

SECCIÓN TÉCNICA

Puente transbordador "Nicolás Avellaneda" sobre el Riachuelo

Durante el año en curso ha sido librado al servicio público el puente transbordador «Nicolás Avellaneda» que el Ferrocarril del Sud ha construido sobre el Riachuelo en prolongación de la calle Almirante Brown. Sus dimensiones y en especial la altura lo hacen destacar notablemente de la variada e interesante perspectiva que presenta el río en la proximidad de su desembocadura.

El nuevo puente, conjuntamente con otros dos transbordadores de la concesión C. Paquet y Cía. contribuirá con eficacia a aumentar las operaciones portuarias en la ribera Sud del Riachuelo, de la que no había sido posible obtener todo el rendimiento que es susceptible de dar, por carecer de medios directos de comunicación con la Capital. Servirá principalmente además, al tráfico carretero del Dock Sud, que también se hallaba privado de acceso directo con la ciudad, con lo que se facilitará la explotación de los muelles e instalaciones que posee la Compañía concesionaria, cuyos intereses están intimamente ligados a los del Ferrocarril del Sud.

Antecedentes

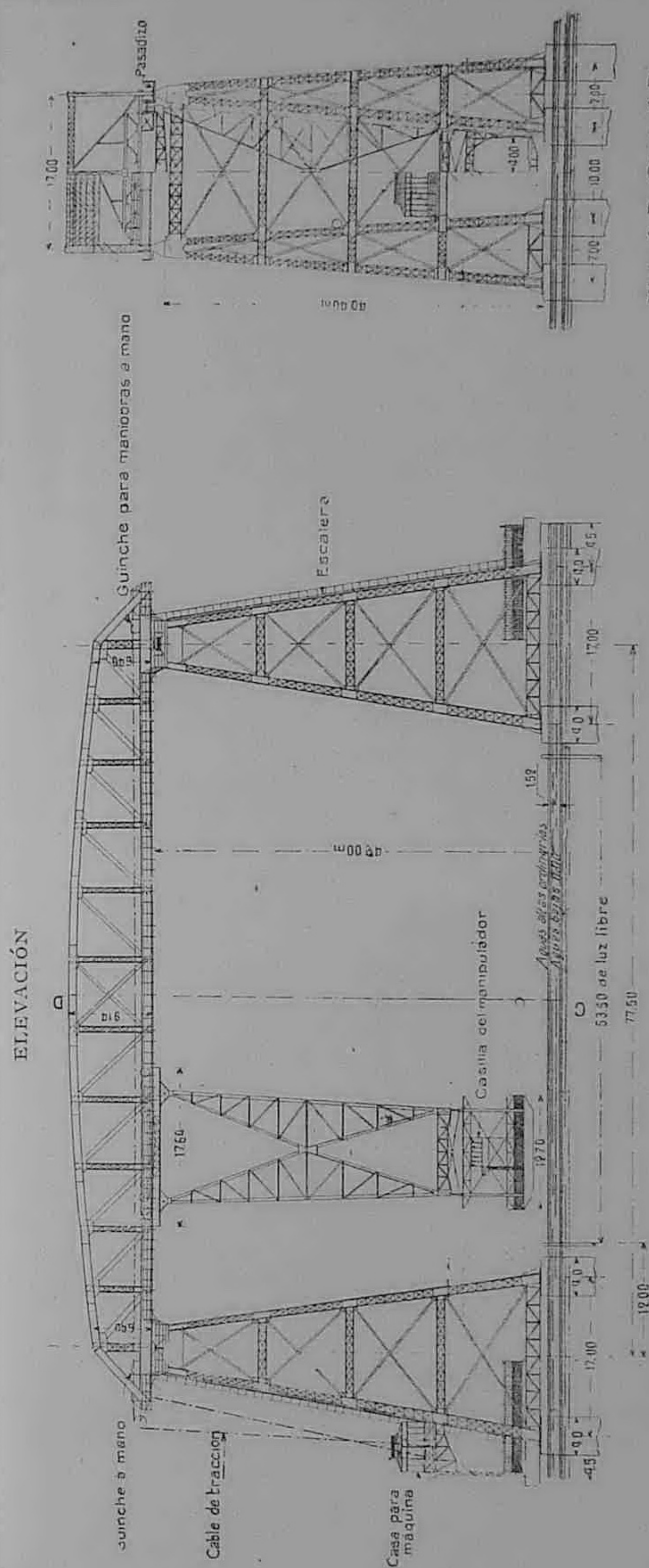
La Ley N° 4821 que autorizaba al mencionado Ferrocarril a construir una nueva estación terminal de cargas, en los terrenos de la estación «Casa Amarilla», establecía en uno de sus artículos, que la Empresa debía construir un puente carretero a báscula, que sería entregado al Gobierno Nacional y formaría parte integrante del puerto de la Capital.

El Ferrocarril del Sud sometió a la aprobación un anteproyecto de puente, de tres tramos; los laterales fijos y el central a báscula rodante sistema «Scherzer», que dejaría un pasaje libre de 20 m. a la navegación.

La Dirección General de Obras Hidráulicas, consideró inaceptable el puente propuesto, porque hubiese sido altamente perjudicial a la navegación y aconsejó la construcción de un transbordador, que eliminaría los inconvenientes apuntados.

El puente es de estructura metálica y en sus delineamientos generales (fig. 1) está constituido de las siguientes partes: un puente superior de 77,50 m. de luz, que deja a la navegación una altura libre de 43,52 m. sobre el cero del Riachuelo; dos grandes pilas, ancladas cada una en ocho cilindros de fundación que penetran en el terreno hasta la cota — 24 m.

PUENTE TRANSBORDADOR «NICOLAS AVELLANEDA»



Vista A B—Corte C D

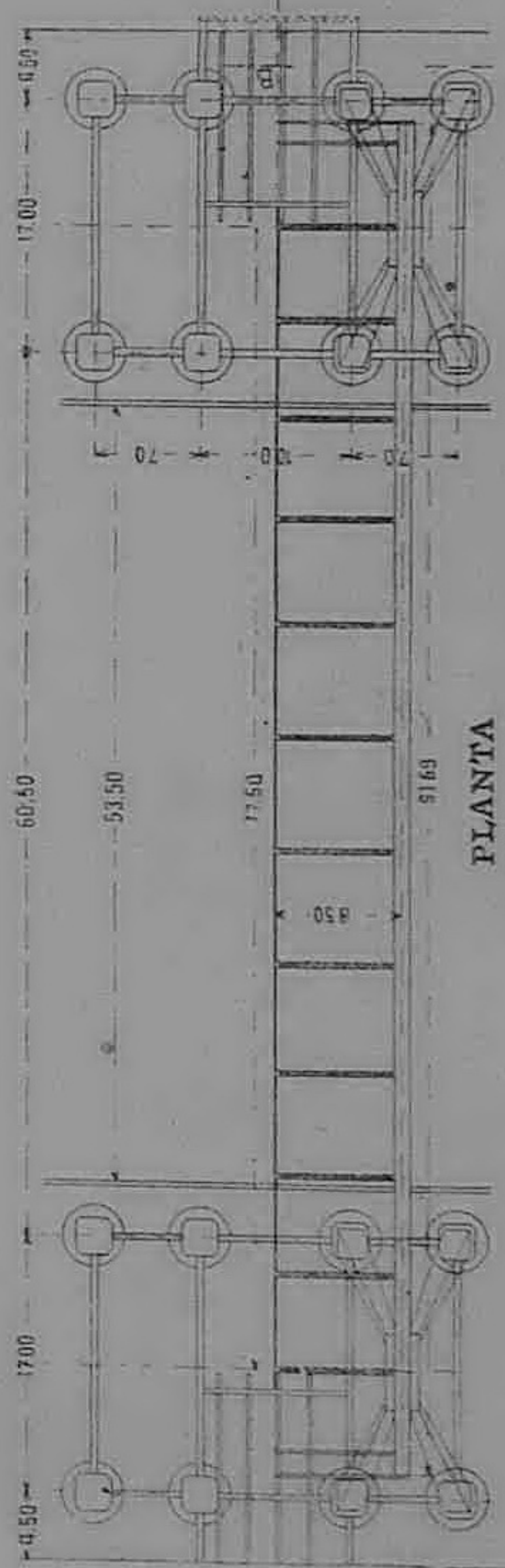


Fig. 1

a la que corresponde una capa de arena; una plataforma o transbordador suspendido de los rieles fijados al tablero del puente superior, y que se desliza de una a otra orilla, al nivel de los muelles.

Fundaciones.

El terreno en el lugar donde se ha levantado el puente, está constituido por capas de distinta naturaleza que se suceden en el siguiente orden:

- Del lecho del río hasta la cota — 5,80 m., barro
- De — 5,80 m. a — 6,80 m., tosca.
- « — 6,80 m. a — 15 m., arena amarilla muy fina, mezclada con barro.
- « — 15 m. a — 18 m., mezcla compuesta de arena fina con arcilla.
- « — 18 m. a — 21,80 m., arena fina con barro.
- « — 21,80 m. a — 37,80 m., arena fina amarilla y limpia.
- « — 37,80 m. a — 46 m., arena amarilla gruesa.

Las cotas están referidas al cero del Riachuelo.

Las fundaciones del puente se hallan constituidas para cada pila del mismo, por 8 grandes pilares cilíndricos de 4 m. de diámetro, dispuestos en la forma indicada en la figura 1. Cada grupo de 4 pilares, transmite las cargas de una de las dos torres que forman la pila.

Los pilares son en su parte exterior de mampostería de ladrillo de 0,90 m. de espesor ejecutada con mortero de uno de cemento portland por tres de arena. Su parte interior está rellena con hormigón de proporciones variables. Sus extremos inferiores han sido bajados hasta la cota 24 m. bajo cero, a la que corresponde en el terreno una capa de arena amarilla fina y limpia.

La carga máxima que puede transmitir un pilar es de 978 tn., correspondiendo 586 tn. al peso propio del mismo y 392 tn. a la que recibe de la pila del puente.

La estabilidad de los pilares ha sido calculada por la fórmula que para fundaciones de este tipo da el Ing. Vierendeel. El coeficiente de seguridad resultante es aproximadamente 5.

Ejecución de las fundaciones

Previamente a la construcción de los pilares se procedió a la de las defensas definitivas de los mismos, que además de protegerlos desde el comienzo de los trabajos fué posible utilizarlas como andamio. Estas defensas están constituidas: por una serie de pilotes de madera, empalmados, siendo la parte inferior de pino de tea y la superior de madera dura y por numerosas longrinas horizontales y piezas diagonales, todas ellas de madera dura, por hallarse alternativamente sometidas a la acción de la humedad y sequedad.

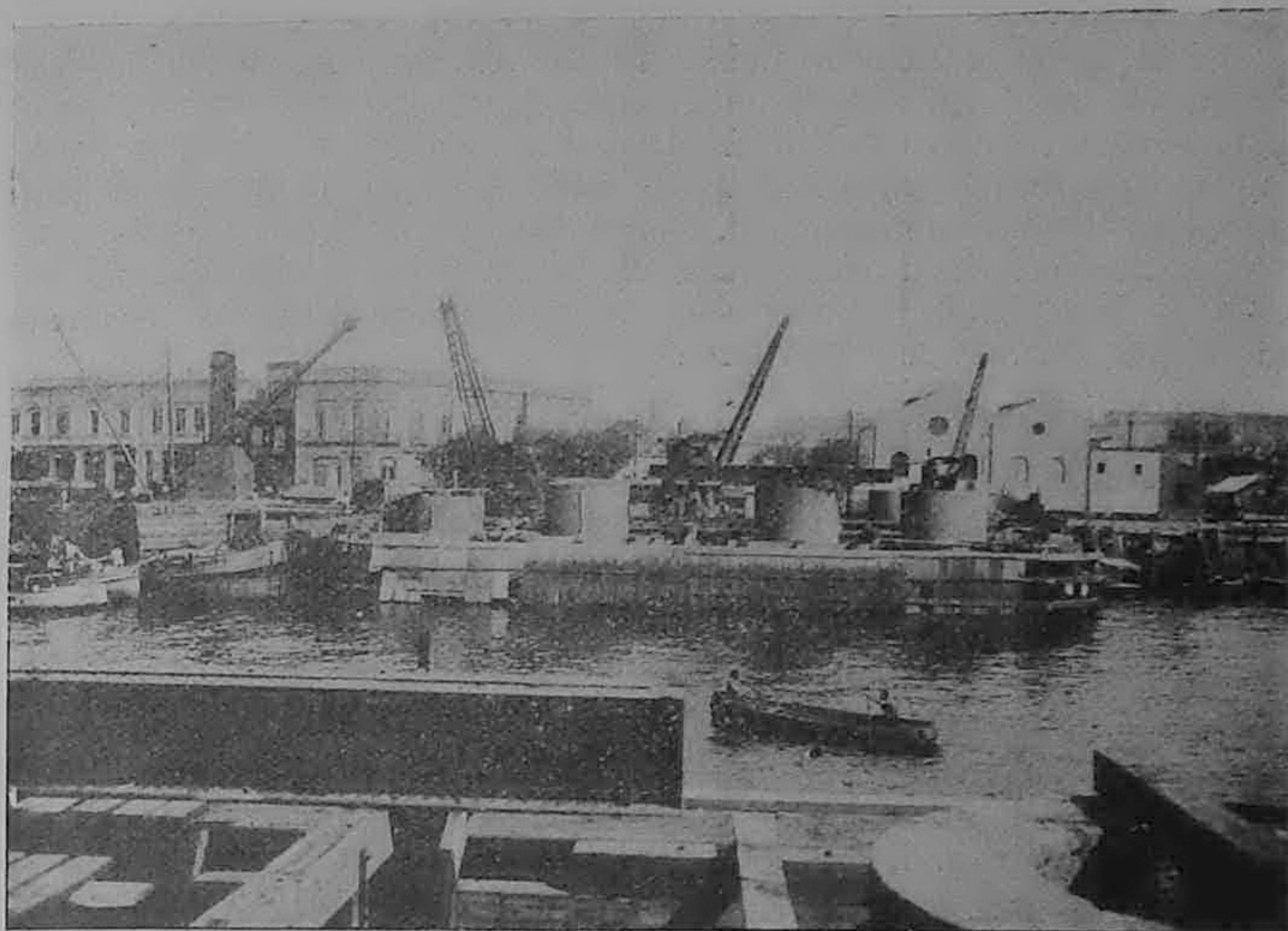


Fig. 2. — Construcción de los cilindros

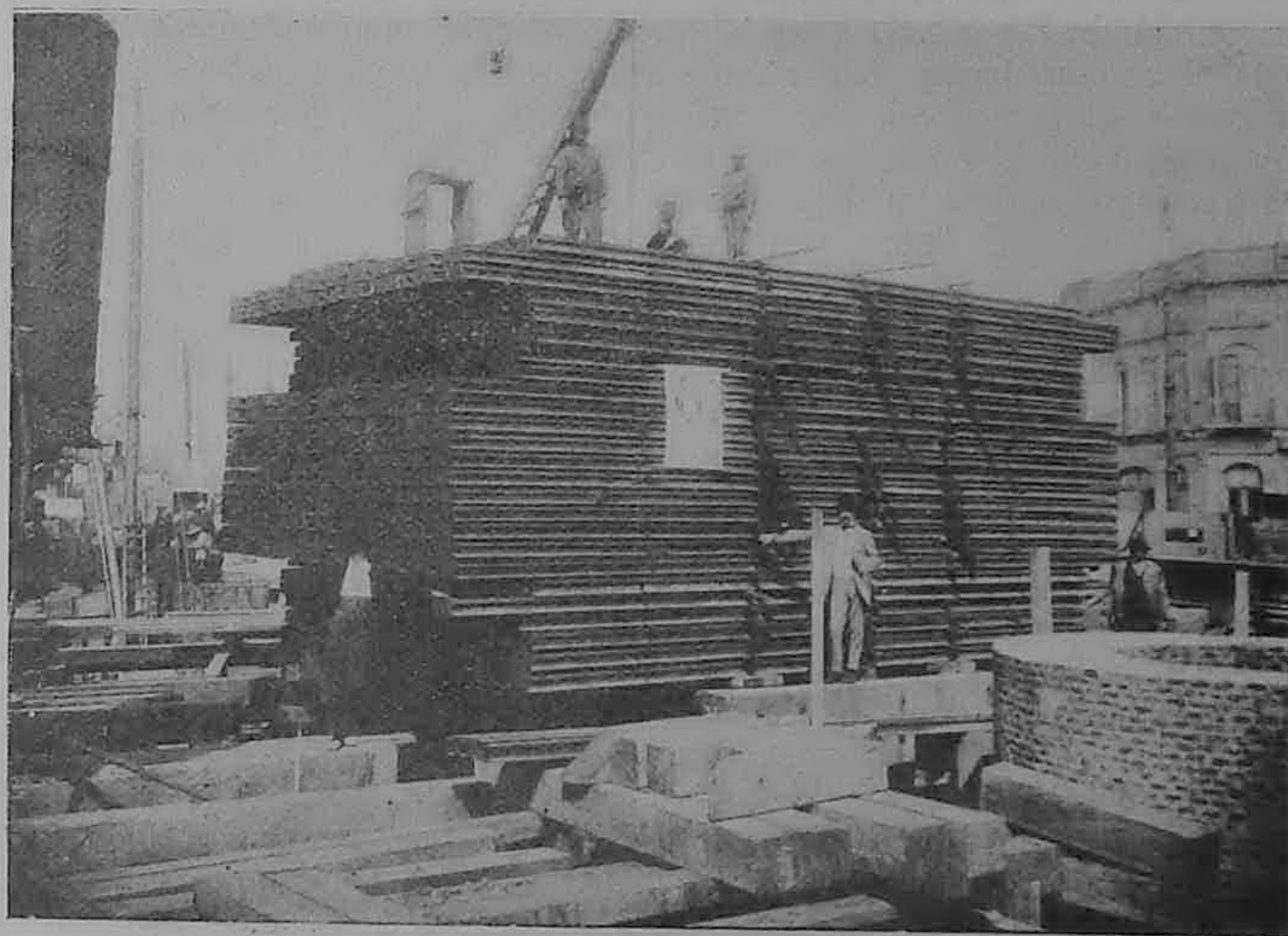


Fig. 3. — Prueba de un cilindro

Luego, del andamio de trabajo fué convenientemente suspendido por intermedio de 6 gatos de tornillo y 12 planchuelas de hierro y para cada pilar, un anillo cortante de hierro que viene a ser su azuche. Sobre éste se ejecutaba la mampostería de ladrillo de 0,90 m. de espesor, dispuesta en su sección transversal, según una corona circular.

A medida que la construcción de la mampostería avanzaba, por intermedio de los gatos y de las planchuelas se la hacía descender, quedando suspendida del andamio provisorio.

Una vez que el cilindro penetraba unos metros en el terreno no se le suspendía más; se guiaba únicamente su descenso por medio de pilotes que previamente se hincaban alrededor del sitio que ocuparía.

Después de haber penetrado el azuche en el lecho del río, se encontraba a la cota de — 5,80 m., con la capa de tosca de 1,00 m. de espesor que ofrecía un serio obstáculo al descenso. A fin de obviar este inconveniente fué necesario desagregar por percusión dicha capa, valiéndose a tal efecto de un trépano de 1.500 kg. de peso, formado por un hierro doble T P N 40 con su extremidad cortada a bisel y dos rieles remachados a su alma. Este trépano era levantado con la ayuda de un guinche a vapor y luego se le dejaba caer en el interior del cilindro, guiándolo en su descenso. Después de una serie de golpes era posible extraer a tosca.

1 Pasada esta capa, la resistencia de frotamiento del flujo del terreno y la de su penetración así como la resistencia de frotamiento de la pared del cilindro, eran vencidas por el peso propio de la mampostería, por lo que el cilindro bajaba solo, a medida que se iba ejecutando. Más adelante y cuando el peso propio no vencía estas resistencias, por intermedio de guinches dotados de Prietsmann se excavaba el terreno al pie del azuche, lo que anulaba las dos primeras resistencias, obteniéndose así el avance del cilindro. La figura 2 muestra los cilindros de la Ribera Norte durante este período.

Más adelante, cuando la resistencia de frotamiento era mayor al peso propio del cilindro hasta entonces ejecutado, es decir, cuando ya no bastaba la excavación al pie del azuche, se obtenía el hundimiento cargando el cilindro con rieles. Esta parte de la operación resultaba necesariamente larga, dado que después de excavado el terreno, debía cargarse el cilindro, a veces con algunos centenares de toneladas; después de producido el descenso debía procederse a retirar el peso, para volver a ejecutar un nuevo trozo de mampostería.

Desde la cota — 15 m. a — 18 m. se extiende la capa de arena mezclada con arcilla, bastante compacta. Los cilindros al llegar a ella, a pesar de las excavaciones que se llevaron para algunos de ellos a más de 2,50 m. debajo del azuche y de las fuertes cargas a que estaban sometidos, no bajaban. No habiendo sido posible romper la capa con picos o barretas por las dificultades de mantener por mucho tiempo en seco el cilindro, dada la abundante infiltración de agua y al mismo tiempo por las malas condiciones en que trabajarían los operarios, la empresa propuso

y fué autorizada a hacer uso de la dinamita. Esta última fué colocada en 5 o 6 cartuchos de 60 gramos, en la parte excavada debajo del azuche, y se la hacía explotar eléctricamente. La explosión agrietaba el terreno y el cilindro podía bajar.

Ningún inconveniente resultó del empleo de la dinamita; no fué nunca



Fig. 4. — Montaje de una pila

notada ninguna trepidación sensible del terreno circundante que pudiese perjudicar los edificios cercanos o alarmar a la población.

El Ferrocarril del Sud propuso asentar los 8 cilindros situados junto a la ribera Sud sobre esa capa que comienza a — 15 m. Pero después de probarse, por los mismos datos suministrados por el hundimiento de los cilindros de la ribera Norte, que el terreno además de no presentar una

resistencia uniforme, no soportaba un esfuerzo que diera un coeficiente de seguridad aceptable, fué desestimado el pedido de la Empresa.

Una vez pasada la capa en cuestión, los cilindros llegaron sin ningún otro inconveniente a la cota — 24 m. fijada en el proyecto.

A medida que los cilindros llegaban a su posición definitiva eran rellenados en su interior con hormigón. Cuando éste alcanzaba el suficiente fragüe, se probaban sometiénolos a cargas superiores a 600 ton. que representan una vez y media a dos veces las cargas que les puede transmitir el puente. Durante las pruebas no fué notado ningún movimiento.

La figura 3 muestra uno de ellos con su carga de prueba.

Estructura metálica

Sus detalles se hallan claramente indicados en la Lámina I, lo que hace innecesario mayores explicaciones al respecto. Las dos vigas principales del puente superior descansan sobre las pilas por apoyos fijos y simples apoyos. Las viguetas son reticuladas y descansan sobre la parte superior del cordón inferior de la viga. Las longrinas cuelgan de las viguetas y están constituidas esencialmente por dos perfiles compuestos suficientemente separados para dar lugar a los trenes de ruedas del carro superior. Los dos rieles de una longrina apoyan directamente sobre hierros doble T, los que a su vez apoyan sobre una serie de hierros iguales distanciados aproximadamente 1,16 m. Estos últimos, los que están del lado de la viga principal se hallan fijados a la parte inferior del cordón de la misma y a uno de los perfiles compuestos de la longrina; los otros están fijados al resto de la longrina y a dos hierros suspendidos de las viguetas (ver corte AA).

El carro, que se mueve sobre los rieles por intermedio de cuatro trenes (dos por longrina) de 4 pares de ruedas, está constituido por un armazón rígido cuyos detalles pueden verse en la lámina. Lleva además algunas ruedas de eje vertical, destinadas a guiar su movimiento y que se deslizan sobre rieles especiales.

Completan el puente superior numerosos arriostramientos que lo solidarizan en su conjunto, algunos pasadizos que permiten el acceso a las distintas partes del mismo y algunas poleas sobre las que se deslizan los cables de tracción.

Cada pila del puente está constituida por dos torres de sección cuadrangular, distanciadas lo necesario para dar lugar al acceso de la plataforma. Las dos torres se hallan unidas entre sí por numerosos arrastramientos.

El transbordador o plataforma cuelga de un armazón reticulado rígido que a su vez se halla articulado al carro superior. Sus dimensiones son: 8 m. de ancho y 12,70 de largo. Además de los peatones, carros, etc., podrá transbordar tranvías,

En su parte superior lleva una pequeña casilla en la que está el tablero de maniobras y desde donde es manejado.

A fin de atenuar los posibles choques del transbordador al llegar a

las orillas, éste golpea sobre paragolpes cuya disposición responde a levantar algunos centímetros un peso de importancia.

El carro superior golpea al mismo tiempo sobre un dispositivo basado también en el mismo principio.

Tiene además el puente los accesos, las casillas de máquinas, etc



Fig. 5. — Pila y construcción auxiliar para el montaje de las vigas

Cálculo de la estructura metálica

El puente superior, dadas las condiciones de sus apoyos, ha sido calculado por procedimientos estáticos.

Para las pilas, se ha supuesto que las cargas que soportan cada una de sus torres constitutivas, se repartan entre los dos entramados que forman sus caras transversales al eje del puente.

Además, se ha supuesto para el cálculo de éstos, como no existentes a una de las diagonales de sus mallas, por lo que con un simple Cremona ha sido posible hallar las tensiones debidas a las cargas que recibe del puente superior, al peso propio y a la acción del viento.

Para el sostén del transbordador se han hecho hipótesis análogas; las cargas son resistidas por sus dos entramados transversales al eje del puente. Primero se han calculado las tensiones debidas al peso propio y a la acción del viento sobre el mismo sostén y luego las tensiones que le transmiten el peso propio y sobrecarga de la plataforma transbordadora y la acción del viento sobre la misma.

Las tensiones debidas al peso propio del sostén han sido determinadas por un Cremona, para lo cual se ha supuesto como no existente la unión en el centro de las dos vigas componentes. Para el cálculo de las debidas a la acción del viento, se ha tenido en cuenta la reacción que transmite precisamente esa unión central de una de las vigas, consideradas en este caso como una chapa, al reticulado de la otra. Con un nuevo Cremona se han determinado así las respectivas tensiones. En cuanto a las cargas transmitidas por el transbordador, son resistidas únicamente por las barras del contorno y las dos grandes diagonales del sostén.

Para el cálculo se ha supuesto que soplando el viento en una determinada dirección y cuya fuerza resultante se encuentra aplicada en el vértice inferior del sostén situado a barlovento, sea contrarrestada por el reticulado formado por la diagonal y la barra del contorno concurrente al vértice, la barra del contorno horizontal superior y la mitad de la otra diagonal comprendida en el triángulo que forman las tres primeras; con una simple descomposición de fuerzas han sido obtenidas las tensiones respectivas.

Para las cargas verticales se ha procedido análogamente.

El puente ha sido, pues, calculado por exceso y además lleva numerosos arriostramientos que le dan a simple vista un aspecto de solidez a toda prueba.

Montaje

Llegados los cilindros a su posición definitiva y después de ser rellenados interiormente con hormigón, en el que fueron fuertemente ancladas las chapas que dan nacimiento a las pilas metálicas, se iniciaron los trabajos de montaje.

Primeramente fué levantada en cada ribera (fig. 4), una torre metálica provisoria, que en un principio y por intermedio de las cabrias situadas en su parte superior, sirvió para alzar y sostener las piezas constitutivas de las pilas del puente, y del armazón auxiliar, hasta tanto fuesen bulonadas en su correspondiente lugar. Luego fueron utilizadas para levantar las piezas del puente superior, así como los elementos de trabajo necesarios.

La fig. 5 muestra la pila de la ribera Norte próxima a su terminación, conjuntamente con el andamio metálico provisoria para el montaje del puente superior.

PUENTE TRANSBORDADOR «NICOLAS AVELLANEDA»



Fig. 6. — Montaje de las vigas

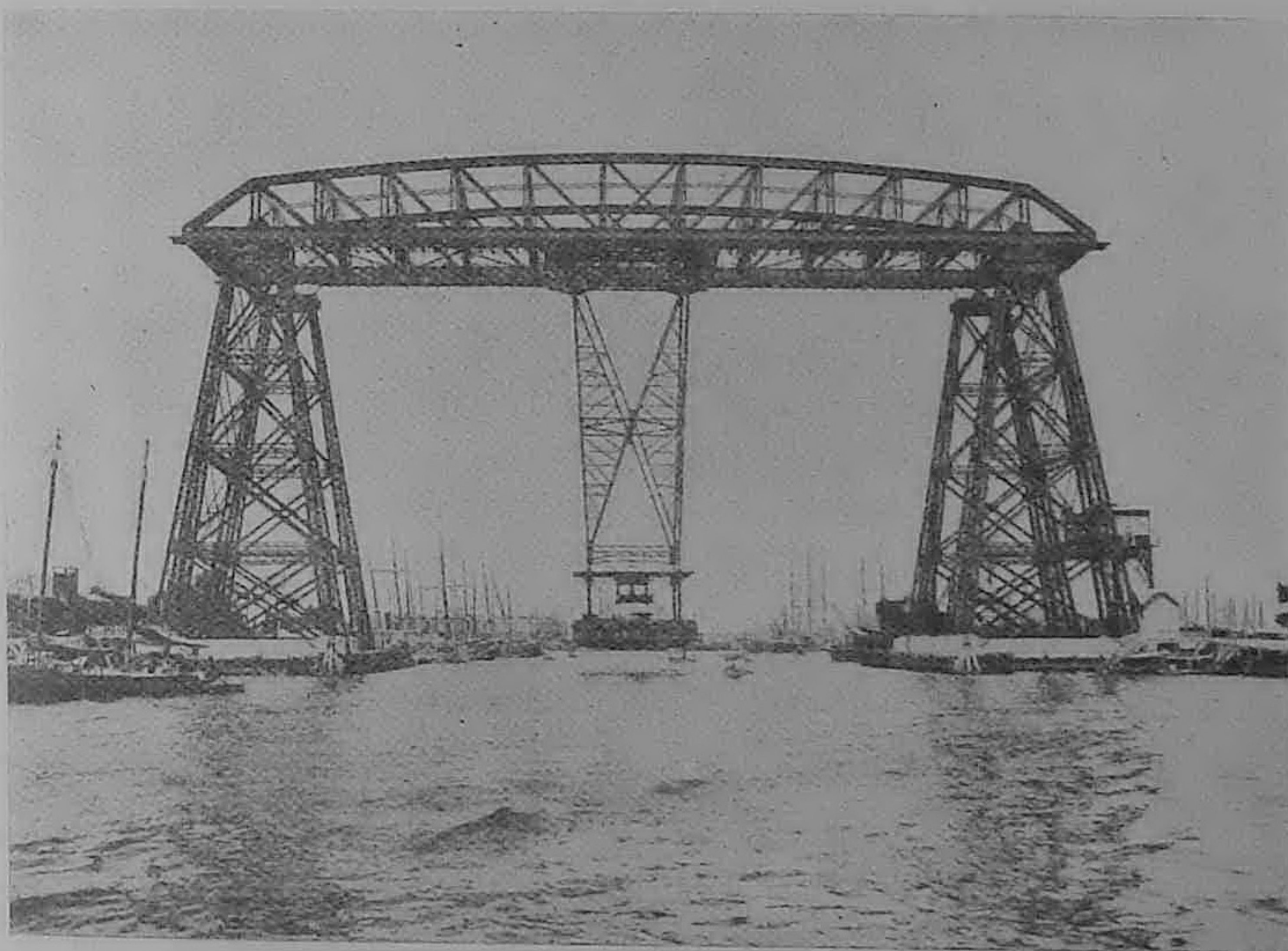


Fig. 7. — Puente terminado

El montaje de este último, se efectuó con el auxilio de una construcción provisoriamente bulonada a las pilas (fig. 6) que además de servir de apoyo, durante el montaje, a las mallas extremas de las vigas principales del puente superior, tenía por objeto reducir la luz libre de las mismas, permitiendo así el montaje en voladizos de sus partes centrales.

La unión de las dos secciones de las vigas fué comenzada por los cordones inferiores, completándose luego comodamente el resto.

Una vez terminado el puente superior fué retirado el andamio provisorio.

Fué armado luego el carro sobre el tablero del puente superior y desde arriba se continuó con el armazón de sostén del transbordador y éste mismo.

Por último fueron retiradas las torres de trabajo de ambas riberas.

La figura 7 muestra el puente completamente terminado y en funcionamiento.

Funcionamiento.

Del punto media de los lados extremos del carro que se mueve en el puente superior, parten dos cables de acero dispuestos de la siguiente manera: el de la izquierda (fig. 1) pasa por una de las poleas extremas que lleva el puente en su lado Norte, y bajando casi vertical, entra en la casilla de máquinas, donde se enrosca sobre un tambor; el cable de la derecha pasa primero por la polea existente del lado Sud, y luego recorriendo a lo largo de todo el puente, pasa por la segunda polea de la ribera Norte y bajando también casi verticalmente, se enrosca luego sobre una segunda sección del mismo tambor, pero en sentido contrario. Dispuestas así las cosas, se tiene, que girando el tambor en un sentido cualquiera, uno de los cables se enrolla sobre él y el otro se desenrolla, con lo que imprimen un movimiento en un sentido determinado al transbordador.

En la casilla de máquinas, situada sobre el pórtico de entrada del puente, en la ribera Norte, se hallan instalados además del tambor citado, dos motores eléctricos de 45 H. P. de corriente trifásica de 50 períodos y 220 volts, las resistencias eléctricas, pararrayos, etc.

Los motores eléctricos situados a los costados del tambor, le transmiten el movimiento a éste, por un par de engranajes. Según sea el movimiento de la barquilla funciona uno u otro de los motores.

El transbordador es manejado desde la casilla que el mismo lleva, pero puede también ser puesto en movimiento desde la casilla de máquinas.

Cualquiera sea la parte desde donde se opere al ponerse en marcha el motor, entra en el circuito la totalidad de las resistencias, las que luego automáticamente y en secciones son puestas fuera del mismo.

Al aproximarse el transbordador a los muelles, unos interruptores situados en el carro superior y que son automáticamente accionados por topes fijos en el puente, cortan el circuito, parándose en consecuencia la

plataforma. Desde la casilla y por intermedio de unas llaves situadas en el tablero, puede cerrarse el circuito, con lo que entra nuevamente en funcionamiento el transbordador. Esta disposición tiene por objeto, evitar que por cualquier descuido del conductor choque violentamente el transbordador con el muelle.

Los frenos son automáticos y funcionan al cortarse el circuito. Marchando la barquilla con la máxima velocidad se para en 4 metros.

Si bien la instalación eléctrica es algo complicada, dadas las ingeniosas combinaciones que para evitar todo peligro han sido indispensables, el manejo del transbordador es muy sencillo y puede estar a cargo de un muchacho.

Como suplemento y para los casos en que la plataforma, por cualquier circunstancia, como ser una interrupción de la corriente eléctrica, etc., quedase parada en el medio del río, puede ser llevada a su lugar por medio de guinches a mano.

Conveniencia de los transbordadores para el Riachuelo.

El tipo de puente transbordador es para la parte portuaria del Riachuelo y como puente carretero, el que originando menos inconvenientes llena mejor su objeto. El tránsito de pequeñas embarcaciones en esa porción del río es intenso y asume importancia el de las de alto porte. Cualquier solución que obstaculizase el pasaje de las embarcaciones originaría serios inconvenientes, por lo que quedan excluidos los puentes del tipo Scherzer, giratorios, etc.

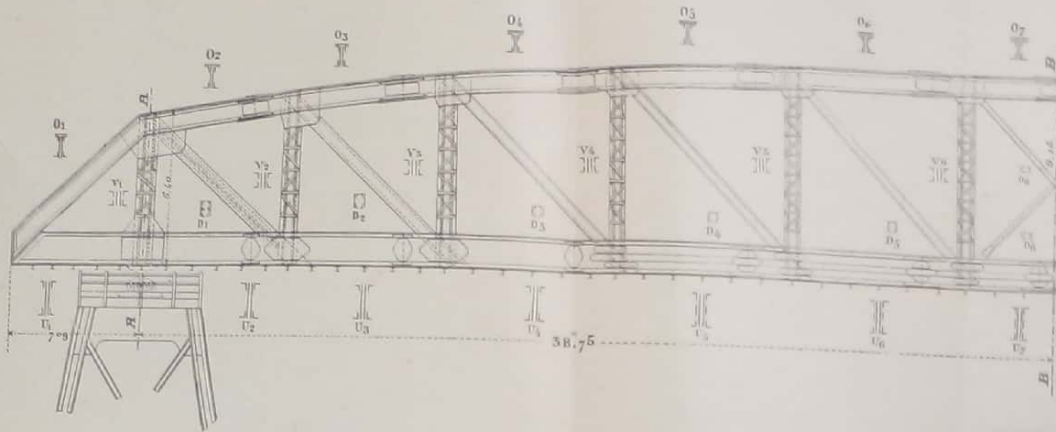
El tráfico carretero si bien no puede ser continuo, es decir, que queda subordinado a la navegación, es servido sin dificultad por el puente en cuestión, así como por los de la concesión C. Paquet y Cía.

En caso, por ahora remoto en que estos puentes no bastasen, podrá construirse algún otro, sub-dividiéndose así el movimiento carretero.

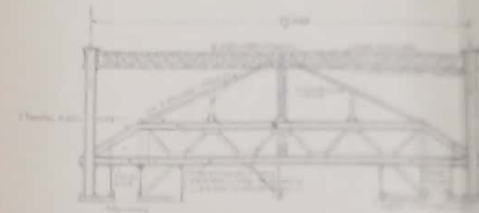
La construcción de un túnel o bien de un puente a gran altura, que hubiese permitido el tránsito continuo de embarcaciones y vehículos sin estorbarse, no es posible en el Riachuelo por el costo y demás dificultades que presentarían la realización de los accesos. Sus rampas pueden reemplazarse en uno u otro por ascensores, pero se tendrían más inconvenientes que en el puente transbordador, ya que la intensidad del tráfico carretero, dependería del rendimiento de los ascensores y que la explotación sería más costosa.

SANTIAGO PODESTÁ
Ing. Civil.

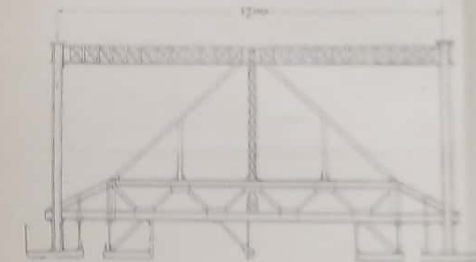
Diciembre de 1914.



VIGAS PRINCIPALES: VISTA LONGITUDINAL



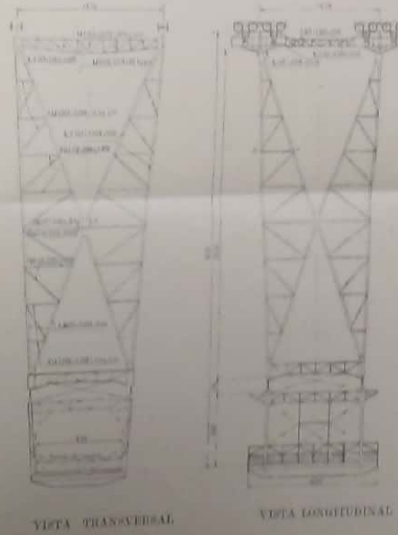
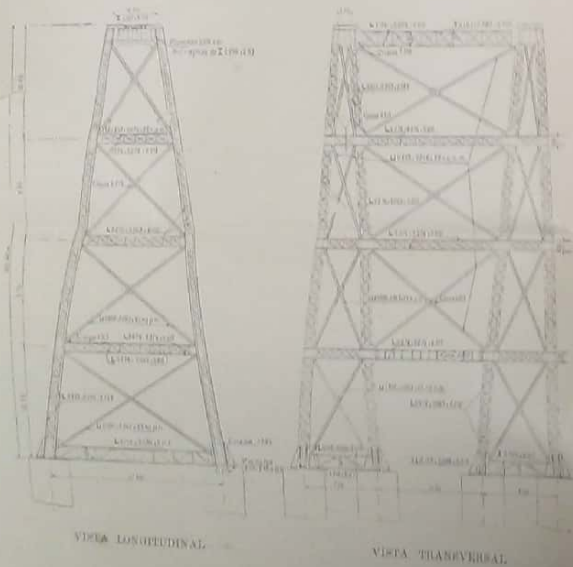
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B
SECCIONES DE LAS BARRAS DE LAS VIGAS PRINCIPALES
CÁNDID SUPERIOR

DETALLES DE LAS PILAS

PLATAFORMA TRANSBORDADORA



Barra superior	Almas		Hierros ángulos		Platabandas	
	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones
O ₁ - O ₂	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	1	1.00 x 0.008
O ₂	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	1	1.00 x 0.008
O ₃	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₄	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₅	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₆	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₇	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008

Barra	Almas		Hierros ángulos		Platabandas	
	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones
O ₁ - O ₂ - O ₃	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	1	1.00 x 0.008
O ₄	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₅	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008
O ₆ - O ₇	2	9.00 x 0.008	4	0.17 x 0.17 0.008	2	1.00 x 0.008

Barra	Hierros ángulos		Chapas	
	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones
V ₁	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
V ₂	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
V ₃	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
V ₄ - V ₅	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
V ₆	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008

Barra	Hierros ángulos		Chapas	
	N°	Dimensiones	N°	Dimensiones
O ₁	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
O ₂	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
O ₃	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
O ₄	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
O ₅	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008
O ₆ - O ₇	4	0.17 x 0.17 0.008	2	0.40 x 0.008