

das que le asaltan ante los razonamientos del señor Oreja. Dice una vez que acaso tenga razón el señor Oreja; que él no lo niega de modo terminante, sin una compulsión detenida de los textos; y nosotros decimos: pero ¿es posible que se hayan adoptado determinaciones de tanta gravedad, sin haber realizado *a priori* esas compulsiones? En ese caso, la arbitrariedad es aún mayor de lo que nosotros lamentamos.

Esta situación de ánimo la resumía el ministro con estas palabras:

“Como no me abroquelo en ningún prejuicio, estoy dispuesto a examinar el caso, y si S. S. tiene razón, no tendré inconveniente en reconocerlo prácticamente.”

No intentamos hacer el más pequeño comentario a esta actitud; pero todo el que nos lea comprenderá el terror que sentimos al ver regidas las obras públicas, la principal fuente de la Economía nacional, por manos obedientes a los mandatos impulsivos de quien tiene que compulsar los textos legales después de adoptar medidas de soberana importancia.

Nuevo puente sobre el río Tajo en el kilómetro 299,3 de la línea de Madrid a Valencia de Alcántara, de la Compañía Nacional de los Ferrocarriles del Oeste de España

Todos los lectores de la REVISTA saben que de unos años a esta parte, y en virtud del régimen de consorcio entre las Compañías de ferrocarriles y el Estado, se ha llevado a cabo con cargo a éste una importantísima serie de mejoras en las líneas españolas, tanto en lo relativo a obras nuevas, vías e instalaciones, como en adquisiciones de material motor y móvil. Las cantidades invertidas por el Estado en tales mejoras alcanzan una gran suma de millones; tan grande—y de intento prescindiendo de cifras, por haber sonado éstas bastante—, que parece conveniente hacer que la gente conozca, con el posible detalle, el destino que se ha dado a esos caudales de la nación.

No soy yo el llamado a realizar el conjunto de esa labor; pero sí está a mi alcance el exponer aquí algunos aspectos de ella que me tocan de cerca, y espero sean de cierto interés para el público profesional o *laico* (como llamaba un alemán, amigo mío, a los profanos en menesteres ingenieriles) de nuestra REVISTA. Me propongo, pues, con arreglo a la convicción arriba expuesta, dar a conocer algunas obras ejecutadas por la Compañía del Oeste con fondos del Estado. Y empiezo por la que es objeto de este artículo, porque acaba de ponerse en servicio hace pocos días.

* * *

El puente que sobre el río Tajo existía en la línea de Madrid a Cáceres y a Portugal, de la antigua Compañía de M. C. P.—hoy llamada línea de Madrid a Valencia de Alcántara, por ser ésta nuestra estación fronteriza—, fué construído hace más de cincuenta años; era metálico (de hierro, no de acero, como hoy se hacen estas obras), de vigas continuas, y tenía ocho tramos, de 48,50 m los seis centrales y de 37,72 m los dos extremos, medidas todas estas luces entre ejes de apoyos. Las vigas tenían de longitud, en metros, el mismo número que días el año. La estructura metálica, proyectada por Eiffel, era un modelo de sencillez y ligereza, pero resultaba en absoluto insuficiente para las cargas producidas por los trenes que en esa línea se quería poner en circulación.

A fin de solucionar el problema del modo más racional y económico fueron estudiadas tres solucio-

nes para remediar aquel estado de cosas: refuerzo del puente viejo, nuevo puente metálico y nuevo puente de fábrica. Lo primero, aparte las dificultades e indeterminaciones de orden técnico—conocidas de los que se dedican a estas cosas—, tenía en este caso, por las características de la obra, un coste muy elevado, pues era necesario aumentar casi en un 100 por 100 las secciones de las piezas, trabajo sumamente complicado en plena explotación. La estructura metálica nueva (aprovechando los apoyos actuales) resultaba también muy cara. Se eligió, por tanto, la obra de fábrica, como más económica, y huelga decir que como más conveniente, también desde los demás puntos de vista. Más adelante expongo algunos detalles de precios de coste; pero quiero señalar aquí que las principales causas que han determinado su baratura han sido la facilidad de cimentación en muchos de los apoyos y la existencia de buenos materiales a pie de obra.

Los datos de que sobre el subsuelo se disponía, y que, en general, han resultado comprobados, permitieron proyectar sin efectuar sondeos, así como, reducido ya a un mínimo el elemento aleatorio en las cimentaciones, incluir éstas en la contrata general de la obra en vez de realizarlas por administración.

Desde luego, se decidió construir el nuevo puente al lado y aguas arriba del actual, con la separación necesaria mínima; para ello, en la distribución de vanos, y siendo la luz adoptada la mitad aproximadamente de la de los tramos metálicos, se evitó la concordancia entre pilas de las dos obras. Esto condujo a una distancia de 6,15 m entre ejes de ambos puentes, exigida por los respectivos estribos, que, ello sí, quedan uno junto a otro. El aprovechar en parte los apoyos existentes, construyendo tan sólo las nuevas pilas precisas, y volteando las bóvedas bajo la vía con el mismo trazado actual, es solución que sólo en último extremo debe adoptarse en casos como éste, en que se trata de una obra muy grande, de vía única, piso superior y con vigas de más de 5 m de altura. Hay que hacer muchas habilidades durante la construcción, y téngase en cuenta que nosotros somos responsables no sólo de la obra que se ejecuta, sino de la seguridad de la circulación de los trenes, que no se puede interrumpir.

Se estudió, por tanto, una variante de trazado, que allí era muy sencilla, de poca longitud, y de las que no se conocen una vez hechas, aprovechándose la ocasión para subir la rasante 1,70 m, con lo que mejora el perfil en aquel trozo, y quedan en horizontal un apeadero y una aguada de socorro que existen a la salida del puente.

La figura 1 ofrece un diagrama (en el que ha habido necesidad de deformar, empleando dos escalas, las proporciones de la obra, para que cupiese ésta en

unas sencillas pilastras, que rompen la monotonía del frente y rematan en sendos refugios sobre los paseos o andenes laterales. Las demás pilas tienen 3 m de ancho. En la figura 2 se representa, en sus verdaderas proporciones, un arco y una pila de cada clase, en alzado y en corte. Este permite ver la disposición de los aligeramientos, que en obra quedan ocultos, constituidos por cinco bovedillas de 2 m de luz entre cada dos bóvedas contiguas, salvo en las separadas por pilas-estribo, en que el número de bo-

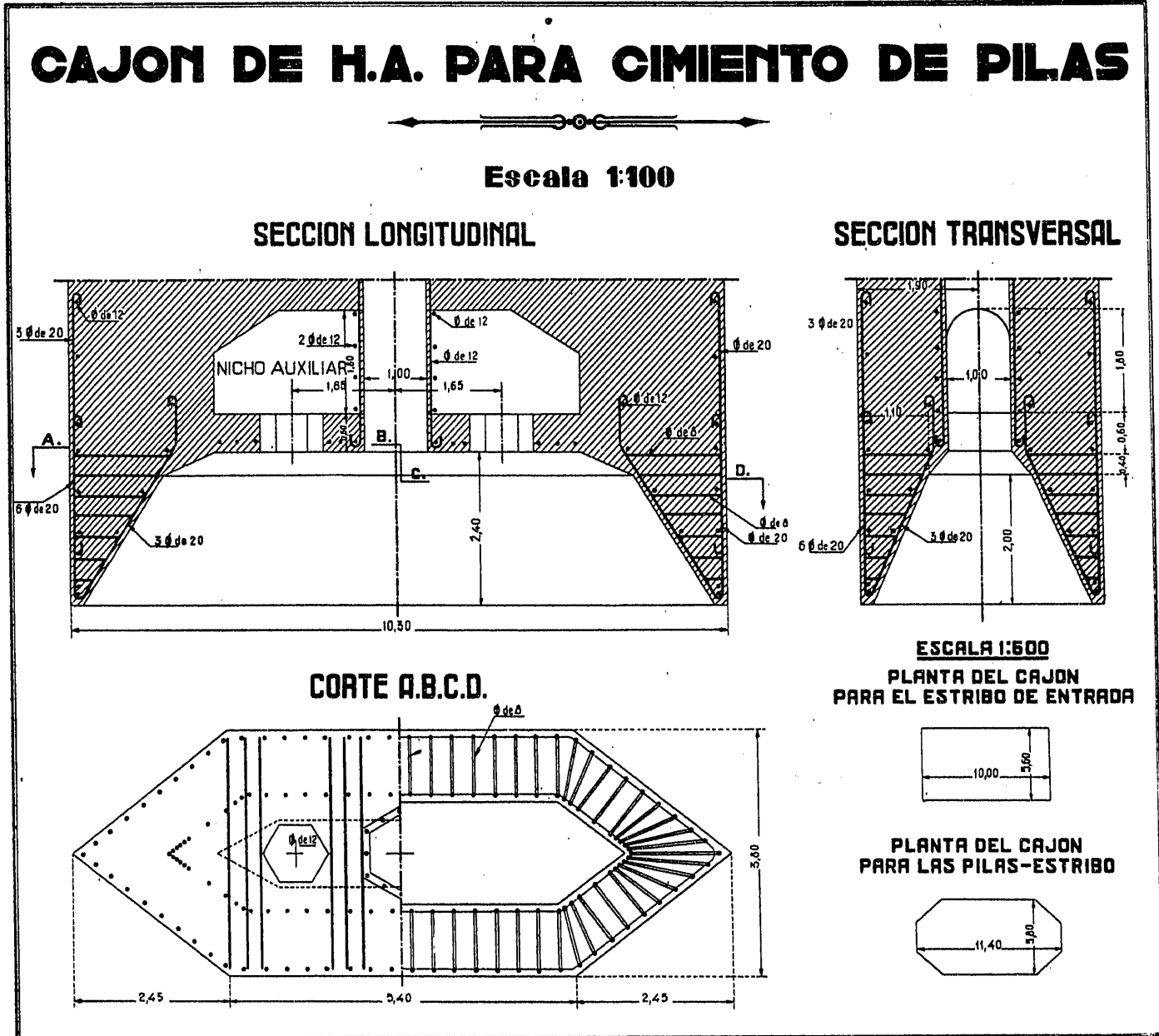


Fig. 3.

el fotograbado sin merma de claridad) de conjunto del puente, con las indicaciones más importantes sobre su emplazamiento en alzado, datos del río y cimentaciones.

Las dimensiones de los vanos se fijaron habida cuenta de la cimentación posible, la elevación de rasante proyectada y la necesidad de dejar paso franco a las máximas avenidas ordinarias. Resultaron así 15 arcos de medio punto y 21 m de luz, que se distribuyeron en tres grupos de a cinco, separados por pilas-estribo de 5 m de espesor, de las que suben

vedillas es seis. La misma figura da las dimensiones principales de todos los elementos, así como la disposición de las juntas de dilatación.

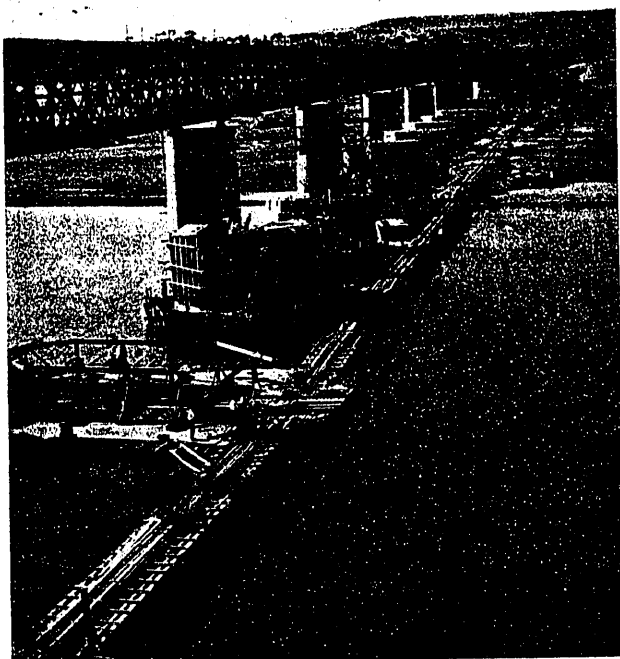
* * *

La nueva obra es totalmente, en su alzado, de hormigón en masa; los cajones para cimentación por aire comprimido; en los apoyos donde ha sido necesario el empleo de tal sistema, de hormigón armado, y los muros de acompañamiento, de mampostería,

con coronación de sillería. Los tipos de hormigón empleados son cuatro, determinados por el método del módulo de finura (Wym). Las dosificaciones prácticas, cantidades de cemento por metro cúbico y grados de aplastamiento fueron los indicados en el cuadro siguiente:

Hormigones	Dosificación	Kg de cemento por m³	Grados de aplastamiento
0	1 : 1,5 : 3,5	350	10
1	1 : 2 : 4,5	300	7,5
2	1 : 2,5 : 6	225	5
3	1 : 3 : 7,5	175	5

Los materiales necesarios para un metro cúbico de cada tipo de hormigón se tomaron de las tablas de Taylor y Thompson, y, por cierto, para algunas mezclas resultaron escasas. El agua para el amasado se de-



Fot. 1. Puente metálico actual. Enrasadas al arranque de arcos varias pilas del nuevo puente; otras en construcción y, en primer término, empezado el encofrado de una de ellas.

terminaba con arreglo a los grados de aplastamiento fijados.

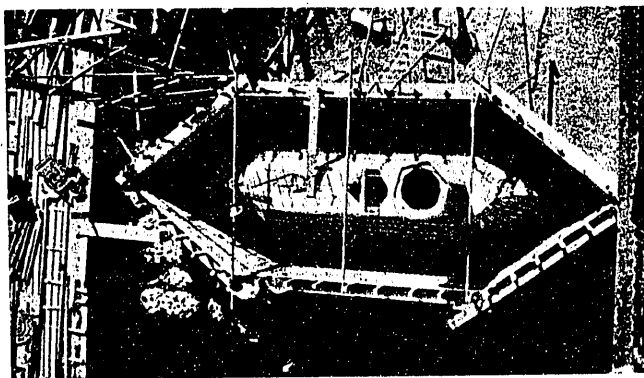
La piedra empleada fué canto rodado recogido a pie de obra de los acarrees que componen el terreno natural en la margen derecha, y se cribó, a fin de no rebasar para cada tipo de hormigón la dimensión máxima, que a continuación se indica:

Hormigón número 0	...	15 mm
"	"	50 "
"	"	75 "
"	"	100 "

Algunos bloques (pocos) que se encontraban de vez en cuando se colocaron en las grandes masas de hormigón número 3.

El árido menudo se compuso con 2/3 de arena gruesa silícea del río Araya (afluente del Tajo, a unos 200 m aguas abajo del puente) y 1/3 de arena

fina del lecho del mismo Tajo. Esta última, bastante pizarrosa, valía poco, y hubo de ser lavada. Resultó así una mezcla con un 40 por 100 de huecos y un peso por metro cúbico de 1 580 kg.



Fot. 2. Encofrado y armadura para un cajón de pila ordinaria, vistos desde el puente actual. Gaviones que defienden el terraplén provisional.

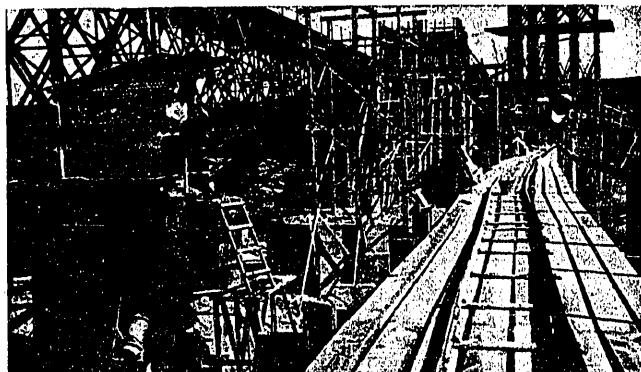
El empleo dado a los diversos tipos de hormigón y cubos totales de los mismos gastados en la obra han sido:

Hormigón núm. 0	—Paramentos	...	720 m³
"	"	1.—Cajones de cimentación, aligeramiento y coronación del puente.	3 425 "
"	"	2.—Bóvedas principales	2 465 "
"	"	3.—Bloques de cimientos, relleno de cajones y cuerpos de pilas y es-	
		tribos	8 930 "

El hormigón número 0, de los paramentos, tiene por objeto dar buena apariencia a la obra y proteger a las masas más pobres que constituyen aquella. Se colocaba con un espesor de 10 cm al mismo tiempo que el otro hormigón correspondiente a su trasdoso, separándolos, mientras se echaba cada capa, con una chapa o tabla, que se levantaba en seguida, y apisonando entonces con cuidado la junta resultante hasta que quedasen bien trabadas ambas partes.

* * *

Ciertos detalles de la construcción acaso resulten interesantes.



Fot. 3. Al fondo, encofrado del terraplén provisional para la hincia del cajón de estribo y torre de las hormigoneras. En primer plano, esclusa de aire comprimido y pasadera de trabajo.

Las fotografías 1 a 4 muestran algunas vistas de los trabajos de cimentación. La figura 3 representa el tipo de cajones empleado. Se construyeron éstos sin uña metálica, que luego se echó de menos, pues

al excavar se desconchaban los bordes del cuchillo y entraba el agua. Resultaron, en cambio, muy prácticas las cámaras o nichos auxiliares de trabajo, dejadas a ambos lados de la chimenea, sobre el techo del cajón y en comunicación con éste, sobre todo por lo que facilitaron el relleno.

Era tan suelto el terreno en algunos puntos, que, cuando se quitaba la presión del aire, bajaba el bloque por su propio peso, y al reanudar el trabajo se encontraba que la arena del fondo había subido hasta el techo del cajón y aun llenaba parte de la chimenea.

El retallo, de 20 centímetros, proyectado entre el bloque de cimiento y el zócalo de las pilas, fué escaso en algún apoyo, pues al hincar el bloque sufría éste una traslación lateral por resbalamiento del terreno de acarreo sobre la pizarra hacia el fondo del cauce, y al replantear luego el cuerpo de pilas sobre el bloque quedó con un pequeño voladizo. Es conveniente no escatimar tanto esa berma, para evitar lo indicado.

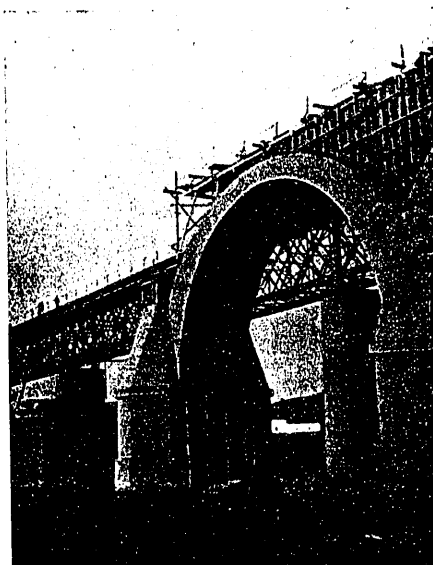
La peripecia más importante sucedió en el estribo de entrada. Los planos del puente antiguo señalaban un retallo de determinada dimensión en su cimiento, y la separación entre el estribo antiguo y el nuevo se fijó en vista de ese dato. Construido el cajón sobre terraplén provisional, sostenido con encofrado, y comenzada la hinca, resultó que, al llegar al nivel del cimiento antiguo, éste era más ancho que lo marcado en el plano, y el cajón rozaba con él; justo rozaba

rozamiento de las dos fábricas. La fotografía 4 muestra la inclinación que tomó el bloque.

Se trató de enderezar éste. Forzar la presión del aire en el cajón, ayudando con fuerte sobrecarga debidamente colocada; hacer una roza en el cimiento del estribo antiguo, trabajo difícil en esas condiciones; gatos hidráulicos combinados, con tiro de apaños desde el estribo antiguo; todo era inútil. Hasta se pensó en provocar una fuerte explosión junto a



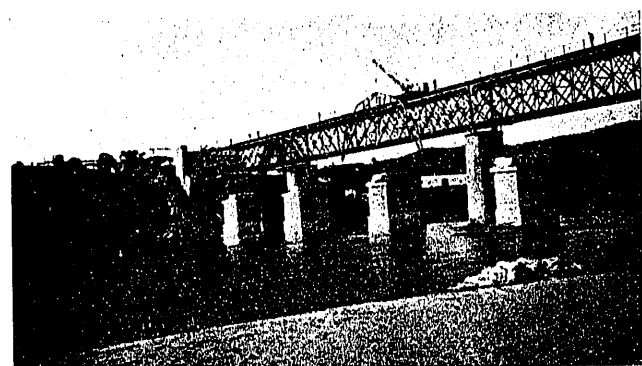
Fot. 4. A la izquierda, estribo de entrada del puente actual. A la derecha, bloque del nuevo estribo, inclinado un 5 por 100 hacia fuera.



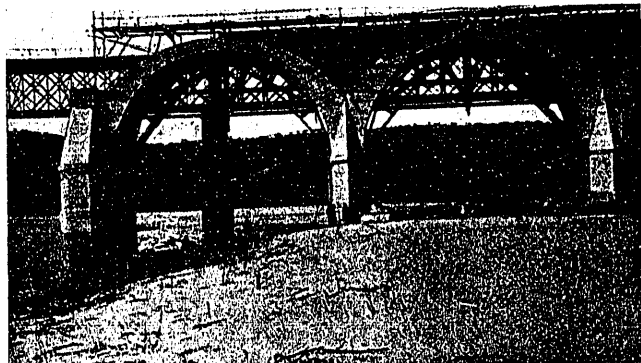
Fot. 6. Detalle de un arco y de una pila-estribo.

la cara externa del bloque, renunciando a ello por temor a averiar éste sin conseguir el fin propuesto. En resumen, no hubo más remedio que continuar bajando, con cuidado de evitar que la inclinación aumentara. Muchas veces quedaba el bloque colgado por la parte del estribo antiguo, sin descender, a pesar de tener excavados varios centímetros bajo el cuchillo del cajón en todo ese lado. Por esto corri-

mos, además, el peligro de descalzar el estribo antiguo (en servicio, no se olvide, pues estaban pasando los trenes sobre él), ya que se produjo una socavación que obligó a inyectar bastantes metros cúbicos de hormigón.



Fot. 7. Transporte de las cimbras al tercer grupo de arcos después de des-cimbrado el segundo.



Fot. 5. Los dos últimos arcos del segundo grupo, terminados. En construcción los aligeramientos y tímpanos respectivos.

ba, pero ello fué lo suficiente para que se desnivelase el bloque del nuevo estribo, defecto que, dado su origen, tendía a aumentar a medida que continuaba la hinca, por la mayor resistencia que a ésta ofrecía el

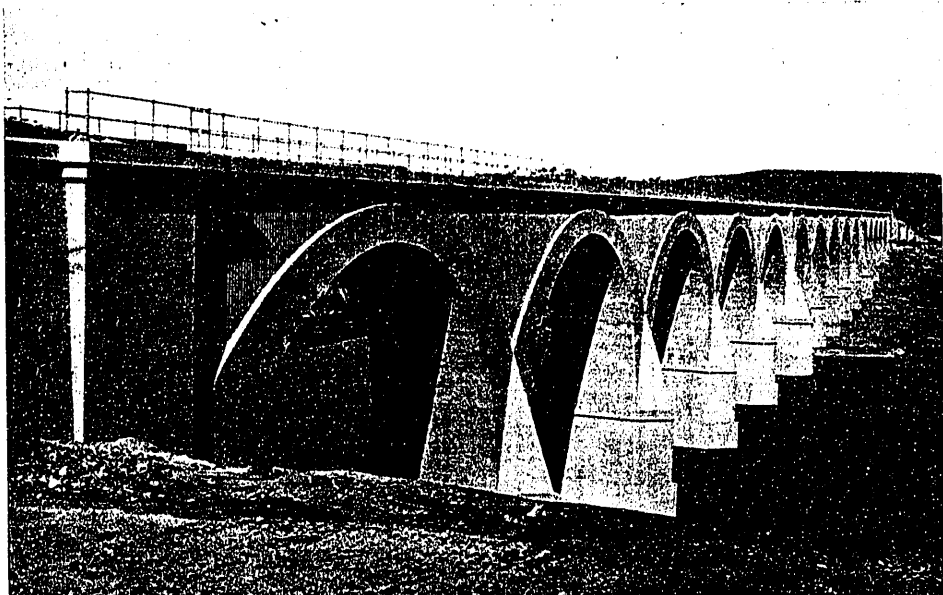
Por fin se llegó a la roca, pero con el bloque torcido. La figura 4 indica la forma en que quedó aquél. Una vez alcanzado el firme, convencidos ya de la imposibilidad de enderezar una masa tan grande de

fábrica (más de 1 000 m³), y dado que, en cuanto a seguridad, no existía temor alguno, hubimos de limitarnos a disimular la deficiencia. A este fin se cal-

geramientos se subían al mismo tiempo que los tabiques de los tímpanos. Se voltearon luego las bovedillas (a la vez las de un mismo grupo), y, por último, se hormigonaron los muretes e imposta de coronación, labor en que destacó la pericia de los encofradores.

* * *

Del aspecto del nuevo puente dan idea las fotografías números 9 y 10. Se trata de una obra de gran longitud y altura relativamente pequeña (20 metros sobre el nivel de estiaje); por lo tanto, achaparrada, lo que impide, a mi entender, todo carácter de ligereza y atrevimiento. Por esta razón se ha acentuado la nota de robustez, haciendo, por ejemplo, las boquillas de los arcos de más espesor que el que en realidad tienen las bóvedas. A ello contribuye también el haber ocultado los aligeramientos de los tímpanos,

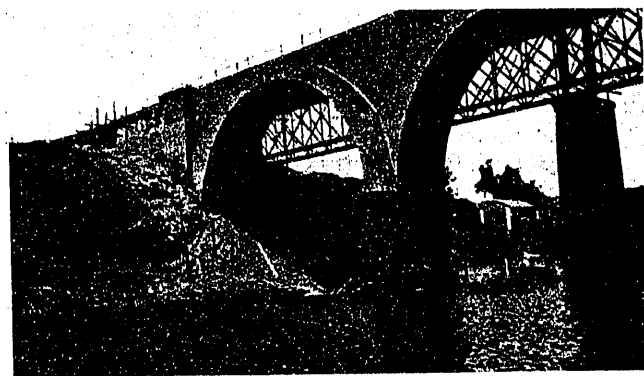


Fot. 8. Perspectiva del nuevo puente, terminado, desde la margen izquierda.

zó perfectamente con sacos de hormigón el cuchillo del cajón en toda la zona que no llegaba a apoyar en la pizarra; se relleno el cajón y la chimenea; se recortó el bloque desde el nivel de arranque del arco hacia arriba, es decir, sobradamente lo que había de quedar a la vista—demoliendo con exceso, para que lo añadido tuviese bastante espesor—, y se recreció luego lo necesario para restablecer los paramentos en su debida posición, conforme representa la figura 4 antes citada. Así ha quedado la obra bien segura, sin que nada se note al exterior. (Y si no fuera por esta indiscreción mía, éramos muy pocos los que sabíamos cómo está lo de abajo.)

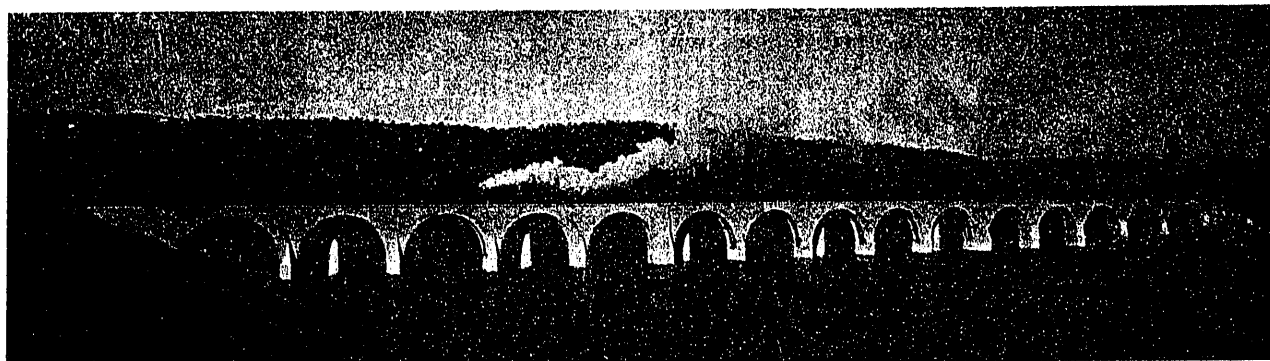
En el alzado del puente nada hubo digno de mención. Los arcos se hormigonaron a grupos de cinco, "en cascada", por sectores, a todo ancho y espesor, alternados, para evitar deformaciones de las cimbras, dejando una junta sobre cada punto rígido de éstas; matadas después las juntas, no se ha observado pelo o fisura de ninguna clase. En la fotografía 7 se ve la forma de transportar las cimbras de un grupo a otro de arcos, colgadas de una grúa que circulaba sobre el puente antiguo. Los pies derechos de los ali-

geramientos se subían al mismo tiempo que los tabiques de los tímpanos. Se voltearon luego las bovedillas (a la vez las de un mismo grupo), y, por último, se hormigonaron los muretes e imposta de coronación, labor en que destacó la pericia de los encofradores.



Fot. 9. Los arcos números 14 y 15 y el estribo de salida, terminados. En construcción, los muros de acompañamiento de éste.

o de un gran arco central y viaductos de avenida. (Espero tener ocasión de volver sobre el tema al ocuparme de otros puentes.)



Fot. 10. Vista del nuevo puente durante una crecida del río, que llega a la mitad de la altura de las pilas. Está pasando un tren por el puente antiguo, cuya rasante está 1,70 m más baja que la del nuevo.

Al mismo tiempo se procuró no perder la armonía entre las diversas dimensiones, y parece conseguido este objeto, es decir, la proporción de todos los elementos, por cuanto la vista de conjunto no revela el verdadero tamaño del puente si no se tiene algún término de comparación, y sólo por éste se da uno cuenta de que la obra es más grande de lo que simula ser.

Otra característica de esta obra—dado su emplazamiento y la clase de fábrica empleada—había de ser la sencillez, lograda, sin duda, por no haber en ella decoración alguna superflua, sino tan sólo la proporcionada por los distintos elementos resistentes. Salvo las bóvedas, todas las superficies son planas y todas las líneas rectas, hasta en los tajamares y sus sombreretes, lo que contribuyó también—simplificando los encofrados—a la economía del conjunto.

Quedaba la cuestión de la monotonía que las grandes superficies de hormigón presentan a la vista, y que no me parecía honrado corregir mediante despieces imitados que falseasen la apariencia de la fábrica empleada. Para resolver esto en lo posible se terminaron en liso los estribos, zócalos, cornisas y sombreretes de las pilas, boquillas de los arcos y coronación del puente, es decir, lo que en otro caso hubiera sido de sillería, y se hizo un acanalado vertical

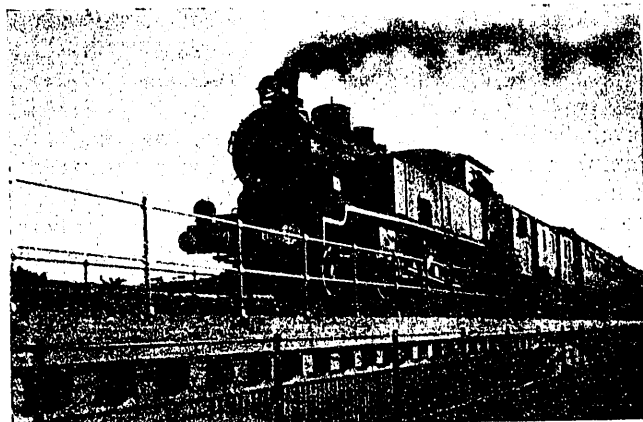


Fot. 11. El primer tren que pasó sobre el puente, al llegar al apeadero que existe a la salida de aquí.

en los cuerpos de pilas y paramentos de tímpanos, elementos que hubiera correspondido construir de mampostería o sillarejo. Para obtener este acanalado se dispusieron, por dentro de los moldes correspondientes, listones de media caña, de dimensiones

apropiadas. Se ha logrado así diferenciar esas partes de la obra, como se aprecia en las fotografías 9 y 12.

Todavía no es posible ver bien este puente, porque (como se aprecia en las fotografías) aparecen siempre detrás de él las pilas—preciosas por su esbeltez—



Fot. 12. Paso de un tren por el puente nuevo. Detrás del andén y la barandilla del puente antiguo se ven la imposta del nuevo, los tímpanos acanalados y la zona de la clave de tres arcos.

o las mallas metálicas del puente antiguo, que se proyecta desguazar más adelante.

* * *

Los hormigones 1, 2 y 3, que son los empleados en gran cantidad, han sido de abono a los precios y en las condiciones siguientes:

	Pesetas
Hormigón núm. 1.—Incluidos andamios, pequeñas cimbras y moldes	55,40
" " 2.—Incluidas cimbras y medios auxiliares	64,95
" " 3.—	34,40

De ahí resulta que el coste total del puente, comprendidos la variante, con unos 20 000 m³ de terraplén; excavación en seco de más de 3 000 m³, con agotamiento, de unos 600 m³, y con aire comprimido de 2 600 m³, etc., no haya llegado a 1 300 000 pesetas.

La obra ha sido ejecutada por "Agromán", Empresa constructora, y al frente de la misma ha estado en todo momento el jefe de nuestra segunda sección de Vías y Obras, D. Rito Carrillo Esteban.

Fernando DEL PINO
Ingeniero de Caminos

Riegos del valle inferior del Guadalquivir

Al terminarse la construcción del canal y acequias principales de la margen izquierda del río por la Junta de Obras de Riego del Valle inferior del Guadalquivir, dependiente de la Mancomunidad Hidrográfica del mismo nombre, y estar estas obras en condiciones de ser entregadas a la Comunidad de Regantes, consideramos de interés el recopilar los antecedentes de dichas obras, la marcha que ha llevado su construcción, recursos económicos con que se han realizado, beneficios que proporcionan y for-

ma de desarrollarse el regadío en la superficie dominada por el canal, con el fin de que, al entrar la explotación de la obra en una nueva fase, pueda apreciarse lo que realmente falta por ejecutar y la labor que desarrolle el Sindicato y los terratenientes al actuar sin intervención de la Junta de Obras.

Antecedentes

En el valle inferior del Guadalquivir no existen antecedentes ni vestigios de riegos antiguos de nin-