

bica de árido (o sea 335 kg por metro cúbico). Y, no obstante, el hormigón de la presa de Agnew se conserva en buen estado.

Se atribuye esto a que esta presa (de sólo 9 m de altura máxima sobre el fondo), en invierno, queda, aguas abajo, completamente cubierta por la nieve, que la abriga contra grandes descensos de temperatura.

El ilustre ingeniero O'Shaughnessy, al intervenir en la discusión de la citada Memoria, dice, respecto a la presa de bóvedas múltiples del lago Eleanor: «Aunque exigencias financieras y de tiempo determinaron en 1917-1918 construir la presa de bóvedas múltiples, embalsando 35 millones de metros cúbicos con coste de 300 000 dólares (0,06 pesetas por metro cúbico embalsado, aproximadamente), se está ultimando el proyecto definitivo para, prácticamente, suprimir esta presa, adosándole detrás otra de escollera, y que la actual de bóvedas servirá para impermeabilizar los 21 m del pie del paramento de aguas arriba...»

Esta presa de bóvedas múltiples, según el citado ingeniero, no ha sufrido deterioración. La presa de escollera alcanzará de 45 a 52,5 m (*Engineering News Record*, 4 de septiembre de 1919), contra 21 m que tiene la de bóvedas. De modo que O'Shaughnessy estima que para aquella altura el tipo de bóvedas es antieconómico o de escasa seguridad.

El mismo ingeniero (1) decía en una carta a Fantoli (*Energia Elettrica*, octubre de 1924): «Estoy profundamente convencido de la sana lógica de vuestra posición en favor del tipo moderno de gravedad con planta curva. Donde las cimentaciones y otras ca-

(1) O'Shaughnessy es constructor de numerosas presas de todos los tipos, entre las que descuellan: la que lleva su nombre, para abastecimiento de San Francisco, de 105 m de altura, elevable a 129, de gravedad; la Alpine y la Lower Otay, de este mismo tipo; la de Morena, de escollera, de 79 m de altura desde el punto más bajo del rastrillo, que tiene mucha importancia, y la de bóvedas múltiples del lago Eleanor.

racterísticas son favorables, yo creo que *este es el solo tipo que debe adoptarse* cuando hay que pensar en las vidas humanas y en las propiedades inferiores...»

Scheidenhelm (*Proceedings*, marzo de 1926) cita otro caso de desintegración ocurrido en la presa de Stony (Virginia), de bóvedas múltiples planas, con altura de 24,7 m sobre fondo de cimientos, y situada a una altitud de 1 020 m. Fué construída en 1912-13, y en 1914, a los seis meses de terminada, sufrió una rotura de 20 m de longitud, a causa de que el rastrillo no llegaba a la roca; las aguas filtrantes inferiores arrastraron las capas de apoyo y determinaron dicho hundimiento (fig. 5.^a). En el mismo año se reparó y se bajó el rastrillo hasta apoyarlo completamente sobre la roca. En 1919 empezó a presentarse la desintegración del hormigón, que se atribuyó a defectuosa ejecución de éste, que, además, en la parte desintegrada se vertió durante la época de heladas. En 1924 se ha llevado a cabo una reparación de las zonas destruídas.

Por lo indicado anteriormente se saca el convencimiento de que la presa de bóvedas múltiples no es apropiada para grandes altitudes, sujetas por su situación a muy rigurosos descensos de temperatura. Y aun en otros sitios más apropiados, antes de decidirse por el tipo indicado debe hacerse una comparación concienzuda de su coste con el de presa de gravedad o de otro tipo inferior (tierra o escollera).

Luigi Kambo, tan ardiente defensor de dicho tipo de bóvedas múltiples, dice: «Despojado de las exageraciones de los neófitos y de los incompetentes, el tipo de presa de bóvedas es digno de la mayor confianza. Estoy convencido de que está destinado a un seguro éxito, con tal, naturalmente, de que la obtención de mayores alturas se haga por grados y siguiendo el criterio de que a todo aumento de altura corresponda un notable incremento de dimensiones; y que sólo cuando se tenga la necesaria experiencia se puede proceder a emplearla en embalses más importantes, o con mayores alturas, o a una disminución de espesores a paridad de altura.»

José Luis GÓMEZ NAVARRO
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

Proyectos de puente sobre el río Turia, en Nazaret (Valencia)

En virtud del acta levantada por la Comisión formada por representaciones del Ayuntamiento y de la Junta de Obras del puerto, en la que se comprometía el primero a ensanchar el actual camino de Nazaret hasta 39 m de anchura, y la segunda a construir un puente sobre el río Turia, en el extremo de dicho camino ensanchado, para darle acceso al puerto, se han estudiado, por los ingenieros de la Dirección facultativa de las obras, dos proyectos que por la Comisión permanente de la Junta han sido informados favorablemente desde el punto de vista administrativo, acordando someterlos a la aprobación de la Superioridad para que ésta decida sobre cuál de los dos proyectos ha de ejecutarse.

El sitio del puente que se proyecta está a 165 m

aguas abajo del puente de hierro hoy existente en el poblado de Nazaret.

La longitud real del puente es de 174,85 m, y su anchura, de 25 m, distribuídos en la siguiente forma (fig. 1.^a):

	Metros
Una zona central con dos vías, para tranvía y ferrocarril de vía estrecha.	5,40
Dos zonas laterales para tres carros o automóviles, de 7,30 m cada una.	14,60
Dos aceras para peatones, de 2,50 m cada una ..	5
TOTAL.....	25

La altura de la rasante sobre el nivel ordinario del río es de 5,50 m.

La figura 2.^a representa la solución de cuatro arcos de hormigón sin armar, de 29,85 m de luz cada uno y 3,75 m de flecha, siendo sus bóvedas triarticulares, o sea con una articulación o rótula en la clave, y otra a cada lado, a 3,50 m por debajo de aquélla.

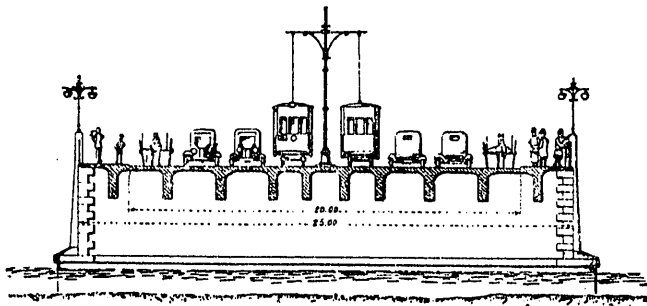


Fig. 1.ª Sección transversal.

Las pilas tienen 2,45 y 3,30 m de anchura en los arranques del arco y en sus bases, respectivamente.

Las pilas-estribos tienen 6,30 m de anchura, sin aligeramientos.

A uno y otro lado del puente, para el desagüe de las grandes avenidas, lleva tres grupos de pontones,

1,80 m de altura, quedan a 1,50 m por encima del nivel de las máximas avenidas conocidas.

El paramento de las vigas extremas va decorado con azulejos del país (fig. 6.^a).

Las vigas de los pontones laterales sólo tienen 0,885 m de altura.

Las aceras del puente van voladas, apoyadas en sus extremos en las pilas y en el centro en una ménsula de cemento armado con adornos alegóricos modelados en ella.

La barandilla es de hierro forjado, con adornos de hierro fundido, y del mismo material son también las farolas artísticas que van empotradas en cada pila y estribos.

Su presupuesto de ejecución por contrata, incluyendo las expropiaciones es de 1 853 357,25 pesetas.

Las obras se podrán terminar en el plazo de dos años.

En la redacción de la primera solución en arcos ha tomado parte muy activa el ingeniero auxiliar del puerto D. Vicente Vicioso, y en el segundo proyecto de vigas rectas, el ingeniero, también auxiliar, don Luis Dicenta Vera.

Ambos proyectos responden perfectamente a las exigencias técnicas y artísticas de la obra, que, por

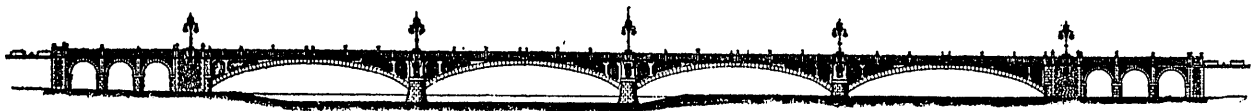


Fig. 2.ª Solución en arcos de hormigón.

de 4 m de luz cada uno, y pilas intermedias, de 1,50 m de anchura.

Los tímpanos del puente son macizos, de mampostería con revestimiento de hormigón.

Las aceras no van voladas, apoyándose las barandillas directamente sobre los tímpanos y pilas del puente (fig. 3.^a).

Su presupuesto de ejecución por contrata, incluidas las expropiaciones, es de 1 943 938,48 pesetas.

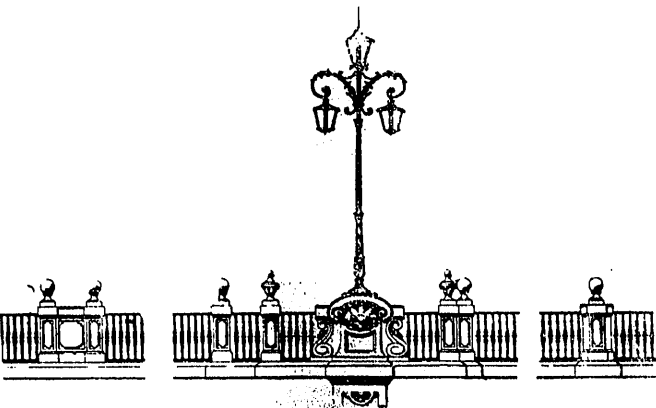


Fig. 3.ª Barandilla de la primera solución.

estar ubicada normalmente a una carretera que ha de tener gran circulación (como lo evidencia la anchura de 25 m que se proyecta para el puente), exige ofrecer el buen aspecto y proporciones que han conseguido los ingenieros autores de los proyectos.

La economía que el puente de tramos rectos ofrece sobre la solución en arcos es de 108 581 pesetas, que no es muy sensible, con relación a los dos presupuestos, de cerca de 2 millones de pesetas. Ello confirma el resultado de las cubriciones de nuestros modelos para carreteras en puentes en arco, en los que demostramos que, a partir de 25 m de luz, suelen los tramos rectos de hormigón armado resultar más caros que los arcos de igual luz.

El ingeniero director del puerto, D. Federico Gómez de Membrillera, y a nuestro juicio con razón, se ha inclinado, por este motivo, a la solución de tramos rectos, a pesar de ciertas preocupaciones, exteriorizadas por algún periódico local sobre la precaria vida del hormigón armado al borde del mar.

Pero, a pesar de tantos detractores, se siguen construyendo obras marítimas de hormigón armado en todos los países, y en España las tenemos en Barcelona, Castellón, Sagunto, Sevilla, Cádiz, Vigo y Santander, y se estaba construyendo en el mismo puerto de Valencia el trozo segundo del muelle de Levante.

Es verdad que cuando el hormigón armado no se ejecuta a conciencia y no se emplean cementos, arenas y dosificaciones adecuadas, existe el peligro de la posible oxidación del acero, que arrastra la destrucción de la obra; pero es también cierto que cuando se construye bien, tales contingencias no ocurren, como lo demuestran tantos muelles de más de veinte años de existencia, que no acusan la menor degradación.

La figura 4.^a representa la segunda solución, con cinco tramos de hormigón armado, de 21,20 m de luz, con dos pilas-estribos, aligeradas en su centro, con alcantarillas de 2,50 m de luz y dos pontones en cada margen de 8 m de luz (fig. 5.^a).

Las pilas tienen 2 y 1,72 m, respectivamente, de anchura en la base y en el apoyo de los tramos; la arista inferior de las vigas del puente, que tienen

Son, pues, críticas y temores infundados, y aun más en el puente actual, que ha de construirse, no en el mar, sino en sus proximidades, y no muy lejos de otros puentes de hormigón armado en Valencia,

apoyos son siempre verticales, como ocurre en los tramos rectos.

Por último, la triple articulación de las bóvedas es un añadido algún tanto precario: es una junta, una



Fig. 4.ª Solución en tramos rectos de H. A.

uno de ellos construido ya y otro proyectado para el Ayuntamiento por nuestro compañero D. Arturo Monfort.

Todo consiste en que la obra se inspeccione y se ejecute bien.

No es, pues, despreciable la economía de 108 000 pesetas que ofrecen los tramos rectos de hormigón armado.

Pero además éstos ofrecen otras ventajas en el caso presente, que también justifica la preferencia que les ha dado el Sr. Membrillera.

En los puentes en arco, los empujes oblicuos son considerables, aun en las pilas, cuando las sobrecargas sólo actúan sobre uno de los dos semiarcos que

solución de continuidad que, a nuestro juicio, sólo debe emplearse cuando produce sensible economía.

Y lo comprueba el hecho de que, a pesar de las ventajas teóricas que ofrecen las articulaciones en

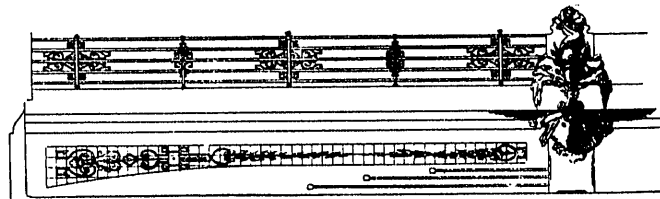


Fig. 6.ª Decoración de las vigas rectas de la segunda solución.

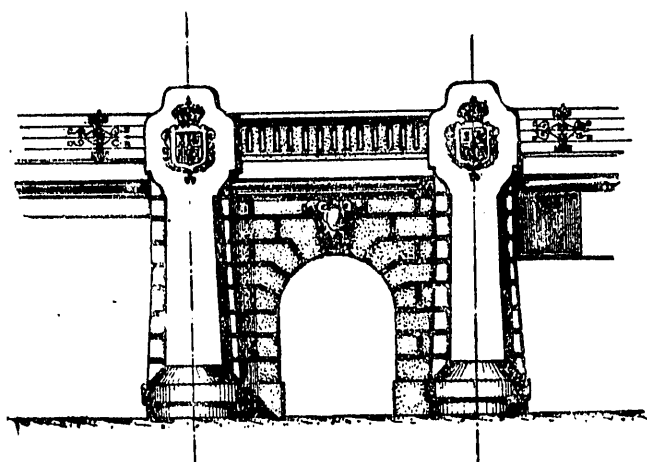


Fig. 5.ª Pila estribo de la segunda solución.

en ellas cargan. Y si, como es probable aquí, los cimientos no se apoyan sobre terreno firme, hay siempre más peligro de que sufran corrimientos o asientos desiguales, que cuando las compresiones sobre los

los puentes, y a pesar de la más cómoda facilidad de sus cálculos, son muy contados los ingenieros, no sólo en España, sino en el Extranjero, que recurren a ese subterfugio constructivo, con relación a los que empleamos de preferencia los arcos continuos y con la posible rigidez (1).

La moda de las articulaciones, que parecía ya haberse anticuado, quizá reverdezca algún tanto con el perfeccionamiento que el ingeniero Freyssinet ha introducido en las rótulas del puente Candcher, que muy inteligentemente ha aplicado mi joven compañero, D. Joaquín Camón, en su puente de Gelsa, sobre el Ebro (cinco arcos de 52,80 m, rebajados al $\frac{1}{12}$), descrito en *Ingeniería y Construcción*, en mayo de 1926.

Pero como la cuestión merece ser analizada con algún detalle, me propongo dedicarle otro articulito especial.

J. E. R.

(1) Véase mi artículo «Puentes con arcos articulados de fábrica u hormigón armado», en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 15 de julio de 1924.

Abacos para el cálculo de puentes en arco de hormigón armado

Los modelos de puentes en arco de hormigón armado estudiados por el ilustre ingeniero D. J. Eugenio Ribera ofrecen, en su hoja número 1, un resumen de todos los estudiados para los tres tipos de arcos rebajados al $\frac{1}{10}$, al $\frac{1}{4}$ y al $\frac{1}{2}$.

Con este resumen pueden fácilmente dibujarse las curvas que dan los pesos de las armaduras y volúmenes de hormigón (ordenadas) en función de las luces (abscisas).

Hace tiempo, cuando se hablaba en las zonas de nuestra Asociación de la codificación de las disposiciones oficiales y legislación de Obras públicas, pensaba yo cuánto más útil sería para el ingeniero una codificación de proyectos que a unos, como al gitano del cuento, «que robaba las escobas hechas», les permita el colmo de la economía en la producción profesional, y a otros les sirva de punto de comparación para, sin grandes pérdidas de tiempo, conocer