Diciembre de 1910 era de 18.964.794, lo que supone un crecimiento anual de 0,60 por 100. Retrocediendo á 1767, se tiene la cifra de 9.160.000, y el crecimiento en los setenta años transcurridos desde dicha fecha hasta 1837 habría sido tan sólo de 0,41 por 100 anual.

Con anterioridad á 1767, la población parece haberse mantenido por algún tiempo estacionaria, y aun quizás haber descendido ligeramente, si hubiera que aceptar la cifra de 9.680.000 habitantes que el mismo Madoz da para los siglos XV y XVI (1).

Aunque hayan cooperado al efecto otras varias causas, que juntas explican el proceso de nuestra decadencia, no puede dejar de notarse, á la vista de esas cifras y de esas fechas, la influencia de los caminos y demás comunicaciones terrestres en estas variaciones de población, reveladoras siempre de cambios correlativos en la situación económica. Constituía nuestra Península por una elevada meseta, bordeada por empinados taludes y surcada además por altas cordilleras y profundos ríos de curso tortuoso, de caudal inseguro y de pendiente irregular y, por lo general, pronunciada, carece, naturalmente, de todas aquellas facilidades de comunicación que en otras partes proporcionan las tierras llanas y los ríos caudalosos y de suaves pendientes. Mientras cada pueblo vivió para sí, estas circunstancias geográficas

(1) Es verdad que tales estadísticas no merecen una confianza completa, y que deberían ser sometidas á una escrupulosa crítica, para la que quizás faltarían suficientes datos; pero lo que sí es indudable es que el crecimiento de la población en el último siglo, y sobre todo desde la fecha en que los trabajos estadísticos se han hecho con mayor cuidado, ha sido notablemente superior al de los siglos anteriores, pues de suponer constante el de 0,60 por 100 encontrado más atrás, la población de España al empezar el siglo XV habría sido tan sólo de 1.011.400, lo que está por completo fuera de lo verosímil.

podieron carecer de importancia, relativamente al menos; pero cuando las relaciones comerciales tomaron nuevo incremento y con ellas se desarrolló la industria, y los productos, cada vez más perfeccionados, se extendieron por todas partes, la situación económica de nuestras comarcas centrales tuvo necesariamente que resentirse, y como para venir en su auxilio eran precisas obras costosas, que no permitía un tesoro exhausto por los enormes gastos de continuas guerras, el malestar fué creciendo y arrojando hacia la periferia una parte de la población; pero como allí faltaba también para su desarrollo la base del comercio interior, esa población no podía encontrar tampoco medios suficientes de vida, y partía, al fin, para la emigración. Nada tiene, pues, de extraño que la población se estacionara, y aun disminuyera en este período. Véscela crecer, sin embargo, inmediatamente cuanto que en el siglo XVIII empieza á prestarse atención al desarrollo de nuestras vías terrestres con la construcción de las primeras carreteras, la apertura de algunos canales y la ejecución de otras obras que venían á aumentar la desmedrada producción de nuestro suelo, y este desarrollo se acelera en el siglo XIX y hasta nuestros días, coincidiendo precisamente con la extensión de los ferrocarriles.

Después de todo lo dicho, no cabe poner en duda su influencia y habrá que reconocer que para la Nación ha sido la obra más lucrativa que hubiera podido emprenderse. Siguese también de lo expuesto que en nuestro país no han venido los ferrocarriles, como en otras partes, á servir á un tráfico ya establecido, sino que éste ha sido, en su mayor parte, creado por aquéllos, siendo su papel desde este punto de vista eminentemente colonizador. Pero, ¿se han agotado ya los beneficios que en esta dirección podrían esperarse? ¿Satisface nuestra situación en este punto á todas las exigencias de la vida moderna? No, ciertamente.

Ya hemos dicho que la longitud de las líneas era en 1.º de Enero de 1915 de 15.186 kilómetros, lo que corresponde, prescindiendo de Canarias, donde no existen líneas construídas, á una densidad media de 30,5 metros por kilómetro cuadrado de territorio. Comparada esta situación con la de las más importantes naciones europeas, la desproporción es grande: Italia cuenta con 63,7; Hungría, 65,9; Francia, 76,4; Austria, 78,1; Alemania, 112,8, é Inglaterra, 121,3, y aun estas cifras son excedidas por algunas naciones pequeñas como Suiza, con 216,3, y Bélgica con 295.

Entre las potencias de primer orden, sólo Rusia presenta una cifra notablemente inferior á la nuestra (10,8) para la parte europea de su Imperio, y ello se explica por la enorme extensión de terreno casi improductivo que encierra entre sus fronteras. De las naciones secundarias, presentan cifras análogas á la nuestra, quedando ligeramente por encima ó por debajo: Bulgaria, con 27,4; Rumania, con 27,6; Portugal, con 32,4; Servia, con 32,5; Suecia, con 32,7, y Grecia, con 33,9.

Estos números no dan, sin embargo, una idea completa del desarrollo en superficie de un sistema ferroviario, sobre todo cuando el territorio no es muy reducido; pues una misma densidad media puede corresponder á valores muy diferentes de las densidades locales. Así, por ejemplo, en España, cuya densidad de conjunto hemos visto que es de 30,5 metros por kilómetro cuadrado, la de las distintas provincias peninsulares varía entre 263,34 para Vizcaya y 6,06 para Cuenca, cifra la primera intermedia entre las de Bélgica y Suiza é inferior la última á la de Rusia. Si nuestra densidad ferroviaria fuera uniforme, la máxima distancia á que podría encontrarse de la línea férrea un punto del territorio, sería de 32,8 kilómetros, correspondiente á una distancia media de 10,9. En la realidad hay puntos en nuestra Península á 80 y más kilómetros en línea recta de la línea más próxi-

ma, para alcanzar la cual se necesitaría, con los desvíos obligados, caminar más de 100.

En un libro publicado en 1914, se lamentaba Alberto Thomas, el actual Ministro de Municiones de Francia, de que los habitantes de algunas aldeas del departamento del Creuse se vieran obligados á recorrer 22, 24 y 28 kilómetros para llegar á la estación más próxima, y aun señalaba como caso excepcional que el Municipio de Viellevie en el Cantal se veía separado de toda vía por 42 kilómetros en un sentido y 48 en el otro. Si se comparan estas cifras con las que acabamos de dar, se comprenderá lo que aun nos falta para llegar á la situación de Francia en este punto, situación que aun dista mucho de la de otras naciones más favorecidas. Pero, ¿qué mucho que así estemos en líneas férreas, cuando hasta de carreteras se encuentran aún faltos 4.011 Ayuntamientos españoles que cuentan en sus censos con 3.883.211 habitantes?

En el croquis que se acompaña se detalla la situación de las regiones españolas peor servidas, que se encuentran en él limitadas por curvas distantes de 20 en 20 kilómetros de la línea férrea más próxima. Se ve inmediatamente que los núcleos más importantes corresponden á zonas de altitud y dibujan groseramente las principales divisorias (1). El gráfico resume la distribución de la Península entre las distintas zonas, y de ella resulta que el 33 por 100 de nuestro territorio se encuentra á más de 20 kilómetros, siendo, próximamente, de 17,6 la distancia media en línea recta, que excederá seguramente de 20 si se mide, como es natural hacerlo, á lo largo de los caminos.

Pero tampoco esta distancia media será la que corresponderá efectivamente á los transportes realizados, pues la masa de mercancías que se ponga en movimiento en cada punto ó que á él llegue no será en todos la misma, sino que irá disminuyendo á medida que su distancia al ferrocarril aumenta, y lo que ocurrirá en la realidad será que el recorrido medio para alcanzar la vía férrea será menor y habrá en cambio una cierta porción del territorio á la que el beneficio del ferrocarril no llegue ó llegue sólo excesivamente atenuado. Siendo ello así, parecería lo natural referir la longitud total de nuestras vías á la superficie realmente servida, y admitiendo que ésta no se extienda á una distancia mayor de 20 kilómetros, se deduciría fácilmente de los números dados más atrás, que nuestra verdadera densidad ferroviaria sería de 45,5 metros por kilómetro en la superficie servida, quedando por servir el 33 por 100 de la superficie total, que exigiría, para que se alcanzara en ella igual densidad que en el resto, la construcción de 7.480 kilómetros.

Si en vez de tomar la superficie como término de comparación se toma la población, el resultado, en relación con el que dan las demás naciones europeas, no nos es ya tan desfavorable. Tenemos, en efecto, 74,6 metros de vía férrea por cada 100 habitantes, cuando Rusia sólo tiene 39,5 é Italia 50,5. Nos aventajan, sin embargo, Austria con 80,6, Inglaterra con 84,1, Alemania con 90,4, Hungría con 101,9 y Francia con 103,4, sin contar con naciones más pequeñas, como Bélgica, que tiene 114,8, Suiza 146,4 y Suecia 257,8. Estos valores extremos sólo se alcanzan en realidad en circunstancias excepcionales y los de Bélgica y Suiza superados se encuentran en algunas provincias españolas, entre las cuales la de Huesca llega á 199,9, no muy distante ya del máximo de Suecia. Todavía, si se prescindiera en el cómputo de la población de esos 4 millones de habitantes que para alcanzar la vía férrea sólo disponen de sendas de herradura y caminos naturales, y que poco contingente puede dar al trans-

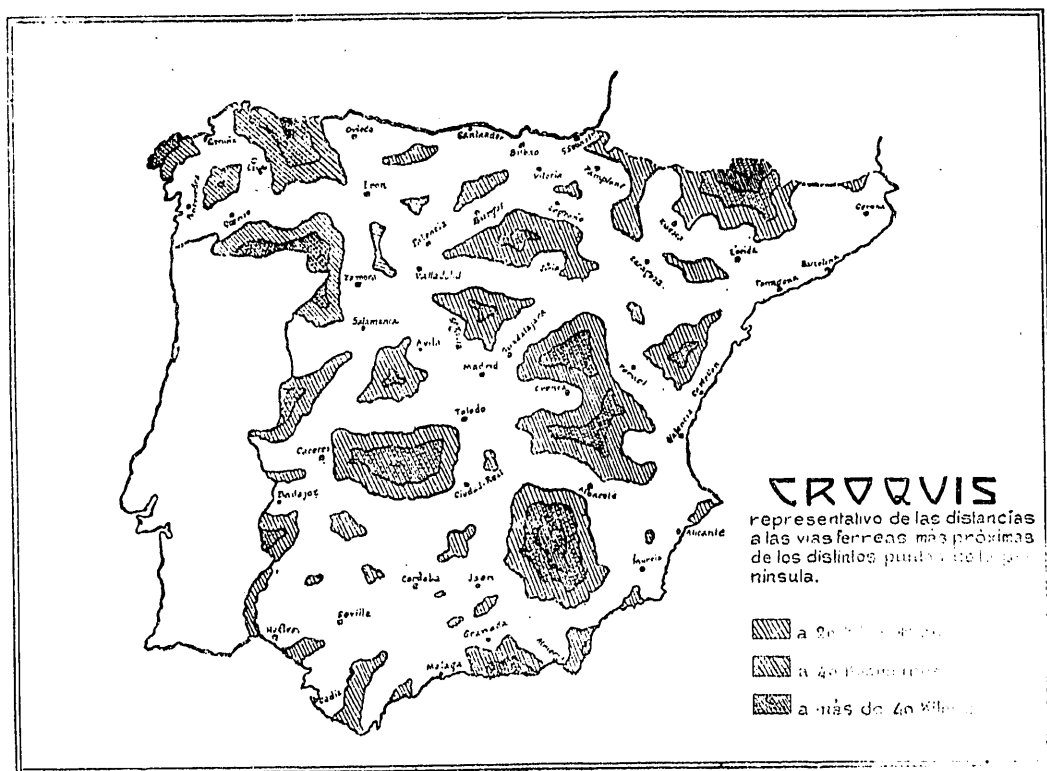
(1) Se ha prescindido, para la formación del croquis, de algunos ramales próximos á la costa, construídos principalmente para servicios mineros y que caeren de enlace con las líneas centrales.

porte ferroviario, se elevaría ya la proporción á 93,2 metros por cada 100 habitantes y serían precisos 3.728 kilómetros para que no descendiera, al extenderse igual beneficio sobre la totalidad de la población.

Esta última cifra es, próximamente, la mitad de la deducida cuando se toma como base para el cálculo la extensión territo-

que la segunda, la que debe servir de medida aproximada de nuestro déficit ferroviario.

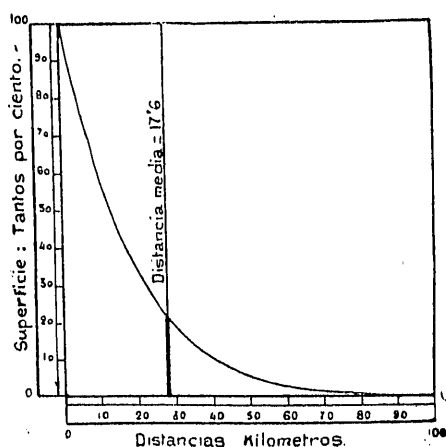
Adelantándose al tráfico son precisos, sin embargo, desembolsos reales, á cambio de esperanzas más ó menos fundadas: la historia de nuestras Compañías de ferrocarriles demuestra cuánto pueden fallar las esperanzas y los cálculos, cuando se trata de



rial. Esta disparidad en los resultados procede de un hecho al que hemos aludido ya más atrás. No han venido nuestros ferrocarriles, como en otras partes, á responder á necesidades inmediatas de un tráfico que, por la constitución geográfica de nuestra Península, apenas si existía, sino que han debido adelantarse á él, haciéndole posible. Su misión ha sido, pues, eminentemen-

GRÁFICO

resumen del croquis de distancias.



te colonizadora, por cuanto ha permitido hacer más intensa y eficaz la explotación del país. El esfuerzo económico ha debido ser relativamente mayor por habitante, y bien podemos decir que lo ha sido, cuando comparando con la población tenemos casi tantas vías férreas como las naciones más adelantadas, á pesar de que por habitante son ellas más ricas; pero cuando el carácter colonizador es dominante, es la extensión territorial más bien que la población la que debe proporcionar base para comparaciones congruentes, y es, por consiguiente, la primera cifra, más bien

determinar *a priori* los beneficios que obtendrán de la Empresa cada uno de los factores á ella concurrentes; pero el balance general demuestra también que el resultado de conjunto ha sido también altamente satisfactorio para el país y suficiente á compensar ampliamente todos los sacrificios impuestos por la construcción. Queda, pues, todavía amplio margen para obtener cumplida remuneración de nuevos esfuerzos y la cifra calculada, en armonía con los ya realizados, no parece que pueda tacharse de exagerada.

Todavía no debe considerarse sino como un mínimo, pues aun deberá ser aumentada con las líneas á construir en la zona ya servida para disminuir recorridos ó prestar nuevas facilidades al tráfico ya creado, y con aquellas otras que, aparte de su valor económico, ó aun careciendo de él, fueran indispensables para las necesidades de la defensa nacional. Si se tiene todo en cuenta, no deberán, pues, considerarse como excesivos en su cuantía total los 12.000 kilómetros á que, próximamente, ascienden los planes aprobados, sobre todo, si se tiene en cuenta que su construcción ha de escalonarse en varios años. En cuanto al detalle de estos planes, no podría ser juzgado con pleno conocimiento sin un estudio detenido de cada proyecto, que de ningún modo podría caber dentro de las necesarias limitaciones de un estudio como el presente.

Un punto hay, sin embargo, sobre el que convendría insistir. El carácter colonizador que nuestra geografía impone á estas Empresas, exige completarlas con otras obras que aseguren su eficacia, ya facilitando el acceso, como las carreteras y caminos vecinales, ya proporcionando enlaces con el tráfico marítimo, como los puertos, ya, por último, favoreciendo directamente la producción, como los riegos, procurando, en suma, que todas ellas formen un conjunto armónico y proporcionado á las exigencias de la economía nacional.

Esta misma complejidad del problema aleja toda posibilidad de

resolverlo completa y oportunamente en nuestra patria por el libre juego de las iniciativas particulares. Como en el pasado, la acción del Gobierno ha de ser igualmente imprescindible en el porvenir, y la experiencia adquirida debe servir de norma para determinar hasta qué punto y en qué medida esta intervención debe hacerse sentir. La adopción de un criterio fijo en estas materias es tanto más urgente, cuanto que en plazo ya no muy lejano ha de empezar la reversión al Estado de las principales líneas y será preciso que esta nueva circunstancia no venga a complicar más todos los problemas, sino que sea, por el contrario, tenida en cuenta para obtener á favor de ella una más adecuada y armónica solución.

Pero en este particular las opiniones son varias y los puntos de vista muy distintos. Su discusión requiere capítulo aparte.

Registrador múltiple para la industria.

El registro gráfico de las diversas variables del funcionamiento de un aparato puede prestar grandes servicios á la industria. La construcción de los aparatos de registro presenta, sin embargo, en general, una cierta complicación; los órganos registradores, plumas ó estiletes, han sido principalmente el origen de numerosas dificultades. Una nueva solución se ha encontrado para obviar estas dificultades del aparato que se describe en la *General Electric Review*, á la cual se refiere *Le Génie Civil*, del que tomamos la descripción que extractamos á continuación.

Si se trata, por ejemplo, de las diferentes máquinas de una fábrica cualquiera (máquinas-herramientas, presas, etc.), se derivará de cada una de las máquinas, cuyo funcionamiento se quiere registrar, un circuito de un solo conductor eléctrico, con retorno por la tierra, y un registrador puesto en derivación indicará lo que se quiere saber sobre la marcha de la máquina. Bastará que el circuito eléctrico se gobierne por el órgano de puesta en marcha, palanca ó cilindro, que mueve un botón de gobierno eléctrico ó cualquiera otra forma de interruptor eléctrico apropiado para marcar de este modo un trazo durable de sus periodos sucesivos de parada ó de funcionamiento.

Si se trata de la marcha de una transmisión mecánica ó de árbol que deba girar entre ciertos límites de velocidad, una disposición de fuerza centrífuga podrá cerrar el interruptor de circuito.

Para verificar los límites de temperatura asignados á ciertos aparatos ó á ciertas máquinas, son contactos termostáticos los que ponen en acción el circuito particular que les es afecto.

De todos modos, se pondrá un solo hilo para examinar un fenómeno determinado ó una máquina independientemente de las otras. Bastará que el retorno se haga por tierra y que el conjunto de los hilos lleven sus distintas indicaciones á un centro de registro determinado, gobernado por un reloj que arrastra una banda de papel sobre la cual se yuxtapondrán todas las indicaciones mencionadas sin confundirse.

El esquema del aparato está representado en la figura 1.^a Sobre la banda (fig. 2.^a) están inscritas las horas, unas columnas numeradas 1, 2, 3, etc., corresponden cada uno á un registro distinto. Las líneas de trazos en estas columnas y las interrupciones de cada una de estas líneas señalan el funcionamiento y la parada del registro que corresponden á la marcha y á la parada de la máquina ó á la producción del fenómeno registrado.

En el ejemplo que pone la *General Electric Review*, el rodillo de papel está dispuesto para 75 columnas, es decir, para 75 circuitos distintos y está puesto bajo el registro de un buen reloj, que puede, además, gobernar otros rodillos idénticos; cada gru-

po de 75 circuitos corresponde entonces á un rodillo que se desarrolla á la velocidad de 25 milímetros por hora, próximamente, y cuyo movimiento se gobierna por un peso distinto.

La complicación de los circuitos se reduce en cierto modo por el empleo de un solo conductor y del retorno por tierra.

Como la distancia que hay que recorrer para llegar al registrador varía de una máquina á otra, es necesario, para emplear

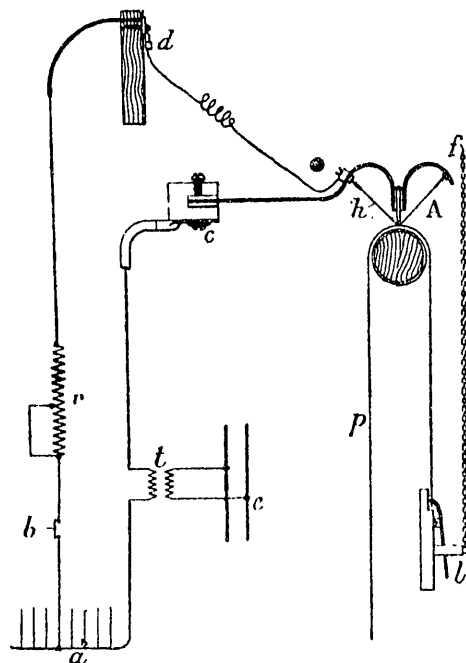


Fig. 1.^a

un origen único de corriente, igualar los circuitos, es decir, darles una igual resistencia. Un manantial de 6 voltios, capaz de dar hasta un amperio por circuito, es suficiente para la marcha del sistema.

Se ha suprimido la pluma ó el estilete por medio de la disposición siguiente:

Se hace pasar un circuito de un amperio por un hilo *h* de «calorita», de muy pequeña sección, tendido como se ve en *A*

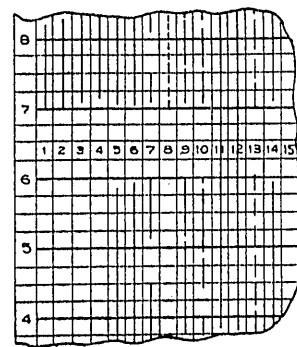


Fig. 2.^a

(fig. 1.^a), en contacto con el rodillo de papel *p* sobre el cual se deben registrar el paso ó las interrupciones de esta corriente. Basta, para esto, que este hilo tenga una capacidad calorífica muy débil, de modo que el paso de la corriente le lleve á la incandescencia y que la supresión de la corriente suprima esta incandescencia sin retraso de tiempo apreciable. Se sigue de aquí que, desde el paso de la corriente, el hilo de «calorita» trazará sobre el papel, quemándolo ligeramente, una línea que se detendrá desde que la corriente cese de pasar por el hilo. El papel es arrastrado por un peso motor *l* sostenido por la cadena *f*.

La figura 1.^a muestra con claridad las disposiciones adoptadas para la marcha de cada circuito de registro: la parte de la derecha del esquema caracteriza cada circuito registrador particular, y hay tantos órganos semejantes, soportados por la ba-