

La industria hidroeléctrica en España

Deficientes condiciones para su desarrollo

Los países dotados de importantes diferencias de nivel respecto del mar y una conveniente altura pluviométrica, proceden muy acertadamente si aprovechan, cuanto sea económicamente posible, la energía procedente de las caídas del agua que el calor solar eleva a las nubes y éstas precipitan sobre la corteza terrestre.

Por ello los Gobiernos de todas las naciones se han preocupado de utilizar la que se llama hulla blanca, sin duda porque donde muestran las corrientes la hermosa blancura de sus espumas es donde precisamente hay numerosos kilowatios tan utilizables como los de la mejor hulla. Los más sabios y previsores han empleado los recursos del Tesoro público en la construcción de saltos de agua que han acrecentado grandemente el patrimonio nacional.

Como ejemplos de ello citaré, entre otros, el de Suecia, donde el Estado posee instalaciones hidroeléctricas de potencia de 300 000 kilowatios, siendo el primer productor de la energía total utilizada en el país, que es de 1 500 000 C. V. Cosa análoga ocurre en Noruega, donde hay ya instalados más de 1 250 000 C. V. de potencia.

Pero no son solamente los países escandinavos, dotados de circunstancias favorables, los que han protegido en el más alto grado, y con enorme beneficio para su país, las industrias de la hulla blanca; porque también lo han hecho otras muchas naciones, y así, el Estado alemán, conjuntamente con una sociedad suiza, constuyó el magnífico aprovechamiento de Whylen-Augst, estableciéndose dos notables centrales, de igual potencia energética, en cada una de las orillas del Rin. En Suiza, el más reciente y perfeccionado de los grandes saltos en pleno funcionamiento, el de Wägital, que desarrolla 140 000 caballos de vapor, ha sido construido en solo año y medio desde su comienzo, siendo copartícipes, por igual, el Municipio de Zurich y la Sociedad de Fuerzas Motrices del N. E. de Baden. Ambos aprovechamientos los he visitado durante el período intenso de realización de obras, y puedo asegurar que me asombró la actividad desarrollada, así como los poderosos medios de acción puestos en juego, gracias a los que han reducido al límite mínimo los intereses intercalarios que hacen poco remuneradoras muchas obras públicas y particulares de nuestro país, dotado de abundantes energías solares muy poderosas, pero tan mal utilizadas que producen el resultado contraproducente de retardar todo aquello que debieran acelerar. Aquí la mayoría de los días son excelentes para trabajar; un sol espléndido permite una intensa labor; durante la guerra abundó el capital y el obrero cobraba jornales muy reducidos, y, sin embargo, ni el Estado desarrolló un vasto plan de obras públicas (cuyo capital de construcción estaría ya hoy totalmente amortizado) ni las grandes Compañías supieron emprender la buena vía, convenientísima a sus intereses y a los de la Nación misma.

Volviendo a las naciones extranjeras, y mirándonos en el espejo de Francia, a la que, por desgracia, imitamos más en lo malo que en lo bueno, vemos que esa nación, a pesar de tener la atención preferente dedicada a su problema vital, el de la defensa nacional, se acordó preferentemente del aprovechamiento de la energía hidráulica, que ha intensificado grandemente su producción. Al efecto construyó numerosas centrales, especialmente en el Este, Centro y Sur del país, o sea donde se encontraba energía disponible en mejores condiciones, y así, hoy tiene en producción cerca de 1 500 000 C. V., y está electrificando redes completas de ferrocarril, para las que ha construido el Estado centrales tan importantes como las que aprovechan los extraordinarios recursos hidráulicos de las grandes cordilleras alpina y pirenaica.

Para procurar la implantación de industria tan útil, la Administración francesa, además de predicar con el ejemplo, dió las siguientes facilidades:

Desde luego tiene levantados, y a disposición del público, los planos de todo el territorio, y así, se venden, en los comercios de estalle, las hojas de los mapas, en escalas de 1 : 500 000, 1 : 100 000, 1 : 80 000, 1 : 50 000 y 1 : 20 000, estando representadas en estas dos últimas las curvas de nivel. Además, pidiéndolas, proporciona copias de los planos más detallados.

En cuanto a la tramitación, es mucho más rápida que aquí y, para abreviarla todavía, se ha dictado una recentísima disposición, que autoriza la posesión de los terrenos expropiables necesarios, en cuanto están tomados los datos para el expediente de expropiación, empleándose como promedio unas tres semanas en todos estos trámites previos a la ocupación, sin perjuicio de que prosiga luego aquél hasta su conclusión, pero evitando el mayor inconveniente, el de las dilaciones, que obligan a transigir con imposiciones absurdas, después de sufridos inevitables perjuicios. Buenas vías de comunicación permiten llegar a todos los puntos del territorio, siendo hasta agradable la visita a las instalaciones, donde, disfrutando de comodidades, se reciben gratas enseñanzas. Por otra parte, en los casos en que hay embalse o regulación de aguas, el Estado concede la subvención del 50 por 100 del presupuesto de las obras, lo cual anima a los industriales a plantear las instalaciones reguladas, que son las de mejor utilización y de máximo beneficio para el país. Así he visto yo en la Saboya el aprovechamiento integral de un simple torrente, el Doron, donde se obtiene una energía de 80 000 C. V., mediante un gran embalse regulador, al cual, análogamente a lo hecho en el salto de Wägital, se eleva el agua que afluye al torrente aguas abajo de la presa de embalse.

Pero aun hay más: Francia, no sólo aprovecha útilmente las iniciativas de sus ciudadanos, sino que sabe beneficiarse hasta de las nuestras. Aquí se creó

una Comisión, integrada por ilustres técnicos, que propuso, en excelente informe, una red de distribución de energía eléctrica que permitiera utilizarla al país entero; pero, maestros en las múltiples manipulaciones del balduque, seguimos aquí... estudiando ese asunto, realizado ya a la perfección en la vecina República. En cambio, Francia se apoderó de nuestra idea, la desarrolló tan maravillosamente que, antes de ser ley la propuesta, se planteaba la red gallardamente en las regiones devastadas, donde, claro está, era más necesaria, y luego se ha extendido por todo el territorio nacional.

Y así ha podido ordenar el ministro de Agricultura que se extendiesen las últimas derivaciones de la red nacional hasta las aldeas y albergues rurales.

La carestía de la labor del hombre viene de tal suerte a estar compensada por la baratura y facilidad de aplicaciones de la fuerza eléctrica, vendible, por todo ello, a precios muy inferiores a los de aquí.

Mas semejante aun a nuestro clima es el de Italia y, sin embargo, las diferencias son notables; en contra nuestra, desde luego.

En primer lugar, el Gobierno ha electrificado allí gran parte de su red ferroviaria, poniendo en servicio multitud de centrales eléctricas, y lo mismo han hecho las Compañías ferroviarias, siendo más de 4 000 el número de los kilómetros ya electrificados.

Además, los capitalistas, con la debida suficiencia y preparación, han comprendido que era interés suyo el proteger la creación de las grandes centrales hidráulicas, y son muchas las Compañías que cuentan cientos de miles de caballos instalados, con los que se fabrican enormes cantidades de productos, transformados en la forma de hacerlos útiles a la humanidad; explicándose de este modo que, tanto Milán como Turín, Venecia, Nápoles y Roma estén ampliamente dotadas de energía hidroeléctrica, que puede darse a precios también muy reducidos, lo cual no sucede en nuestro país, por la mezquindad con que se ha tratado el problema, construyendo saltos de escasa potencia, y por ello, naturalmente, antieconómicos.

Como ejemplo de lo hecho en Italia, citaré uno de los menos conocidos, por estar todavía muchas de las instalaciones en período de construcción; me refiero al aprovechamiento del torrente Marmore, por la Compañía de Breda (Turín), en cantidad de 200 000 C. V. Las obras comprenden, desde los embalses de Goillet y Cignana, sitos a 2 500 y 2 153 metros sobre el mar (al pie del monte Zerbino), hasta Chatillón. Los más curiosos de los aprovechamientos son los superiores, que consisten en dos grandes presas, de unos 400 metros de largo y 50 metros de altura máxima, en cuyos embalses, no sólo se remansarán las aguas de su afluencia natural, sino las de otras cuencas, que se elevarán a aquel, obteniendo luego caídas de unos 800 metros.

Mediante un plano inclinado de 1 800 metros, nos remontamos, con el ingeniero Sr. Guiciardi, director de las obras, y me asombró el espectáculo, no sólo del valle, que aparecía al pie en hermosísima proyección diminuta, sino el excelente planteamiento de las obras.

Potentes grúas escavadoras desmontaban las tierras que, mediante ferrocarriles, eran llevadas abajo de la presa; al mismo tiempo funcionaban vastas y perfeccionadas instalaciones de hormigonado, que avanzaban la construcción de la presa, y así, con

escaso número de obreros (que a las citadas alturas han de ser muy bien pagados) se preparaba todo para realizar la obra en el plazo de un año. La mayor parte de las cosas que allí vi las conocemos, sobre todo teóricamente, en España; pero aquí sólo las he visto aplicadas en grande escala en Camarasa, bajo la dirección de mi buen amigo Mr. Billings, gracias (y esto es lo más sensible) al concurso de capitales extranjeros.

Tal vez en España ha contribuido a ello poderosamente la desacertada imitación de lo hecho, precisamente en Italia, con la llamada Ley Bonomi, de 1916, por la cual se estableció la temporalidad de las concesiones, lo que, como aquí, produjo una retrocesión en la marcha hasta entonces ascendente de la construcción de grandes aprovechamientos hidroeléctricos; para contrariarla, el Gobierno italiano enmendó su error y, por ley 2 de octubre de 1919, concedió una primera subvención de 40 liras anuales, por caballo nominal instalado de tres mil horas útiles, durante veinte años, otorgando conjuntamente la exención de impuestos generales y locales, además de otros beneficios especiales para determinadas aplicaciones agrícolas, de explosivos, etc., etc.

Copiándose inoportunamente lo hecho en Italia, aquí, cinco años después, y cuando allí se había visto lo inconveniente del sistema, se dictó el Real decreto de 14 de junio de 1921, estableciendo la temporalidad de las concesiones, Real decreto de consecuencias funestas para todos aquellos que no han podido eludir su aplicación, ya que los financieros rehuyen entrar en negocio en que la Administración española (que no sabe administrar sus rentas más saneadas ni recaudar por sí misma sus propios tributos) puede intervenir, perturbando el funcionamiento de la industria y encareciendo la producción.

Ese Real decreto, y lo mismo el del año 1922, son absolutamente ilegales; pues en la época en que se dictaron regía el precepto constitucional de que, estando abiertas las Cortes, el Gobierno carecía de facultades para derogar por Real decreto la sabia ley de aguas; y ese Real decreto es inconveniente aun para el mismo Estado, pues, como la energía se crea para ser aplicada en alguna industria, y ésta no se la apropia el Estado, resultará que, si llega a plantearse la reversión, el industrial puede abandonar la industria, de no serle remuneradora, o buscar otra fuente de energía, y el Estado quedarse sin aplicación de la central eléctrica, o adquiriendo el negocio si es malo, que los buenos no los cederán los interesados.

Más fácil le era al Estado, dentro de la idea de la obtención de fondos, lograrlos de otro modo; así, por ejemplo, y si se trata de una concesión que regula los caudales (en realidad, todas lo hacen con sólo canalizar el agua, impidiendo pérdidas y normalizando los gastos de agua en el canal, cámaras, depósitos, etc.), caso en que la reversión sería a los noventa y nueve años, con imponer un pequeño canon de 1 por 100 de los beneficios. A los noventa y nueve años, tendría el Estado, positivamente, un valor superior al del capital invertido.

En efecto, la fórmula de anualidades

$$S = a \frac{v^n - 1}{v - 1}$$

nos da para $n = 99$, y el interés legal del 5 por 100

$$S = 2\,486 \times a$$

Apliquemos estas cifras a un ejemplo:

Sea un capital de 1 000 000 de pesetas y supongamos que sus beneficios líquidos son del 5 por 100 para mantenernos en un caso no demasiado favorable a nuestra tesis

Capital.....	1 000 000 pesetas.
Beneficios anuales.....	50 000 »
Impuesto especial propuesto al Estado.....	500 »

Cantidad a que asciende la acumulación de estas anualidades

$$S = 2\,486 \times 500 = 1\,243\,000 \text{ pesetas}$$

Esto es, que el Estado, durante noventa y nueve años, ha ido disfrutando de cantidades que, acumuladas al fin del período, importan más que la reversión, y sin intervenciones molestas, ni riesgos graves, que siempre los motiva el condominio del Estado en negocios particulares, explicable sólo tratándose de servicios públicos, y aun así, en circunstancias particulares.

En todos los organismos de que he formado parte he hecho cuanto he podido (en compañía de nuestro malogrado compañero, Sr. Machimbarrena, y otros) para evitar que prosperaran las ideas contrarias a nuestra magistral Ley de aguas de los imitadores de Bonomi, quien tenía una atenuante, y es la de hallarse su nación dominada por los principios socialistas imperantes en su país, como ensayo, en pleno período de guerra. Hoy veo por la práctica confirmadas, por desgracia, mis opiniones; pues, habiendo recobrado mi plena libertad de acción, me dedico decididamente al problema de la industria hidroeléctrica, donde los españoles luchamos con las siguientes contrariedades:

1.^a Dificultades burocráticas. En nuestra patria se da el caso de que a veces algunos Centros administrativos, en vez de actuar con acción paternal y facilitadora, lo hagan contrariamente, y en ocasiones tergiversen los hechos y vulnereen disposiciones vigentes conocidísimas, poniendo a la Superioridad en condiciones difíciles para resolver con acierto. Afortunadamente lo ha tenido la misma en casos difíciles, como en el del expediente de canalización y aprovechamiento de energía del Guadalquivir, en el que, rompiendo moldes obstruccionistas, se ha dictado un Real decreto que aplaudimos sin reservas.

2.^a Obtenida una concesión, ha de acudir al expediente de expropiación para ocupar los terrenos necesarios para la obra. Y aquí empieza un calvario, que termina, o bien pagando diez veces el valor de las cosas, como hizo la Canadiense, para ir deprisa, o eternizándose cuando sólo se quiere abonar lo justo y racional.

3.^a Ya obtenida la concesión y pagados los terrenos, parece que habría de ser fácil encontrar comprador del salto o crear una Sociedad a propósito; pero ahí estriba la mayor dificultad. Son escasas las entidades aptas para ello; varias se hallan dominadas por el afán del enriquecimiento torticero; campea en algunas el espíritu de acaparamiento y, en fin, representa un verdadero triunfo hallar capitalistas ecuanímes que quieran (aun haciendo un gran beneficio) reconocer la parte verdaderamente justa de la aportación industrial.

4.^a Vencidos los difíciles obstáculos antedichos, mucho más insuperables de lo que la Administración

cree, viene el período de construcción, y lo primero que falta, en numerosísimos casos, es vía de comunicación. Por este motivo la Canadiense, la Energía Eléctrica, la Hidroeléctrica Ibérica y otras muchas sociedades debieron construir por sí mismas carreteras que forman parte del plan del Estado. Tengo yo una concesión en la que, para poder llegar, desde una estación ferroviaria, a la población más próxima, mediante vehículo rodado, ha de recorrerse por carretera un centenar de kilómetros, y se necesita gastar 2 500 000 pesetas para construir los que faltan, a pesar de estar teóricamente unida aquélla (por cierto capital del valle) a una carretera de carácter internacional, que tardará mucho en llegar a ese valle.

5.^a Suponiendo dominada también esta dificultad, surge otra gravísima, que no existiría de haberse construido como en Francia la red de distribución de energía antes que allí acordada, es la aplicación de la energía, pues siendo, por desgracia, bajo nuestro nivel industrial, son pocas las utilidades de esa energía. De todo esto se prevalecen los constructores y los industriales para pedir precios exageradísimos, si han de tomar algunos valores del salto, de cuya construcción se trate.

Un caso curioso puedo citar, de un salto mío, en plena comarca industrial. Se trata de un aprovechamiento de unos 700 C. V. en la región próxima a la capital de la provincia, con salto de altura, pues mide 65 metros de caída. Nadie había pensado en él, y cuando yo lo pedí surgieron muchas dificultades, inventadas por los que pretendieron arrebatármelo; intenté evitar la expropiación y, obtenida la concesión, por un terreno abrupto y de monte bajo sin valor me pidieron un precio elevadísimo, pretendiendo tomar como tipo de unidad superficial el decímetro cuadrado, y como entonces no regía el Real decreto de 5 de septiembre de 1918, para sortear la dificultad, hube de incoar un expediente de ocupación de dominio y cauce público para conseguir terreno para la casa de máquinas. Logrado esto, inicié el expediente de expropiación, que duró catorce años, con alzadas y recursos varios. Por fin, pagados los terrenos, creí encontrar comprador para el salto, obligándome además a dar hecha la presa, y la mayor oferta que recibí fué la de 25 000 pesetas, muy inferior al coste real de mi concesión, proyectos, terrenos y presa; como es natural, no acepté esa ínfima oferta y pasé a construir el salto para mí, como industrial.

Parecería que con ello habían desaparecido las dificultades; nada de eso. Al realizar las explanaciones, uno de los propietarios (que hacía ocho años había cobrado, mediante escritura pública, el valor de sus terrenos) invadió esa mi propiedad. Esto me obligó a ponerle un interdicto, que me produjo mucha complicación, porque se alegaba que parecían no tener un año de fecha señales negras que yo mismo había puesto al tiempo de adquirir el terreno, y, aun así, hube de dar al discolo propietario ventajas extraordinarias, para evitar las dilaciones y gastos judiciales, cuyo montante ascendió, por ese solo incidente, a más de 14 000 pesetas.

La Administración española, procediendo acertadamente, ha otorgado beneficios especiales a los aprovechamientos de aguas para riegos que consumen el agua, teniendo para ellos todo género de tolerancias, y no hay razón para que desatienda la industria

hidroeléctrica, que no la consume y crea mucha riqueza.

Como ejemplo tipo, entre muchos, citaré el de riegos de Levante.

Es innegable que esta obra es una de las de mayor empuje e importancia últimamente realizadas en nuestra Nación. Mediante la elevación de 8 000 litros por segundo de aguas del Segura, recogidas en su desembocadura, y que antes se confundían con las del mar, se fertilizan unas 30 000 hectáreas de terrenos hasta hace poco casi yermos, pues se hallan en las estepas y saladares sitios entre Alicante y las salinas de Torrevieja.

Ahora bien, ese aprovechamiento, que ha creado riqueza tan considerable, habría sido imposible sin el disfrute del salto de los Almadenes, que ha proporcionado la energía económica indispensable para la elevación antedicha.

Ya se ve por ello que ese y otros muchos saltos son más beneficiosos para la creación de riqueza pa-

tria que ciertos riegos (entre los cuales los hay de dudosos resultados) a los que el Estado otorga ampliamente la perpetuidad, subvenciones y beneficios que no discutimos, pero sí pedimos que no se regateen los necesarios y convenientes cuando se trate de los buenos aprovechamientos hidráulicos.

No se trata de reclamar la protección pecuniaria que se otorga, no sólo a los regadíos, sino a las Empresas de ferrocarriles (incluso los en explotación), a los mineros de carbón, etc., etc.; pero no es mucho el suplicar que no se postergue ni trate mal a los interesados en aprovechamientos hidroeléctricos.

Muy acertadamente desea nuestro querido compañero, el Excmo. Sr. Conde de Guadalhorce, que se articulen las distintas fuentes de producción, y lo primero que se impone es que el Estado haga desaparecer desigualdades enojosas que la Ley de aguas no permite y que al redundar en detrimento de la segunda industria del país originan gravísimos perjuicios al patrimonio nacional.

Pedro GARCÍA FARIA
Inspector general de C., C. y P.

Las longitudes virtuales de los ferrocarriles con tracción por vapor y de los ferrocarriles con tracción eléctrica ⁽¹⁾

V

Influencia de la recuperación de energía en la longitud virtual de los ferrocarriles de tracción eléctrica

Hasta ahora, siempre que $\omega_s + c_s - s$ era menor que cero, se ha tomado como igual a cero. Esto es lo que debe hacerse en la tracción por vapor, y en la tracción eléctrica, cuando no hay recuperación de energía, pues en ninguno de los dos casos se aprovecha la energía sobrante en las pendientes. No así cuando existe el frenado por recuperación de energía en la tracción eléctrica. Entonces, parte de la energía del tren en las bajadas se devuelve a la línea aérea para que otros trenes la aprovechen, o vuelve a las subestaciones y a través de ellas al sistema alimentador del ferrocarril. En estos casos, cabe considerar valores negativos de $\omega_s + c_s - s$. Veamos la modificación que sufren entonces las fórmulas anteriores.

Sea un tren que está recuperando, en el viaje de vuelta, por ejemplo, en la alineación c con la pendiente $-s$ (los razonamientos son idénticos si la recuperación tiene lugar en una pendiente en el viaje de ida). La energía recuperada en llantas de la locomotora eléctrica vale, en kilogrametros,

$$E_{rc} = (s - c_s - \omega_s) (M_t + Q_2) L_c$$

De esta energía, una parte, E'_{rcs} , irá a las locomotoras que están consumiendo en la línea, y otra parte, E''_{rcs} , retornará al sistema alimentador a alta tensión, a través de las subestaciones,

$$E_{rc} = E'_{rc} + E''_{rc}$$

Sean:

- η_{mr} = rendimiento medio de las locomotoras eléctricas, durante la marcha en recuperación.
- η_n = rendimiento medio de las locomotoras eléctricas, durante la marcha normal, en tracción.
- η_l = rendimiento medio de la línea aérea, entre locomotora recuperando y locomotora trabajando o entre locomotora recuperando y subestación.
- η_s = rendimiento medio de la subestación, alimentando o recuperando.

Veamos, de la energía recuperada en llantas, E_{rcs} , qué es lo que realmente se utiliza, también en llantas, en las locomotoras que marchan en tracción.

Sea una o varias locomotoras marchando en tracción, que consumen la energía E_m en llantas, mientras recupera la locomotora antes considerada. De esta energía E_m , una parte será tomada a la E'_{rcs} que se ha recuperado; es decir, una parte de E_m será

$$E'_{rcs} \times \eta_{n,r} \eta_l \eta_s$$

La diferencia, o sea

$$E_m - E'_{rcs} \eta_{n,r} \eta_l \eta_s$$

ha de venir de la alimentación de energía, por medio de las subestaciones. En la alta tensión de éstas, corriente alterna trifásica, esto supone un consumo.

$$\frac{E_m - E'_{rcs} \eta_{n,r} \eta_l \eta_s}{\eta_{m,l} \eta_l \eta_s}$$

Este no es el consumo real hecho al sistema alimentador, pues de él hay que deducir lo que ha devuelto a éste, en recuperación, la locomotora considerada primero. Por tanto, el consumo efectivo de

(1) Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, número 2 446, página 75, y número 2 447, pag. 102.