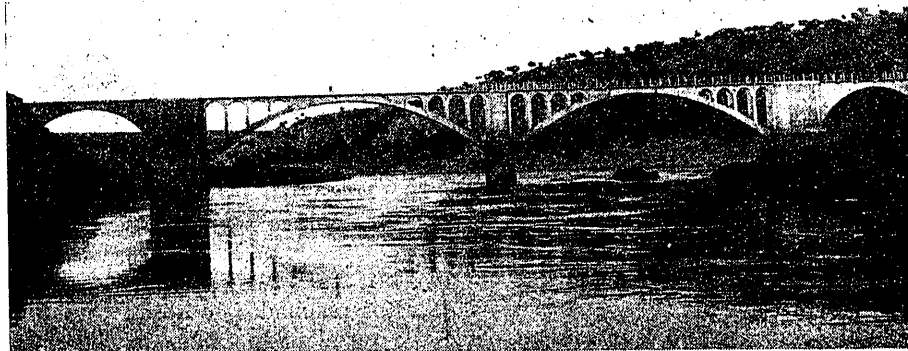


PUENTE PARA CAMINO VECINAL SOBRE EL EMBALSE DEL ESLA EN MANZANAL DEL BARCO (ZAMORA)

POR A. DÍAZ BURGOS, INGENIERO DE CAMINOS

El autor, que lo es también del proyecto de la obra que se reseña en el epígrafe, nos hace una breve y clara descripción de la misma, cuyo interés estriba en la ligereza y economía de la solución, que resulta, además, de agradables proporciones.



Fot. 1.^a

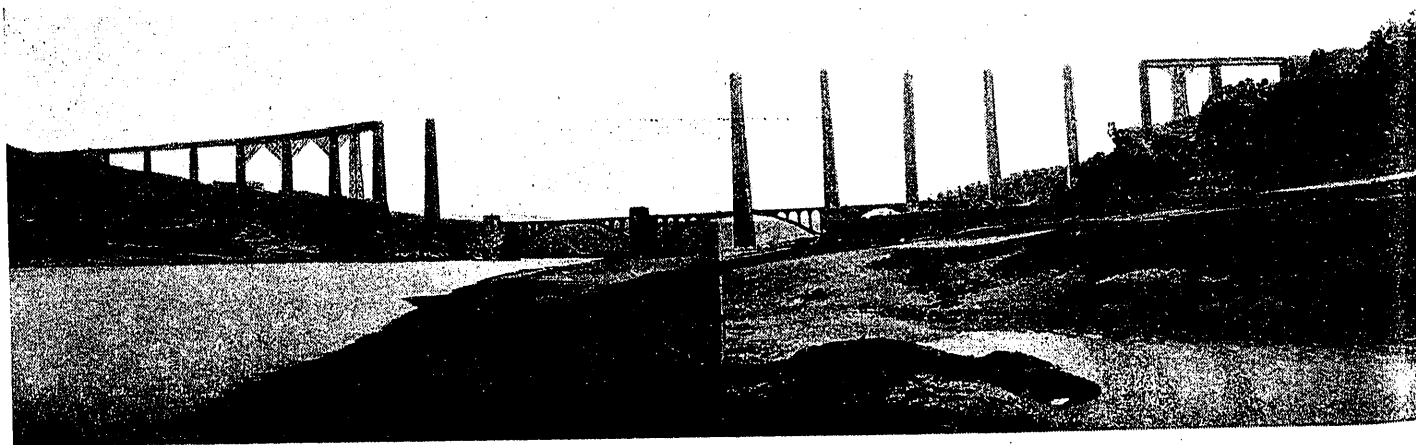
Por la Diputación provincial de Zamora, y para el camino vecinal de la Hiniesta a Carbajales, se construyó en el año 1928 un puente sobre el río Esla (fotografía 1.^a), cuya estructura fundamental componían dos arcos empotrados de 45 m. de luz y 9 m. de flecha, contruídos con armaduras rígidas.

Este puente, proyectado por mí, y cuyas obras inspeccioné, estuvo en servicio solamente cinco años, pues en 1933 fué inundado por el embalse del Esla, de la Sociedad Saltos del Duero, dándose por este motivo la circunstancia paradójica de haber sido una

obra cuya construcción resultó a un coste calificado por D. Eugenio Ribera (q. e. p. d.) como "excepcionalmente económico" (*Puentes de fábrica y hormigón armado*, tomo IV, capítulo IV), y cuyo coste de explotación, medido por el número de toneladas transportables a través del puente, fué carísimo (1).

Encargado de proyectar y construir el nuevo puente, y después de los tanteos de rigor, proyecté como estructura, a mi entender, más conveniente, la formada por 16 tramos rectos de hormigón armado, de 24 m. de luz de cálculo soportados por pilas de hormigón en masa, de 56 m. de altura máxima. En el centro del puente, salvando el cauce menor del río, proyecté un arco parabólico de 47 m. de luz y 25 m. de flecha, empotrado en las pilas contiguas, reforzadas con contrafuertes.

(1) Para evitar esto y que fuese una obra condenada a su inundación a corto plazo, se trató de demorar su construcción, para acoplarla a las características de embalse, lo que no se logró por motivos de orden político.



Fot. 2.^a

Para reducir la cubicación de las pilas y disminuir su altura, aprovechando la topografía del valle, parte del puente en la margen izquierda, se construyó en curva, inscribiendo en una circunferencia de amplio radio cuatro de los tramos rectos.

La anchura del puente igual a la del que había de sustituir, es la correspondiente a las colecciones oficiales de puentes de simple vía para caminos vecinales: 3,80 m. Se dejaron como apartaderos con 6 metros de anchura, el arco y un tramo recto intermedio en cada uno de los lados.

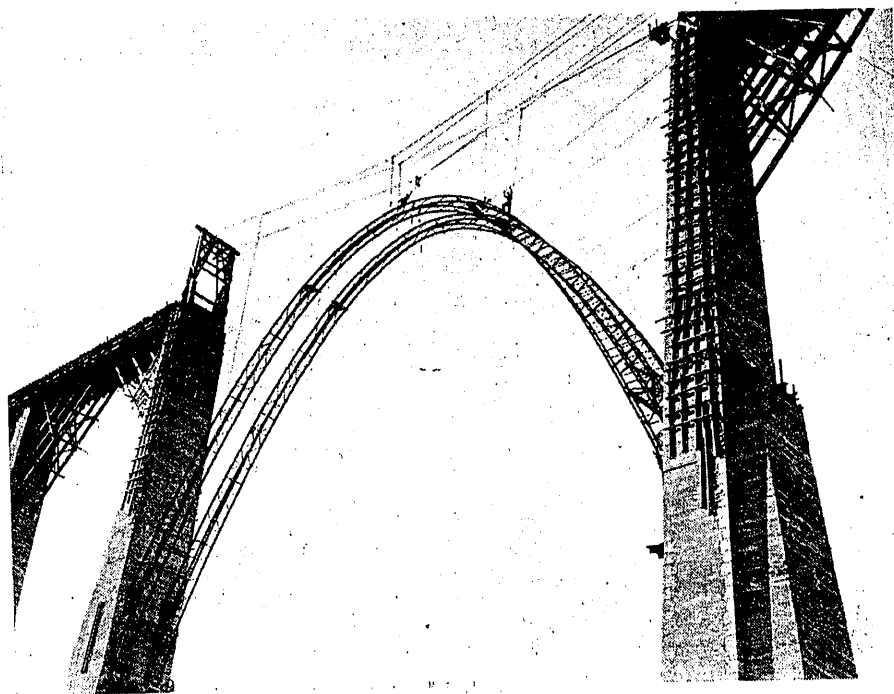
Se ha construido un puente formado con elementos sencillos que trabajan en forma bien definida, entre los que destacan como posibles *records* la esbeltez de las pilas de hormigón en masa, dentro del orden de su altura, y el peralte del arco, entre los construidos con armadura rígida.

Las cimentaciones se hicieron en seco directamente sobre la roca, circunstancia que permitió multiplicar el número de pilas hasta situarlas a una distancia tal que hizo posible la construcción de tramos rectos de hormigón armado de sección en π de tipo corriente, apoyados en sus extremos.

Las pilas, formadas con recintos de sillarejo de hormigón moldeado, rellenos de hormigón ciclópico, se construyeron sin moldes ni andamios, elevando los materiales con montacargas soportados por unas guías formadas con tabloncillos sujetos al cuerpo de las pilas, con abrazaderas, guías que se recrecían según se elevaban las pilas, sobresaliendo de éstas la longitud precisa para la fácil elevación de los materiales. La anchura de las pilas en su plano superior es 1,80 metros, y los taludes laterales, de 1 : 30.

Como las pilas no están sometidas a empujes horizontales procedentes de los tramos rectos, resultó posible su construcción con la impresionante esbeltez que se aprecia en la fotografía 2.ª, en que las centrales aparecen aisladas al no estar construidos aún los tramos. Aquella circunstancia hizo que la solución adoptada fuese económicamente más ventajosa que las formadas a base de arcos.

Los tramos rectos, de hormigón armado, son, según hemos dicho, del tipo corriente, por lo que huelga su descripción. Su hormigonado se hizo de la for-

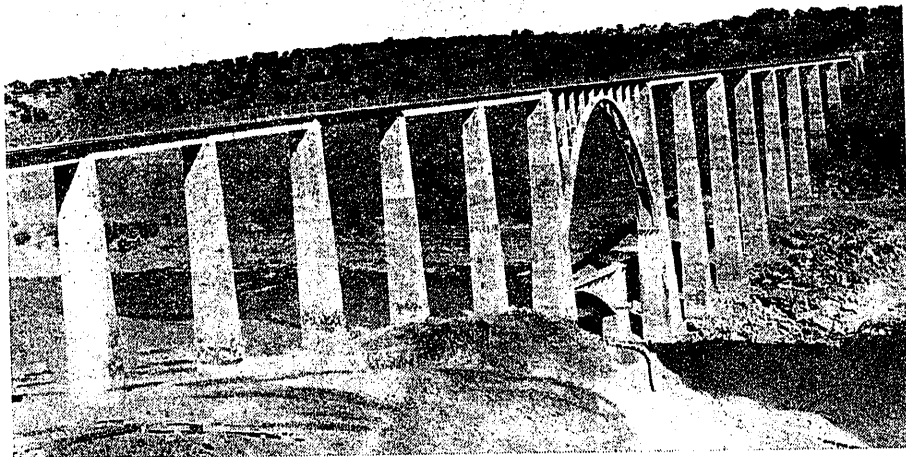


Fot. 3.ª

ma que claramente se aprecia en la fotografía 2.ª, por grupos de dos o tres tramos, soportando los moldes con las cimbras de tornapuntas que en aquéllas figuran. Para evitar sobre las pilas empujes no equilibrados procedentes de las tornapuntas, que ocasionaran sobre ellas tracciones no admisibles por ser de hormigón en masa, el tramo exterior del grupo hormigonado simultáneamente se soportaba en su parte central, con un castillete de madera. Como los castilletes correspondientes a los tramos inmediatos al arco habrían de ser de extraordinaria altura, con gran consumo de madera, se adoptó en ellos la solución más ventajosa de armar la parte superior de las dos pilas extremas para contrarrestar los empujes de las tornapuntas correspondientes. El hormigonado de cada grupo de tramos se hizo de dos veces: los nervios, primeramente, y trascurridos siete días, el resto, con lo que se logró aligerar las cimbras, adoptándose las debidas precauciones para conseguir la desaparición de las juntas de hormigonado.

El arco central, de 47 m. de luz y 25 m. de flecha (peralte 0,533) es de armadura rígida formada con 8 angulares de $100 \times 100 \times 12$, y está constituida por dos anillos de un metro de anchura cada uno. Los espesores en clave y arranques son 0,80 m. y 1,88 m. respectivamente, variando en las secciones intermedias según la inversa de los cosenos de los ángulos de las tangentes a la directriz con la horizontal.

El montaje de las cerchas rígidas se hizo median-



Fot. 5.^a

te cables, en la forma que muestra la fotografía 3.^a.

La flecha más conveniente para el arco se dedujo por tanteos, pues al disminuir su valor aumentaba la importancia de los contrafuertes de las pilas inmediatas al arco, y al aumentar aquél, aumentaban también las alturas de los tabiques de tímpanos y el peso propio del arco y, como consecuencia, las cargas de trabajo de éste.

Para conseguir una eficaz colaboración a la resistencia del arco, de los elementos del piso y tabiques de tímpanos, que con aquél forman estructura monolítica sin más juntas que las de dilatación en los extremos del tablero, se elevó éste 2 m. sobre la clave del arco, construyendo sobre ella un tabique de tal altura.

El tablero sobre el arco es análogo al de los modelos de la colección oficial para carreteras, y los tabiques de tímpanos, que alcanzan una altura má-

xima de 16,85 m., tienen un metro de anchura y 40 centímetros de espesor, arriándose los laterales en la forma que se aprecia en las fotografías 4.^a y 5.^a.

El cálculo de los tramos rectos no ofreció ninguna dificultad, por tratarse de vigas apoyadas en sus extremos; las pilas se comprobaron al pandeo y para varias hipótesis de empuje del viento; se calculó el arco por el método fundado en el teorema de Castigliano y, por último, el pórtico formado por tabiques y largueros sobre el arco se calculó por el método de Ritter.

Las pruebas reglamentarias del puente arrojaron resultados francamente satisfactorios.

La fotografía 5.^a nos muestra la obra completamente terminada.

La longitud del puente, medida entre paramentos interiores de estribos, es de 450 m., y en coste total de 1 100 000 pesetas en números redondos, por lo que resultaron los precios del metro lineal y cuadrado, de puente, a 2 500 pesetas y 580 pesetas respectivamente, valores muy económicos para una obra de tales dimensiones.

Las obras fueron construídas por el contratista D. Manuel Nicolás, que las llevó a cabo con perfección y diligencia. De la construcción y montaje de la cercha rígida se encargó la C. A. Basconia, de Bilbao, que cumplió su cometido con extraordinaria precisión, debiendo a dichas entidades constructoras el éxito conseguido en la ejecución de esta arriesgada obra.

En su inspección y dirección, conté con la inteligente colaboración de nuestro compañero D. Antonio Salazar.

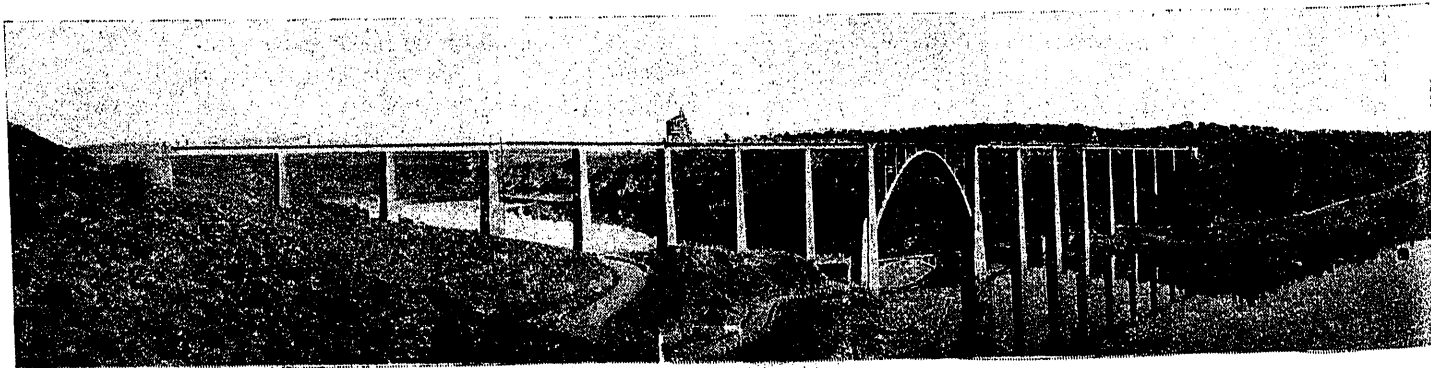


Figura 4.^a