

rrer una línea férrea pende pura i exclusivamente de la fuerza de la máquina, i de la perfeccion de su trazado i colocacion de sus rieles, i esta perfeccion del trazado en las curvas estrechas no puede obtenerse sino por la adopcion de la parabólica, única curva que permite establecer el desnivel relativo de los rieles en perfecta compensacion de las fuerzas centrífuga i centripeta. *Segunda:* la cuestion del aforo es secundaria, i no debe tomarse en consideracion, sino en cuanto a tener esta o aquella capacidad en los carros de carga, segun el comercio a que haya de ser destinado el ferrocarril en proyecto.

---

*Una palabra sobre nuestros puentes definitivos.—Comunicacion del ingeniero don Valentin Martinez.*

#### ADVERTENCIA.

No es mi propósito hacer la crítica del proyecto sobre puentes definitivos que por encargo del supremo gobierno hizo el ingeniero señor A. Lèvêque; pero sí diré que la comision de ingenieros, señores Lyon, Poisson, Hilman i Lastarria, al condenar ese proyecto como sistema, declaró que los precios de las diferentes unidades de trabajo eran demasiado bajos; de suerte que si un puente, segun el proyecto, deberia costar 250,000 pesos, por ejemplo, en la ejecucion podria costar 300,000.

Llamo la atencion sobre esta circunstancia, por cuanto tengo por objeto mostrar la economía que mi proyecto realiza sobre el proyecto del señor Lèvêque.

#### PROYECTO.

Se sabe que la parte mas difícil en la formacion de un proyecto de puente es la determinacion de su desembocadura i la naturaleza de las fundaciones, todo lo cual exige un conocimiento completo de la fuerza i direccion de las corrientes, la resistencia del lecho i la magnitud de las creces.

Con el propósito de adquirir esos conocimientos hice un viaje de estudio a los rios del sur de la República. Mis esperimentos han sido completos en el Bio-Bio i concluyentes en el Maule i demas rios del sur aquende el Bio-Bio.

Un hecho mui notable i que está en conocimiento de todos, es que nuestros rios no tienen un réjimen fijo. El estado de equilibrio

entre la accion de las corrientes i la resistencia del lecho cambia de un dia a otro, notándose a veces con una crece pequeña que el brazo principal de un rio abandona su lecho para tomar otro mui distinto, cegándose completamente el primero. El resultado de estas divagaciones de la corriente principal es atacar incesantemente, ya una ribera ya la otra, produciendo muchas veces graves perjuicios en las propiedades riberanas a la vez que un ensanchamiento de la caja del rio. Este ensanchamiento, que es una nueva causa de divagacion de la corriente, amenaza mas i mas los arranques o terraplenes de acceso de los puentes en que no se ha consultado medida alguna para procurar al rio un réjimen estable.

Considero sumamente grave esta circunstancia, cualquiera que sea el largo que se le de al puente, i apropósito de esto quiero recordar lo sucedido en el puente del Maipo. Se dió a ese puente todo el largo que pudo dársele i una altura mas que suficiente para las mas grandes creces, i sin embargo una de las corrientes principales ha atacado el estribo sur i ha cortado el tráfico, creo que en mas de una ocasion. Esto no habria sucedido si el sistema de puente adoptado obligase a la corriente principal a tomar el centro de la caja.

El sistema que propongo consulta, a la vez que una grande economía, las ventajas de una duracion indefinida, i de dar al rio en las cercanias del puente un réjimen estable.

ESPOSICION DEL SISTEMA.—Consiste mi sistema en constituir nuestros puentes de un gran tramo central de 80 metros en combinacion con tramos de 11,50 metros que continúan el primero hasta las riberas.

El tramo central es en las grandes creces como en las pequeñas el cauce obligado de la mayor corriente; se formará, pues, un canal que subsistirá siempre obligando al rio a tomar un réjimen estable.

En los pequeños tramos en que no hai socavamiento posible mas allá de cierto límite i en que las aguas tienen ménos libertad para moverse, habrá una velocidad relativamente pequeña, por cuyo motivo las fundaciones tienen una profundidad creciente desde 3 metros en la ribera hasta 9 metros en los machones del tramo central.

Complementa esta disposicion una muralla radier al lado abajo del puente i que une las riberas a los machones del tramo central. Esta muralla, cuya cresta está perdida de 2 metros bajo el lecho, tiene una profundidad creciente de las riberas hácia el centro.

*Ella impide que el socavamiento en los tramos pequeños pase de 2 metros i obliga al rio a canalizarse en el centro.*

Bajo el punto de vista económico tiene este sistema la ventaja de poder fundar fuera del agua únicamente con el auxilio de la bomba centrífuga, pues el tramo central que propongo de 80 metros para los rios Maule, Ñuble i Bio-Bio salva la corriente en la baja de las aguas a inmediaciones del trazado de la línea. Soi de ello testigo presencial.

Las fundaciones que conviene emplear son, pues, por escavacion en zanja.

Los demas rios necesitan un tramo central mucho menor, exepto el Laja, para el cual propongo tramos de 8 metros con machones metálicos clavados a martinete; i la razon que tengo para pensar así es que en las grandes creces el Bio-Bio trunca el Laja en el lugar del puente que es tambien el de su desembocadura, produciendo en el Laja un verdadero remanso, i por consiguiente, el puente no será jamas obstáculo a la corriente como no lo fué en la gran crece del 77 a pesar de que los tramos son solo de 6 metros con cepas de madera.

Lo que puede suceder en el Laja es que su fondo, que es de pura arena hasta una gran profundidad, se socave en la decrece de las aguas; pero el pilote metálico, penetrando perfectamente en la arena, podrá llegar con suma facilidad hasta el suelo firme i arraigarse en él.

Los apoyos son (exepto en el Laja) de albañilería, con cabezos o puntas de diamante de piedra granítica canteada.

La superestructura la constituyen dos vigas parabólicas (faja inferior recta, faja superior curva) de enrejado para los tramos centrales i una arquería de ladrillo para los tramos pequeños.

La superestructura del Laja la constituyen dos vigas continuas metálicas de alma llena.

#### PRESUPUESTO.

Me resta solo dar el costo de estas obras i compararlo con el que arroja el proyecto del señor Lévêque para apreciar la economía que realiza mi proyecto.

Podria dar un presupuesto detallado que consultase nuestro material de ferrocarril, el cual es mas liviano que el material de las grandes líneas europeas; pero prefiero dar la cubicacion de las obras de arte por la de obras idénticas citadas por los distinguidos injenieros Mrs. Regnauld i Godard.

En cuanto a los precios de las unidades de trabajo i materiales chilenos, los tomo tambien en una obra idéntica, la construccion del ferrocarril de Santiago a Curicó. Estos precios los ha conservado en todos sus detalles el distinguido ingeniero señor J. M. Barañao.

Para simplificar la marcha que me conduce a la comparacion que tengo en vista, no tomaré en cuenta el tramo central, porque, si bien es cierto que la superestructura de ese tramo es un tanto mas cara por metro corrido que la de los tramos del proyecto del señor Lévêque, por razon del mayor largo, tambien lo es que la economía sobre la fundacion por el aire comprimido de 4 tubos compensa sobradamente aquel exeso.

Paso a ocuparme de los viaductos de albañilería que unen el tramo central a las riberas.

Suponiendo que los rieles se encuentren a 15 metros sobre el plano medio de las fundaciones, isiendo de 10 metros los claros i de 4 el ancho del puente (1. <sup>m</sup> 83 para la via i 2 veredas para los camineros), tendremos entre dos ejes, segun cubicacion dada por Godard sobre el plano de los arranques de las bóvedas, 102 metros cúbicos .....	102
Un machon de 8,5 metros de alto por 1,5 grueso i 5 de largo, nos da.....	63
11,5 metros muralla radier, nos dan.....	57 50
Suma.....	222 50

De éstos, 72 metros cúbicos son de albañilería de sujecion en bóveda (ladrillo de greda bien cocida con cimient Portland), a \$ 9.25 metro cúbico (1).....	\$ 666 00
7 metros cúbicos albañilería ordinaria en los muros de frente, a \$ 6.36 id. id.....	44 52
23 metros cúbicos hormigon débil para relleno encima de los arcos, a \$ 2.51 id. id.....	57 73
6 metros cúbicos piedra granítica canteada, a \$ 11 id. id.....	66
87.50 metros cúbicos albañilería ladrillo cimient Portland, a \$ 7 id. id.....	612 50
26.50 metros cúbicos albañilería ordinaria (calgrasa), a \$ 6.36 id. id.....	168 54
60 metros cuadrados capa hidráulica, a \$ 0.80 metro cuadrado.....	48
Mas 23 metros lineales barandilla de claros, a \$ 8 metro cúbico.....	24
Suma.....	\$ 1,687 29

(1) Estos precios consultan un 10 por ciento de ganancia para el contratista i un 5 por ciento de herramientas e imprevistos.

ESCAVACIONES.

• En 18.5 metros lineales de zanja tenemos 462 metros cúbicos (25 por m.)

El valor del metro cúbico ha sido, según el ingeniero Barañao, de \$ 0.288 en escavacion en seco, a lo que debemos agregar el recargo por bombas i locomóviles.

*Bombas i locomóviles.*—Supondré el trabajo establecido en 150 metros de zanja i que las filtraciones alcancen a 10 regadores o 150 litros próximamente por segundo. En tal suposicion se necesita una bomba que arroje 9,000 litros por minuto.

El precio de esta bomba en la fábrica de Mr. Malo i

Bellville, es de 1,800 francos.....	\$ 360
Los tubos cuestan 250 francos .....	50
El cambio.....	100
Comision i transporte.....	60
	<hr/>
Suma.....	\$ 570
Otra bomba de repuesto .....	570
	<hr/>
Total .....	\$ 1,140

Estas bombas en servicio activo pueden durar diez años, pero supongo que solo duren tres. Tenemos, pues, que al fin de tres años las bombas cuestan 1,140 pesos, mas los intereses de esta suma por diez años.....

Suma..... \$ 2,280

En cuanto al locomóvil observaré, en primer lugar, que siendo 150 litros por segundo la cantidad de agua elevada a un máximum de 7.50 metros, el locomóvil debe ser capaz de 15 caballos vapor.

El locomóvil de esta fuerza cuesta en Francia, en la fábrica de Hermann La-Chapelle, 11,700 francos, empaquetada, o sea.....

empaquetada, o sea.....	\$ 2,340
Cambio.....	585
Comision i transporte.....	345
	<hr/>
Suma.....	\$ 3,270
Otro de repuesto.....	3,270
	<hr/>
Suma.....	\$ 6,540

Estos locomóviles en servicio activo pueden durar diez años, pero yo supondré que solo duren tres años. Su valor al fin de tres años es, pues, de 6,540 pesos mas los intereses de esta suma por diez años, o sea \$ 6,540

Dos mecánicos i dos fogoneros en 900 dias..... 5,400

El locomóvil gasta 3 kil. de hulla por hora i por caballo, o sea 972 toneladas de carbon en 21,600 horas, las cuales cuestan a razon de 15 pesos tonelada 14,580

---

Suma..... 33,060

Valor de las bombas ..... 2,280

Valor de los locomóviles..... 33,060

---

Total jeneral..... \$ 35,340

Por otra parte, en tres años de 300 dias de trabajo al año tenemos 900 dias o 1,800 jornadas de peon.

En cada 2 metros de zanja trabajan tres hombres (un palero i un barretero abajo i un palero arriba) los cuales hacen juntos 6 metros cúbicos por jornada, o sea 450 metros cúbicos en 150 metros de zanja. Como son 1,800 las jornadas, se tendrá

$$1,800 \times 450 = 750,000 \text{ metros cúbicos;}$$

por consiguiente el recargo del valor del metro cúbico en zanja por razon de los locomóviles i de las bombas es

$$\frac{35340}{750000} = 0.0471 \text{ pesos.}$$

Mas un 10 % de direccion, o sea \$ 0.052 por recargo del metro cúbico puesto a seco.

El precio del metro cúbico de escavacion es, pues, de.. \$ 0 34

Mas un 20 % de imprevistos, o sea..... 0 06

Suma..... \$ 0 40

18.5 metros de zanja costarán  $0.40 \times 18.5 \times 25 = \$ 184.80$ .

Resulta que 11.5 metros de puente cuestan:

Escavacion..... \$ 184 80

Albañilería..... 1,687 29

Suma..... 1,872 09

i por metro corrido  $\frac{1872.09}{11.50} = 162$ .

Segun el presupuesto del señor Lèvêque, el metro lineal de puente cuesta 698 pesos, i segun mi proyecto solo cuesta 162 pesos; resulta, pues, una economía de 536 pesos, es decir, una economía de 77 %.

En el puente del Laja i demas rios la economía es aun mayor; en el Laja, porque solo se necesitan tramos de 8 metros, i en los demas rios porque el tramo central es menor que 80 metros, i la altura media de la obra, menor que 15 metros.

Para tener una idea de la economía total, baste decir que pasan de siete los puentes que hai que construir, los cuales componen mas de 3.5 kilómetros.

Suponiendo que solo sean 3.5 i deduciendo  $\frac{1}{2}$  kilómetro correspondiente a 7 tramos centrales, nos quedan 3 kilómetros de viaducto. A estos 3 kilómetros corresponde una economía de un millon seiscientos ocho mil pesos. Esto es sin tomar en cuenta:

1.º El bajo precio de las unidades de trabajo en el proyecto del señor Lèvêque (segun informe de la comision encargada de examinarlo);

2.º La rapidez de la ejecucion;

3.º La superioridad incontestable del puente de material sólido que tiene una duracion indefinida i que no necesita conservacion.

4.º La proteccion a la industria del país.

Santiago, marzo 18 de 1879.

*CIENCIAS NATURALES. Viaje al cerro de la Campana.—  
Comunicacion de los señores Luis L. Zegers i José Alberto Bravo,  
a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas.*

La ascension al cerro de la Campana es un hermoso viaje de primavera u otoño. Saliendo de San Francisco de Limache en direccion a Olmué, se deja a la izquierda del camino una estensa loma que va rápidamente ascendiendo hasta formar uno de los contrafuertes del cerro de la Campana.

El pequeño pueblo de Olmué, situado en las onduladas vertientes de esos cerros, forma con sus huertos, viñedos i hortalizas un pintoresco paisaje, cuyo fondo lo cierran varias quebradas en las que va en rápido ascenso a estrecharse i perderse el hermoso valle de Limache.

El camino se interna por el fondo de la quebrada del Granizo, i se convierte luego en una estrecha senda, por la cual bajan las tropas de mulas que acarrear los minerales de las principales minas de aquel cerro. Las cabalgaduras suben penosamente el estrecho i áspero sendero que serpentea por la escarpa del cerro, bajo la som-