"Botadura y fondeo de los cajones de cimentación del puente de San Telmo"

Eduardo Torroja Miret

Revista de Obras Públicas vol.74, nº2.447, febrero de 1926, pp. 110-112

Botadura y fondeo de los cajones de cimentación del puente de San Telmo

Aun cuando vamos a detallar solamente algunas particularidades de la cimentación, no estará de más que describamos, en cuatro líneas, las características principales de este puente que, a las puertas de Sevilla, ha de unir las carreteras de una y otra banda del Guadalquivir.

La obra, adjudicada en concurso a la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles, con proyecto del ingeniero jefe D. José Eugenio Ribera, estará formada por una luz de 50 m, cubierta por un tramo metálico levadizo tipo «Scherzer», otras dos laterales de 45 m, con arcos de hormigón de doble bóveda con armadura rígida, y, por último, dos tramos de avenida rectos de 15 m de luz a cada lado. El ancho de la calzada es de 10 m, el de los andenes 2,50 m, y la longitud total de la obra 238 m.

La cimentación de las cuatro pilas centrales es por aire comprimido y está actualmente en curso de ejecución. Cada apoyo ha de insistir sobre dos macizos de 14,50 × 8,30 m en planta, colocados con el lado mayor normal a la corriente, separados entre sí a 8 m, e hincados a una profundidad de 16 m, cruzando varias capas de fangos, gravas y arenas para apoyar en la arcilla azul compacta que forma el terreno firme de toda esta zona.

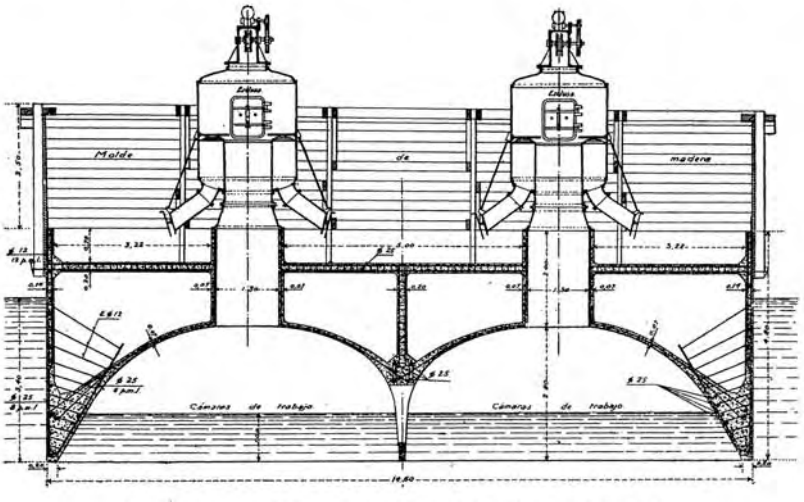
Ahora bien, como dos de estos apoyos caen dentro del cauce y con calados de 4 y 6 m en bajamar, había que construir las cámaras de aire comprimido, bien en el río sobre un andamiaje o terraplén para que descendieran luego hasta el fondo, bien en la margen para llevarlas flotando hasta su sitio, siendo este último procedimiento el preferido y ésta es la operación que acabamos de realizar.

Empezamos por estudiar un cajón de hormigón armado de las dimensiones horizontales del cimiento y de 5,50 m de altura suficientemente rígido y al mismo tiempo ligero, para que pudiera navegar con un calado exigüo. Para ello, dividimos la cámara de trabajo en dos, cubiertas con cúpulas, de cuyas claves arrancan las chimeneas de comunicación con la atmósfera, y reforzamos las cuatro paredes verticales exteriores con una viga de cintura en la parte alta. Estas paredes son de 14 cm de espesor y las cúpulas de 7 cm; la masa del cajón está, por tanto, concentrada en los cuchillos. Con esta forma, las cámaras abovedadas resultan espaciosas y cómodas para el trabajo; las cúpulas de revolución se prestan muy bien a resistir el empuje del agua durante la flotación, resultando al mismo tiempo muy ligeras, y, en fin, gracias a las armaduras que se dejan para unir esta estructura con el relleno, se obtiene un conjunto con formas bien amoldadas a la clase de trabajo que ha de resistir, particularmente en la parte de los cuchillos.

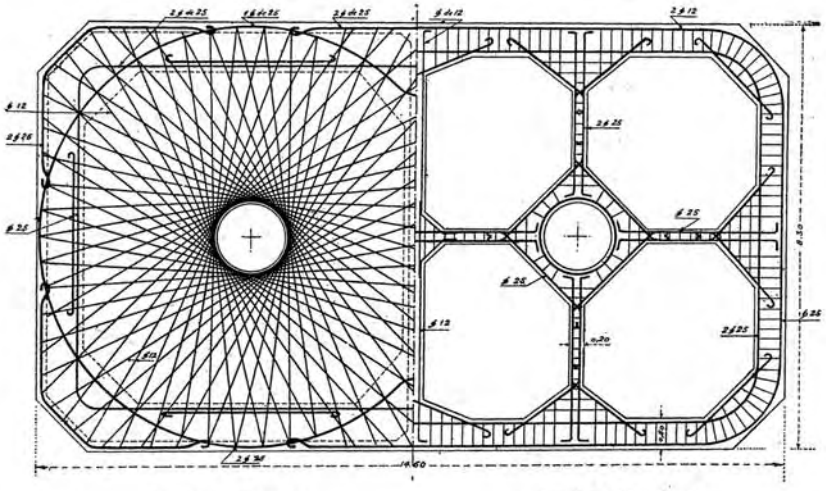


El primer cajón antes de iniciar el movimiento

El cajón, con las esclusas montadas y con el molde exterior colocado ya en la parte alta, preparado para hacer el relleno de hormigón en toda la altura, pesa 300 t, tiene el centro de gravedad a 2,40 m sobre el borde del cuchillo y coge un calado de 4,30 m; pero este calado se puede disminuir a voluntad, inyectando aire en las cámaras; claro es que, a medida que



Cimentación del puente de San Telmo. Corte longitudinal del cajón durante la flotación



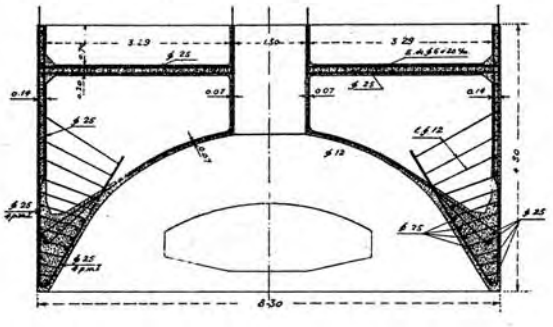
Armaduras de la cúpula

Armaduras del trancanil

Planta de un cajón

baja el nivel del agua en ellas, el área de la flotación interna aumenta, la altura metacéntrica disminuye y el centro de carena desciende, y como efecto de todo esto, llega un momento en que el metacentro queda por debajo del centro de gravedad; sin embargo, aun llegado este momento, el barco no zozobra, sino que al alcanzar una escora determinada, se escapa el aire de la cámara, por debajo del cuchillo más levantado, mucho antes de que pueda embarcar agua por la borda opuesta, y automáticamente el cajón baja de calado y busca una posición estable.

Esta posición, según se deduce del cálculo y puede comprobarse después en la práctica, resulta en nuestro caso escorada, mientras el calado no llega a los 3,20 m y, a partir de aquí, el barco adriza con una estabilidad de forma tanto más marcada, cuanto menor es el volumen de aire en las cámaras, y por fin, al alcanzar el calado de 3,80 m, el centro de carena monta sobre el de gravedad, sumándose a la de forma la estabilidad de peso.



Corte transversal por una chimenea

Asegurada, pues, de antemano la estabilidad naval, toda la operación de la botadura se redujo a hincar el cajón construído en la orilla un metro por debajo de la bajamar, dragar el fondo por el lado del río, para que pudiera salir, e inyectarle aire en una pleamar, con lo que, flotando con el calado de 3,20 m, salió al centro del río, maniobrando como un barco cualquiera.

Para el fondeo se había preparado un castillete de amarre con pilotes de madera, y en la pared del cajón se colocaron unas correderas que, al ajustar contra otras del castillete, lo fijaban en la vertical de su posición definitiva; la misma corriente de la marea sujetaba el cajón contra estas correderas, y sólo con dar salida al aire primero, y entrada al agua después, mediante tapones preparados al efecto, el cajón fondeó con toda la suavidad y exactitud que podía desearse.

No creemos que la operación, ni la estructura, tengan ninguna novedad interesante, y solamente redactamos estas líneas por si a alguien interesa conocer que, en este caso, el sistema de botadura seguido, no ha presentado más que ventajas, tanto técnicas como económicas, sobre el de varadero primeramente iniciado, y del que se desistió por la dificultad y el coste de la colocación de correderas rígidas en el fondo fangoso del río.



El primer cajón durante la maniobra

Cúmplenos, en fin, citar aquí la valiente actividad con que el destajista, Sr. Távora, ha efectuado todos los trabajos.

Eduardo TORROJA
Ingeniero de Caminos de la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles