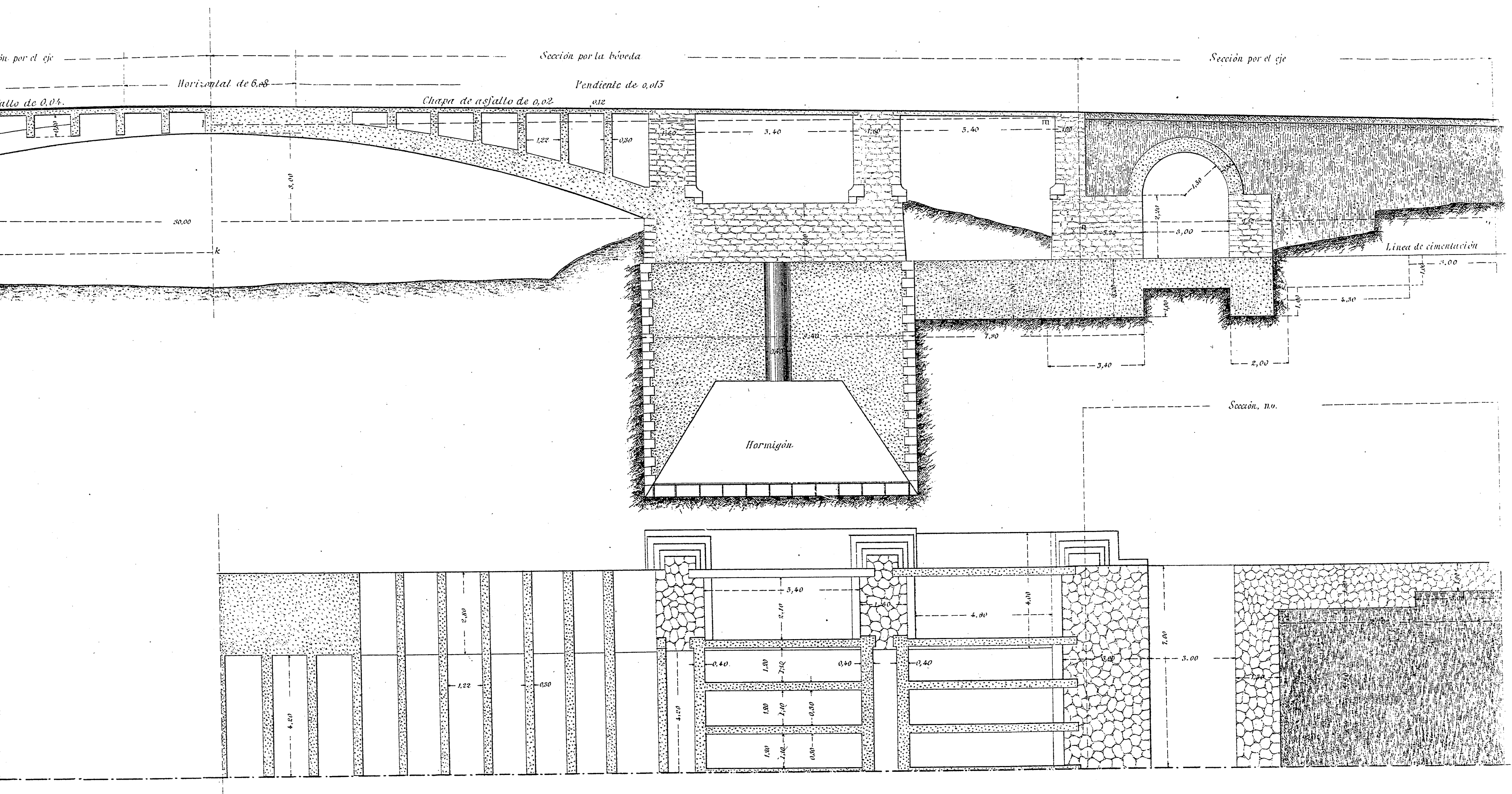


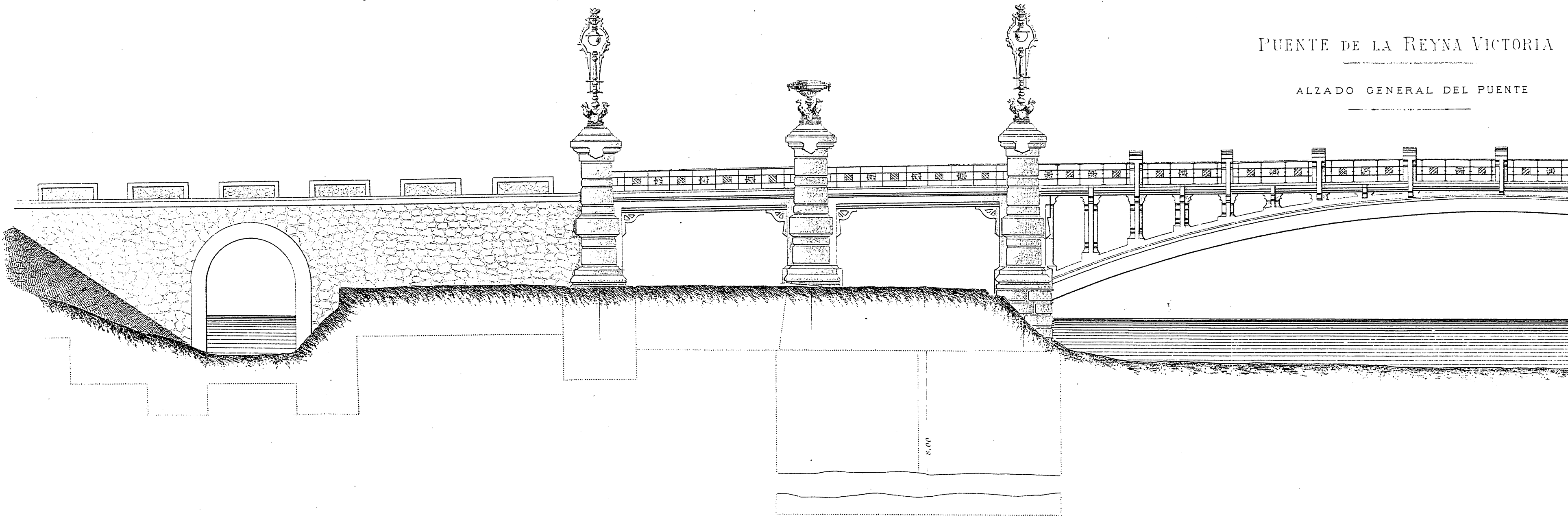
PUENTE DE LA REYNA VICTORIA

SECCIÓN LONGITUDINAL DEL PUENTE Y SEMI-PLANTA.

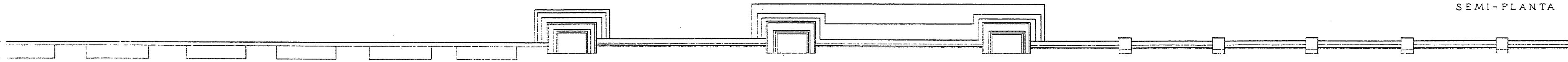


PUENTE DE LA REYNA VICTORIA

ALZADO GENERAL DEL PUENTE



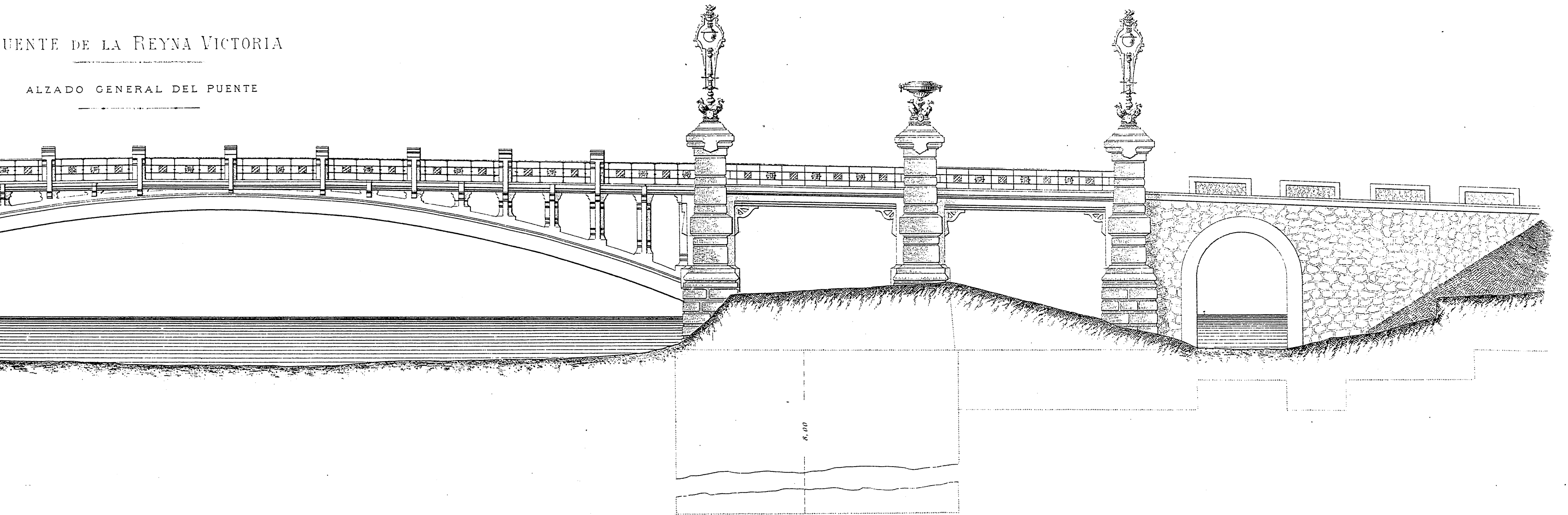
SEMI-PLANTA



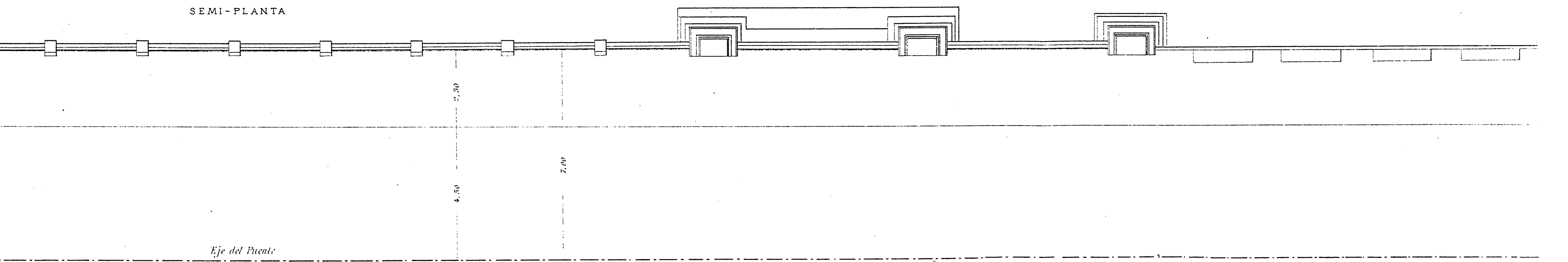
Eje del Puente

PUENTE DE LA REYNA VICTORIA

ALZADO GENERAL DEL PUENTE



SEMI-PLANTA



REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 8, primero derecha.

EL PUENTE VICTORIA EN MADRID

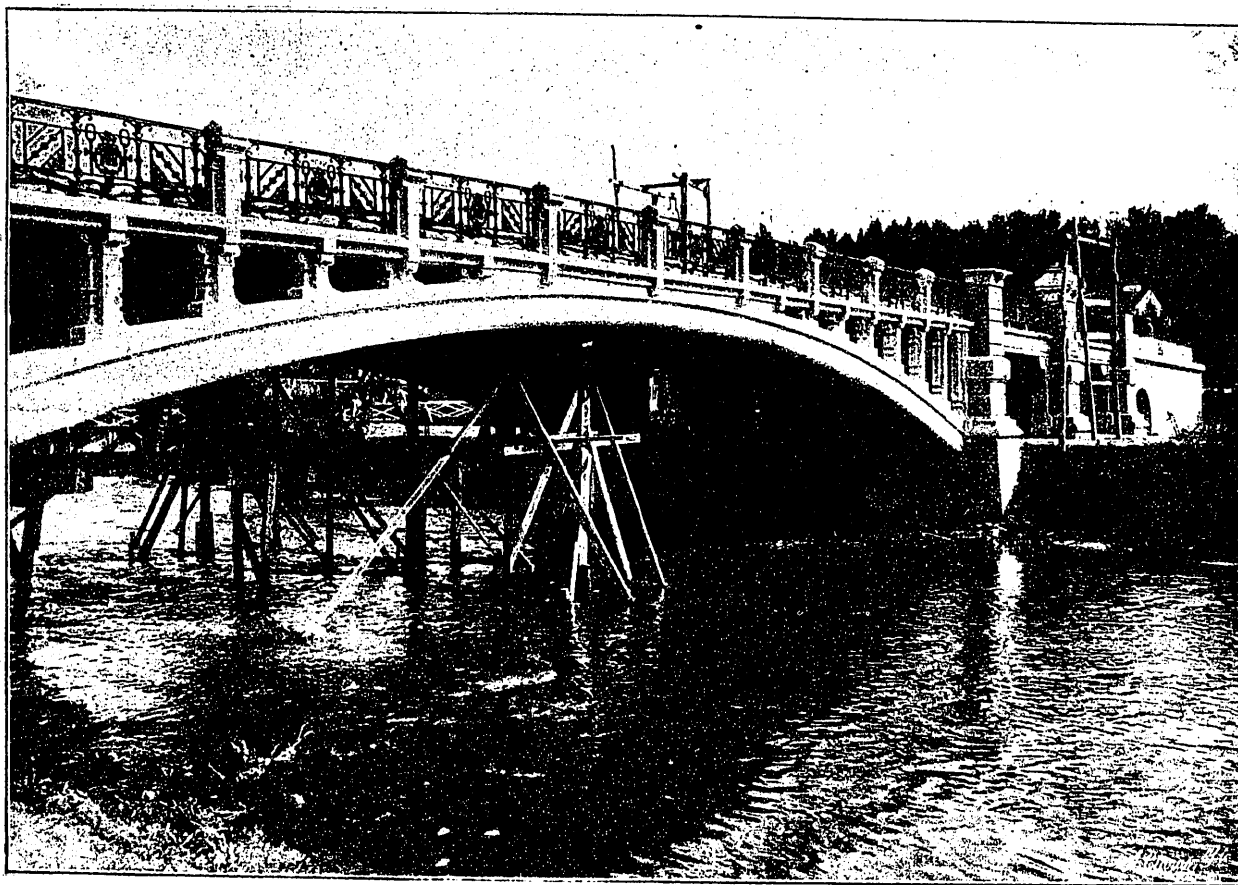
DE HORMIGÓN ARMADO, SISTEMA RIBERA

El proyecto y ejecución de esta obra fué sometido á un concurso público, abierto por la Dirección general de Obras públicas, celebrado el 14 de Diciembre de 1907, en cuyo Concurso se admitían proyectos de toda clase de materiales, es

por el entonces Ministro de Fomento D. Augusto González Besada el día 18 de Mayo de 1908.

Las obras se han ejecutado con estricta sujeción al proyecto, cuyos alzados y secciones se representan en las hojas de los planos, y en la completa construcción del puente hemos invertido doce meses, por lo que las pruebas oficiales pudieron hacerse en los primeros días de Junio pasado.

No pudo el puente abrirse al tránsito público por las dificultades de expropiación de la avenida derecha.



decir, que podía proponerse el hierro, la piedra, el hormigón ó el cemento armado.

La Dirección de Obras públicas adjudicó el concurso á nuestro proyecto, inaugurándose solemnemente las obras

DISPOSICIÓN GENERAL.—Como se ve por los planos, la disposición general de este puente obedece al mismo principio que con tan singular acierto aplicó el eminente Ingeniero M. Sejourné en el magnífico puente de Luxembourg, y

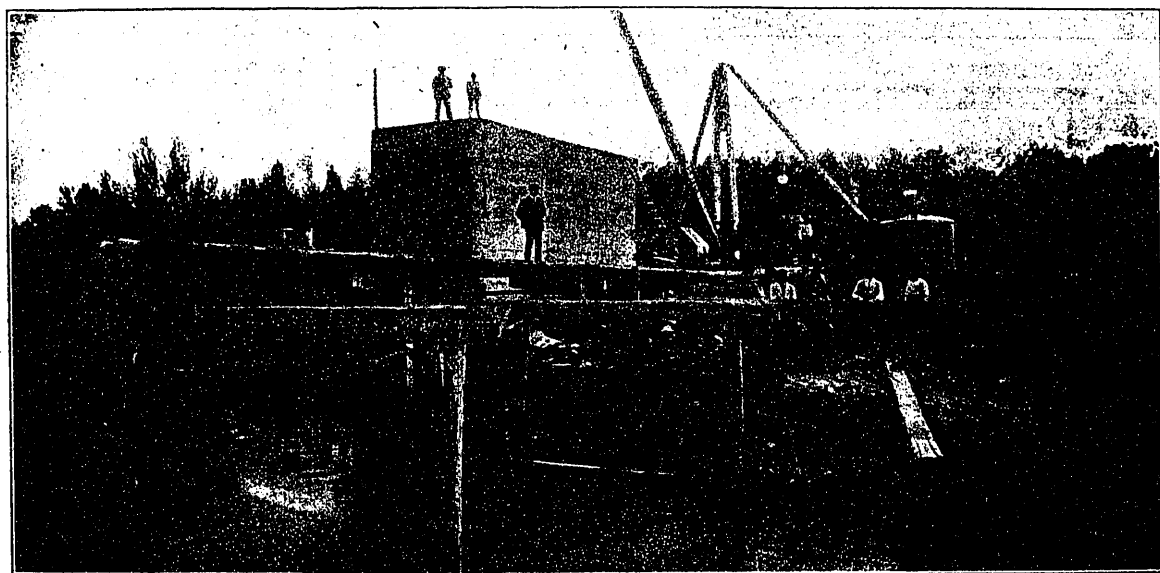
recientemente en el puente des Amidonmirs, de Toulouse, también proyecto del mismo Ingeniero (1).

En estas dos obras M. Sejourné limitó la aplicación del hormigón armado á los tableros que unen los dos arcos exteriores; pero sabido es el elevado precio que la sillería tiene en Madrid, y no es, por lo tanto, de extrañar que sustituyéramos este material por el hormigón armado en las bóvedas y tímpanos del puente.

Las vigas del tablero central se apoyan sobre los tabiques de los tímpanos y se establece así una solidaridad completa entre todos los elementos del arco central, al que hemos dado 30 metros de luz en arco escarzano rebajada al 1/10.

la obra hemos procurado también dar al puente condiciones arquitectónicas, si bien sometiendo la decoración á la estructura general de nuestro sistema, y creemos haberlo conseguido merced á la colaboración del ya reputadísimo arquitecto D. Julio M. Zapata, que ha sabido encerrar su fantasía dentro de los límites estrechos de la seriedad que requiere una obra pública y de una gran economía, según luego veremos.

EJECUCIÓN.—Hemos ejecutado todas estas obras bajo la inteligente inspección del Ingeniero de la provincia de Madrid D. Francisco Albacete, y por cuenta de nuestra Compañía de construcciones las ha dirigido nuestro joven compañero D. Cayetano Rodríguez Noguera.



Para las avenidas se dejan dos tramos rectos de cada lado, también de hormigón armado de 5 metros de luz cada uno, con lo que el desagüe lineal de todo el puente resulta de 50 metros, que es igual á la luz del puente de la Princesa.

Los estribos del arco, según se ve en los planos, están cada uno de ellos formados por dos pilastras separados en cada margen, y se comprueba aquí la enorme ventaja de esta disposición para puentes de gran anchura sobre todo; pues en el caso presente, por ejemplo, nos permite economizar una anchura de estribo de 8,40 metros en cada margen é igual anchura de bóveda que queda sustituida por un tablero de hormigón armado con esta luz, que siempre resulta mucho más económico que la bóveda correspondiente de 30 metros de luz.

Sólo por lo que á los estribos se refiere esta disposición, economiza, pues, $2 \times 8,40 \times 9,40 \times 8 = 1.263,63$ metros cúbicos de cemento por aire comprimido, que representan un coste mínimo de 100.000 pesetas.

Como se ve en la lámina adjunta y en la fotografía de

Los estribos del arco se fundaron por medio de 4 cajones de hormigón hincados por aire comprimido hasta la profundidad de 8 metros, en la que, como se había previsto en el proyecto, encontramos una capa muy resistente de arcilla dura.

Estos cajones tienen una cámara de trabajo de 9,40 metros por 4 metros también de hormigón, reforzado con armaduras metálicas, con arreglo á nuestro sistema, ya empleado con éxito completo en las pilas y estribos del puente de Valencia de Don Juan (León).

La construcción, hierro y relleno de las cámaras de trabajo de los 4 cajones se efectuó en tres meses, sin el más pequeño contratiempo ni incidente digno de mención, lo que nos confirma más en nuestra convicción de la superioridad de los cajones de hormigón para el aire comprimido, que nadie había empleado en España más que nosotros.

Los muros y pontones de avenidas se fundaron en parte directamente y el resto con pequeños agotamientos.

Poco tenemos que añadir respecto á la construcción del puente propiamente dicho, sino su gran rapidez, pues terminados los cimientos en 10 de Diciembre de 1908, interrumpidos los trabajos hasta 15 de Enero de 1909 por causa de las heladas, estaba la obra del puente y avenidas terminado en 29 de Mayo de 1909, es decir, que construimos el puente propiamente dicho en cinco meses y medio.

PRUEBAS.—Mejor que referirlas, preferimos publicar el acta de las mismas.

(1) Á este propósito confirmaremos que los proyectos y ejecución de estos dos puentes, como otros muchos del extranjero, fueron sacados á concurso, procedimiento mucho más general de lo que se supone aun en países adelantados y que cuentan con numerosa plantilla de Ingenieros del Estado. Véanse más detalles sobre la teoría de Sejourné en mi conferencia sobre puentes modernos (REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 14, 21 y 28 de Mayo de 1903).

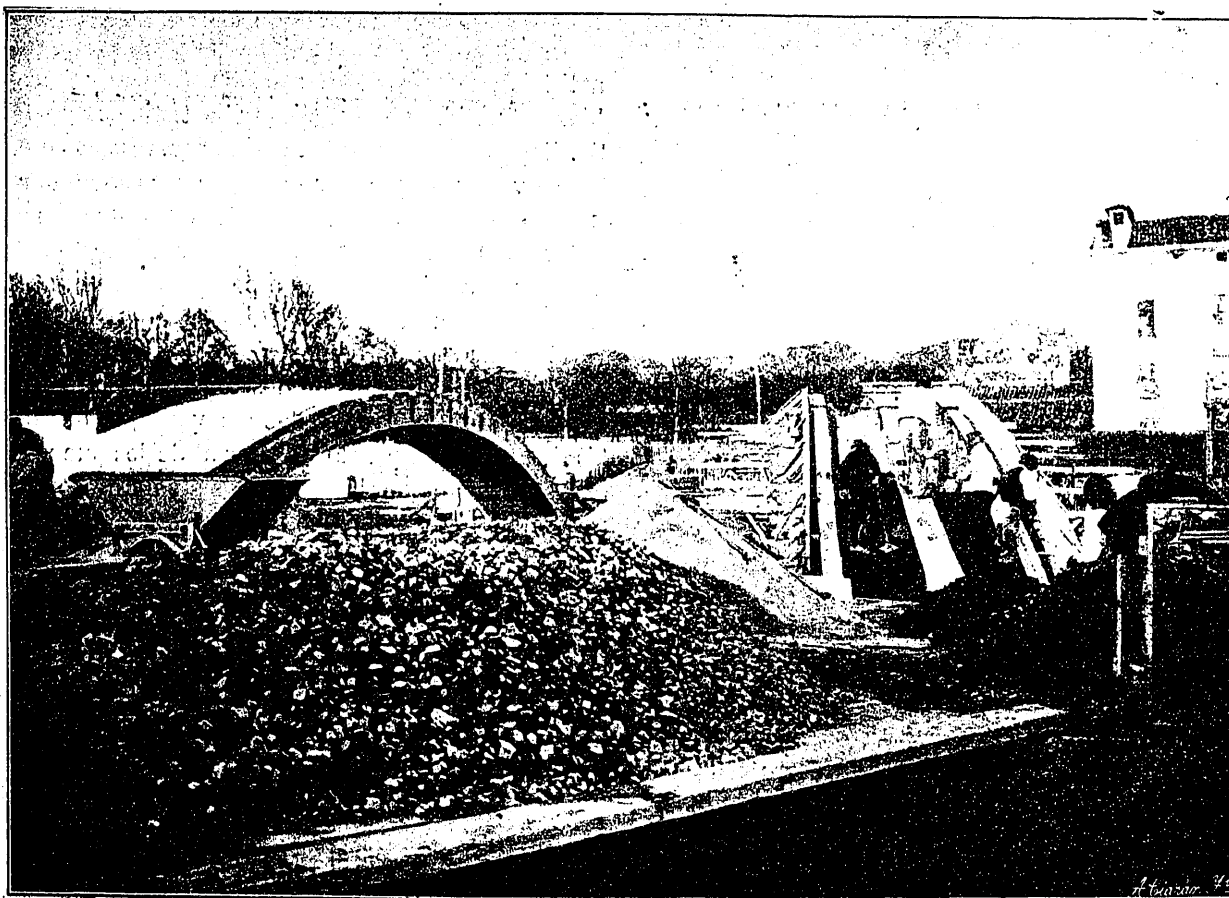
Acta del resultado de las pruebas verificadas en el puente Victoria.

Reunidos en los días 31 de Mayo, 1.º de Junio y 11 del mismo mes en el emplazamiento del puente Victoria D. Francisco Terrán y Morales, Ingeniero Jefe de la provincia de Madrid; don Francisco de Albacete, D. Francisco Rodríguez Neumán, D. Ernesto Andreu, Ingeniero, Ayudante y Sobrestante respectivamente, encargados de la inspección y vigilancia de las obras del mencionado puente; D. Eugenio Ribera y D. Cayetano R. Noguerras, Ingenieros representantes del contratista, con el fin de proceder a las pruebas del puente conforme a lo preceptuado en el art. 33 del pliego de condiciones facultativas que rige en el contrato, realizaron las operaciones que a continuación se expresan con exposición de sus resultados.

la viga central. Dejando cargada sólo la mitad de la longitud correspondiente al arco los descensos fueron de cuatro diezmilímetros en la bóveda de agua arriba, de siete en la de agua abajo y de siete en la viga central. Descargado el tramo, todas las partes de la obra reaccionaron perfectamente, sin que se notasen descensos definitivos apreciables, pues únicamente el flexímetro colocado en el centro de la bóveda de agua arriba indicaba una décima de milímetro de descenso.

Los tramos rectos, de 5 metros de luz, se cargaron por entero á razón de 400 kilogramos por metro cuadrado, y los flexímetros colocados en los largueros centrales y en las vigas transversales acusaron dos décimas de milímetro de descenso en el tramo de la margen derecha y cinco en el de la izquierda.

Para las pruebas dinámicas, a propuesta del contratista y con arreglo al art. 4.º del apéndice al pliego de condiciones fa-



Primeramente y en los dos primeros días se hicieron las pruebas de sobrecarga estática, para lo cual se cargaron los andenes del puente con sacos de arena á razón de 400 kilogramos por metro cuadrado y la parte destinada al tránsito de carruajes con una capa de tierra de 35 centímetros de espesor, cuyo peso representa también la carga de 400 kilogramos por metro cuadrado. Esta carga se extendió primero en el tercio central de la parte del puente correspondiente al arco; después en su mitad, y, por último, en toda la longitud del arco. Previamente se habían colocado flexímetros de precisión, sistema Morin, en los centros de las bóvedas y en la viga transversal central, resultando que con el tercio cargado descendió el centro de la bóveda de agua arriba cinco diezmilímetros, la de agua abajo seis diezmilímetros y la viga central cuatro diezmilímetros; con la carga total los descensos fueron nueve diezmilímetros para la bóveda de agua arriba, nueve diezmilímetros para la de agua abajo y un milímetro para la viga central. Esta carga permaneció once horas, al cabo de las cuales los descensos fueron de nueve diezmilímetros para la bóveda de agua arriba, de un milímetro para la de agua abajo y de quince diezmilímetros para

cultativas del presupuesto reformado, aprobado en 14 de Octubre de 1908, se substituyó, previa la aprobación de la Jefatura, el tren tipo por el compuesto de tres cilindros compresores de 22 toneladas de peso próximamente cada uno, y colocados de suerte que su peso actuase al mismo tiempo sobre cada sección transversal. La carga uniformemente repartida equivalente al citado tren, es un poco superior á la correspondiente al tren de carros que se proponía en el pliego de condiciones facultativas del proyecto reformado y los efectos parciales del peso de estos cilindros sobre las vigas transversales y largueros son evidentemente más desfavorables; pero aun todavía en la prueba se hicieron seguir los cilindros por tres carretas con dos parejas de bueyes cada una y una carga de 4.000 kilogramos. Además, se hizo la prueba de que entrasen dos de las referidas máquinas á gran velocidad.

En todas estas pruebas había flexímetros colocados en el centro de las bóvedas de agua arriba y agua abajo, en la viga transversal central del arco, en las vigas transversales centrales de los tramos rectos de las márgenes izquierda y derecha y en los dos largueros centrales del citado tramo. Los descensos

acusados por los flexímetros fueron: doce y catorce diezmilímetros respectivamente en las bóvedas de agua arriba y agua abajo; once diezmilímetros en la viga central, seis diezmilímetros en las dos vigas dinteles y doce y diez diezmilímetros en los largueros. Descargado el puente, todas sus diferentes partes reaccionaron perfectamente, acusando los flexímetros deformaciones apenas apreciables.

Las deformaciones correspondientes al paso de las máquinas a velocidad fueron todavía más pequeñas que las mencionadas anteriormente y por su escaso interés no se detallan.

Parece conveniente también hacer constar que por indicaciones de la Jefatura, aceptadas por el contratista, se procedió a reforzar las uniones de las viguetas con los arcos y al propio tiempo se acordó probar la vigueta central, que es la que se consideraba en condiciones mas desfavorables. A este fin, a los treinta días de construídas las 7 viguetas centrales se cargó la de en medio con 40.000 kilogramos, distribuidos en la misma forma en que lo hubieran estado, colocando sobre ella 5 carros de 1,20 metros de batalla, con una separación de 40 centímetros entre ruedas y una carga de 7.600 kilogramos cada carro.

La naturaleza de la construcción de este puente y los conocimientos que hasta la fecha se tienen de la aplicación de la mecánica a las obras de hormigón armado no permiten deducir por métodos muy seguros y comprobados cómo trabajan los diversos elementos, ni tampoco determinar cifras de verdadero valor para dicho trabajo; pero la insignificancia de estas deformaciones y las reacciones acusadas por el puente al desaparecer la carga permiten apreciar sus buenas condiciones de solidez, y si se tiene en cuenta que la circular francesa referente a la inspección de las obras de hormigón armado consiente flechas de un quinientosavo de la luz en vigas y forjados, lo que permitiría aceptar flechas de 17 milímetros en las vigas de 8,40 metros, que han acusado un descenso máximo de once diezmilímetros, quedan bien probadas las condiciones de resistencia del puente.

Y para que conste y a los efectos del art. 4.º del apéndice al pliego de condiciones facultativas del presupuesto reformado, se levanta esta Acta, que firman los concurrentes al acto.

(Firmado.)—Francisco Terán.—Francisco Albacete.—Francisco Rodríguez Neumán.—Ernesto Andreu.—J. Eugenio Ribera.—Cayetano R. Noguerras.

COSTE DE LAS OBRAS.—El presupuesto reformado del puente, que será la liquidación en esta obra, pues como todos los puentes ejecutados por concurso, se abonan estas obras a tanto alzado, es el siguiente:

	Pesetas.
1.º Cimientos por aire comprimido.....	171.571,04
2.º Avenidas.....	43.964,88
3.º Estribos y pilas.....	42.566,58
4.º Puente.....	92.309,16
5.º Varios.....	30.000
Presupuesto de ejecución material.....	380.791,16
Aumento del 15 por 100 de contrata.....	57.118,68
Total presupuesto de contrata.....	437.909,84

El puente de la Princesa, sobre el mismo río, que sólo tiene 8 metros de ancho en lugar de 14 que tiene el puente Victoria y un solo estribo fundado por aire comprimido en lugar de los dos estribos, ha costado 409.099 pesetas, lo que demuestra que su coste por metro cuadrado ha resultado mucho mayor, si se tiene, sobre todo, en cuenta el mayor lujo arquitectónico de nuestro puente, que tenemos calzadas y andenes de asfalto, y, por último, la economía que se obtendrá en la conservación.

ORNAMENTACIÓN.—No se crea, sin embargo, que la decoración del puente Victoria ha aumentado sensiblemente el presupuesto, pues segregando del presupuesto las partidas correspondientes, sólo tenemos:

	Pesetas.
19.200 metros cúbicos de sillería de granito natural en los basamentos de pilas y estribos, a 210 pesetas.....	4.032
70.028 metros cúbicos de piedra artificial, a 120 id.....	8.403,36
8 farolas de hierro fundido, a 500 id.....	4.000
4 jarrones, a 300 id.....	1.200
110 metros lineales de barandilla, a 50 id.....	5.500
Total.....	23.135,80

La decoración del arco y tímpanos se ha obtenido con el hormigón moldeado, frenteándolo con una mezcla especial, y ha llamado la atención de los técnicos la perfecta imitación de granitos y calizas que hemos obtenido con nuestra piedra artificial, así como la barandilla, faroles y jarrones, todo de hierro fundido que acreditan el artístico gusto del Arquitecto Sr. Zapata y de nuestro fundidor Sr. Iglesias.

Se ve, pues, que no resulta tan caro como parece, decorar un puente con alguna riqueza, pues una buena parte de las 23.000 pesetas que nuestro presupuesto consigna para ello, hubiera sido necesario para los paramentos y barandillas de cualquier otro puente.

En resumen, creemos que con el sistema de hormigón armado que acabamos de describir pueden obtenerse en un gran número de casos todas las ventajas de los puentes de fábrica y por un precio inferior al de los puentes metálicos.

Observemos también que el sistema de concurso ha permitido que este puente se proyecte y construya en dos años, y aunque en el de María Cristina, en San Sebastián, sólo tardamos un año para ambas cosas, no deja de ser curiosa esta rapidez de ejecución de una obra del Estado, comparada con la historia larga de la mayor parte de los puentes construídos en España, incluso el de la Princesa, en Madrid, que ha tenido una gestación de diez años, y no ha sido ésta de las más lentas.

J. EUGENIO RIBERA.

LOS REGLAMENTOS DE LAS JUNTAS DE PUERTOS

X

(CONCLUSIÓN)

Debemos continuar en el presente artículo y terminar la comparación de las prescripciones de los dos últimos Reglamentos orgánicos de las Juntas de Obras de puertos de 11 de Enero de 1901 y del vigente de 17 de Julio de 1903 en las que no fueron comparadas en el estudio anterior ya publicado.

Prescindiendo, por tanto, de los conceptos de que nos ocupamos relativos a la composición de las Juntas, al nombramiento del personal facultativo dependiente de dichas Corporaciones y del Ministerio, al límite del importe de los haberes del administrativo y a la existencia y nombramiento de Delegados administrativos en las mismas nombrados por el Gobierno (cuyos conceptos figuran también en el primer Reglamento de 7 de Agosto de 1898), el primer concep-