

## Puente Calle-Calle

(Conclusión)

### *Reseña de los trabajos*

En Diciembre de 1938 se comienza a construir la obra por un proyecto de un puente de 4 tramos en arco de 40,75 m. de luz. Este proyecto debió abandonarse después de iniciada la construcción de los machones extremos, porque el subsuelo del lado Las Animas no permitía realizar una obra de este tipo. Se encontró una capa de terreno fangoso de más de 30 m. de profundidad, en lugar de terreno firme, supuesto a poca profundidad, canchagua, como existe en el lado Valdivia. La explicación de este error es que los datos proporcionados por el empleado en ese entonces a cargo de los sondeos fueron en gran parte inventados por él.

*Construcción del machón N.º 1.*—El machón N.º 1 lado Valdivia, de sección 6 por 13,50 metros fué fundado por excavación con agotamiento aprovechando las condiciones favorables que presentó el terreno.

Para evitar la pérdida de tiempo que se producía cada mañana al reiniciar el trabajo que significaba tener que agotar la excavación llena de agua por excesivas filtraciones, se procedió a hacer la excavación por secciones. Para esto se dividió la sección del machón por tabiques divisorios, que fueron hormigonados íntegros bajo agua. El machón fué fundado a 8 metros bajo el nivel de aguas mínimas en Noviembre de 1939.

*Construcción del machón N.º 4.*—La construcción de este machón lado Las Animas, de igual sección que el N.º 1, se inició a mediados de 1939. Fué construido también en sitio y se comenzó su hincamiento utilizando una bomba de fango y en seguida mediante aire comprimido. Para este último trabajo se instaló sobre fundación de hormigón una compresora acoplada a un motor eléctrico de 25 HP. El consumo de energía eléctrica alcanzó en promedio a 100 Kwh. diarios siendo \$ 0,45 el precio por Kw hora.

Según las características del proyecto, la reacción vertical del puente es prácticamente despreciable comparada con el peso propio del machón, por lo que no se consideró necesario alcanzar al terreno firme que se encontraba a la cota-30 m. y se acordó fundarlo a la cota-17 m. con una altura total de 20,55 m. y proceder a la prueba experimental de su resistencia. Para este efecto se lo mantuvo cargado durante cuatro meses con una carga superior a la correspondiente con reacción máxima de la estructura completa. El machón cargado bajó en dos meses 3 cm. no habiéndose producido posteriormente ningún asentamiento adicional.

Es interesante anotar que teniendo el machón 16 m. de altura el día 11 de Junio de 1940 a las 3 A. M. y dos horas después de hacerse trabajar la compresora, hubo una explosión en su interior que produjo una quebradura en su parte superior, a los 0,60 m. dañándose 30 m<sup>3</sup>. de hormigón. No hubo desgracias personales ya que a esa hora no trabajaba ningún operario dentro de él. Se cree que la explosión pueda de-

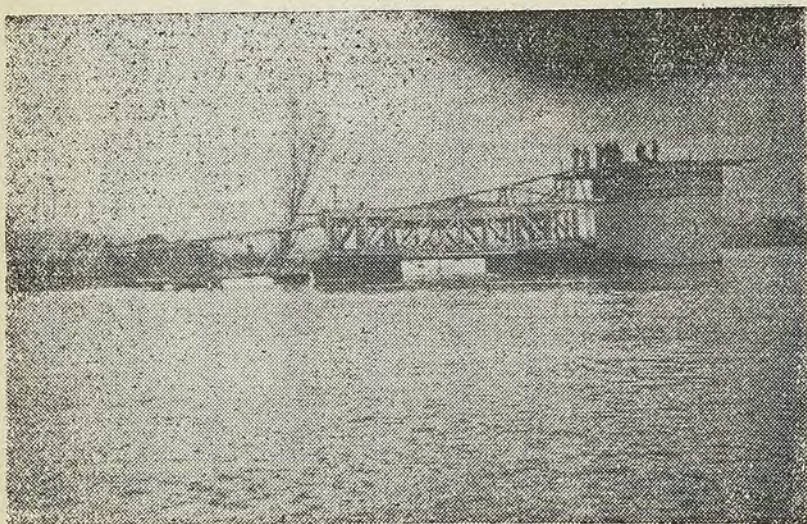
berse a la acumulación de gases desprendidos del fango, que habrían explotado por la acción de una chispa producida en la instalación eléctrica interior en servicio.

*Construcción del machón N.º 3.*—Se inicia su construcción en Enero de 1940, recién aprobado el Proyecto definitivo del puente. Para este efecto, se habilitó una cancha horizontal de hormigón en la ribera del río que quedaba fuera del agua con marea baja y en este sitio se hace el hormigonado de los primeros 2,75 m. de alto del machón.

Para facilitar el traslado posterior del machón se prevé llenar con aire comprimido la cámara que queda bajo el falso fondo de madera con el objeto de alivianarlo y se extremó las precauciones en su construcción para evitar en lo posible las pérdidas de aire por filtraciones. Se empleó hormigón con 420 kgs. de cemento por m<sup>3</sup>.; en el moldaje se evitó que las amarras de los tableros pasasen directamente de un lado a otro, amarrando cada tablero contra la malla de enfierradura opuesta, a fin de que no se produjeran pequeños canales de filtraciones; el falso fondo de madera fué calafateado desde abajo aprovechando las mareas más bajas, dejando pa-

ra esto una pequeña puerta de entrada en un extremo.

Al alcanzar el hormigón el nivel superior del falso fondo a 1,75 m. de alto se dejó embutidos en el hormigón 10 cables de suspensión de 1¼" de 8 m. de largo, destinados a sujetar al machón a los dos pontones que debía utilizarse para su traslado. Sobre estos pontones cuyo objeto preciso era ayudar a la flotación del machón tomando el exceso de peso que lo impidiera flotar se construyó un andamio auxiliar



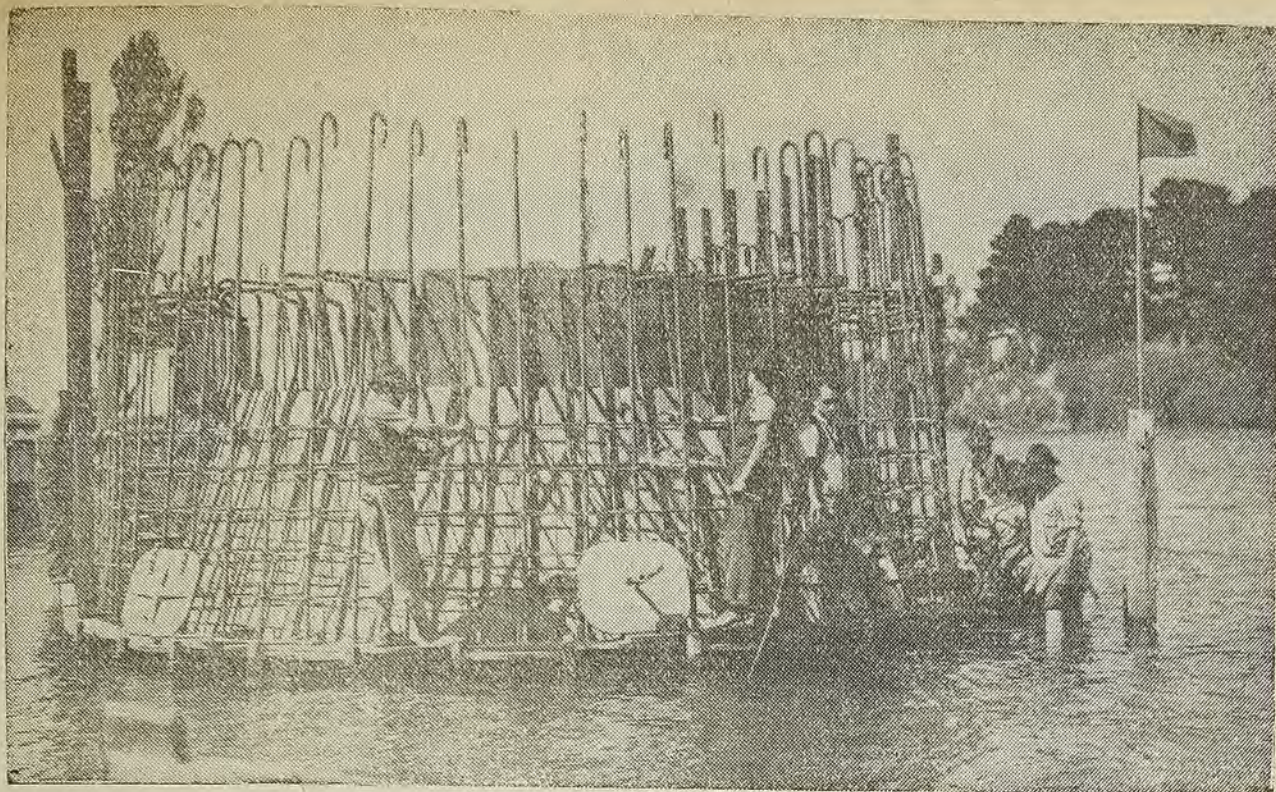
*Machón N.º 3 junto con los pontones utilizados para su traslado*

al que se fijó los cables de suspensión en un instante de marea mínima.

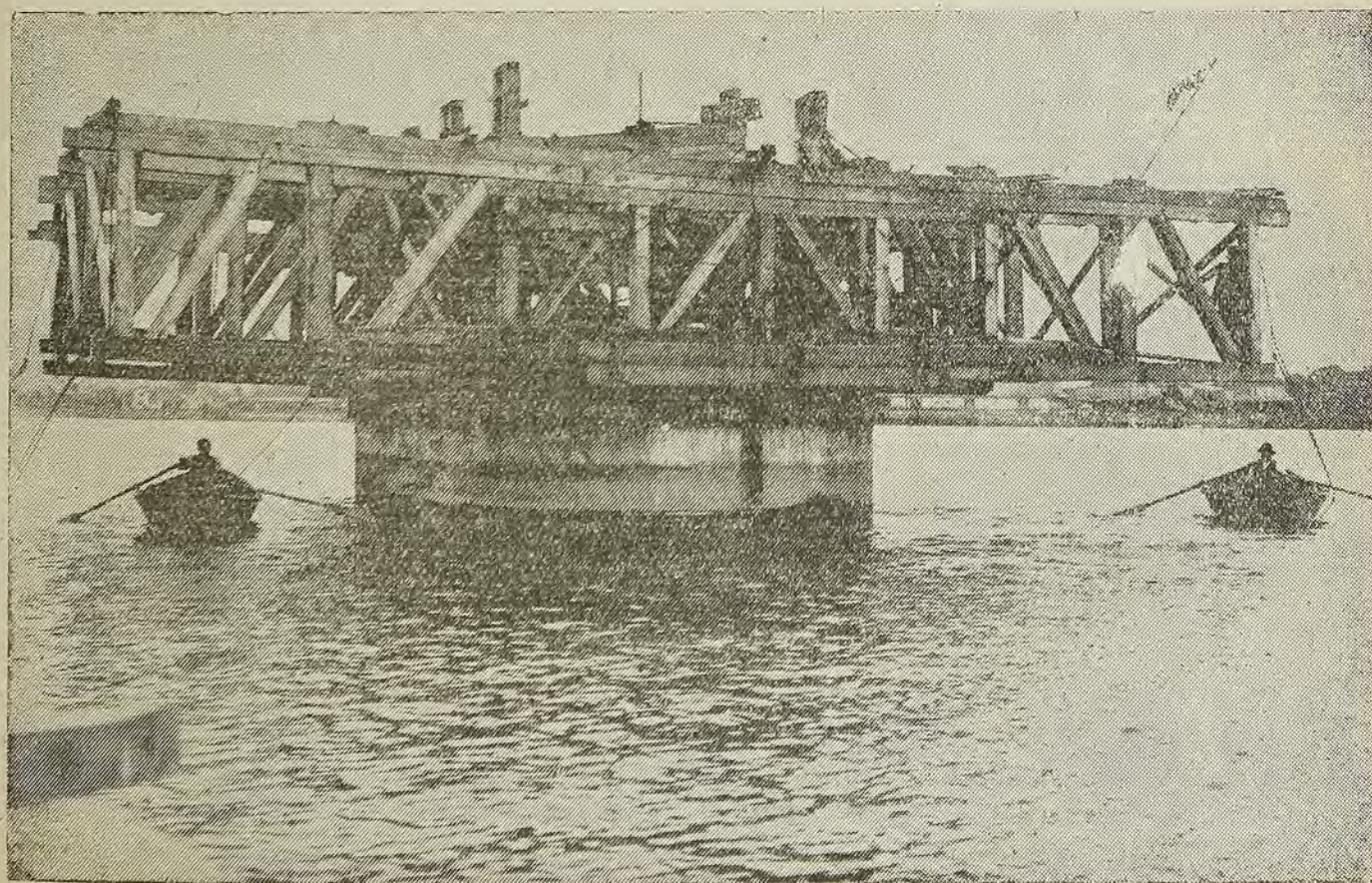
Durante el proceso de construcción del machón se apoyó primero el falso fondo sobre caballetes de madera. Al iniciarse el calafateo se aseguró sus piezas mediante tirafondos superiores amarrados con alambres. Antes de clausurar la puerta de entrada, mediante una tapa apernada y estopada, se retiraron los caballetes de apoyo, los moldes interiores y demás elementos que habrían estorbado la maniobra de traslado.

El día 1.º de Octubre de 1940 se hizo flotar el machón que tenía 2,75 m. de altura y un peso de 180 tons. aprovechando la marea más alta con una altura de agua de 1,60 m. Para esta faena se llenó con aire comprimido la cámara bajo el falso fondo, desplazando en estas condiciones 100 m.<sup>3</sup> de agua. El exceso de peso (80 ton.), fué tomado por los pontones que, con una sección cada uno de 100 m.<sup>2</sup> mantuvieron a flote al machón hundiéndose en 0,40 m.

El hundimiento relativo de éstos, provocado por la marea se controló mediante limnímetros colocados en ellos y el primer movimiento del machón mismo, se verificó con ayuda de una mira colocada en él y controlada desde tierra. Una



*Machón N.º 3.—Enfierradura de la cámara de trabajo.*



*Machón N.º 3 con andamiaje usado en su traslado.*

vez zafado de su plataforma fué remolcado el machón por un remolcador de 180 HP. y llevado por el centro del río, unos 500 metros de distancia aguas arriba, frente al recinto de la estación de los FF. CC., hasta una plataforma natural de arena, 1 metro más baja que la primitiva, en donde fué dejado caer aflojando los grilletes de los cables que lo mantenían suspendido. El traslado demoró 20 minutos y resultó relativamente difícil por la fuerza del viento Sur y la corriente en contra que había en esos momentos. Los pontones y el andamiaje no sufrieron ningún desperfecto.

Se continuó el hormigonado del machón en su nueva posición en 1,60 m. de altura, mediante moldes especiales por capas de 0,55 m. de alto y dando a la pared exterior sólo 0,20 m. de espesor para reducir el peso y conseguir que flotara solo.

Teniendo el machón 4,35 m. de altura fué otra vez cambiado de sitio, quedando a 200 metros aguas arriba de la faena y nuevamente el día 31 con 5,40 m. de altura, hasta situarlo al frente mismo del campamento, donde hubo necesidad de retirar los pontones para repararlos y se dejó al machón con el andamio flotando solo y comportándose como un pontón de hormigón armado de gran estabilidad por tener su mayor peso en la parte inferior y llena de agua la cámara bajo el falso fondo.

Ya el 1.º de Diciembre está hormigonado el machón en su altura completa 9,50 metros; pero debe retardarse su traslado hasta el mes de Enero de 1941, buscando un día de marea apropiado y buen tiempo. Se le da su ubicación definitiva cuando tiene ya 10,50 m. de altura, comprobándose el eje de la obra mediante taquímetro y su distancia al machón N.º 4 con ayuda de cadenas taradas.

Estando perfectamente alineado se lo dejó caer sobre el fondo del río llenándolo de agua con una bomba y en seguida se arrojó piedra laja a sus costados para impedir que una socavación lo inclinara mientras se lo preparaba para su hincamiento.

Después de terminado el hormigonado de las paredes exteriores en todo su espesor y de los tabiques interiores se procedió a romper el falso fondo de madera.

Para esto se dejó caer sobre él un chuzo de 700 kgs. de peso; las piezas de pino desprendidas por los golpes subían a la superficie, por ser más livianas que el agua y sólo algunas quedaron adheridas abajo a causa de la estopa y brea usadas en el calafateo y fué necesario extraerlas mediante un bichero de mango largo.

El hincamiento del machón se hizo por dragado interior con bombas de fango, removiendo el terreno con ayuda de lanzas de agua. Se dispuso dos equipos formados por un capataz y tres obreros, cada uno a cargo de una bomba y encargados del manejo del motor y huinche y de su traslado de un compartimiento a otro. Se utilizó bombas de fango de 3'', velocidad 1400 r. p. m., accionadas directamente por motores eléctricos de 12 KW. Una bomba de 4'' alimentaba por conexiones de 2'' a las dos lanzas de agua. Para cebar rápidamente las bombas de fango y para la limpia de las cañerías de 3'' se utilizó una derivación especial de 1''.

Las cañerías de 2'' y 3'' se armaron solidariamente en cada compartimiento, dejando a la de 2'' de la lanza de agua 0,30 m. más abajo que el chupador de 3''. El conjunto de las dos cañerías se suspendía mediante un cable desde un andamiaje construído sobre el machón, pudiéndose avaluar así con facilidad la profundidad de la boquilla de la lanza con respecto al terreno en la base del machón. Para conseguir que el descenso del machón fuera vertical se guiaba a la lanza y chupador de un lado a otro del machón según la inclinación que hubiera sufrido, excavando en el lado más alto. Con el objeto de evitar filtraciones bajo el azuche que arrastraran

material desde fuera al interior del machón se mantuvo constantemente el nivel de agua al interior, más alto que el nivel de agua en el río.

La disposición de lanza de agua solidaria al chupador dió buen resultado mientras se extrajo principalmente arena; pero en las capas de greda resultó más eficaz el trabajar con la lanza de agua separada, independientemente. El control de las muestras de material extraído con las bombas dió valores del rendimiento variables entre 10 y 25%, o sea en un recipiente de un metro de altura se depositaban al llenarlo con el agua de las bombas 10 a 25 cm. de arena.

Las bombas se cambiaban de compartimiento de acuerdo con sondeos efectuados con escandallo que indicaban la altura de material sobre el azuche y según el comportamiento del machón en cuanto a su descenso. Hubo algunos días de trabajo en que el machón bajó hasta en 0,60 m. lo que representa, con una superficie de base de  $66 \text{ m}^2$ , una extracción neta de  $40 \text{ m}^3$  de material. El consumo medio de energía eléctrica por  $\text{m}^3$  de material extraído fué de 29 KWhoras y el costo medio por jornales y energía eléctrica a \$ 0,45 el KWhora fué de \$ 35 por  $\text{m}^3$ .

En este trabajo hubo dificultades al principio porque el chupador de la bomba se tapaba a causa de la estopa, suelta en el fondo, usada en el calafateo.

A la cota-16,60 debió extraerse con capacho de dientes, de cierre automático, una capa de hojas aprensadas que impedía el trabajo regular de las bombas.

A la cota-20 aparece material duro, que la lanza de agua no es capaz de moler y se sigue la extracción con capachos y aflojando el terreno con tiros de dinamita. El capacho extrae un trozo de coigüe de 25 cm. de diámetro y 1,20 m. de largo, con muestras de haber sido cortado por el azuche de un tronco largo; y hasta la cota-21 se sigue extrayendo con el capacho material duro, formado por un conglomerado de cenizas volcánicas, piedra pómez y troncos y palos podridos que atascan el azuche. El día 16 de Octubre de 1941, a la cota-21,20 se extrae un plato de estaño estampado, de época al parecer bastante antigua, de 900 gr. de peso.

El machón no baja más a pesar de los tiros de dinamita y de haberse formado un hoyo bajo el azuche de 1,50 a 2,50 m. de profundidad. Se aprovechó en estos días el trabajo de un buzo, venido de Talcahuano, quien extrajo algunos troncos y ayudó a colocar cartuchos de dinamita. La profundidad de agua era de 23 metros.

Se ensayó entonces dejar en seco el machón, lo que se preveía posible por estar enterrado 13 m. en el terreno de los cuales 8 metros eran de greda impermeable.

Para ello se principió por agotar sólo los primeros 4 metros y se controló la subida del nivel de agua durante la noche que alcanzó a 0,20 m. siendo debida únicamente a filtraciones a través de las paredes. Proseguido el agotamiento y habiéndose alcanzado a los 12 metros se produjo un descenso brusco del machón en 38 cm. No habiendo ninguna manifestación de que pudiera formarse alguna chimenea exterior por la cual una vía de agua llenara bruscamente el machón con agua y arena, se continuó con el agotamiento hasta ver aparecer la cubierta de la cámara de trabajo. En este instante se produjo un segundo descenso brusco en 72 cms. El machón tenía entonces 25 m. de altura con 3 metros sobre el nivel del río. Las filtraciones de agua aumentan, subiendo diariamente de un día al otro, el nivel en su interior 1,50 m.

Se explica estos descensos producidos por el agotamiento del machón por el hecho de que resulta anulada su pérdida de peso por subpresión del agua, igual al volumen de agua desalojada. Siendo  $25 \text{ m}^2$  la sección neta de hormigón por ml. de machón y siendo 22 m. la profundidad del machón bajo el nivel del río, va a actuar el machón con un mayor peso de  $22 \times 25 = 550 \text{ ton}$ . El descenso debe producirse

en forma brusca al ser vencido el rozamiento correspondiente a una determinada posición de reposo.

Se continuó con la excavación en seco, manteniendo agotado el machón, por equipos de 4 obreros con pala y picota que llenaban un capacho de 400 litros que era izado por un huinche y descargado por otros dos obreros al río. El rendimiento diario de los 6 hombres varió entre 45 y 50 capachadas (18 a 20 m<sup>3</sup>.), habiéndose pagado el trabajo a trato a razón de \$ 4, por capachada, más \$ 30 al huinchero conservando este último además su jornal.

En esta forma se trabajó una semana hasta que se produjo un nuevo descenso brusco de 1,10 m y se procede a dar al machón 27,65 m. de altura. Posteriormente, estando el azuche a la cota-24,40 se produjo un último descenso de 1.00 m. (15-V-1942), que propocó la aparición de una chimenea lateral que llenó de agua con arena uno de los compartimientos, obligando a retirar apresuradamente el equipo de bombas. Toda la cámara de trabajo quedó rellena con material por lo que resultaron los compartimientos independizados uno del otro, para el efecto del agotamiento.

Se vuelve al sistema de dragado, con el machón lleno de agua, con bombas y capacho, extrayendo todo el material sedimentado y alcanzada la cota-25,50 se comienza a extraer ripio grueso que existe en una capa de poco espesor, sobre un conglomerado muy firme.

Para reconocer el terreno para fundar se utiliza por primera vez en la faena una campana de aire comprimido que se baja dentro del machón colgado de un cable y permite descender a un obrero en su interior. La campana usada es de fierro, en forma de pirámide cuadrangular de 1,20 m. de alto y de base de 1,20 m. por 1,20 m. Contaba con asientos desarmables, instalación eléctrica a voltaje bajo (6 Volts) y teléfono.

Con ayuda de la campana pudo acumularse con facilidad el terreno suelto para extraerlo con el capacho y se sacó muestras, a cincel, de la capa de ripio conglomerado duro en que se procedió a fundar. Bajo agua se hormigonó con ayuda de un capacho hermético, un tapón de hormigón rico de 1 m. de espesor. Después pudo agotarse el machón sin peligro y en seguida fué relleno con hormigón pobre de 100 kgs. de cemento por m<sup>3</sup>. con 25% de piedra laja. La fundación quedó terminada en Diciembre de 1942, once meses después de iniciado el hincamiento del machón.

*Construcción del machón N.º 2.*—Se inicia su construcción en Febrero de 1941, en la misma plataforma utilizada en la confección del machón N.º 3. Las características de su construcción fueron las mismas. Con 2,75 m. de alto es hecho flotar por primera vez el 5 de Septiembre y trasladado a remolque, suspendido de dos pontones, sucesivamente a 5 distintos sitios cada vez más profundos para continuar dándole mayor altura, hasta alcanzar una altura de 14,35 m. Con esta altura es transportado a su ubicación definitiva en Enero de 1942. En este punto la profundidad de agua es 12 m. y la pendiente transversal del río es excesiva, por lo cual el machón quedó colocado con una fuerte inclinación hacia Valdivia.

Para impedir su volcamiento se lo mantuvo sujeto por fuertes amarras al machón N.º 3, mientras se daba término al hormigonado de las paredes y tabiques, se procedía a la ruptura del falso fondo, instalación de maquinarias y a la iniciación del proceso de dragado con el cual se consiguió rápidamente enderezarlo.

A fines de Marzo de 1942, se inicia el hincamiento, teniendo el machón 15 metros de alto, con dos bombas y un capacho y se trabaja en esta forma, con buen rendimiento hasta hincarlo 8 m. en el terreno, alcanzando a la cota-19,60. Prosi-

gue después el trabajo con la campana de aire comprimido y capacho. La campana es utilizada principalmente para la colocación de tiros de dinamita que se introducían en agujeros de 80 cm. hechos en la greda comprimida con un barreno de 2". El material desprendido es extraído por el capacho. Se trató de agotar el machón pero sin resultado.

Se funda el machón sobre terreno firme a la cota-21, en Septiembre de 1943, después de 18 meses de iniciado su hincamiento. La altura del machón construído es de 24 metros.

### Andamiaje.

Por la gran profundidad del río y la mala calidad del terreno no podía contarse con una solución con apoyos intermedios. Se proyectó primero una viga metálica de 45 m. de luz, destinada a servir después como puente definitivo sobre el río Cau-Cau, entre la isla Teja y Las Animas. A causa de la guerra no fué posible conseguir el fierro especificado en este proyecto y debió recurrirse a otra solución.

Se proyectó un andamiaje de madera formado por 3 arcos paralelos de 38 m. de luz y 9.00 m. de flecha, para utilizarlo en los tramos extremos de 49 metros. Para cada consola de 19 m. del tramo central se consultó un andamio en consola, también de madera, suspendido por fierros de  $1\frac{1}{2}$ " de un caballete construído sobre la cepa central.

Cada andamio en arco está formado por un arco de madera, de sección 40 x 57 cm. realizado en tres capas por piezas apernadas de 2 m. de largo, y atirantado a 2,50 m. de altura por  $2\varnothing 1\frac{1}{4}$  y a 5,50 m. por una pieza de madera de 8" x 10" y 2  $\varnothing 1\frac{1}{4}$ . Esta pieza va unida al arco mismo por montantes dobles de 8" x 8" y 6" x 6" de sección a distancias variables de 1,25 a 2,50 m. y por diagonales y contradiagonales de 6" x 6". Los tres arcos paralelos van arriostrados entre sí, en tres planos, por travesaños dobles de 3" x 6" y diagonales de 6" x 6". El andamio completo pesa 65 ton.

Se empleó para el arco madera de "Lleuque", una variedad del mañío, teniendo en cuenta especialmente su poco peso: 600 k/m<sup>3</sup>. Los resultados de ensayos de tres muestras de esta madera fueron los siguientes:

|                                            |                            |
|--------------------------------------------|----------------------------|
| Ensaye a la flexión. ....                  |                            |
| Fatiga al límite de proporcionalidad. .... | 330 k/cm <sup>2</sup> .    |
| Fatiga a la ruptura. ....                  | 497 k/cm <sup>2</sup> .    |
| Coeficiente de elasticidad. ....           | 90.000 k/cm <sup>2</sup> . |
| Densidad. ....                             | 0,60                       |
| Humedad. ....                              | 27,5%                      |
| Ensaye a la compresión. ....               |                            |
| Fatiga al límite de proporcionalidad. .... | 240 k/cm <sup>2</sup> .    |
| Fatiga a la ruptura. ....                  | 340 k/cm <sup>2</sup> .    |
| Coeficiente de elasticidad. ....           | 88.000 k/cm <sup>2</sup> . |
| Densidad. ....                             | 0,58                       |
| Humedad. ....                              | 20%                        |

El andamio en arco fué armado a orillas del río sobre una plataforma de madera, construída sobre un pilotaje clavado para este objeto, y en Febrero de 1943, después de preparados sus apoyos en los machones N.º 3 y 4 fué trasladado por un

remolcador en los mismos pontones utilizados para el movimiento de los machones. El traslado del andamio, con sus 3 arcos y su colocación en sitio demotó 45 minutos.

Para el tramo colgado se construyó una viga Fink. de 15 m. de largo, que fué armada sobre un pontón e izada por medio de huinches hasta dejarla apoyada en dos andamios en volado de 7 m. de luz, sujetos a las consolas de los tramos principales ya terminados. Esta maniobra fué efectuada en Julio de 1944 y desde entonces pudo traficarse desde una orilla a la otra del río a través del puente, facilitándose así la labor de construcción.

### *Construcción de la superestructura.*

Se inicia el hormigonado del tramo principal, lado Las Animas en Mayo de 1943. Para el moldaje se usó listones de piso, de laurel, machihembrados de 1" x 4" x 12". La enfierradura y el hormigonado se efectuó por sectores en el orden indicado por los números de fig. 5, terminando con esta faena en Noviembre de 1943.

El tramo fué descimbrado un mes después (XII-1943), cargando para este efecto a la consola previamente descimbrada en todo el ancho de la calzada con una capa de ripio de 0,60 m. de espesor. Con esta carga en la consola los momentos positivos en el tramo principal quedaban bajo los valores máximos de cálculo, correspondientes a la estructura completa con sobrecarga. Una nivelación efectuada inmediatamente después de descimbrado el tramo indicó descensos del orden de mms.

En Enero de 1944 después de retirado totalmente el andamiaje se encontró desplazadas las placas del apoyo extremo móvil, en 4 cm. una respecto a la otra en dirección a Las Animas. Estudiadas las flechas y el desplazamiento de la estructura en Marzo de 1944 se encontró que la flecha encima de la viga central referida a la cuerda alcanzaba al valor máximo de 9 cm. a 20 m. del extremo móvil; que el desplazamiento relativo de las placas había aumentado a 8,2 cm. y que el tramo había rotado sobre la articulación en el machón N.º 3 desplazándose el punto superior de la viga a plomo de la articulación en 6 cm. hacia el lado Las Animas. Medidas posteriores indican que las flechas de la estructura no han variado aunque el desplazamiento relativo de sus placas haya aumentado: a 8,8 cm. en 10-V-1944, a 9,4 cm., en XI-1944 y a 10,9 cm. en III-1945.

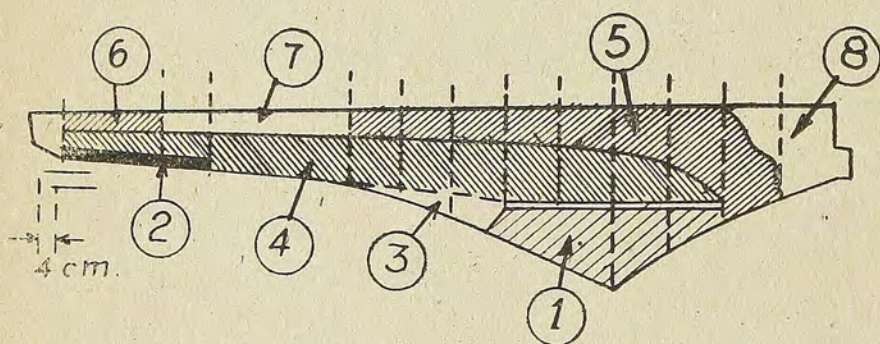
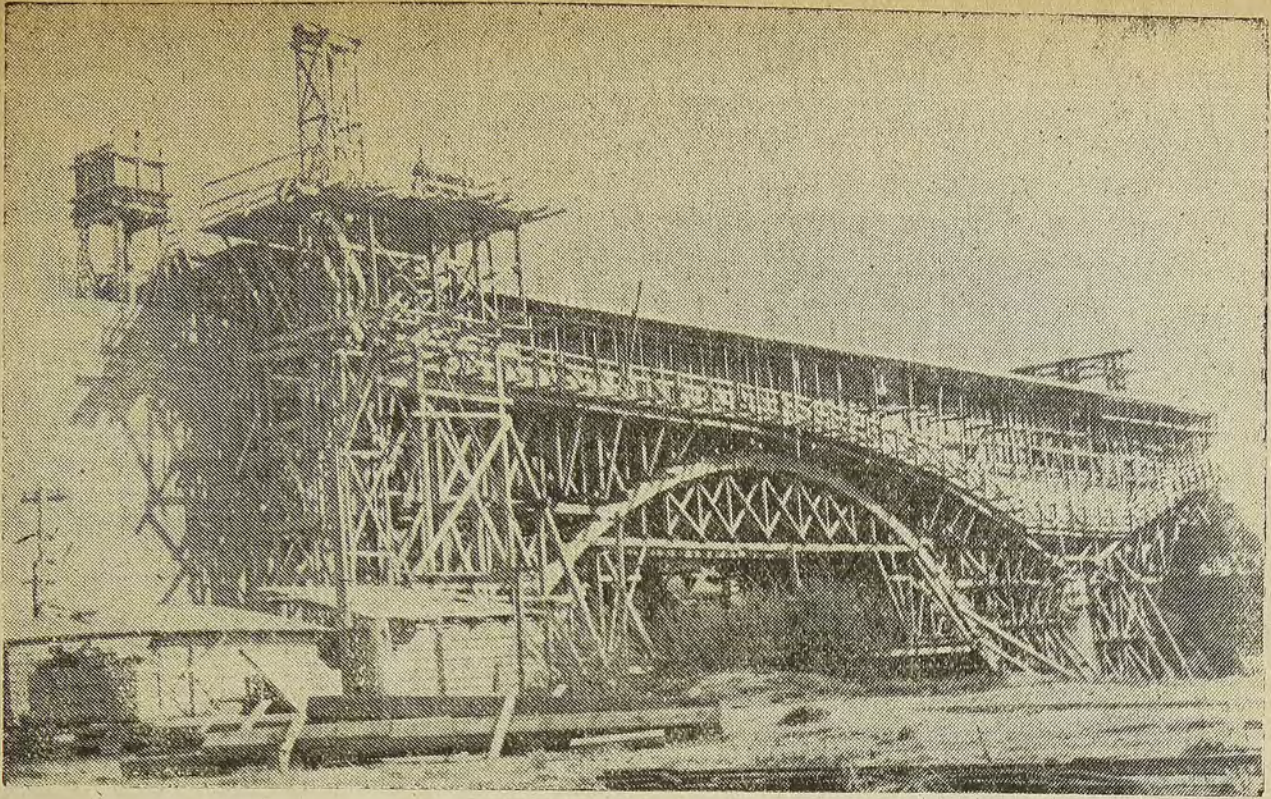


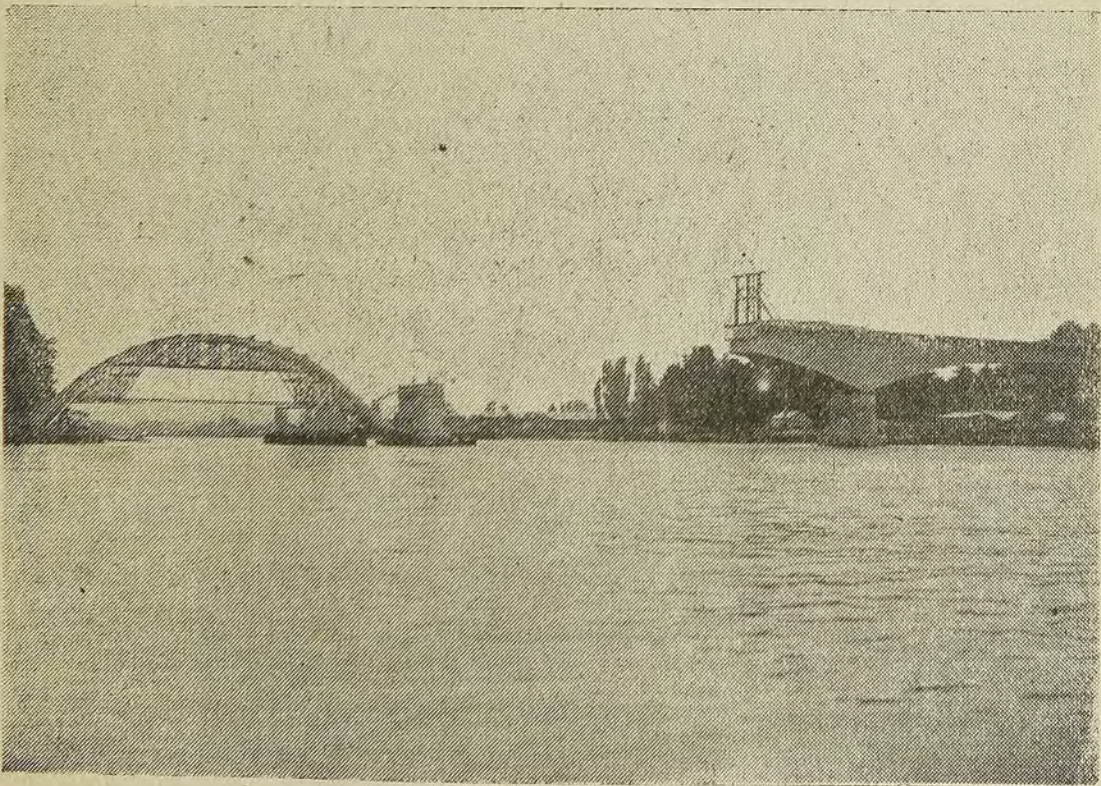
*Fig. 5*

*Orden del hormigonado del tramo principal,  
lado Las Animas.*

Aunque antes de hormigonar la losa superior y los sectores 5, 6, 7 del tramo (fig. 5), se compensó en el moldaje las flechas producidas durante el hormigonado de la losa inferior y tabiques, no puede darse una justificación precisa de las deflexiones observadas, porque desgraciadamente no se dejó establecidos, recién termi-



*Tramo principal, lado Las Animas, en construcción.*



*Andamio en arco colocado en el tramo lado Valdivia.*

nado el hormigonado de la superestructura, puntos fijos de referencia que habrían permitido avaluar separadamente las deflexiones debidas a deformaciones del mismo andamio y las debidas a las deformaciones del puente descimbrado. En todo caso, puede deducirse que la estructura ha tomado lentamente su flecha definitiva y que al aumento de flecha ha correspondido un aumento progresivo del desplazamiento de las placas.

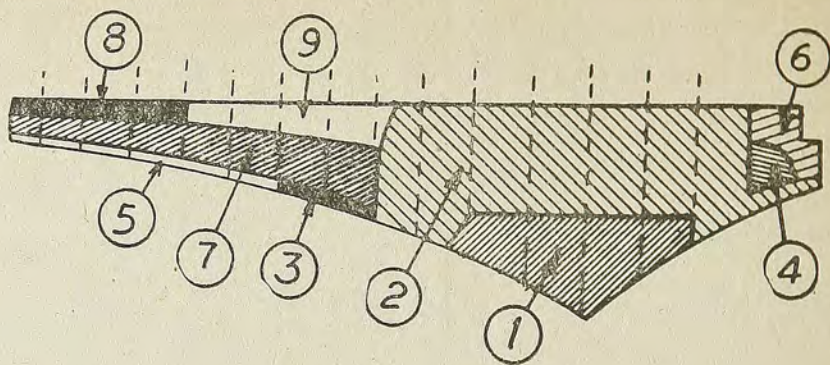


*Fig. 6*

*Orden del hormigonado del tramo principal,  
lado Valdivia.*

Para la confección del tramo principal, B, lado Valdivia se utilizó

el mismo andamiaje en arco, que fué trasladado entero sobre pontones a su nueva ubicación en Diciembre de 1943. El hormigonado de este tramo se inicia en Febrero de 1944 y es terminado en Junio de 1944, haciéndose por sectores en el orden indicado por los números en fig. 6.

En el hormigonado de los sectores 3-5-7-8-9, cuyos pesos tienen mayor influencia en las deformaciones que sufrirá el arco de madera, se cuida especialmente de cargarlo en forma simétrica.

La nivelación de la estructura una vez terminado el hormigonado dió como valor máximo de las flechas producidas, referidas a la cuerda 12,2 cm. a 20 metros del apoyo móvil no habiéndose producido ninguna variación angular a plomo de la articulación sobre el machón N.º 2. El desplazamiento relativo observado entre placas del apoyo móvil fué 6 mms., pero en dirección hacia el río, o sea en dirección opuesta al producido en el tramo del lado Las Animas.

En Septiembre de 1944 recién terminado el hormigonado del tramo colgado, se descimbra la consola de 19 m. del tramo principal B. Un mes después se descimbra el tramo colgado y el tramo principal completo. La medida de las flechas da un valor máximo en el tramo principal de 3,2 cm. a 10 metros del apoyo móvil. El desplazamiento relativo entre las placas de este apoyo alcanza a 11 mms. En el tramo central la flecha alcanza a 8,5 cm. a 32,50 m. del machón N.º 2.

#### *Confección de los tramos de acceso.*

El tramo de acceso del lado Valdivia no presentó dificultades de fundaciones o de construcción que merezcan ser mencionadas.

El estribo de acceso del lado Las Animas comienza a construirse en Noviembre de 1941. Sobre el terreno natural fangoso excavado hasta la cota de los planos, sin mejoramiento artificial ninguno, se hormigonó una capa de hormigón pobre de 20 cm. de espesor y sobre ésta se construyó la losa de fundación del estribo, y se continúa el hormigonado de las paredes verticales y pilares de los marcos rígidos transversales por capas de 1 m. a 2 m. de altura. Se deja interrumpido el hormigonado antes de darle su altura definitiva, con el objeto de compensar los asentamientos que se prevé van a producirse una vez construido el terraplén de acceso. Relleno el es-

tribo hasta el nivel del terreno vecino se produce un descenso de 5 cm. en el extremo junto al puente y de 20 cm. en el extremo opuesto. Con la construcción del terraplén aumentó el descenso de 20 cm. a 52 cm. en el extremo de altura máxima de tierra sin que varíe el sentamiento en el otro extremo, en que termina el talud. También en este punto el terreno sostenido por el machón extremo del puente, debe tener una capacidad portante mayor. El descenso aumenta posteriormente, sin que el estribo haya sido cargado con más tierra hasta 63 cm. La rotación del estribo en torno a su extremo descendido origina una separación arriba de 50 cm. con el puente mismo. Posteriormente se procede a cargarlo con una altura de tierra que significa un peso mucho mayor que el de la losa superior con sobrecarga y aumenta el descenso a 7 cm. en el extremo, cerca del machón y a 71 cm. en el extremo opuesto.

Después de comprobado que el descenso no sigue aumentando, se retira la tierra colocada en exceso y se termina el hormigonado de la losa superior de calzada en Noviembre de 1944.

#### *Datos estadísticos.*

El costo total de la obra, incluyendo el terraplén de acceso ascendió a \$ 7.400.000. Se pagó en jornales \$ 2.500.000. Se empleó 550 ton. de acero redondo suministrado por los Altos Hornos de Corral; 43.000, sacos de cemento de la Sociedad Cemento El Melón; 25.000, pulgadas de madera y 8.900 m<sup>3</sup>. de ripio y arena.

El número de operarios ocupados en faena varió entre 40 y 74 obreros y alcanzó a un máximo de 150 ya instalada la faena de movimiento de tierras para el terraplén Las Animas. Este terraplén tiene un largo de 200 m., 12 m. de altura y ocupó unos 25.000 m<sup>3</sup>. de tierra con una distancia media de transporte de 1500 metros.

La obra fué proyectada y construída por personal del Departamento de Caminos de la Dirección General de Obras Públicas.

Autor del proyecto es el Ingeniero de la Sección Puentes señor don Alberto Claro Velasco. Lleva el visto bueno del Ingeniero Jefe de la Sección Puentes señor don Carlos Olavarrieta Valdivieso. Fué aprobado por el Director del Departamento de Caminos Ingeniero señor don Oscar Tenham Villalón.

La faena fué atendida en Valdivia por el Técnico señor Federico Wiese, y por el Ingeniero señor Francisco Fernández Michau, ambos empleados también del Departamento de Caminos.

Correspondió al señor Federico Wiese, resolver los problemas que ofreció la construcción misma de la obra.

SANTIAGO, 26 de Marzo de 1945.