

to importante 1.246.830,45 pesetas, que da un coste kilométrico de 214.822 pesetas, comparable con el de un ferrocarril.

No ha sido otra mi intención al redactar esta ligerísima reseña que el hacer saber que existe esa obra en España, por lo que con lo dicho queda cumplido el fin que me propuse; ahora, el que tenga la suerte de poderla visitar podrá apreciar cumplidamente si ha habido exageración en mis indicaciones ó si éstas resultan pobres y pálidas ante la realidad.



Fig. 4.ª

La mínima parte que me ha correspondido en la construcción de esta obra, como Ingeniero encargado de su terminación, me permite, sin caer en inmodestia, el aplauso entusiasta que desde aquí envío á mis Jefes y compañeros que tan brillantemente planearon, estudiaron y realizaron tan portentosa obra, cuyos nombres no cito por no incurrir en sensibles omisiones y porque estimo que, tanto á ellos, á los que corresponde todo el mérito, como á mí, que no me alcanza más que la fortuna de haber prestado mi modesto concurso cuando ya no había dificultades que vencer, les producirá mayor satisfacción que los merecido lauros de su empeño, tan brillantemente coronado por el éxito, sean patrimonio exclusivo del Cuerpo á que tanto nos honra pertenecer.

J. MORENO AUGUSTIN.

Madrid, Febrero 1913.

RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN

El croquis que acompañamos indica que entre la zona de riegos formada por los del canal de Urgel, de la acequia de Lérica y del canal de Aragón y Cataluña y la que, empezando por los del Gállego continúa con los del canal Imperial de Aragón, existe limitada por los ríos Cinca y Gállego una enorme extensión de terrenos. Para que en ellos pudiese resolverse el problema del riego eran precisos dos factores: tierras que por las condiciones topográficas y constitución mineralógica se prestasen á las transformaciones para ello necesarias y agua suficiente, no debiéndose preocupar de la influencia del clima por ser éste el mis-

mo de las regiones regadas contiguas. Las condiciones topográficas del Sobrarbe, Somontano y Monegros no son inferiores á las de la zona regable del canal de Aragón y Cataluña y la fertilidad de gran parte de sus tierras excede á las de la Litera. Debía, pues, contarse con el factor tierra.

Podía creerse que faltaba el agua, pues las del Gállego dejaban las tres cuartas partes de los terrenos con ellas regadas sólo con riego eventual, y las del Cinca se consideraban destinadas al canal de Aragón y Cataluña. Este puede prescindir de ellas para su alimentación y, por lo tanto, quedan sobrantes parte de las aguas ordinarias del río Cinca y todas las de avenida.

También cabe aprovechar gran parte de las de avenidas del Gállego, ya que en el pantano de La Peña sólo deben embalsarse las necesarias para convertir en permanentes los riegos eventuales de la parte inferior del valle.

Se podía, pues, contar con los dos factores del problema, faltando determinar en qué proporción debía entrar cada uno de ellos para la mejor solución de riegos aislados ó de un plan de conjunto.

La divisoria entre los dos ríos se desarrolla paralelamente al Gállego y próxima á él hasta que al Sur de Alcubierre se bifurca en las dos que forman las divisorias del Ebro con Gállego y Cinca.

Como primera impresión, parecía lógico establecer en la zona total un sistema de riegos en la cuenca del Cinca con las aguas de éste, y con las del Gállego otro sistema para regar lo posible de su cuenca y la de los afluentes secundarios directos del Ebro que constituyen la región denominada Los Monegros.

Estos dos sistemas ofrecían graves inconvenientes. Dada la situación posible del origen del canal del Cinca, pudiera éste desarrollarse hasta Almudébar, pero los riegos de su superficie dominada exigiría como indispensable red de acequias principales, además de las que deberían desarrollarse por las divisorias entre las cuencas del Vero, Clamor de Selgua, Alcanadre y Flumen, otra importantísima que constituiría la prolongación del canal principal por la sierra de Alcubierre, coincidiendo sensiblemente con la casi totalidad de lo que en los proyectos formulados se denominaba canal de Monegros.

En cuanto á los riegos del Gállego, existiendo ya éstos en unas 18.000 hectáreas de los mejores terrenos de su valle, quedarían reducidos al de una restringida zona al Oeste de la sierra de Alcubierre, hasta llegar á la región cuyo riego ha sido siempre un ideal. Se tendría una gran parte de canal que pudiéramos llamar muerto para regar los terrenos que pueden ser los más ricos de Aragón en cuanto tengan aguas, y que actualmente, por las pertinaces sequías, están sumidos en la mayor penuria.

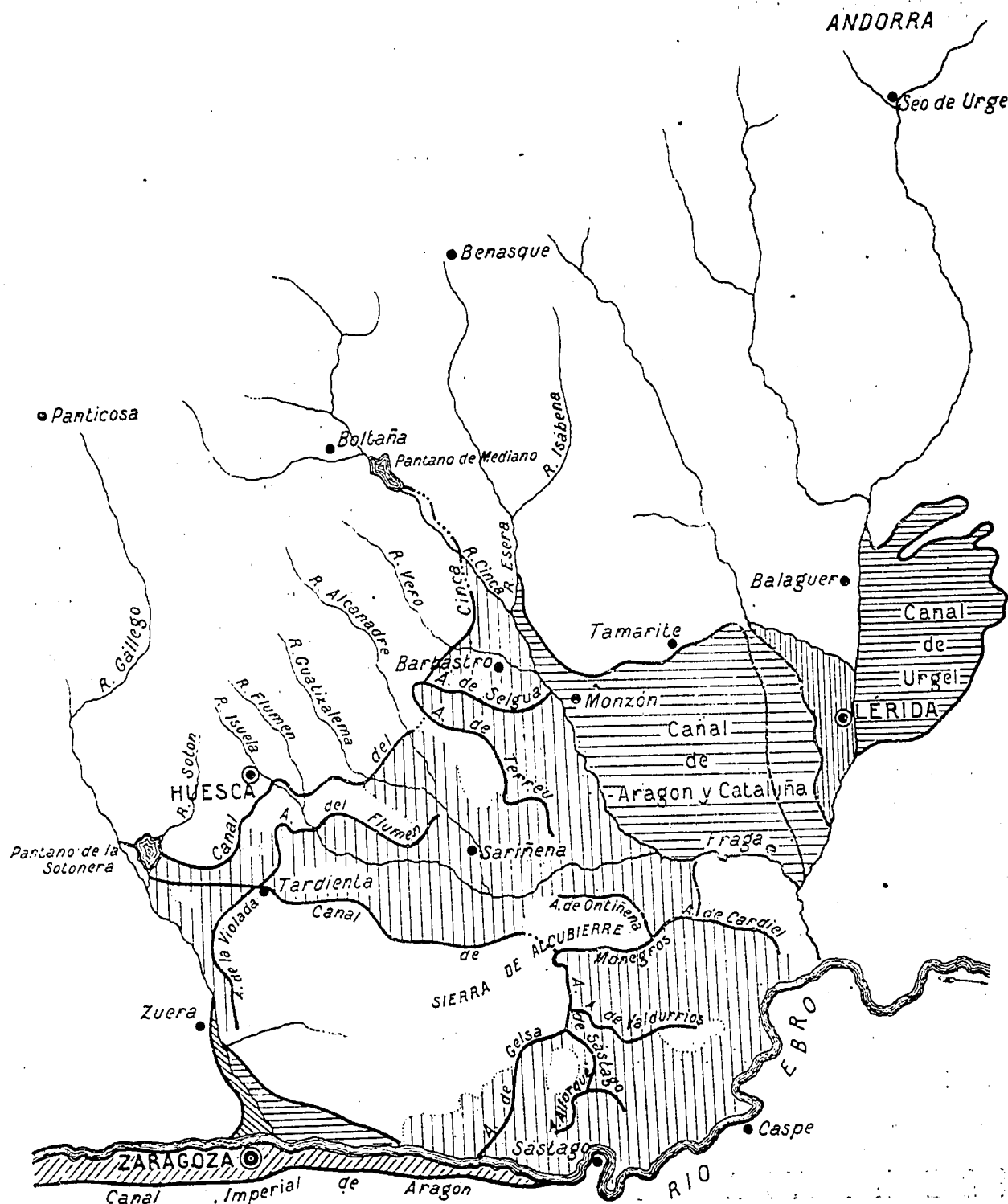
Además de los inconvenientes que acabamos de indicar que entrañan casi la imposibilidad económica de realizar los dos sistemas de riego, y, especialmente, el costosísimo del Cinca, con su canal completo, se presentaba la dificultad de no ser suficientes las aguas sobrantes del Gállego para regar los Monegros.

El malogrado Ingeniero D. Rafael Izquierdo, iniciador del plan, supo vencer todas las dificultades con sus geniales concepciones. Puesto que el Gállego, después de asegurados los riegos actuales, mediante la regularización que permitirá el pantano de La Peña, no tiene bastante agua sobrante para el riego de la comarca que más lo necesita, y siendo posible suplir, y con exceso, esta deficiencia con las aguas de las avenidas del Cinca, alimentase el canal de Monegros con aguas de los dos ríos, y resultando como gravísimo defecto económico del sistema de riegos independientes la construcción de un canal importante por cada una de las vertientes de la sierra de Alcubierre, á partir del Collado de Tardienta, suprimase en todo ó en parte el que presente menor utilidad. Concretó, pues, su plan como sigue:

1.º Utilización de las aguas sobrantes del río Cinca, embalsándolas por medio de un pantano de gran capacidad. El anchuroso cauce, producido por la erosión en las margas eocenas, aguas arriba de Mediano y la estrecha garganta por donde corre el río en la barrera denominada El Entremón, ofrecen excelentes condiciones para ello.

do el inmenso embalse que puede formarse agua arriba de la confluencia de los ríos Sotón y Astón, susceptible de almacenar unos 200.000 millones de metros cúbicos. Al pantano le denominó de La Sotonera.

3.º Recoger los aguas sobrantes del Gállego y conducirlos al pantano de La Sotonera, por medio de un canal de conduc-



2.º Formación de un gran depósito para almacenar no sólo las aguas sobrantes del Gállego, sino las que debe proveer el Cinca para extender el riego á los mejores terrenos de la zona total regable que comprende, no 300.000, sino unas 400.000 hectáreas. Este problema no tiene solución posible dentro del cauce del Gállego, por no encontrarse en él más emplazamiento de pantano que el de La Peña y aun éste resultaría muy insuficiente para el fin propuesto. Ante esta imposibilidad, era preciso renunciar al plan ó buscar en la cuenca y fuera del valle principal el vaso necesario y en esto hay que admirar á Izquierdo, concibien-

ción. Este debe tener su rasante al nivel necesario para llenar el pantano, y claro está que, prolongado más ó menos, podrá tomar las aguas del río mediante una pequeña presa de derivación ó con una presa de altura. La primera solución sería, en general, preferible, pero consideraciones muy atendibles han hecho adoptar la segunda.

4.º Conducir al pantano de La Sotonera las aguas necesarias de las embalsadas en el pantano de Mediano y utilizar el canal de conducción, denominado del Cinca, para el riego de la zona dominada, y

5.º Alimentar, con el pantano de La Sotonera, el canal principal, llamado de Monegros, proyectando éste de suerte que, salvando en Tardienta la divisoria entre Cinca y Gállego, pueda regar parte de la cuenca del Cinca, y que atravesando luego en túnel la sierra de Alcubierre domina la comarca de los Monegros.

Reducidas las obras para el riego de las 300.000 hectáreas á los tres canales y á los dos pantanos, se formuló un anteproyecto por los Ingenieros D. Rafael Izquierdo y D. Félix de los Ríos para que sirviera de base para la información parlamentaria al ser presentada una proposición de ley para el establecimiento del plan.

Para informar aquel proyecto se designó una Comisión formada por el Ingeniero Jefe de la División hidráulica del Ebro, D. Alejandro Mendizabal y por el profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, D. Narciso Puig de la Bellacasa. En el dictamen que emitieron, al tratar de la cantidad de agua disponible, manifestaron lo siguiente:

«Aunque los datos referentes á los ríos Cinca y Gállego, que aparecen en el anteproyecto, han sido suministrados en su mayor parte por los Centros oficiales, hemos creído de nuestro deber acompañar al final del presente informe los gráficos y resúmenes de los aforos practicados por la División del Ebro en los cinco años que se indican, y por separado los relativos al año anterior de 1910, que ofrecen mayores garantías de exactitud por haberse realizado en condiciones mucho más favorables, particularmente los relativos al río Gállego, que se han llevado á cabo en la presa vertedero de las Fuerzas motrices del Gállego, construída con todo esmero. De los resúmenes correspondientes al expresado año 1910 se deduce que la cantidad total de agua aportada por los dos ríos es de 1.771 millones para el Cinca y de 1.652 millones para el río Gállego, de suerte que deduciendo el volumen correspondiente á los aprovechamientos actualmente existentes, y que asciende á la cantidad de 914 millones, queda un volumen teórico total aprovechable de 2.509 millones, bajo el supuesto de la completa regularización de ambos ríos, la cual se conseguirá de modo indudable respecto al Cinca con la construcción del pantano de Mediano, y que se obtendrá asimismo relativamente al Gállego el día en que se terminen las obras del pantano de La Peña, el aprovechamiento de los lagos de la parte superior de la cuenca y se realice la construcción del gran pantano, que se hallará situado en el término municipal de Senegüé. De las cifras que anteceden y considerando, como así es en efecto, que el año 1910 no difiere mucho del promedio normal de un quinquenio, se deduce la posibilidad de poner en riego una superficie de terreno próximamente doble de la total dominada por las obras propuestas, pero ateniéndose á las circunstancias actuales, se tomará en cuenta tan sólo el caudal total del Cinca y el volumen aprovechable del Gállego, que se expresa en el gráfico correspondiente, y en el que, como podrá verse, se ha consignado el gasto diario, del que sólo se aprovecha para derivarlo al embalse del Sotón el volumen comprendido entre 15 y 55 metros por segundo. De este modo, y hasta que se ejecuten las obras indicadas, alguna de las cuales pudiera agregarse al plan que se examina, se obtiene un volumen total disponible en el río Gállego de 727 millones de metros cúbicos, que juntamente con los 1.428 millones, es muy superior al que se consigna en el anteproyecto y que sirve de base para determinación de la zona regable.»

En el proyecto definitivo formulado por los Ingenieros don José Nicolau y D. Félix de los Ríos, y presentado á los efectos de la ley de 7 de Julio de 1911, se necesitan sólo 974 millones de metros cúbicos de agua, dada la distribución de los cultivos y

los riegos para ellos previstos. Teniendo en cuenta las capacidades de conducción de los canales, se calcula que en años de gran escasez podrá disponerse siempre de los siguientes caudales sobrantes:

Del río Cinca.....	650 millones de metros cúbicos.
— Guatizalema .	15 — —
— Sotón.....	40 — —
— Gállego.....	641 — —
TOTAL	1.346 millones de metros cúbicos.

y el cálculo no se funda en hipótesis, sino que se basa en datos oficiales. Se acompaña á la Memoria los resultados de aforos de los ríos, presentándose en estados numéricos los que siguen:

Ara (1888).....	Estación del puente de Jarnobas.
Esera (1906 á 1911).....	Toma de aguas del Canal de Aragón y Cataluña.
Cinca (1910 y 1911).....	Estación de El Grado.
Gállego (1881 á 1884 y 1886 á 1889).	Estación del puente de Santa Isabel.
Guatizalema (1907 á 1910).....	Estación de Almunia del Romeral.
Gállego (1897 y 1898).....	Estación del barranco de la Junquera.
Idem (1910 y 1911).....	Presa de las fuerzas motrices.

y en estados gráficos:

Gállego (1897 y 1898).....	Estación del barranco de la Junquera.
Idem (1910 y 1911).....	Presa de las fuerzas motrices.
Cinca (1906 á 1910).....	Deducidos de los del Esera con el coeficiente 1,4.
Idem (1911).	Estación de El Grado.
Idem (1911).....	Deducidos de los del Esera con el coeficiente 1,4.

Cabrá discutir las hipótesis referentes á cultivos y á los riegos que necesitan, lo que he hecho ya emitiendo mi opinión, pero si se otorga confianza á los datos proporcionados por la División hidráulica del Ebro, no hay que dudar que quedan asegurados los recursos hidráulicos de las cuencas alimentadoras de los pantanos.

El proyecto definitivo completa el plan del anteproyecto añadiendo una red de 337 kilómetros de acequias principales, que tienen la importancia de verdaderos canales, y que de quedar su ejecución á cargo de los regantes hubiese hecho imposible los riegos. Este importantísimo aumento de obras explica el que tiene el presupuesto que en el anteproyecto se calculaba en unos 113 millones de pesetas.

Las disposiciones proyectadas para el dique del pantano de La Sotonera y la idea general de derivar la acequia del Flumen del canal de Monegros, disminuyendo la zona regada por el del Cinca y permitiendo reducir la capacidad de conducción de éste de 45 metros cúbicos á 21,50 contribuyen, con otros varios detalles, al perfeccionamiento del primitivo plan.

Se adiciona al proyecto definitivo un documento que no figuraba en el anteproyecto. El plano general de la zona regable, presentado en cumplimiento de lo dispuesto en el art. 1.º de la ley de 7 de Julio de 1911.

El plano, dividido en once hojas, está muy bien hecho, representándose la altimetría por medio de curvas de nivel de 20 en 20 metros y figurando en la planimetría los necesarios deta-

lles. No cabe pretender más que lo presentado, pues para conseguir mayor exactitud es preciso se hagan importantísimos trabajos que, dada la magnitud del proyecto, deben simultanearse con la ejecución de las obras, no exponiéndose, antes de tener la seguridad de hacerlas, á invertir cuantiosas sumas. El plano general de la zona regable del canal de Aragón y Cataluña, en escala de 1 : 10.000 y con curvas de 5 en 5 metros fué levantado durante el período de construcción, empleándose años y varias brigadas en los trabajos; descontando sueldos é indemnizaciones del personal facultativo, instrumentos, gastos generales, etc., se invirtieron más de 75.000 pesetas para unas 100.000 hectáreas. Para la zona total regable del plan de los Riegos del Alto Aragón, sería preciso por lo menos seis años y 300.000 pesetas. Téngase presente que dicha zona comprende, además de las 300.000 hectáreas escogidas, otra inmensa extensión que puede dominarse por las acequias de la Violada y de Gelsa, modificando sus trazados para no perder altura. Sobran tierras para regar concretándose á los caudales aprovechables previstos y á su distribución.

La comprobación del conjunto del plano de la extensa zona regable exigía una triangulación que pudo evitarse, por estar ya hecha por entidad tan idónea como es el Instituto Geográfico y Estadístico. Demostró su exactitud la coincidencia de la red total formada con cuatro triángulos de la red del paralelo de Palencia, dos de la del meridiano de Lérida, uno de la red del llamado cuadrilátero de Huesca y seis del cuadrilátero de Caspe.

La concordancia de los detalles de la planimetría se pudo comprobar al recorrer la zona en todos sentidos, y la representación de la altimetría se consideró aceptable por corresponder sus datos con los de 49 placas de la nivelación del citado Instituto, con los de los perfiles longitudinales del ferrocarril de Zaragoza á Lérida y los de la carretera del Estado y de los canales y acequias proyectados, y por el resultado de numerosas observaciones barométricas.

Costosísimo en tiempo y dinero sería otro sistema de comprobación de la zona regable que los empleados, ni ninguna ventaja reportaría alcanzar mayor grado de exactitud, pues que las pequeñas diferencias que en más ó en menos puedan encontrarse en los terrenos que por su altura no quedan dominados ó por sus condiciones especiales no sea susceptible de riego, se compensarían ya dentro la zona ahora prevista ó fuera de ella, en los terrenos al Sudoeste de la sierra de Alcubierre ó en los de los términos de Torrente de Cinca y Mequinzenza, que los han solicitado.

Para terminar, haremos breves consideraciones respecto á la parte económica del proyecto.

	Pesetas.
Su presupuesto incluso expropiaciones es	160.734.337,62
Si el Estado subvencionase con el 50 por 100 del presupuesto y adelantase el 25 por 100 del mismo, el auxilio sería de..	120.550.753,22
Pero como según la ley de 7 de Julio de 1911, sólo puede ascender el auxilio total á 400 pesetas por hectárea dedicada á cultivos intensivos, y á 275 pesetas por hectárea dedicada á cultivos extensivos, tendremos 230.000 hectáreas por 275, más 70.000 hectáreas por 400, igual á.....	91.250.000,00
Lo que supone el 75 por 100 de un presupuesto total de.....	121.666.666,66

Por lo tanto, sea cual sea el presupuesto de las obras, en cuanto rebase de los 121.666.666,66 pesetas, no afecta en poco ni en mucho al auxilio del Estado. Sería preciso rebajar el pre-

supuesto en más de 49 millones de pesetas, es decir, en más del 30 por 100 para que el auxilio basado en él, fuese menor que el deducido por el número de hectáreas regables y su clase de cultivo.

Nuestra opinión respecto á los diversos precios del proyecto, la hemos dado cuando debimos emitirla, y no dudamos que muy poco ha de diferir de la que se formen los Ingenieros prácticos en la construcción de obras hidráulicas que tengan ocasión de examinarlos y de conocer las circunstancias de las obras.

J. SANS SOLER

Monzón 4 de Marzo de 1913.

ELECTRIFICACIÓN DE LOS FERROCARRILES

POR BIEDERMANN

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen.)

Este asunto fué origen de un folleto no ha mucho publicado (1), en el cual su autor, juzgando poco satisfactoria, desde el punto de vista económico, la electrificación de los ferrocarriles alemanes y, considerándola capaz de comprometer los intereses de la defensa nacional, se creyó obligado á ponerle por título el grito de alarma: *¡La Patria está en peligro!*

Escrito con la característica de las obras de vulgarización científica, está inspirado por una inquietud innegable de verdad, pero el pesimismo del autor le quita todo su valor.

Empieza por desarrollar consideraciones generales sobre la naturaleza de la fuerza electromotriz, para llegar á la conclusión indiscutible de que esta fuerza, por oposición al poder calorífico de la hulla y á la fuerza motriz del agua ó del viento, no puede considerarse más que como una forma de energía secundaria, derivada de las fuentes de energía primitivas (y esto, aunque se desarrolle directamente en la naturaleza). Añade que la generación de la corriente en la dinamo por el empleo de un motor de vapor, la transformación de la corriente á débil tensión para las transmisiones á distancia, la alimentación de los transformadores de la locomotora con corriente á alta tensión y las ampliaciones ó reducciones necesarias en la locomotora, dan lugar á pérdidas importantes de energía; en esto también hay que estar de acuerdo con él.

Por el contrario, hay que protestar enérgicamente contra la conclusión, muy generalizada, apoyada sobre este hecho único de pérdidas de energía (que el autor valora en el 50 por 100 de la energía producida en la fábrica): «No debe, pues, pensarse en conseguir una explotación de un ferrocarril que resulte más económica con tracción eléctrica que con las locomotoras de vapor actualmente en uso, por muy ventajosamente que esté situada la fábrica y por muy barato que resulte el combustible empleado.»

El autor se olvida que cuando se trata de la cuestión económica de la tracción eléctrica, empleando como origen bien el vapor ó bien el agua, debe tenerse en cuenta otros muchos factores más que el de la sencilla derivación de energía. Primeramente, el mayor rendimiento de las locomotoras eléctricas y el tiempo relativamente corto que necesitan para poder ser puestas en servicio; después, la facultad que se tiene, agrupando las máquinas generadoras en algunas grandes fábricas, de reducir los gastos de producción de energía lo suficiente para que sean me-

(1) *¡Das Vaterland in Gefahr!* Observaciones sobre los inconvenientes de la electrificación de los ferrocarriles del Estado, por Oskar Kresse. Casa editora: John Schwerin, Sociedad por acciones, Berlín.