

Construcción de un puente de arco de tipo "Melan"

Ingo. John Arango O.
Profesor de la Facultad

Por considerarlo de interés para todos los ingenieros, especialmente para aquéllos que tienen a su cargo la construcción de los puentes para nuestras carreteras y ferrocarriles, nos permitimos hacer una descripción siquiera general de un ensayo llevado a cabo con magnífico éxito en la construcción de un puente de tipo Melan por la Cía. de Cementos El Cairo S. A. Decimos ensayo no porque dicho método no hubiese sido estudiado y ejecutado antes, sino porque es el primer puente de esa clase construido en el país, al menos hasta donde alcanzan los conocimientos del autor del presente artículo, y porque se usó un material de desecho (scrap de rieles) en cambio del acero estructural que usa el Sr. Melan.

La historia de este puente es en síntesis la siguiente. A fines del año de 1946 la empresa de Cementos El Cairo sometió al estudio de los Sres. Suárez, Gómez Arango Ltda., especialistas en el cálculo de estructuras, la construcción de un puente de arco de 24 metros de luz, para cargas hasta de 50 toneladas, que habría de ejecutarse sobre el río Buey en la carretera que de la fábrica conduce a las canteras y planta hidroeléctrica. El puente en sí no era un problema de gran magnitud ni por la carga ni la luz, pero en cambio la ejecución presentaba las siguientes características: 1º El río Buey tiene un régimen de flujo netamente torrencial pues de manera incesante, aun en épocas de verano, se duplica o triplica su caudal de aguas con sólo unos pocos aguaceros que caigan en las caderas. Esta circunstancia obligaba a descartar de una vez toda clase de obra falsa apoyada en el lecho del río o en las rocas laterales; y hacía también demasiado peligroso el uso de cerchas o cimbras de madera de tirante horizontal ya que el nivel del agua en las crecientes a veces sobrepasa el nivel de los arranques del arco.

2º Ya que todos los trabajos de planta hidroeléctrica, planta de trituración, etc. están situados después del puente, cualquier fracaso

en la ejecución de éste podía retardar en varios meses el funcionamiento de la fábrica, produciendo una pérdida igual a varias veces el costo del puente.

En tales circunstancias era necesario adoptar una solución que diera perfecta seguridad contra las crecientes y que fuera de ejecución factible con los elementos con que contaba la empresa. Estas soluciones podían ser: La formaleta apoyada sobre cerchas de madera de tipo medialuna (cuerdas superior e inferior poligonales) o formaleta colgada de armaduras metálicas de tipo Melan.

La solución con cerchas de madera se descartó por ser bastante costosa y de difícil ejecución debido principalmente a los empates que llevan gran cantidad de tornillería y en algunos casos piezas especiales, contrastando con la ejecución de la armadura Melan en la cual todas las piezas van unidas con soldadura eléctrica que podía ser ejecutada fácilmente en el taller de la empresa.

La armadura Melan consiste en un par de cuerdas de acero estructural que unidas por diagonales también metálicos siguen la curva del arco concéntricas respectivamente con el intradós y el extradós y cuya separación es en cualquier punto menor que el espesor del arco. La formaleta va colgada de la cuerda inferior por medio de pernos o abrazaderas de metal con tuerca por debajo de tal ma-

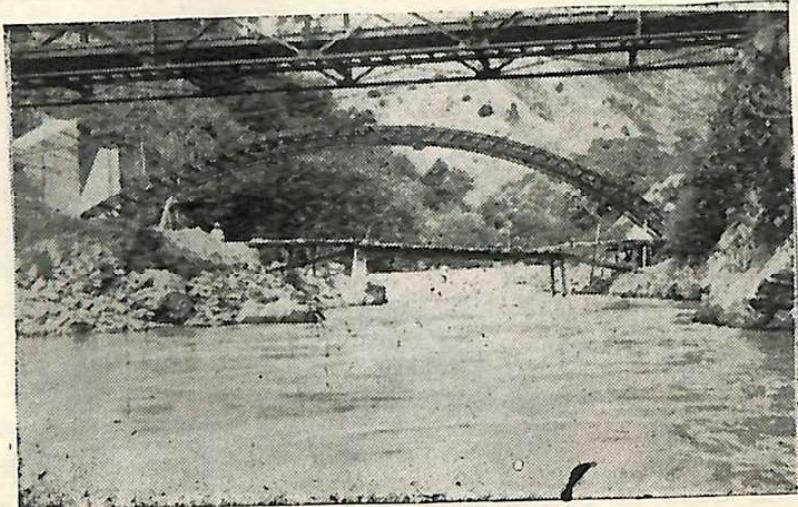


Foto N° 1

nera que una vez vaciado el concreto las armaduras quedan embedadas en el vaciado y la madera se quita simplemente destornillando los pernos. Fot. N° 1.

Debido a la dificultad de consecución y costo alto de los perfiles estructurales se proyectaron las armaduras con rieles viejos, de

45 lbs. yarda, de los cuales poseía la empresa gran cantidad para usarlos como postes y en pequeñas estructuras. Estos rieles estaban bastante cristalizados por el uso, motivo por el cual su resistencia era bastante indeterminada, siendo por tanto inútil un refinamiento muy grande en el cálculo de la resistencia de la armadura. Para dicho cálculo se adoptó un sistema de simple estática gráfica, el del arco triarticulado, y se admitió una resistencia para el hierro de sólo 12.000 lbs. por pulgada cuadrada, por tratarse, como ya se dijo, de hierro viejo.

Para facilitar la curvada de los rieles se colocó el patín vertical de tal manera que fuera posible utilizar el curvador común y corriente de carrileras y se fijaron en el suelo bases de concreto en las cuales se señalaron exactamente los puntos de las curvas, quedando así exactamente iguales el diseño y la ejecución. El diagonalado de las cerchas se hizo con ángulos metálicos y la unión de un riel con otro por medio de las eclisas de los mismos rieles. Aprovechando el puente existente en el viejo camino de herradura se colocó en su sitio la primera cercha anclando las puntas de los rieles en huecos previamente dejados en los estribos del puente; estos huecos fueron luego rellenos con concreto asegurando con esto un soporte perfecto. Fot. N° 2.

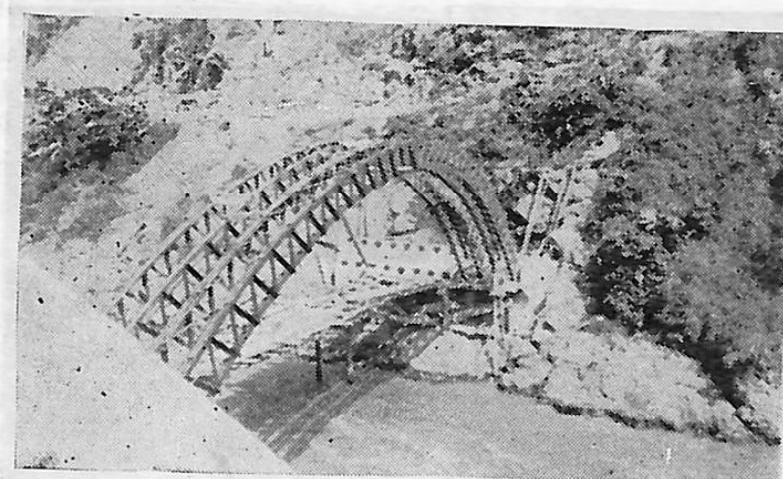


Foto N° 2

En la fotografía número 2 puede apreciarse un puente de madera auxiliar que se utilizó para facilitar la erección de las armaduras; dicho puente fue arrastrado por el río cuatro veces, comprobando así el peligro de fracaso que hubiera corrido cualquier obra falsa que no hubiera dejado libre todo el gálibo del puente. El puente

auxiliar hubo de ser reemplazado por andamios colgados de las armaduras, tal como se ve en la fotografía N° 3.

Como los rieles debían quedar bien embebidos en el concreto, inclusive por debajo, se usaron bloques pequeños de concreto pre-



Foto N° 3

vaciado colocados en cada una de las grapas que sostenían la formaleta, para proveer la debida separación entre ésta y las armaduras.

Las armaduras fueron ejecutadas por mitades en el sitio de la fábrica el cual dista unos tres kilómetros del puente y para ellas sólo se necesitó un soldador y tres ayudantes, lo cual da idea de la simplicidad de ejecución. Ya en la obra se levantaron una mitad por cada lado y se unieron luego en el centro. La erección se llevó a cabo por medio de un oficial y seis ayudantes. En la fotografía N° 4 pueden apreciarse los empates de los rieles con eclisas, lo mismo que el diagonalado de cada cercha y el arriostramiento de una cercha con otra, lo cual se hizo con puntas de varilla soldadas eléctricamente.

Con el objeto de dar mayor seguridad a la obra se hizo el vaciado por etapas así: se dividió el puente longitudinalmente en tres fajas y cada una de estas fajas en cinco dobelas las cuales se vaciaron en el siguiente orden: 1° las dobelas de los arranques en la faja central, 2° la doble de la clave de la faja central y por último las dobelas restantes de la faja central. El vaciado de las fajas laterales se hizo en el mismo orden de dobelas pero simultáneamente en las dos fajas hasta completar todo el arco. Como información in-

teresante para obras similares se hicieron nivelaciones cuidadosas con nivel de precisión para determinar las deflexiones de las armaduras durante las diversas etapas del vaciado; de estas nivelaciones resultó una elevación de la parte central de la armadura al terminar las dos dobelas de los arranques de la faja central y luego una deflexión hacia abajo al vaciar la clave de la misma faja. La deflexión máxima obtenida fue de 3 mm. en el centro y despreciable en los otros puntos del arco. Se deduce por consiguiente al considerar esta deflexión tan insignificante que en una obra similar puede darse mayor espaciamiento a las armaduras haciendo así la construcción aún más económica. Las etapas de vaciado pueden observarse en la foto N° 5.

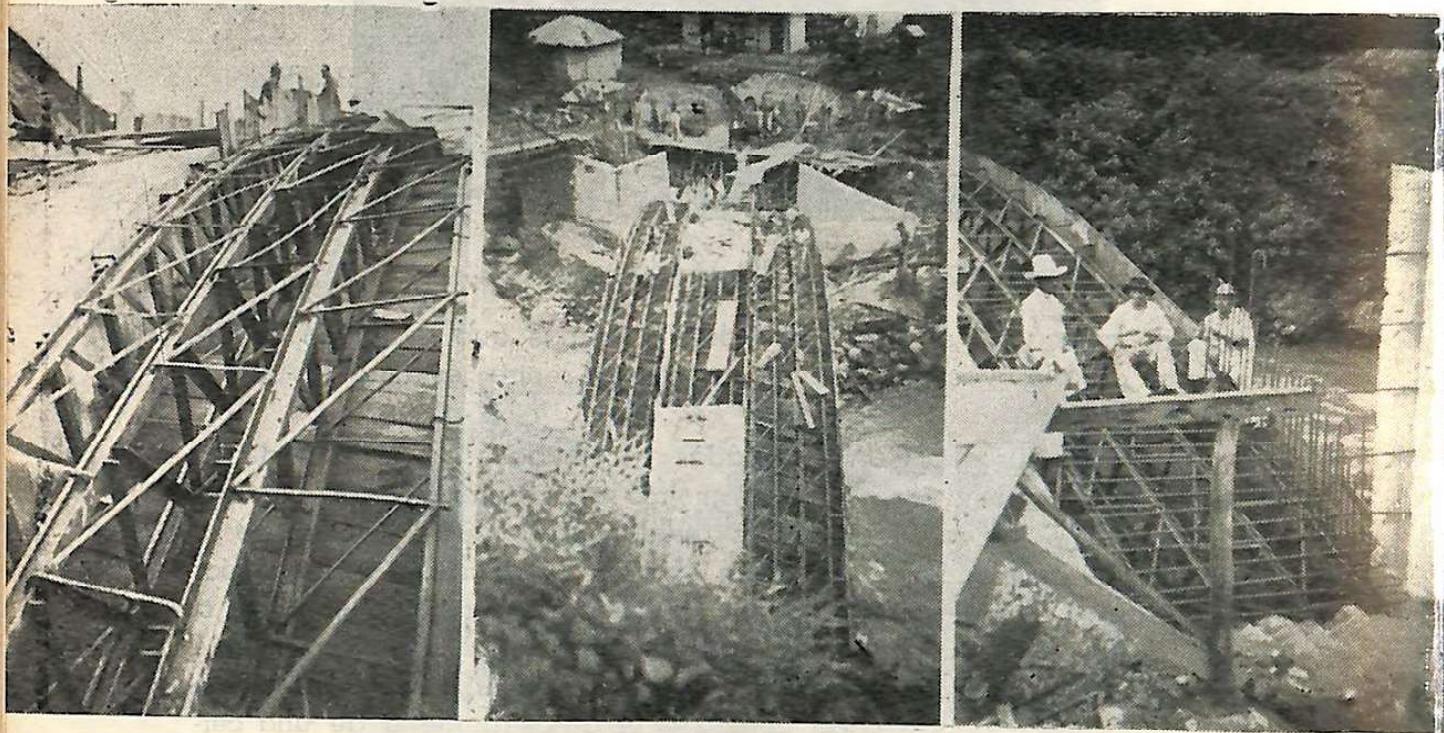


Foto N° 4

Foto N° 5

Foto N° 6

En la foto N° 6 puede observarse parte del refuerzo de los muros laterales de contención. El puente se proyectó de timpano lleno con el objeto de repartir mejor las grandes cargas que ha de soportar.

Desde el comienzo del montaje de las armaduras hasta terminar el vaciado del puente transcurrieron sólo 58 días, durante los cuales no hubo interrupción alguna motivada por crecientes del río, comprobando así el pleno éxito del sistema.

Es de creerse que muchos de los colapsos sufridos en la construcción de puentes de concreto en las diversas vías del país pudieron haberse evitado con el uso de este sistema, lo mismo que podrían evitarse también las demoras ocasionadas por la importación de estructuras metálicas o su reparación en caso de accidente reemplazándolos por puentes de concreto construidos de una manera semejante a la que hemos descrito. Especialmente los ferrocarriles tienen grandes cantidades de rieles usados, con lo cual podrían ir reemplazando los puentes metálicos que tienen un gran costo de sostenimiento, por puentes de concreto.

Sometemos este sistema a la consideración de los encargados de la construcción de los puentes en las carreteras y ferrocarriles, deseando que se termine de una vez con el absurdo criterio de pedir puentes metálicos por el solo hecho de que no hay que calcularlos, sin tener en cuenta los perjuicios que se causan con la demora de meses y aun años para adquirirlos y el alto costo de sostenimiento que demandan una vez instalados.

Para terminar damos gracias al Ing. Horacio Ramírez G., Gerente de Cementos El Cairo, por el suministro de los datos sobre la ejecución de la obra y de algunas de las fotografías que ilustran el presente artículo.