

# Nuevo puente sobre el río Chimbarongo en Quinta

POR

**FRANCISCO MARDONES**

Ingeniero

---

## RESEÑA HISTÓRICA

La línea del ferrocarril de Santiago a Talca (Segunda Sección de la red Central) franqueaba el río Chimbarongo, a 180 metros al Sur de la Estación de Quinta, sobre un puente de albañilería construido el año 1866. (Lámina anexa).

Este puente constaba de dos arcos centrales, escarzanos, de 12,20 metros de luz i 3,07 metros de flecha, i de dos arcos estremales, también escarzanos, de 9,20 metros de luz i 2,93 metros de flecha. Con excepción de las bóvedas, que estaban constituidas por cuatro anillos o roscas de ladrillos de arcilla cocida, toda la obra era de mampostería. Los estribos i machones estaban empotrados en un manto de tosca que existe a ménos de 0,80 metros bajo el fondo actual del río.

Desde la época de la construcción, se dejaban ver en la región de los riñones de las bóvedas, algunas grietas particularmente importantes en las estremales, sin que, durante los cuarenta años que la obra se mantuvo en servicio, se hubiese observado que aquellas alcanzaran una amplitud tal que se llegase a temer por la estabilidad del puente.

El perfil trasversal del cauce se había modificado de tal manera que la desembocadura final del puente para las aguas ordinarias, ántes reducida a los dos tramos centrales, comprendía también después el claro completo de los dos arcos estremos. Esta modificación del cauce había exigido la construcción de cuartos de cono de mampostería, fundados a poca profundidad, i destinados a servir de muros de sostenimiento a los terraplenes de acceso por ámbos costados. Dichos cuartos de conos se encontraban completamente desligados de los muros de vuelta i se podía reconocer a primera vista que habían experimentado descensos importantes, especialmente los del lado oriente, o de aguas arriba.

En una de las crecidas del año 1891, las aguas arrastraron el terraplen de acceso al estribo norte, en una extensión cercana a los 60 metros, destruyendo también los

cuartos de cono. Se repuso este terraplen colocando caballetes de madera i rellenando parcialmente el espacio entre ellos con piedras i residuos de la cantera de Centinela. Solo el año 1894 se reconstruyeron aquellos cuartos de cono, completándose posteriormente el terraplen de acceso, de modo que solo en 1895, despues de quitar las longuerinas de madera colocadas sobre los dichos caballetes, la vía vino a descansar sobre las tierras i a ser convenientemente afirmada.

Cabe hacer notar la desfavorable condicion en que se mantuvo este puente durante todo el tiempo en que su estribo norte permaneció privado del empuje de las tierras; en tal estado de solicitacion la resultante de las presiones caía—a todas luces—muy por afuera del tercio central en la base del estribo.

La Comision de ingenieros designada por decreto Supremo de fecha 3 de Agosto de 1900 para inspeccionar las líneas de la red central, con motivo de la destruccion de varias de las obras de arte de la vía a consecuencia de las crecidas extraordinarias de los años 1899 i 1900, estimó que las fundaciones de este puente debian defenderse con un radier jeneral de un metro de espesor, reforzado con barreras dobles de pilotes i piedras sueltas, situadas a cinco metros hácia aguas arriba i diez metros hácia aguas abajo; agregando que este proyecto de consolidacion podria ser modificado en vista de reconocimientos posteriores de sondajes.

Es indudable que dicha Comision no tuvo oportunidad de conocer ningun documento que le permitiese formarse concepto acerca de la clase de terreno sobre el cual descansaban las fundaciones, i de aquí que indicase la conveniencia de practicar sondajes de reconocimiento ántes de llevar a la práctica el proyecto de consolidacion que proponia.

Como el informe evacuado por la ántes nombrada Comision es bastante conciso, no nos es posible dar a conocer las razones que hayan obrado en su ánimo para aconsejar la ejecucion de trabajos de consolidacion; pero nos aventuramos a suponer que una de ellas ha debido ser el temor de que las bases de fundacion se encontrasen en terreno socavable, como la de tantos otros puentes que cayeron en los años precitados.

Lo que sí nos parece indudable es que en esa época se pudo reconocer, una vez mas, que el desagüe lineal del puente no era bastante para dar paso a las aguas en las crecidas, sin peligro para la conservacion de los terraplenes de acceso.

El proyecto de consolidacion recomendado no fué puesto en práctica, limitándose las obras de proteccion a defender el terraplen de acceso norte con piedras de cantera botadas al pié, con la construccion, mas tarde, de un muro de piedra en seco normal a dicho estribo i destinado a encauzar las aguas a su llegada al puente, i con la plantacion de árboles en sus vecindades.

Desgraciadamente esta obra, que apesar de la poco feliz combinacion de los materiales con que estaba construida, de su desfavorable ubicacion, (en pendiente de 1% i a la llegada de una estacion), habia podido resistir durante cuarenta años—aunque con algunos contratiempos—a la accion de las aguas en las crecidas, al notable au-

mento en el tráfico i al no ménos importante aumento en el peso del material rodante no pudo soportar la accion del terremoto del 16 de Agosto de 1906, que la redujo a ruinas, dejando solamente en pié parte de sus estribos.

Para restablecer el tráfico, la Empresa procedió inmediatamente a montar un puente provisorio de vigas de madera sobre cepas de rieles, trabajo que estuvo encomendado al ingeniero de la vía don Carlos Sibillá. Trabajando día i noche, este puente provisional pudo ser entregado al tráfico de los trenes a mediados de Setiembre de aquel año.

Durante los 28 días en que el tráfico permaneció interrumpido en este puente, la Empresa atendió sus trasportes con un servicio de trasbordo, para lo cual pudo, felizmente, contar con el auxilio del puente del camino público que corre en esta rejion paralelamente a la vía por el lado oriente.

#### RÉJIMEN DEL RÍO—RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO

El río Chimbarongo, que no es de réjimen torrencial como la mayoría de los ríos de la rejion central del país, está sujeto, en la época de invierno, a crecidas importantes, aunque no tan violentas como las de aquellos que descienden de la cordillera de los Andes. En la época de verano sus aguas provienen, en su mayor parte, del desagüe de los terrenos que más arriba se riegan con los canales derivados de los ríos Tinguiririca i Teno.

Su lecho está formado por cascajo i arena fina, con esclusion completa de grandes rodados; bajo esta capa de terreno de acarreo se encuentra un manto de tosca relativamente blanda.

Los sondajes de reconocimiento practicados en ambas riberas antes de confeccionar el proyecto del nuevo puente, acusaron la presencia de dicho material hasta 13 metros bajo el lecho del río, debiendo observarse que, a causa de la clase de sonda empleada, las muestras obtenidas en dicho reconocimiento presentaban un aspecto tal que hicieron creer en un principio que seria necesario fundar sobre pilotaje; pero una vez ejecutada parte de la escavacion en ámbos estribos pudo reconocerse que la tosca de que aquellas muestras provenian era suficientemente compacta i resistente. Un pozo de reconocimiento practicado en el centro de la escavacion de ámbos estribos cuando aquella habia alcanzado ya el nivel superficial de ese manto de arenisca, acusó la presencia de una capa de tosca demasiado blanda i cubierta de fango, entre otras dos de mayor dureza, notándose en la inferior la presencia de grandes rodados completamente adheridos a la tosca. La escavacion se llevó hasta pasar esta capa de tosca blanda, i se fundó en consecuencia, sobre una arenisca bastante resistente e impermeable seguida de otra capa de menor dureza, pero que no queda ya al alcance del agua-

#### PROYECTO DEL NUEVO PUENTE

Las observaciones hechas acerca del caudal de aguas en las crecidas aconsejaron dar al nuevo puente una mayor desembocadura lineal. Por otra parte, consideracio-

nes económicas, en gran parte dependientes de los caracteres topográficos locales, indicaron la conveniencia de construir los nuevos estribos sin variar la ubicación de la línea en tráfico. Además, quedando el puente situado dentro de la zona en que debe duplicarse la vía, fué necesario dotar a los estribos de la amplitud necesaria para dar cabida a dos tramos metálicos paralelos.

De las consideraciones anteriores resultó el proyecto confeccionado por el infrascrito, i según el cual se ha debido:

1) Aprovechar un tramo metálico existente de 65 metros de luz entre ejes de apoyos, confeccionado por los señores Schneider i Cia. del Creusot, según planos del ingeniero don Estanislao Pardo Duval.

Se había adquirido este tramo metálico para reemplazar los dos tramos del puente Tinguiririca que cayeron junto con el machon central el día 13 de Julio de 1901, siguiendo las inspiraciones de la Comisión de ingenieros a que hemos aludido. Como un estudio posterior de la solución que debía adoptarse en este último puente, aconsejara la conveniencia de reconstruirlo totalmente, dicho tramo metálico quedó sin destino inmediato.

2) Construir los nuevos estribos bajo la línea del tráfico, para lo cual fué necesario reemplazar el terraplen de acceso a los estribos existentes por dos tramos provisionales metálicos contruidos en el país con fierros de puentes escluidos del servicio i conforme a los planos del ingeniero señor Manuel Trucco.

3) Teniendo presente que el puente se encuentra a la llegada de una estación de cruzamiento de trenes, i en una pendiente de 1%, se aprovechó la oportunidad que ofrecía la construcción de la nueva obra para mejorar las condiciones de la vía, reduciendo a 0,5% la pendiente en el puente, levantando el nivel de las líneas dentro de la estación, i consultando en ella un trecho en horizontal para facilitar la detención de los trenes que llegan del sur.

#### EJECUCION DE LA OBRA

En los últimos días de Setiembre de 1907 se dieron las primeras órdenes para iniciar el acopio de materiales i herramientas necesarias para el trabajo. Durante el mes de Octubre se llevó a cabo la construcción de bodegas, casas de empleados etc. En este mismo mes se redujo el terraplen norte lo estrictamente indispensable para la seguridad del tráfico, se construyó un pequeño estribo de hormigon en este terraplen para dar apoyo al tramo provisional de 16,80 metros, que fué colocado en su sitio el día Domingo 3 de Noviembre.

Estimamos interesante dar una lijera noticia de la forma en que fué colocado este pequeño puentecito provisional, destinado a asegurar la continuidad de la vía por sobre la excavación en que debía fundarse el estribo norte.

Una cuadrilla de 10 hombres i un cabo quitó la vía a las 4½ a. m., después de pasar el tren de pasajeros Nocturno de Talcahuano núm. 38. Simultáneamente, una

segunda cuadrilla de 25 hombres quitaba el terraplen sobre una altura de 2.70 metros terminando su trabajo a las 10 $\frac{1}{4}$  a. m., es decir, en el término de 5 horas  $\frac{3}{4}$ , siendo de notar que el material retirado era en parte lastre de cantera bastante humedecido que se adhería fuertemente a la pala, i en parte grandes piedras de cantera, algunas de las cuales fué necesario mover a grúa con una cuadrilla suplementaria. Las partes de caballetes de madera que se encontraron en medio de este terraplen, fueron retiradas con el ausilio de una tercera cuadrilla compuesta de dos carpinteros i seis jornaleros.

Una vez retirado el terraplen, alrededor de 220 m<sup>3</sup>, se procedió a colocar el tramo metálico en su ubicacion definitiva. Este puentecito habia sido previamente montado sobre una plataforma alistada en la falda poniente del terraplen, i descansaba sobre rieles engrasados. En ménos de una hora el tramo fué corrido a brazo de hombres i centrado sobre sus placas de apoyo que se habian colocado el día anterior. A la 1 $\frac{1}{2}$  p. m. las cuadrillas 1.<sup>a</sup> i 3.<sup>a</sup>, procedieron a colocar la vía sobre el nuevo puente, el cual fué sometido enseguida a las pruebas reglamentarias de resistencia i entregado al tráfico a las 4 p. m., hora de pasada del tren de pasajeros núm. 31; es decir, 6 horas ántes de la prevista, pues el infrascrito habia fijado las 10 p. m. como hora en que se podria normalizar la circulacion de los trenes.

Fué, pues, necesario trasbordar los pasajeros del tren núm. 24, de los trenes núms. 17 i 18, i detener en las estaciones próximas los trenes extraordinarios de carga que en aquella época hacian su servicio aun en los días festivos.

En el resto del año 1907, se terminó la instalacion de edificios para la faena, i en el lado norte se prosiguió la escavacion hasta alcanzar el nivel de aguas, trabajo en el cual han debido vencerse las dificultades provenientes de la naturaleza del terreno (grandes piedras de cantera i restos de enmaderacion) i las que se derivan de la forma en que ellos se ejecutaron, que exijia proceder con cautela para evitar cualquier incidente que pudiese menoscabar la seguridad del tráfico.

El trabajo de escavacion se prosiguió con agotamiento a vapor en las condiciones ya espresadas, llegándose a la cota de fundacion en Abril de 1908, e iniciándose el trabajo de albañilería de hormigon que se terminó a mediados del mes de Julio.

Los trabajos del estribo sur se han ejecutado en forma análoga a la del estribo norte.

Para la colocacion del tramo provisional en este lado, fué necesario emplear solamente cuatro horas i media, habiéndose ejecutado este trabajo el día Domingo 24 de Mayo de 1908 desde las 7 a. m., despues de pasar el tren ordinario de pasajeros de Curicó núm. 24, hasta las 11 $\frac{1}{2}$  a. m., entregándose al tráfico a las 12 h. 10 m. con el tren ordinario de pasajeros a Chillan núm. 17.

La circunstancia de encontrarnos ahora con terreno vegetal, permitió, por una parte, reducir a unos ciento ochenta metros cúbicos el terraplen por retirar el día de la colocacion del puentecito provisional, i por otra parte, [movilizar ese día un mayor número de metros cúbicos por hora con la misma organizacion de las cuadrillas. Por

esta causa se pudo desarrollar en tan corto plazo el programa de trabajo; tiempo que por lo demás, había sido fijado por el infrascrito como suficiente. Esta vez no fué, pues, necesario introducir ninguna alteración en el tráfico de los trenes de número.

Simultáneamente con la prosecución de los trabajos en el estribo norte se siguieron, en condiciones normales, los del estribo sur, terminándose la escavación con agotamiento a vapor en los últimos días de Agosto, y la ejecución de la albañilería de hormigón en los últimos días de Noviembre.

#### MATERIALES EMPLEADOS

El material empleado en el hormigón ha sido el lastre y arena extraído de los bancos situados hacia aguas abajo del puente, y el cemento Portland de las marcas Calera, Tentonia y Córdor.

El lastre utilizado puede considerarse como de buena calidad, no así la arena en la cual predomina mucho el grano fino.

El hormigón fué confeccionado a mano, preparando primero la mezcla, y agregándole en seguida el esqueleto. La proporción de los componentes ha sido de 450 litros de arena y 910 litros de grava por cada 170 kilos de cemento, lo que se aproxima bastante a la dosificación 1: 4: 8.

En los estucos se ha empleado mortero de 330 litros de arena por 170 kilos de cemento.

En total se ha empleado en esta obra 1878 barricas de cemento. El cubo total de hormigón en el conjunto de los dos estribos, alcantarillas y guarda vacas alcanza a 1982 metros cúbicos. Se han empleado pues, unos 162 kilos de cemento por metro cúbico de hormigón, incluyendo estucos.

Además de los trabajos principales del puente, ha sido necesario atender otros de relativa importancia, entre los cuales merecen citarse principalmente: el ensanche de dos alcantarillas abovedadas de 0,80 metros de luz y de un guarda vacas de 2,20 metros de claro que se ha salvado con puentecitos metálicos de 2,80 metros de luz teórica; el ensanche de los terraplenes de acceso, en los cuales se ha empleado parte del producido de las escavaciones y completándoseles con material traído del pozo de lastre de Teno y del corte situado al sur del puente; el desarme del antiguo puente provisional; la demolición de los antiguos estribos y muros de defensa; la construcción de muros de encauzamiento de las aguas, en los cuales se han utilizado las piedras provenientes de las antiguas mamposterías etc., etc.

El montaje de la superestructura estuvo encomendado a los agentes de los señores Schneider Cia. del Creusot, en cuyos talleres había sido confeccionada como lo hemos dicho anteriormente.

El día 28 de Diciembre de 1908 la superestructura metálica fué sometida a las pruebas reglamentarias de recepción con un tren formado por dos locomotoras de carga del tipo Rogers y cuatro carros planos cargados con rieles. Para la medida de

las deformaciones i de las tensiones se emplearon los rejistradores de flecha del tipo Rabut i los medidores de tension del tipo Manett-Rabut, que posee el Servicio de Obras Nuevas de los Ferrocarriles del Estado.

Sentimos que atenciones impostergables del servicio no nos hayan permitido aun hacer un estudio comparativo entre las tensiones observadas i las que se obtendrian calculando los diversos elementos de la construccion con el tren que sirvió para practicar las pruebas de recepcion.

Nos es grato dejar consignado con esta lijera reseña, que la Empresa tuvo la satisfaccion de ejecutar las pruebas dinámicas prescritas por el Cuaderno de Condiciones vijentes, en presencia de los miembros de la Seccion de Ingenieria del IV Congreso Científico (I Pan-Americano) que se celebraba en aquella época en la capital.

#### COSTO DE LA OBRA

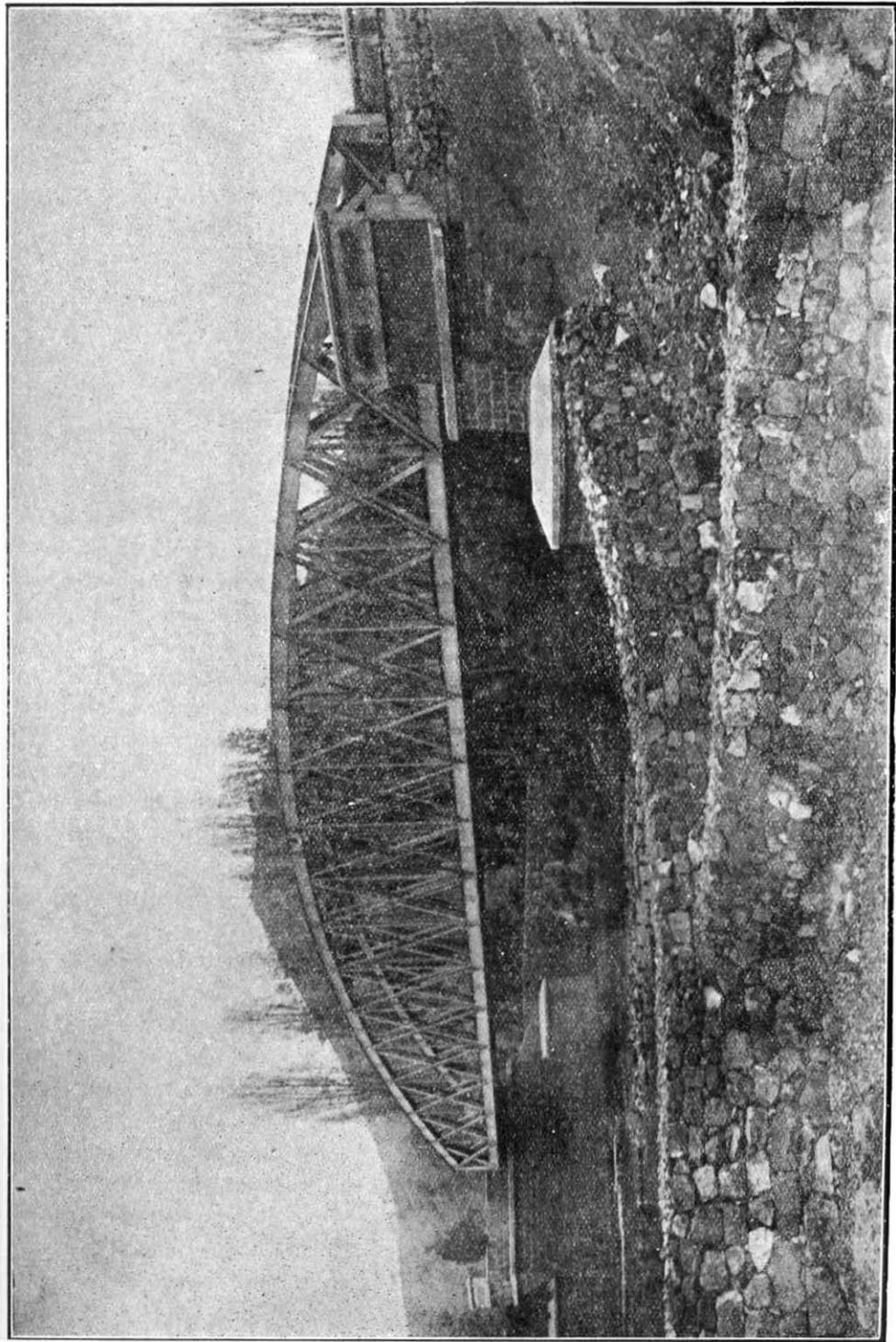
La suma imputada a la reconstruccion de este puente, asciende a \$ 169 434,77 moneda corriente, que se descompone como sigue:

1 Jornales.....	\$ 106 968,88
2 Materiales de consumo (cemento, carbon, lubricantes, accesorios de la via etc., etc).....	» 43 571,69
3 Herramientas i materiales de trabajo.....	» 18 894,20

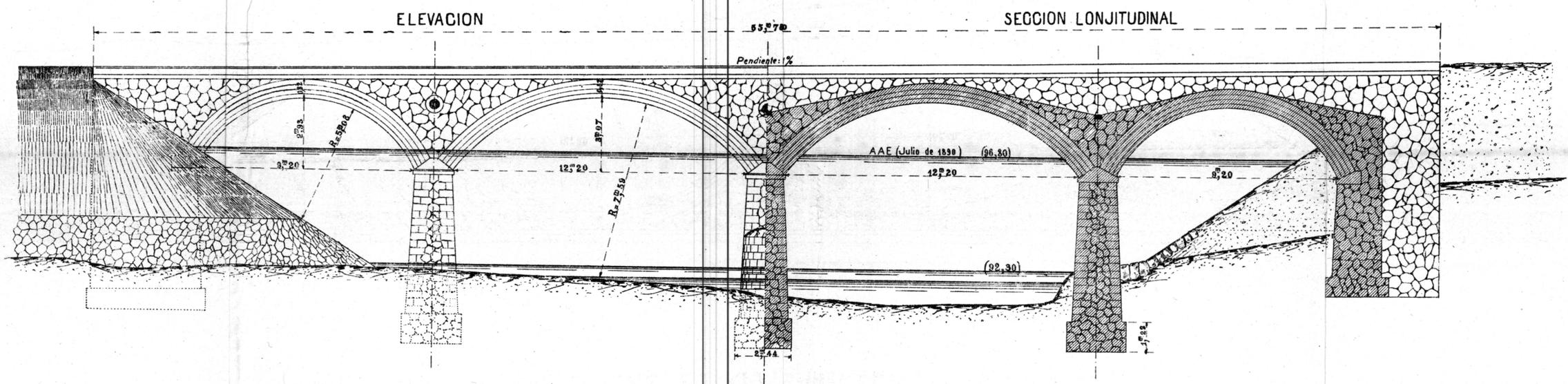
De los jornales pagados, corresponde la cantidad de \$ 9 472,30 al personal del tren lastrero que se ocupó en el ensanche de los terraplenes, i el saldo de \$ 97 496,58 al personal ocupado en la reconstruccion de la obra i trabajos complementarios, incluyendo los sueldos del jefe de faena i de un alistador i bodeguero.

De las herramientas i materiales de trabajo a que se refiere la partida 3 se puede estimar en un 65 % del valor total, el de aquellos que se han devuelto a Almacén perfectamente aptos para servir en la construccion de otro puente; en 25 % del valor total, el de aquellos que han sufrido una reduccion del 50 % de su valor primitivo; i en el 10 % restante el de aquellos que a consecuencia de los trabajos han sufrido una reduccion al quinto o ménos de su valor primitivo. Deberia, pues, imputarse al costo de la obra sólo un 20,5 % de la partida 3. Si elevamos esta cifra al 30 % para tomar en cuenta el interes del capital invertido, durante el tiempo en que estas herramientas i materiales de trabajo permanezcan sin prestar servicios, el costo real de la obra alcanzaria a \$ 156 208,83, a cuya suma hai que agregar el valor de la superestructura metálica, estimada en \$ 49 500,00 oro de 18 d. i de los cuales se ha imputado a la reconstruccion, el año 1908, la cantidad de \$ 11 003,40 moneda corriente.

Nuevo Puente sobre el río Chimbarongo en Quinta



# ANTIGUO PUENTE SOBRE EL RIO CHIMBARONGO EN QUINTA



# NUEVO PUENTE SOBRE EL RIO CHIMBARONGO EN QUINTA

