

DATOS COMPLEMENTARIOS SOBRE LAS PRESAS CILINDRICAS O DE TAMBOR

FORMULAS PARA UN ANTEPROYECTO

Por JOSÉ M.^a PALÁ CATARINEU, Ingeniero de Caminos.

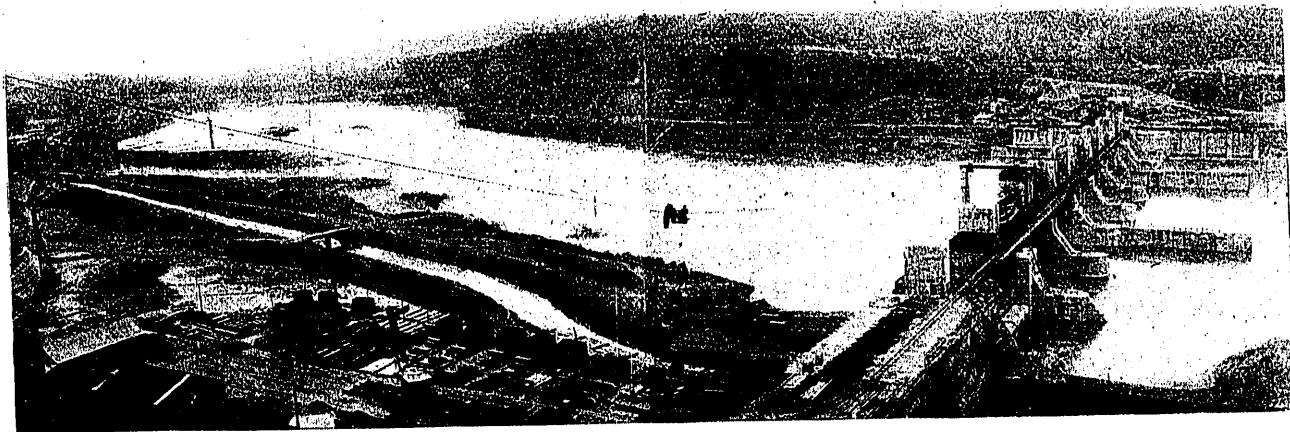
Razona y estudia el autor unas fórmulas empíricas, que presenta, para redactar anteproyectos de compuertas cilíndricas o de tambor, e invita a los compañeros a seguir estudiando el tema, ya que, en muchos casos, puede ser interesante el empleo de esta clase de elementos.

En la excelente recopilación de Hidráulica Aplicada de los Sres. Gómez Navarro y Aracil, titulada *Salto de agua y Presas de embalse*, se dan unas interesantes fórmulas prácticas para el anteproyecto de compuertas Stoney, de sector, etc., pero no se trata este punto en las presas cilíndricas, de tambor o de rodillo. Para llenar esta laguna hemos deducido unas fórmulas empíricas sencillas, muy prácticas, para redactar un anteproyecto de presa cilíndrica. Al propio tiempo vamos a completar el mencionado texto con datos tomados de otros autores.

Los dibujos de la presa de Neugattersleben, del libro de los Sres. Gómez Navarro y Aracil, detallados en la conocida *Arquitectura Hidráulica*, de A. Schoklitsch, dan idea de la disposición general de la presa de cilindro. La maniobra del mismo tiene siempre lugar por un solo lado, por lo cual, en las presas de un solo cilindro es posible suprimir el puente de servicio. Cuando hay varios cilindros puede ser muy ligero, ya que sólo debe soportar el peso del personal encargado de la maniobra. Las guías de rodamiento del cilindro

se establecen en rebajos de 1,0 a 1,30 m. de profundidad hechos en las pilas o estribos. El cilindro lleva en sus bases una rueda dentada que engrana en la cremallera-guía de rodamiento. Estas cremalleras se apoyan en los estribos o pilas con un ángulo variable de 45° a 70° con la horizontal, y aseguran la concordancia del movimiento del cilindro; si estuvieran menos inclinadas, a consecuencia de la subpresión, podría ocurrir que el cilindro no bajara completamente y no apoyara bien sobre el larguero de encima del umbral que produce la impermeabilidad del apoyo del cilindro sobre aquél. Para ello, también es preciso que la presión en esta junta sea siempre superior a la hidrostática.

El movimiento del cilindro-presa se verifica por una cadena Galle, o su reforzada la M. A. N., que pasa bajo una de las bases del cilindro; uno de sus extremos se ancla en la fábrica de la presa o estribo, mientras que el otro se arrolla sobre el tambor del torno de elevación. En la otra base del cilindro se establece una cadena de seguridad, arrollada en sen-



Obras de la presa de Flix, en el Ebro bajo, donde se pensó instalar una compuerta cilíndrica.

tido contrario a la de elevación, que tiene por objeto evitar la caída del cilindro en caso de que la corona se salga de la cremallera.

Cuando hay que dar salida a los arrastres, se eleva el cilindro y, así, el agua que pasa debajo de éste lleva hasta más aguas abajo los acarreos. A este fin, para que al elevar la presa no se manifiesten los esfuerzos debidos al empuje del caudal sólido depositado junto al paramento de aguas arriba, en las presas de espolón o de pantalla se da a éste formas *ad hoc*. En estas últimas presas, variedad de las de cilindro, hay una serie de cerchas verticales, espaciadas un metro, próximamente, y convenientemente arriostradas, compuestas de tornapuntas metálicas que se apoyan tangencialmente sobre el cilindro rodante.

Los esfuerzos en el cilindro son máximos, en general, cuando acaba de separarse del umbral, siendo aquéllos el peso propio, los empujes del agua (estático y dinámico) y la tensión de las cadenas.

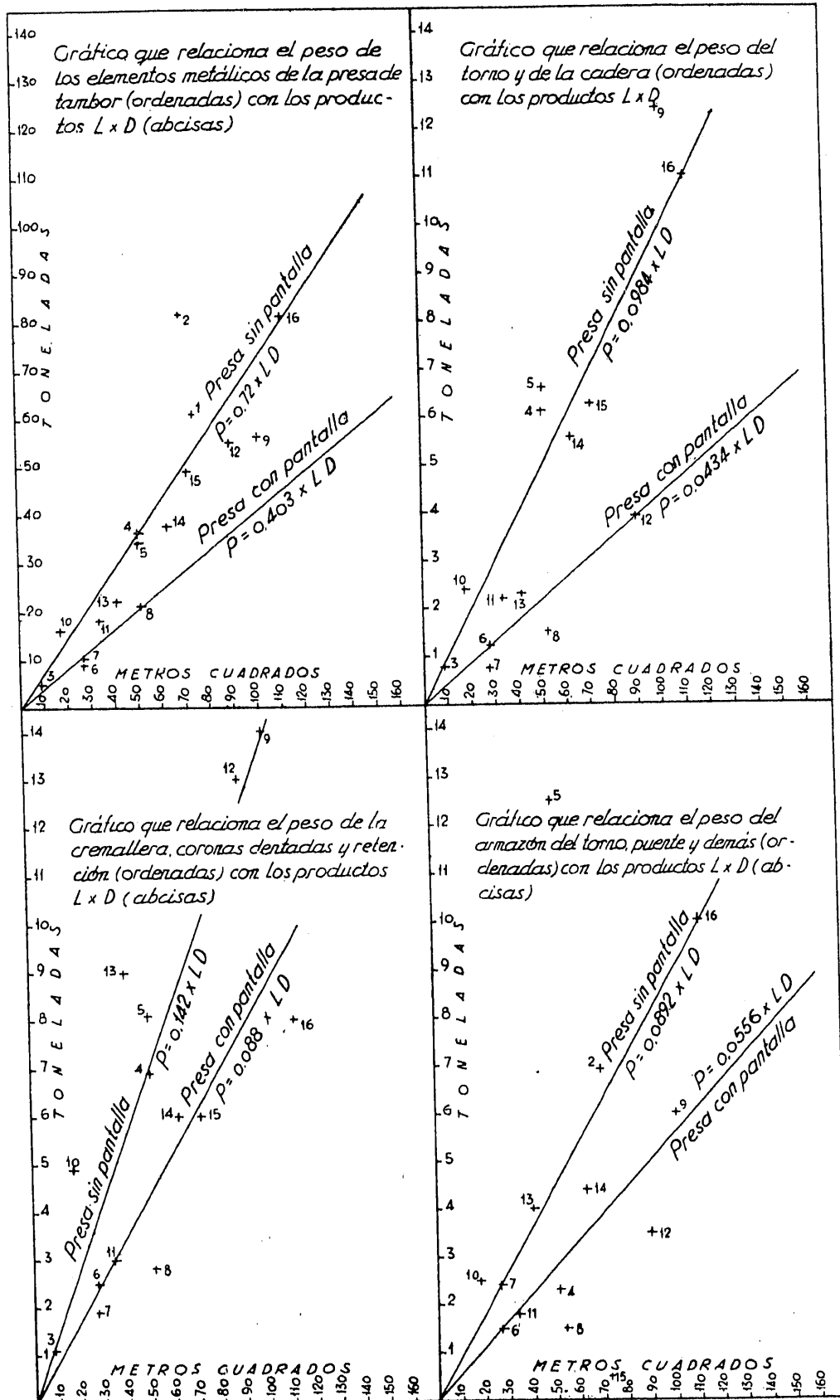
La M. A. N. (Maschinenfabrik Angsburg Nürnberg)

berg) posee una patente de presas de rodillo y ha llevado este sistema a un alto grado de perfección. La primera presa que construyó (año 1902) es la de Schweinfurt, y es curioso hacer constar que, en aquel tiempo, también proyectó Koechlin una presa de rodillo, descrita en el *Génie Civil* de 27 de febrero de 1904.

Los dispositivos de detalle pueden variar al infinito. Aunque el sistema tiene sus detractores, sobre todo en las casas constructoras de otras clases de compuertas, no cabe duda que es práctico, cuando se ha seguido construyendo esta clase de presas en los últimos años. Sus ventajas son: su robustez, adaptándose a grandes luces y alturas de alguna consideración; sencillez y baratura en conservación y explotación (aunque su construcción, en muchos casos, resulte cara); cierran bien; no las atacan el hielo ni los cantos rodados; evitan el pesado puente de servicio; no hay cerchas ni caballetes que estorben la navegación. A continuación damos una tabla de esta clase de presas, tomada de A. Ludín y R. Koechlin:

Tabla de dimensiones y pesos de presas móviles de cilindro construídas (según A. Ludín).

Número	Presa	Rio	Luz de la abertura — Metros	Longitud total — Metros	Diámetro — Metros	Peso total — Toneladas	PESOS PARA UN VANO				Productos de la luz por el diá- metro del cilindro o la altura de la pantalla L × D m. ²
				Del cilindro para una a.ertura	Elementos metálicos del cilindro — Toneladas	Cremallera, coronas dentadas retención — Toneladas	Torno y cadena — Ton	Armazón del torno, puente y demás — Toneladas			
1	Schweinfurt. . . .	Main	18,00	20,40	4,14 (2,00)	72,60	61,00	39,00		16,70	74,20
2	Schweinfurt. . . .	Main	35,00	37,65	2,00	87,70	81,60	29,90		6,90	70,00
3	Berlín	Landwehrkanal.	5,56	6,64	1,58	5,58	5,00	1,10	0,80	•	8,80
4	Kolbermoor	Mangfall. . . .	30,00	31,84	1,70	39,00	36,00	6,90	6,10	2,30	51,00
5	Brahnau	Brahe.	22,00	23,96	2,50	37,00	34,00	8,10	6,60	12,50	51,00
6	Kissingen.	Saale	10,00	11,08	2,65 (0,80)	10,20	9,00	2,50	1,20	1,50	26,50
7	Niemburg	Magd.	10,00	11,35	2,65 (1,20)	12,00	10,10	1,90	0,75	2,40	26,50
8	Neugattersleben. .	Bode	17,50	19,19	2,95 (1,20)	24,40	21,00	2,80	1,50	1,50	52,00
9	Poppenweiler. . .	Neckar	28,00	29,86	3,60	67,00	56,00	14,00	12,40	6,00	101,00
10	Tronbeck.	Becwa.	10,00	11,45	1,75	18,80	16,00	4,90	2,40	2,50	17,50
11	Schönenwerd. . . .	Aare	17,00	18,20	2,00	20,60	18,00	3,00	2,20	1,80	34,00
12	St. Michel	Arc.	30,00	33,00	3,00	62,00	55,00	13,00	3,90	3,50	90,00
13	Verona.	Etsch.	12,00	13,43	3,40	27,00	22,00	9,00	2,30	4,00	40,80
14	Eusokoski		18,00	19,74	3,50	45,00	38,00	6,00	5,57	4,40	63,00
15	Trollhättan. . . .	Götaelf.	20,00	21,80	3,60	55,70	49,00	6,00	6,25	0,50	72,00
16	Dejefors	Scarelfven. . .	32,00	34,30	3,50	90,00	81,00	8,00	11,00	10,00	112,00

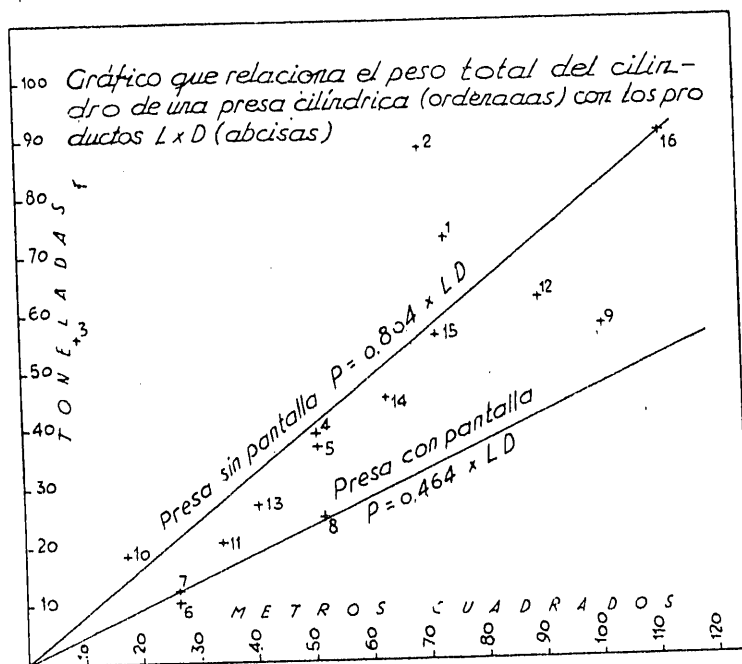


La última columna la hemos puesto nosotros, porque hemos pensado que los pesos, aumentando con la luz y con el diámetro o altura, según los casos de cilindro sencillo o de cilindro de pantalla, es probable sean proporcionales al producto de estas dos variables. Y, en efecto, así es, porque representando gráficamente, a continuación, en ordenadas los diferentes pesos, y en abscisas $L \times D$, resulta que los

Peso del torno y cadena: $P_3 = 0,0984 \times L D$ (sin pantalla) ó $P_3 = 0,0434 \times L D$ (con pantalla).

Peso del armazón, puente y demás: $P_4 = 0,0892 \times L D$ (sin pantalla) ó $P_4 = 0,0556 \times L D$ (con pantalla).

Comparando estas fórmulas con las que trae el mencionado texto para las compuertas Stoney (criterio medio: $P = 0,00624 \times L^2 D^2$, resulta que, para



datos de las 16 presas del cuadro discrepan muy poco, y generalmente por defecto, de las líneas rectas dibujadas en los diferentes gráficos. (Las presas 1 y 2 se separan bastante por exceso; pero es que se construyeron a principios de siglo y, seguramente, no se calcularon con arreglo a los procedimientos modernos del cálculo de estructuras).

Traduciendo a fórmulas empíricas los gráficos anteriores, resulta (peso en toneladas y $L D$ en $m.^2$):

Peso total del cilindro de una abertura $P = 0,804 \times L D$ (rodillo simple) ó $P = 0,464 \times L D$ (pantalla; ésta aproximadamente es de altura doble del diámetro).

Peso de los elementos metálicos del cilindro $P_1 = 0,72 \times L D$ (rodillo simple) ó $P_1 = 0,403 \times L D$ (con pantalla).

Peso de la cremallera, corona dentada y retención: $P_2 = 0,142 \times L D$ (sin pantalla) ó $P_2 = 0,088 \times L D$ (con pantalla).

luces del orden de veinte metros y alturas de unos cinco metros, ya son más económicas las compuertas de rodillo.

En el estudio de estas presas no se ha agotado el tema, ni mucho menos. Brindamos tan interesante asunto a los compañeros estudiosos y experimentados.

Si se consiguiesen mejoras en esta clase de construcciones, podrían tener su aplicación en los aprovechamientos de ríos caudalosos, como el Ebro, de pendiente relativamente grande y con muchos arrastres,

* * *

Errata. — En el gráfico relativo al peso total del cilindro, el punto 3, correspondiente a la presa de Berlín, está mal representado. Sus coordenadas son 5,58 Tn. y 8,80 $m.^2$, con lo que se aproxima mucho a la recta $P = 0,804 \times L D$.