

turbaciones). El servicio del clarificador no ha tenido una sola interrupcion desde Noviembre hasta ahora, dando siempre agua perfectamente clara, aun en los dias de mas calor en las que el agua del Maipo arrastra tanto limo. Es curioso a veces ver entrar al clarificador agua como chocolate i salir por la otra rama a 3 metros al lado, agua perfectamente clara.

Estos datos pueden servir de norma i base para los que deseen construir instalaciones semejantes, i para mí esta es la ocasion de agradecer al señor Izquierdo la jenerosa atencion con que me suministró todos los datos necesarios para la presente comunicacion.

D. V. SANTA MARIA.

Santiago, Febrero 22 de 1896.

---

## ESTRIBOS I MACHONES DE PUENTES EN CONCRETO

---

Como el empleo del *concreto* en las construcciones civiles se impone en mas de una ocasion, donde la piedra de talle sea mui costosa i los ladrillos no puedan dar garantías suficientes, como pasa en muchas localidades en el sur i norte de Chile, hemos creido de interes para los ingenieros chilenos, llamar la atencion sobre el empleo del *concreto* en obras verdaderamente importantes como se ha usado en Austria i en Estados Unidos, tomando datos a este respecto de un artículo publicado en la *Revue Technique*. Así en el ferrocarril de «Knoxville Cumberland Gap and Louisville», a 60 millas de Knoxville, atraviesa el valle de «Lanesonn» sobre un viaducto de 243.84m. (800 piés)

de largo i a una altura máxima de 41.15m. (135 piés) sobre el fondo del valle. Esta travesía se hacia sobre una palizada de madera que se cayó al pasar un tren de mercaderías i la compañía encargó a su ingeniero Mr. W. Barclay Parsons, el estudio de su reconstrucción.

Del estudio hecho por el señor Barclay Parsons, se llegó a la conclusion de que era preferible el empleo del *concreto* al de la piedra como albañilería, por cuanto la sola roca existente en la localidad con la cual podia ejecutarse el trabajo era una calcárea blanda que se deterioraba fácilmente al aire. El precio de la albañilería con esa roca sería de 12 a 15 chelines el metro cúbico, mientras que el concreto, hecho con la mejor arena i cemento Portland, no constaria mas que 7 chelines el metro cúbico, o sea un 50% de economía sobre la mampostería, por cuanto usando el concreto se suprimiria el andamio que exige la mampostería, en absoluto las gruas i aparatos elevatorios para las piedras i de los coronamientos, por cuanto en la construcción con concreto se emplean planchas de acero de ( $\frac{3}{4}$  pulgada) 0<sup>m</sup>.019 de espesor como aciento del tablero metálico i se reemplasan las piedras del coronamiento por planchas de acero de (4 piés cuadrados) 0<sup>m</sup>2.3716 metros cuadrados por ( $\frac{1}{2}$  pulgada) 0<sup>m</sup>.0127 metros de espesor. La obra de mano fué ejecutada por obreros negros a los cuales se les pagaba 1 chelin por día de 11 horas de trabajo.

Los estribos tienen una altura máxima de la fundacion al coronamiento de (26 a 27 piés) 7<sup>m</sup>.925 a 8<sup>m</sup>.229 i una base de (25 a 26 piés) 7<sup>m</sup>.62 a 7<sup>m</sup>.925, i los muros en ala un largo de (26 piés 6 pulgadas) 8<sup>m</sup>.077 a (28 piés 6 pulgadas) 8<sup>m</sup>.686.

Los paramentos tienen un chaffan de (1 pulgada) 0<sup>m</sup>.0254 por (1 pié) 0<sup>m</sup>.305 i los dos estribos tienen un espesor de (5 piés) 1<sup>m</sup>.524 en el aciento del puente, i los muros en ala de (3 piés 6 pulgadas) 0<sup>m</sup>.99.

Los machones tienen (4 piés cuadrados) 0<sup>m</sup>.3716 metros

cuadrados en su coronamiento i los costados un chaffan de (1 pulgada por pié)  $0^m.0254$  por  $0^m.305$  i su altura varia de (5 a 16 piés)  $1^m.524$  a  $4^m.877$ .

En los puntos donde no se encontró la roca para establecer la fundacion de los machones, para no hacerias muy profundas i evitar escavaciones considerables, se buscó solamente un buen suelo de fundacion, i las dimensiones de la base de los machones se aumentaron de tal manera que la presion no pasase de una tonelada por (pié cuadrado de superficie)  $0^m.0929$  metros cuadrados i tan pronto como la escavacion se limpiaba de toda tierra, se ponian los moldes del concreto.

Los moldes consistian en tablonés de (2 pulgadas)  $0^m.051$ , machihembrados reunidos por piezas de madera de ( $2'' \times 10''$ )  $0^m.051 \times 0^m.254$  fijados de ( $3'$ )  $0m.914$  de centro a centro i en cada ángulo.

Para evitar que el concreto se escurriese fuera de los moldes, en los ángulos, estos tablonés se cruzaban herméticamente i otras piezas de madera inclinadas las sujetaban contra las paredes de tierra de las escavaciones. En los estribos el molde se subia a medida que avanzaba el trabajo del concreto: así el molde de uno de los estribos se estableció en 7 secciones, unidas unas con otras por barras de fierro de ( $3/4''$ )  $0m.019$  de espesor atravesando el concreto i dejándolas perdidas en el estribo. Se emplearon pocos tablonés por cuanto las secciones de abajo podian ser sacadas i usadas despues mas arriba. El interior de los moldes estaba pintado con una capa de aceite negro, crudo, de manera que no hubiese ninguna adherencia entre los tablonés i el concreto.

Cuando se trataba de construir un machon en suelo que no fuese de roca, se ejecutaba en dos partes: la parte superior con el mismo chaffan que las otras i a la parte inferior se le daba un chaffan suficiente para dar a la fundacion la superficie necesaria para repartir convenientemente la carga.

El concreto, se hacia en las proporciones siguientes:

Una parte de cemento.

Tres partes de arena.

Cinco partes de piedras quebradas.

El cemento era de la marca «Atlas» i la arena la mejor que se encontró en la localidad. La piedra chancada, a bajo precio, se sacó de los cortes del ferrocarril donde se encontró una cal- cárea dura que se chancó ahí mismo.

Para fabricar el *concreto*, se principiaba por hacer el *mortero*: dos barriles de arena se estendian uniformemente en la cancha del mortero, i se les repartia por encima un barril de cemento. Se hacia la mezcla i se le agregaban (12 galone) de 54 litros de agua; pero esta cantidad era variable segun el tiempo que tenia de fabricacion el cemento i segun la temperatura; la piedra se medía en carretillas de capacidad igual a un barril.

La piedra se repartia i nivelaba en la cancha sobre una altura de (6 pulguadas) o.<sup>m</sup>152; se roceaba i despues se le hechaba encima el mortero preparado de antemano i se hacia la mezcla revolviendolas con palos.

Cuando el concreto era removido i dado vuelta dos veces en la cancha se le consideraba suficientemente preparado para ser trasportado en angarillas i llevado a los moldes; este transporte aumentaba el batido de la mezcla, puesto que por la maniobra los materiales de la mezcla se invertian aun dos veces mas. Las capas de concreto se colocaban en los moldes de (8" a 10") o.<sup>m</sup>203 a o.<sup>m</sup>254 de espesor i se pasaba la lámina de la pala entre el molde i el concreto, i se ponía una pequeña capa de cemento que dada a la construccion, una vez terminada, la apariencia de piedra. El pulido de los paramentos ha sido motivo de crítica por cuanto se ha dicho que el concreto empleado era muy rico i no necesitaba esta proteccion.

Se pilonaban las capas de concreto con pilones de (30 a 40 libras) 14 a 18 kilogramos, evitando un exceso de pilonaje, por cuanto se separaba el mortero de la piedra, provocando la acumulacion de éste en la superficie, i evitando tener exceso de agua que es enteramente perjudicial para el concreto, porque provoca en la superficie de él una capa de cemento que impide la liga con la capa siguiente, si no se tiene la precaucion de picar la superficie del concreto ántes de poner una nueva capa.

Las superficies superiores de los estribos i machones, se cubrian con una capa de mortero de ( $\frac{1}{2}$ " ) 0.<sup>m</sup>0125 de espesor fabricado con una parte de cemento i dos de arena.

Dos dias despues de terminadas las albañilerías, se retiraban los moldes i los machones tenian la apariencia de un solo block de piedra. El concreto se protejia de los rayos solares durante su endurecimiento i se le rociaba dos veces por dia hasta una semana despues de quitado los moldes.

Como cada estribo contenia 321 metros cúbicos de concreto, i en un maciso tan considerable el pilonaje del concreto debia interrumpirse en varias ocasiones, se creyó preferible ejecutar la masa por secciones dispuesta de tal manera que cada uno de ellas reposase sobre la anterior, por una gran superficie. Todos los dias, ántes de comenzar el trabajo, la superficie del concreto del dia anterior se trabajaba con el pico, i se lavaba bien, se humedecia, se colocaba en ella una capa de mortero i en seguida se colocaba la otra capa de concreto sobre este lecho de mortero.

Cuando se quitaron los moldes, se vió perfectamente que se habian formado juntas oblicuas i verticales, indicando netamente el trabajo de cada dia; estas juntas fueron examinadas de cerca i se echó concreto en ellas. Despues de endurecido se reconoció cortando algunas de estas secciones, que las juntas eran tan sólidas como el resto de la masa.

Se reconoció que el concreto era impermeable terminado su endurecimiento.

La obra de mano se ejecutaba con un equipo ocupado en la mezcla i filaneadura, que hacia 40 metros cúbicos diarios, mas o ménos, por día de 11 horas de trabajo cuando no habia ningun entorpecimiento en el acarreo de materiales. El equipo se componia de:

Llenadura de los barriles con arena i transporte de agua.....	1	hombre
Llenadura de las carretillas con piedra chancada..	2	Id.
Mezcla de arena i cemento.....	4	Id.
Mezcla de piedra i mortero.....	4	Id.
Batido del concreto.....	2	Id.
Nivelacion del concreto en los moldes.....	1	Id.
Pilonaje del concreto en los moldes.....	1	Id.
Vijilancia contra maestro.....	1	Id.

---

16 hombres

Un metro cúbico de concreto bien batido i colocado, i confeccionado en las proporciones en volúmen de una parte de cemento, dos de arena, i cinco de piedra chancada (la piedra chancada teniendo (2") 0.<sup>m</sup>051 en su mayor dimencion constaba de: 1 barril  $\frac{1}{4}$  de cemento, (10 piés cúbicos) 0.<sup>m</sup>283 metros cúbicos de arena; i (26.5 piés cúbicos) 0.750 metros cúbicos de piedra chancada. El concreto se ejecutó por contrato a razon de 7 chelines el metro cúbico.

D. V. SANTA MARIA

---