

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA ENERGIA DE PIE DE PRESA EN LOS EMBALSES EN DERIVACION

Por CLEMENTE SÁENZ GARCÍA, Ingeniero de Caminos.

Al plantear el autor de un modo general el problema que da el título al presente artículo, aprovecha la oportunidad para presentar una breve y amena reseña de lo que para su resolución hicieron en el pasado algunos eminentes Ingenieros de Caminos.

No suele ser lo más indicado en quien, con vanidad, procura disimular canas que ya apuntan, el hablar demasiado de cosas que pasaron, ni se me cae de la memoria el castigo que tuviera la mujer de Lot por el pecado de volver la cabeza hacia atrás. Pero hallo una morbosa delectación en recordar ciertas andanzas ingenieriles, intensamente vividas, y se me antoja que sus episodios y temas quizá puedan proyectar algún débil rayo de enseñanza utilizable para otros, y, por lo menos, la también aleccionadora sombra que es el recuerdo de compañeros ejemplares que pasaron a mejor vida.

Fué el año 1926 hito memorable en el historial de las obras hidráulicas españolas. Márcase en él, con la creación de las Confederaciones Hidrográficas, un impulso decisivo por el que, iniciativas trascendentales que arrancaban antes de cualquier tugurio pueblerino, donde, entre vasos de vino espeso, se hacían comentarios acerca de las malas cosechas y la sequía pertinaz, pasan aquellas mismas iniciativas a ser dirigidas por el Estado, con visión más ponderada, en beneficio de una perfecta articulación con la economía general de la Nación. Y para que no se saque a relucir con esta ocasión el consabido tópico del anquilosamiento de la máquina estatal, debo de recordar la movilización sin precedentes que al efecto hubo de realizarse de funcionarios, de Ingenieros de Caminos, jóvenes entonces la mayoría, y muy entusiastas, que, perdone el lector la comparación, como lebreles en montería, fueron destinados a levantar la caza de las posibilidades fluviales, y que surgió, en efecto, en gran cuantía, y con las calidades de mayor.

Fué también entonces, ¿quién lo diría!, cuando se descubrió hidráulicamente la Rioja, y cuando se descubrió el Jalón.

¿Cómo no recordar ahora a Mariano Lahoz? Para él, bilbilitano auténtico, el pequeño *Nilo aragonés* guardaba, con relación al *padre Ebro*, una proporción

de semejanza, que hacía de su cuenca un retrato a escala. Se vieron allí problemas y soluciones suficientes para haber justificado lo que hubiera llamado hoy la *Confederación autárquica del Jalón*, base económica de su *provincia de Calatayud*.

¿Y de Arellano?, del siempre sonriente, siempre bueno y sin igual maestro *Don Cornelio*, como respetuosamente le llamábamos, ¿qué no habría yo de decir? Cuánto ahora, en 1944, no recuerdo su insistencia, su machaconería, su tesón navarro, acerca de la importancia que tiene el aspecto hidroeléctrico de los embalses del Estado, en cuya concepción estaba entonces, poco menos que vedado, tener en cuenta otro punto de vista que el puramente agrícola. “Día llegará—recuerdo que nos decía—en que el valor industrial de los pantanos pase a ocupar el puesto preferente en el orden de estimación.” Porque aquel veterano electricista veía subir, en forma amenazadora, el coeficiente angular de los consumos de fuerza, sobradamente más acentuado que el que corresponde a las lentas instalaciones del regadío, y su voz hubo de sonar potente en medio del desierto de la imprevisión, no dejando pasar proyecto de los que a su Jefatura correspondían, sin que lo del *salto de pie de presa* quedara archiestudiado, además de obligar a los Ingenieros de zona a buscar los complementos de contraembalses y de saltos auxiliares, que, como ecuaciones necesarias, dieran oportunidad a lograr las incógnitas o soluciones deseadas de los regímenes adecuados que pedían, una curva de consumo preconcebido de kilovatios, en función del tiempo, y otra segunda de empleo de agua en riegos, con ordenadas medidas en litros por segundo. ¡Los proyectos que esto costó rehacer sólo lo sabemos unos cuantos!

Quiero hablar, por fin, de González Lacasa, del malogrado Pepe González Lacasa, jacetano de nacimiento, y por la Rioja consagrado. ¡Cuántas veces, alterando la tranquilidad de mi casa de Reinosa, me arrebatava en un carro, que no era de fuego, sino de

gasolina, y con neumáticos, para llevarme allá, a las soledades cenobíticas de los Montes Distercios, donde él tenía la confianza de que existía un buen emplazamiento de embalse, cuya geología deseaba consultarme! ¡Qué de kilómetros, hechos a pie por enris-cadas sendas, donde el fotógrafo Otegui, hoy acreditado bacteriólogo, nos seguía con su cargamento de placas!

¡Cómo no rememorar aquellos colosales esquinazos con que su indeclinable modestia sabía orillar el atraco del espontáneo homenaje de los pueblos, obligando al chófer, cuando el viento traía barruntos, a tomar la transversal, que sólo a costa de interminable rodeo llevaba a Logroño! A Logroño, sí, donde desde hacía treinta años, en los recovecos del hotel Comercio, había montado una cátedra magistral de humorismo ingenieril, que regentaba un jefe sin par, D. Desiderio Pagola, solterón empedernido, que, en los frecuentes cambios de dueño del establecimiento, venía siendo catalogado como un número más en el inventario del traspaso,

Las obras en construcción del pantano de González Lacasa (Ortigosa de Cameros) y Mansilla, son exponentes magníficos de aquella labor callada y pertinaz: en Zaragoza deben de quedar en cartera los datos y proyectos de otra docena más, que en su día darán juego: Garganchón, Hervías, San Pedro Manrique, La Nava, Sajazarra (notable vaso, de diez metros de calado y veintitantos millones de cabida), etcétera, etc.

Hoy, breve y simplemente; quiero recordar, en homenaje del amigo llorado, una idea suya, genial, habida en el pantano de Ortigosa, por parecerme poco difundida, y, en presencia de otros casos similares, de oportunidad manifiesta. Ya lo hice otra vez con ocasión del Congreso de Ciencias de Santiago; pero vuelvo a insistir sobre ella. Se trata del aprovechamiento integral de la energía de pie de presa de los embalses en derivación, pues debo de hacer presente que el de Ortigosa es de esa clase, y ¡D. Cornelio Arellano exprimía y apretaba el cerebro de sus subalternos para que éstos, a su vez, no dejasen un kilovatio en libertad!

* * *

Si medimos en kilográmetros, o en kilovatios-hora, el trabajo que al cabo del año desempeña, o puede desempeñar en una central de pie de presa un pantano acaparador, sin desperdicio por el aliviadero, y comparamos esta energía con la que un canal, de suficiente capacidad, tomado en la cola de máximo embalse, que, salvando la altura de coronación del dique,

fuera a proporcionarla a la misma central, nos encontraremos con un déficit notable. Se trata de la energía perdida en llenar el pantano.

Para darnos cuenta de su orden de magnitud, y aclarar ideas, vamos a suponer que la forma del vaso es asimilable a la de un cono invertido, en que los volúmenes almacenados crecen como los cubos de las alturas, según la ley:

$$\frac{v}{V} = \frac{z^3}{h^3}$$

siendo v y z la capacidad y el calado variables, y V y h , los totales.

El trabajo teóricamente utilizable será:

$$E = V \rho \cdot h$$

(ρ = peso específico del agua.)

Con el salto de pie de presa en un instante determinado del vaciado se aprovechará esta porción:

$$d e = d v \cdot \rho \cdot z.$$

Y en total:

$$E' = \int_0^h z \rho \cdot d v = \int_0^h z \rho \cdot \frac{3V}{h^2} z^2 d z = \frac{3}{4} V \rho \cdot h = \frac{3}{4} E.$$

Si recordamos que la altura del centro de gravedad de un cono invertido es los $\frac{3}{4}$ de la altura del mismo, veremos que las cosas pasan como si el salto medio de pie de presa no tuviera lugar sino desde el centro de gravedad del embalse, cosa que el instinto nos podría haber pronosticado de antemano, y que, en definitiva, viene, sin tener en cuenta rendimientos ni variantes de la forma del vaso, a perderse en los aprovechamientos en cuestión un 25 por 100 de la energía potencial del río.

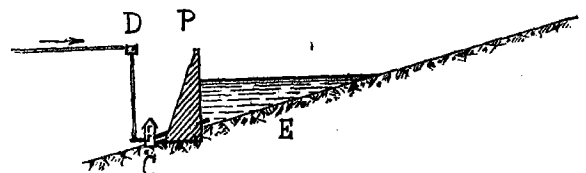


Figura 1.ª

En un pantano de 40 m. de altura que se llene todos los años con 30 millones de m.³, este trabajo supone unos 300.000 millones de kilográmetros, equivalentes a unos 870.000 kilovatios-horas, o con un rendimiento común de unos 600.000, y a una cantidad

de pesetas que dejamos al cuidado del lector el evaluar, y que no es, ciertamente, despreciable.

Interesa, pues, recuperar tal energía. La manera teórica de lograrlo sería, según el esquema núm. 1, la de construir un azud, *A*, en la cola del embalse *E*, y arrancar de él con un canal muy amplio hasta un depósito de carga, *D*, desde el cual, pasando por las turbinas de la central, *C*, el agua iría a través de la presa, *P*, o del estribo rocoso, a llenar el pantano.

Así se beneficiaría la energía, de otra manera perdida. Las mismas turbinas, previo manejo de llaves conmutadoras del sentido de circulación, u otras distintas, servirían para aprovechar, en el período de vaciado, el verdadero salto de pie de presa, con el 75 por 100 restante de la energía potencial.

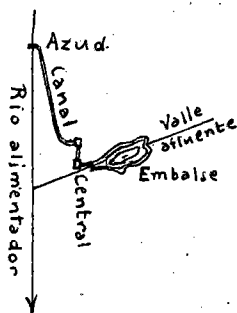


Figura 2.^a

Basta la somera descripción anterior para comprender que, en los casos de embalse directo, el sistema de recuperación citado no es práctico ni económicamente factible. La cosa, sin embargo, cambia radicalmente cuando se trata de un embalse lateral en derivación, como ocurre en Ortigosa, en que el

canal alimentador viene de otro valle, Iregua, y su construcción es siempre obligada (figs. 2.^a y 3.^a). Y cambia tanto, que sería injustificado y antieconómico no adoptar el dispositivo.

González Lacasa, en su entusiasmo por los problemas de su profesión, intentaba hasta estudiar las po-

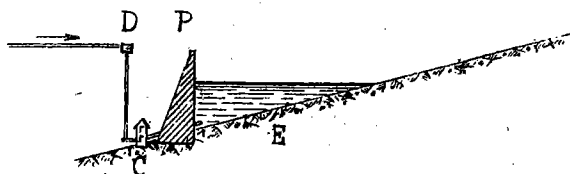


Figura 3.^a

sibilidades de un modelo de turbina de funcionamiento reversible.

En el orden de la distribución temporal, esto es, en el de la oportunidad estacional de la energía, no cabe duda que el sistema se halla más próximo a un *desiderátum* que en el caso sencillo de un *pie de presa* ordinario, con funcionamiento sólo de verano. Cada Ingeniero estudiará este régimen en su caso, con arreglo a los datos estadísticos del río, la verdadera forma del vaso y la previsión de las necesidades del riego.

En el proyecto de Ortigosa, para mayor rendimiento, se situaba la central en la confluencia de los ríos y se complementaba, además, el aprovechamiento con la explotación de un salto de altura y poco caudal, que se regulaba merced a una pequeña laguna recrecida. Aun se mantenía en reserva el embalse directo de Pajares, idea primitiva de la regulación del Iregua, y hoy por hoy, poco económico de construcción.