

Sustitución del puente metálico sobre la Rambla del Carricalejo por una obra de hormigón armado

Antecedentes

La línea de Albacete a Cartagena, de la Compañía de M. Z. A., atraviesa entre las estaciones de Ulea y Archena (provincia de Murcia) la Rambla del Carricalejo, afluente del río Segura.

Como muestra la figura 1.^a, la rasante de la vía en dicha obra es bastante elevada, 24 metros so-



Fig. 1.ª: Vista del puente metálico del ferrocarril, sobre la Rambla de Carricalejo, antes de empezar las obras.

bre el lecho de la Rambla, cuyas laderas escarpadas están constituidas por un terreno yesoso en plena descomposición que les dan el engañoso aspecto de roca viva, la que se desmorona a la simple presión de la mano.

El tramo metálico, que tenía una luz de 40 m, era de vigas principales de celosía múltiple, según el sistema en boga en la época en que fué construida la referida línea, tramo que hubo necesidad de reforzar posteriormente, y que ahora, al exigir un nuevo refuerzo para atender a las crecientes necesidades del tráfico, ya no se dudó en la conveniencia de sustituirlo.

De haber estado los estribos en perfecto estado, tal vez la sustitución hubiera consistido, como la de tantos otros análogos, en montar lateralmente el nuevo tramo para ser luego llevado a su lugar por corrimiento transversal; pero en este caso, y debido a la descomposición del terreno a que se hizo referencia, ambos estribos, y en especial el del lado Madrid, habían sufrido importantes obras de refuerzo, que se acusan claramente en la figura 2.^a, por medio de un gran arco transversal de descarga, amplios muros vueltos, llaves metálicas, etc., no habiéndose conseguido, a pesar de todo, una completa garantía de estabilidad.

La sustitución del tramo metálico por otro análogo hubiera exigido un considerable aumento de la luz y la construcción de nuevos estribos en lugares de una cimentación más fácil y estable.

A la vista de lo costoso que esta obra resultaría, y teniendo en cuenta que la gran altura de la rasante es debida a exigencias del trazado y no a necesidad de desagüe de la Rambla, pues la altura de sus mayo-

res avenidas registradas es sólo de 1,50 m sobre el lecho, se pensó en la conveniencia de abandonar la idea de sustituir el tramo metálico por otro, estimándose preferible continuar la explanación con un terraplén al que se le proporcionara en su parte inferior el necesario desagüe, mediante una obra de hormigón armado compuesta de cinco grandes tubos de sección oval (3 m de altura por 2 m de ancho), formando un solo bloque que sigue en planta la curvatura del cauce.

Justificación del desagüe

La sección total de dichos tubos es de 23,140 m², equivalente a la superficie de desagüe de la Rambla con la referida altura de 1,50 m de máximas avenidas registradas durante los treinta últimos años.

Además, hay que tener en cuenta que, aun en el caso de avenidas mayores de las hasta ahora conocidas, la forma en que la obra está proyectada permite embalsar el agua hasta una altura de 7 m sin que llegue aquélla al pie del terraplén, sirviendo las pantallas que se aprecian en las fotografías de paramentos de la presa, con lo cual la velocidad del agua en los tubos aumentaría proporcionalmente al cuadrado de dicha altura, creciendo en la misma proporción el caudal de desagüe.

Así, pues, a poco que se embalsaran las aguas el aumento de velocidad de salida supliría con creces el aumento de sección de desagüe necesario.

Descripción general de la obra

Consiste, como antes se esbozó, en cinco grandes tubos de hormigón armado formando un solo bloque

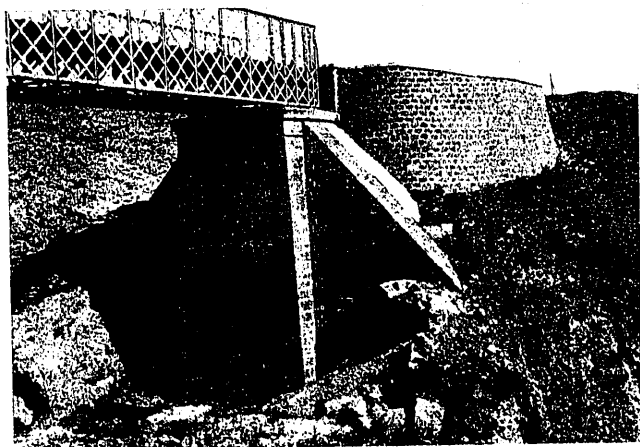


Fig. 2.ª: Detalle del estribo (lado Madrid) del puente metálico, mostrando las obras de refuerzo efectuadas anteriormente.

apoyado en toda su longitud sobre el lecho de la Rambla y cimentado en sus extremos y en cinco zonas intermedias (fig. 3.^a), teniendo el conjunto una pendiente uniforme de 0,0084 igual a la del cauce.

Sobre el bloque que forman los cinco tubos y en ambas embocaduras, existen dos pantallas de hor-

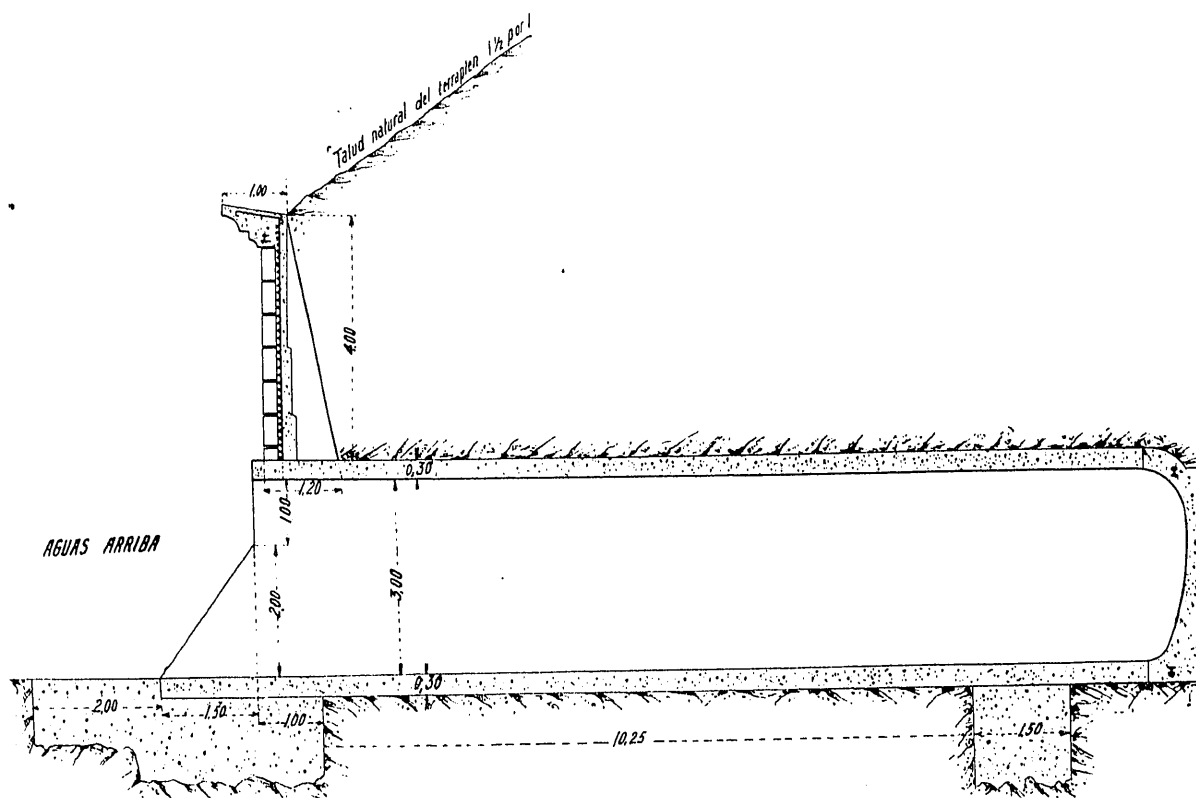


Fig. 3.a: Sección longitudinal.

migón armado de 4 m de altura, sostenidas por contrafuertes del mismo material (fig. 4.a) y cuya dirección es paralela al eje de la vía, teniendo el doble objeto de contener los pies del terraplén, acortando así la longitud de los tubos, al mismo tiempo que sirven de paramento de presa en el caso en que las aguas se embalsaran aguas arriba de la obra en una crecida excepcional.

Estas pantallas se instalan por sus costados en dos muros en ala que, siguiendo la contextura del terreno, contienen el terraplén fuera de los tubos.

La longitud total de los tubos en el eje de la obra es de 70,36 m, distando ambas embocaduras 30 m del eje de la explanación, que es la distancia que exige el talud natural de las tierras, dada la cota de la vía.

Cálculo de los tubos

El bloque que constituye los cinco tubos se ha calculado como una viga continua apoyada en sus extremos y en cinco puntos intermedios, hipótesis que, aunque bien lejos de la realidad, ofrece una garantía absoluta para el caso en que, por un asiento o socavación del cauce, quedara en algún punto el bloque sin apoyar entre dos cimientos.

El cálculo del momento de inercia de la sección armada con carriles inútiles para el servicio de la vía se ha hecho por el procedimiento gráfico, habiéndose posteriormente distribuido los apoyos intermedios de manera que el trabajo del bloque a flexión sea, aproximadamente, constante en sus máximos, razón por la cual los referidos apoyos intermedios están más próximos en la zona central, en donde la altura de terraplén es máxima, siendo crecientes sus distancias intermedias conforme se acercan a los extremos, en que la carga es mínima.

Los carriles que constituyen las armaduras longitudinales están atravesados a intervalos de 0,50 m

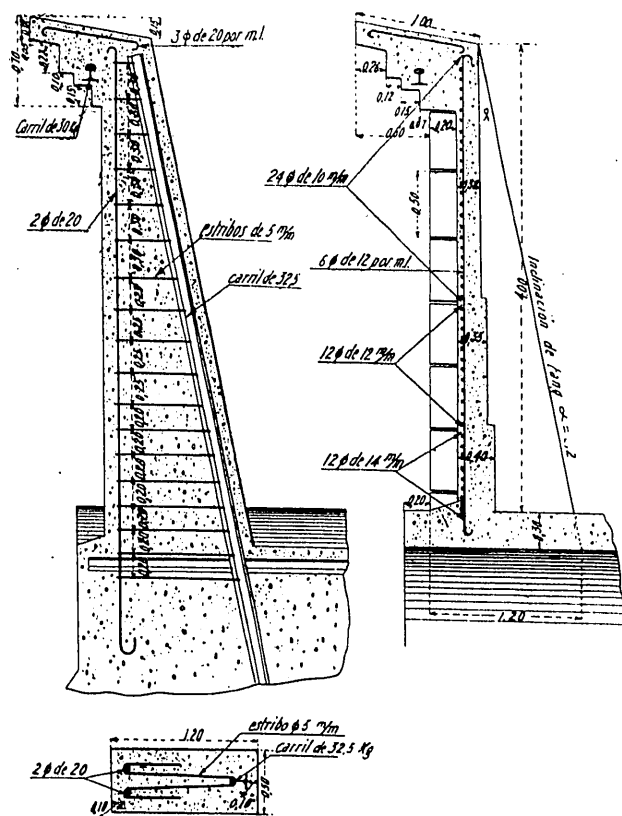


Fig. 4.a: Secciones y detalles.

por pasadores que, embebidos en el hormigón, aseguran su perfecta adherencia.

Cálculo de las pantallas y contrafuertes

Las pantallas son planas, de espesor creciente y escalonado con la profundidad, y su cálculo, como el de los contrafuertes que las sostienen, se ha hecho

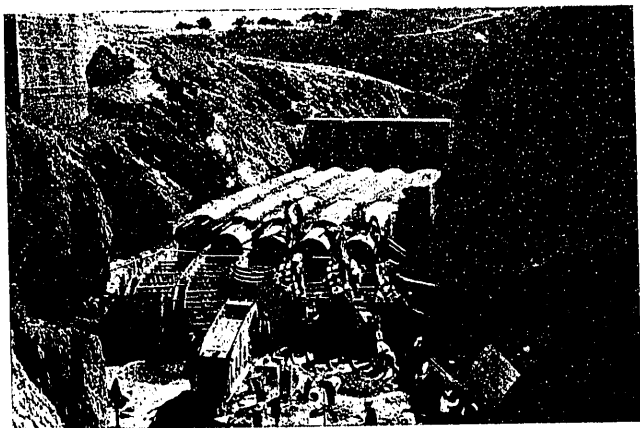


Fig. 5.a: Construcción de los cinco tubos ovales de hormigón armado.

por el procedimiento de Müller Breslau para el cálculo de muros de sostenimiento de tierras.

Los momentos flectores según las alturas h , y referentes a la unidad de altura de pantalla, vienen dados, después de reducir términos, por la fórmula $M = 234 h^3$.

Los contrafuertes resisten como piezas empotradas en su base de modo perfecto, estando sometidos a flexión simple (si se desprecia el peso propio) por la carga que les transmiten las pantallas.

Procedimiento de construcción

Ejecutado el desmonte necesario en algunos puntos del cauce donde su anchura no permitía el asiento del bloque y las zanjas de cimentación transversales, se procedió al relleno de éstas, dejando empotrados unos carriles que, coincidiendo con el espacio entre

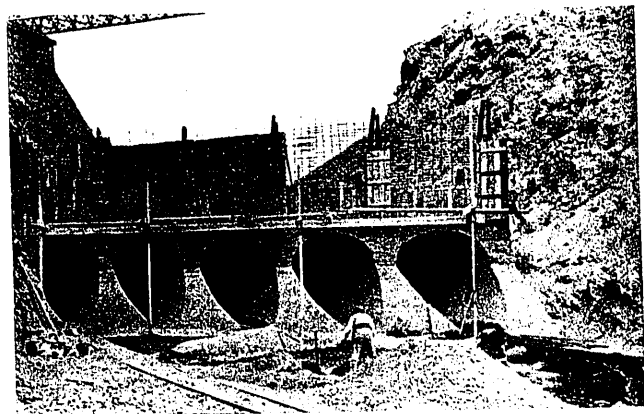


Fig. 6.a: Construcción de la pantalla en la embocadura oblicua de aguas abajo;

tubos, sirvieron para empotrar la obra en los cimientos.

Se construyó luego una solera general de hormigón sobre la que se procedió al moldeo de los tubos por medio de cimbras corredizas de madera, avanzando toda la obra en conjunto, como puede apreciarse claramente en la figura 5.a.

Al trasdós de las bóvedas de los tubos se le dieron pendientes encontradas en el sentido longitudinal, colocando, al mismo tiempo de hormigonar, desagües en cada punto bajo que vierten al interior de los tubos, elevándose, por último, las pantallas extremas (figuras 6.a y 7.a).

Hormigones empleados

En los cimientos y tubos la dosificación del hormigón fué de 300 kg de cemento por metro cúbico de arena y grava.

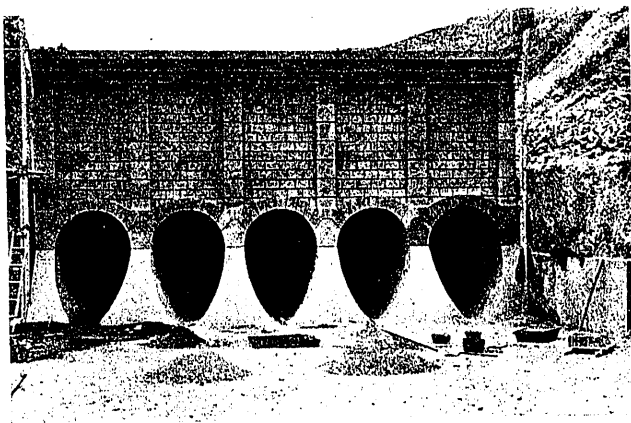


Fig. 7.a: Frente de la obra aguas arriba.

En las pantallas y contrafuertes, la dosis de cemento se elevó a 400 kg.

Terraplenado

Terminada por completo la obra de hormigón, se procedió a la construcción del terraplén, vertiendo



Fig. 8.a: Descarga de un tren de tierras para la construcción del terraplén.

las tierras desde el puente (fig. 8.a) y extendiéndolas sobre la obra por medio de «trajillas» tiradas por caballerías (figs. 9.a y 10.a), regándose en abundancia y apisonando a mano y por medio de rodillos, por tongadas de 30 cm de altura.

Con este procedimiento se consiguió que, a pesar de la altura del terraplén, no se haya notado hasta la fecha el menor asiento, aun después de dar paso por él a los trenes y de haber sufrido la acción de los últimos temporales (fig. 11.a).

Duración y costo de los trabajos

En el desmonte del cauce y apertura de zanjas de cimentación se invirtieron dos meses y medio, habiéndose removido en total $1\,128\text{ m}^3$ de desmonte en

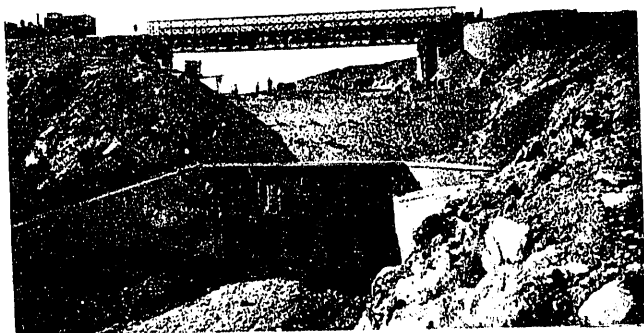


Fig. 9.ª: El terraplén a la mitad de su construcción

roca de distintas durezas y habiendo tenido que utilizar en varias partes el auxilio de explosivos. El costo total de estos trabajos ascendió a $10\,434$ ptas.,

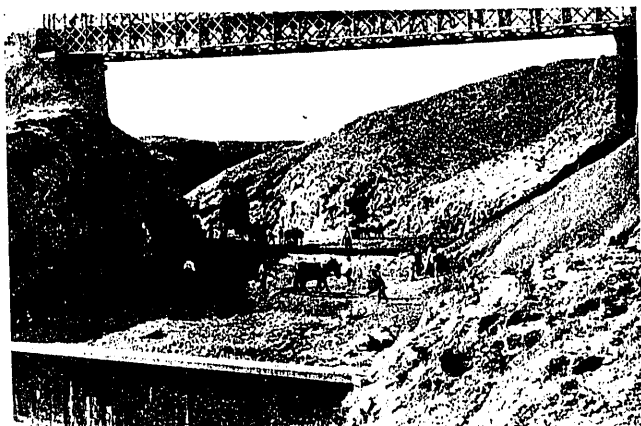


Fig. 10.ª: Detalle de la extensión y apisonado de las tierras.

saliendo, pues, el metro cúbico de desmonte a $9,25$ pesetas.

La construcción total de la parte de hormigón duró aproximadamente cinco meses, con un cubo total de $1\,800\text{ m}^3$ de hormigón y un costo de $121\,560$ ptas., que da un precio unitario medio de $67,53$ ptas. m^3 .

Por último, en el terraplenado se removieron en total $43\,650\text{ m}^3$, de los cuales unos $30\,000$ corresponden a la parte de terraplén sobre la obra y los restantes a los desvíos de acceso y a la pérdida natural experimentada al verter las tierras desde gran altura.

El costo total de este terraplenado ascendió a $159\,151$ ptas., de las cuales $136\,236$ corresponden a excavación, carga, descarga, extendido y apisonado de las tierras, y $22\,915$ al transporte por ferrocarril desde una distancia media de $1\,500\text{ m}$.

El precio medio del terraplén ha resultado, pues, de $3,65$ ptas. m^3 , y la duración del trabajo, tres meses.

El costo total de la obra ha ascendido a $291\,145$ pesetas, de las cuales el 42 por 100 corresponde a la parte de hormigón y el 58 por 100 restante a movimiento de tierras, siendo la duración total de la obra diez meses.

La sustitución del tramo metálico por otro hubiera exigido, como antes se indicó, la construcción de

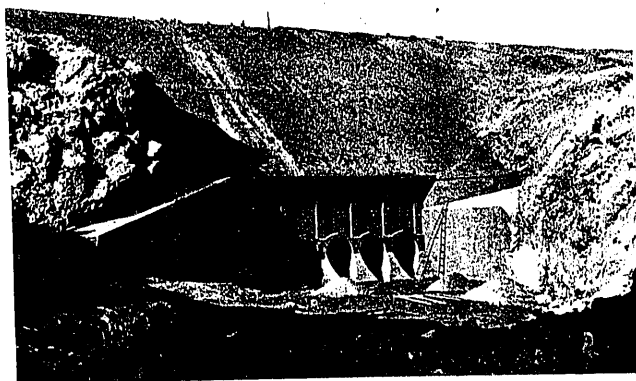


Fig. 11.ª: Nuevo aspecto de la Rambla de Carricaje después de terminada la obra.

nuevos estribos, cuya anchura se hubiera ya proyectado para poder recibir la doble vía el día que fuese necesario, con un presupuesto total aproximado de $50\,000$ pesetas el del lado Cartagena y $90\,000$ el otro, o sean en total $140\,000$ pesetas.

Cada tramo metálico de unos 40 metros de luz hubiera costado $240\,000$ pesetas, o sea un coste de $380\,000$ pesetas en el caso de establecer únicamente un tramo metálico, y $620\,000$ pesetas dispuesta la obra para doble vía; de modo que si se compara la solución adoptada con ésta, se ha obtenido un beneficio que se eleva a $330\,000$ pesetas, es decir, a un 54 por 100 , si se toma en cuenta que en la obra ejecutada la explanación tiene ya la anchura necesaria para la doble vía; equivalente, pues, a la colocación de dos tramos metálicos.

De la inmediata dirección de esta obra ha estado encargado el distinguido ingeniero de Caminos señor Laffón, afecto al servicio de Vía y Obras de la Compañía de M. Z. A.

Domingo MENDIZÁBAL
Ingeniero de Caminos