# Descripción de las Obras de Agua Potable de la Laguna Negra

POR

RICARDO SIMPSON G.

(Conferencia leida en la sesión ordinaria del 24 de Julio de 1917)

1.º Las sociedades de la índole de nuestro Instituto desempeñan en el desarrollo y progreso de la carrera profesional, un rol cuya amplitud e importancia no siempre se reconoce en su justo valor.

En paises en que por el desarrollo de la industria, o por otros motivos, la profesión del ingeniero ha alcanzado un alto grado de preparación y aplicación, se ve que invariablemente existe un crecido número de estas instituciones cuya importancia varia desde la casi omnipotencia técnica y científica de la Am. Soc. de E. U. y del Inst. of. C. E. de Inglaterra hasta las pequeñas y modestas academias que se forman entre los ex alumnos de casi todas las Universidades.

Estas sociedades desempeñan un importantísimo papel. Son el centro de propaganda de los nuevos métodos de cálculo o construcción que se refieren a la ciencia aplicada y son el lugar de reunión que fomenta el mejor conocimiento técnico y social de los ingenieros, entre sí. Pero es condición necesaria para que su vida sea próspera que reciba el concurso entusiasta de todos sus miembros, que cada uno aporte su ayuda, grande o pequeña; presentando al estudio del Instituto todas las cuestiones de carácter profesional que puedan ser interés, ya sea en su descripción o por la discusión a que den origen.

Ya que tenemos un edificio propio, podemos darnos el lujo de hacer uso de nuestro derecho de propietarios y dejar fuera de este recinto todo lo que no sea del resorte verdadero y legítimo de nuestra profesión. Llegaremos por este camino a conocernos mejor y haremos desaparecer todas las dificultades o recelos nacidos realmente de la nada.

2.º Deseando aportar mi modesta contribución a este «desideratum» que me he permitido esbozar, voy a hacer una ligera descripción de las obras construidas por el Supremo Gobierno para aumentar la dotación de agua potable de Santiago, que se encuentran en servicio desde hace unos tres meses y que fueron ejecutadas bajo la dirección de don Jorge Calvo Mackenna como Delegado Fiscal y de don Luis Lagarrigue como Contratista.

No creo del caso recordar la larga gestación de esta obra que duró desde el año 1899 hasta 1913, ni los continuados e insistentes esfuerzos de la Empresa de Agua Potable de Santiago para obtener que el Supremo Gobierno se ocupara de proveer del primer elemento de vida a la primera ciudad de la República.

Toda esta labor administrativa ha sido suficientemente demostrada en las memorias y publicaciones de la prensa con motivo de la inauguración de las nuevas obras. Tampoco es del caso recordar las épocas realmente angustiosas causadas por una sucesión de años secos, durante los cuales hubo ocasiones en que la ciudad no tenía literalmente agua para la bebida. Es sabido que en el año de nuestro Centenario, en 1910, visitaron nuestra capital numerosos y distinguidos extranjeros que fueron galantemente atendidos y alojados en lujosos departamentos con expléndidos baños en que lo único que faltaba era el agua. Con el fin de solucionar temporalmente aquella angustiosa situación, se adoptó el remedio bastante eficaz de alimentar la red de la ciudad con agua del Mapocho.

Después de 14 años de estudios, comisiones y discusiones, el 30 de Septiembre de 1913, don Manuel Rivas V. en aquél entónces Ministro del Interior, aceptó por decreto N.º 4841 la propuesta de don Luis Lagarrigue para ejecutar las obras definitivas para dotar de agua potable a Santiago.

Si alguna culpa tiene el Supremo Gobierno en la demora en decidir este asunto, la ha rescatado ampliamente dando a la capital un servicio que como se verá, la coloca en primera línea en la América del Sur.

3.º Las obras contratadas tenían por objeto traer a Santiago las aguas del Estero Manzanito, afluente del río Yeso, que a su vez lo es del Maipo y que por las condiciones de su hoya y de su régimen se presta especialmente para este servicio.

Para llevar a cabo esta aducción se contrató la ejecución de un acueducto de concreto de unos 90 kilómetros de largo y la colocación de unos 9 kilómetros de cañerías de 1 000 y 1 100 m/m. de diámetro. A esto se agregó la construcción de un estanque acumulador de 90 000 m³ de capacidad.

4.º El sistema que forma la hoya hidrográfica del Estero Manzanito ha adquirido tanta importancia tratándose del problema del agua potable que merece detenerse en un pequeño estudio de su constitución. Esta hoya está formada principalmente por dos lagunas, La Negra y La Encañado. La Laguna Negra tiene una superficie de unos 500 H.A., una profundidad máxima superior a 300 metros y una profundidad media de más de 100 metros. El volúmen de agua que almacena es de unos 600 millones de m³. La forma superficial es bastante alargada teniendo unos 1 500 metros de ancho por 5 700 de largo. La hoya que la alimenta tiene 5 000 H.A. y como la cota de la superficie del agua de la laguna es de 2 688 metros sobre el nivel del mar, la altura media de la hoya será superior a 3 000 metros, motivo por el cual es extraordinariamente rica en aguas.

Las fotografías permiten formarse una pequeña idea de la belleza peculiar de este admirable espectáculo, sombrío en los días nublados, de una blancura

indescriptible en aquéllos días de sol deslumbrante que sólo se ven en la cordillera.

Inmediata a la Laguna Negra, a una distancia horizontal de sólo 500 metros pero 218 metros más baja que ella, se encuentra la laguna del Encañado, mucho más pequeña que la Negra, su superficie es apénas la décima parte de la de aquélla, y de la cual sale el estero del Manzanito propiamente dicho.

A causa de la gran diferencia de nivel entre ambas lagunas, 218 metros, la Negra pierde por filtración hacia la Encañado una cantidad apreciable de agua. Estas filtraciones llamadas Ojos del Encañado son la parte más constante, y por lo tanto más importante, de las aguas del Manzanito, siendo su gasto medio de unos 800 litros por segundo, gasto que depende principalmente de la altura del nivel de agua en la Laguna Negra.

Cuando esta altura pasa de la cota 2.688 que es la altura mínima de la loma que separa las dos lagunas, el agua de la Laguna Negra rebalsa a la del Encañado yendo a aumentar en consecuencia el caudal del Manzanito. El volúmen del agua que pasa por el rebalse es naturalmente muy variable con los distintos años, habiendo un buen número de ellos en que no se produce rebalse. En los últimos años la Laguna ha rebalsado durante unos tres meses al año con gastos que varian entre 0.5 y 2 $m^3$ por segundo.

Los profesores señores Broeckman y Salas estiman que la laguna recibe unos 2.25 $m^3$ por segundo como gasto medio durante el año normal y que las filtraciones, tanto los Ojos del Encañado como otros que se producen hacia los otros valles vecinos, suman unos 2 $m^3$ correspondiendo la diferencia de 0.25 $m^3$, que dá al año unos 8 millones de $m^3$, al volúmen qué pasa por el rebalse.

Estos números sólo permiten formarse una idea de la magnitud de las cantidades, porque aunque han sido obtenidos mediante una ingeniosidad de cálculo que raya en la acrobacia, están basados en poquisimos datos experimentales.

La laguna del Encañado recibe en uno de sus extremos el estero Encañado cuyas aguas pasan tambien a aumentar las del Manzanito. El gasto mínimo característico de este estero puede estimarse en unos 500 litros por segundo.

5.º El acueducto de aducción estaba originalmente proyectado para tener su orígen en el nacimiento del Manzanito donde se ha construído la toma llamada Alta de Manzanito. La experiencia recogida durante la construcción de la obra ha hecho ver, sin embargo, que las aguas del estero Encañado se enturbiaban durante un período importante del año, en la época de deshielos, produciendo por lo tanto turbias de cierta importancia en el Manzanito. Para obviar esta dificultad y previas propuestas públicas, el Supremo Gobierno ha contratado con el mismo señor don Luis Lagarrigue la prolongación del acueducto en forma que pase bordeando la laguna del Encañado para ir a recojer las filtraciones de la Laguna Negra directamente y antes de que entren a la Laguna Encañado.

Esta prolongación del acueducto fué comenzada el verano pasado y no está aún terminada, habiéndose suspendido los trabajos durante el invierno.

A unos tres kilómetros aguas abajo de la Toma Alta, el acueducto recoje por medio de galerías filtrantes las aguas llamadas Ojo del Yeso que son también filtraciones de la Laguna Negra o posiblemente del Manzanito y que aparecen en la orilla del rio Yeso a unos nueve kilómetros antes de su confluencia con el Manzanito.

Aunque los aforos hechos sobre el caudal de estos Ojos del Yeso no son suficientemente numerosos para fijar con alguna seguridad el régimen de ellos, puede contarse con que su contribución mínima a la alimentación del acueducto no será inferior a unos 400 litros por segundo.

Pocos metros ántes de la confluencia del Manzanito con el Yeso se ha construido la mas grande de las obras de captación llamada Toma Baja del Manzanito. Esta captación que no recoje sino las mismas aguas que la Toma Alta es, sin embargo, la más importante de todo el sistema porque ha sido construida para servir aún en los más crudos inviernos, ya que su ubicación la hace accesible en todo tiempo, ventaja que por cierto no tienen las otras captaciones. Todas las cámaras de maniobra y pasillos de servicio han sido cubiertos con concreto armado para hacer posible el servicio en cualquier tiempo.

Existe además una pequeña toma destinada a captar las aguas del estero Sad Nicolás cuya confluencia con el Yeso está un poco más abajo que la del Manzanito. El San Nicolás puede estimarse que contribuirá con unos 200 litros al servicio del acueducto.

En resúmen, puede decirse que las obras de captación construidas permiten asegurar un mínimo de 1 900 litros por segundo o sea de 164 000 mts$^3$ al día, lo que a razón de 300 litros por habitante permite abastecer a una población de 500 000 habitantes. El consumo actual de la ciudad es de unos 90 000 mts$^3$ de modo que hay 74 000 m$^3$ de sobrante. La dotación de agua realmente potable que habia ántes de entregarse estas obras al servicio era de unos 45 000 mts.

Los 1 900 litros por segundo de que ha hablado están muy léjos de formar el máximo de aprovechamiento de las nuevas obras. Como veremos más adelante, la capacidad del acueducto es de 5 mts$^3$ por segundo o sea 430 000 m$^3$ al día y hay todavía en la cordillera muchas otras fuentes surtidoras que pueden aprovecharse, entre las cuales la principal es la misma Laguna Negra en la cual se puede construir una toma directa que permite mantener en 3 o 4 m$^3$ la dotación del acueducto. No es necesario ni conveniente proceder desde luego a obtener estos aumentos de dotación, por una parte porque la ciudad no lo necesita, y por otra parte porque miéntras más tiempo se observe el régimen de las fuentes que se aprovecha, en mejores condiciones se efectuará la obra.

6.º La obra misma de aducción está formada por un acueducto de concreto construido enteramente en excavación y cubierto con un relleno de tierra de un espesor medio de dos metros.

Se ha usado en la construccion tres tipos distintos de acueducto llamados A, B y C que corresponden a pendiente de 4, 1 1,4 y 3,4 por mil respectivamente.

Las características de cada tipo son:

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Sección útil | 1.50 m² | 2.20 | 2.62 |
| Perímetro | 3.39 | 4.10 | 4.39 |
| Radio | 0.442 | 0.536 | 0.596 |
| Pendiente | 0.004 | 0.00125 | 0.00075 |
| Gasto III Cat. Bazin | 3.24 | 3.06 | 3.01 |
| Velocidad id. | 2.16 | 1.39 | 1.15 |
| Gasto I Cat. Bazin | 5.01 | 4.60 | 4.45 |
| Velocidad id. | 3.3 | 2.09 | 1.70 |
| Longitud | 71.800 mt. | 4.600 | 7.600 |

Las Bases de las propuestas establecían que el acueducto debería tener una capacidad de 3 m³ por segundo y de los antecedentes de las mismas se desprendía que este gasto debía calcularse con la III Cat. de la fórmula de Bazin o con su equivalente en cualquier otra.

De las medidas hechas en el acueducto desde que está en servicio se desprende que el escurrimiento corresponde al calculado en la I Cat. de la fórmula de Bazin, de modo que la capacidad es en realidad de 5 metros por segundo.

El concreto usado en la construcción es de dos clases, uno que contiene 227 kilos de cemento ha servido para la ejecución de las bóvedas y el otro de 170 kilos de cemento, para el resto de la sección.

La superficie interior de los acueductos ha sido estucada con un estuco afinado hecho con mezcla de 634 kilos. En toda la construcción se ha usado Cemento Melon, siendo la cantidad consumido mas o menos 680000 sacos.

7.° Como el desnivel entre los extremos del acueducto es de mas de 1 800 metros y la pendiente solamente absorbe unos 350 metros, ha sido necesario intercalar en el acueducto una serie de pozos o caidas destinadas a perder las diferencias de nivel y permitir que el acueducto siga aproximadamente el desnivel del terreno.

El tipo de caida adoptado está formado por un cilindro vertical, de concreto de 2.00 metros de diámetro interior y de largo variable según la altura que se quiere descender.

En este cilindro desembocan los acueductos de entrada y salida. Al nivel del radier del acueducto de entrada o superior se construye un estrechamiento de la sección, protegido por un diafragma de fierro, y que tiene por objeto mantener el nivel del agua en el acueducto de entrada por efecto de la carga que se necesita para hacer pasar el agua por el diafragma. Tiene también por objeto evitar que el chorro de agua choque contra las paredes del tubo vertical. Para obtener la primera condición es necesario calcular la sección del diafragma de modo que con la carga correspondiente a la mayor altura de agua en el acueducto pase el

gasto máximo de 5 mt.$^3$. Es evidente que con gastos menores que el máximo esta condición no se cumplirá enteramente porque el gasto del diafragma disminuye menos rápidamente que el del acueducto cuando baja la altura de agua.

8.° El trazado que sigue el acueducto desde su orígen en la Laguna Encañado hasta Santiago puede dividirse bajo el punto de vista topográfico en 4 secciones.

*a)* La 1.ª que va desde el origen hasta la Toma Baja, tiene unos 12 kilómetros de largo y se desarrolla en su mayor parte a lo largo de una loma comprendida entre el Yeso y el Manzanito Se comprende que esta loma, que no está expuesta a rodados, que no es atravesada por quebradas ni torrentes, donde rarísima vez llueve y donde los deshielos no producen ningún perjuicio, sea la solución más completa del problema del trazado en esta parte de la cordillera que es la que tiene que soportar condiciones de clima más rigurosas. El aspecto de esta zona es de una soledad aterradora sin indicios de vida ni animal ni vegetal. Cuando el acueducto estaba en construcción, y subiendo a cualquiera de las numerosas alturas que permiten obtener una buena perspectiva, se veían varios kilómetros de escavaciones en trabajo, entrando y saliendo de ellas una cantidad de hombres que parecían hormigas.

*b)* La segunda sección puede comprender desde la Toma Baja hasta la confluencia del Yeso con el Maipo. Es en esta parte donde se ha encontrado las mayores dificultades de trazado por la forma quebrada y difícil de las riberas del Yeso a cuya orilla corre el acueducto. Estas dificultades se han salvado construyendo la mayor parte del trazado en túneles, entre los cuales el más importante fué el de Los Cipreses de 880 metros de largo.

Para el transporte del material que se usaba en esta parte como también para el del cemento de la sección anterior, se construyó una línea férrea de trocha de 0.60 m. que corría lo más cerca posible del acueducto que permitía los accidentes del terreno. Aunque el costo de instalación de esta línea fué subido por los cortes que exigió, el precio final de la tonelada transportada fué muy inferior a lo que habría costado haciendo el acarreo con mulas.

*c* La tercera sección comprendería desde San Gabriel hasta el punto llamado Quebrada del Panadero situado como un kilómetro aguas abajo de la Estación de La Obra. El largo de este trozo es de unos 43 kilómetros y todo el corre a orillas del Rio Maipo. El trazado ha presentado en esta parte bastantes dificultades y ha necesitado un estudio sumamente detenido y prolijo para poder salvar con la seguridad que la obra requiere los innumerables esteros y quebradas que cortan esta parte del trazado. La solución ha necesitado, casi siempre, la construcción de túneles o pasos subterráneos a gran profundidad y con tanta frecuencia que puede decirse que más de la mitad del acueducto en esta zona, ha sido construido en túnel.

La construcción de esta parte del acueducto se ha facilitado mucho por ir casi siempre a pequeña distancia del Ferrocarril de Puente Alto al Volcán, ex-

plotado actualmente por el Batallón de Ferrocarrileros. Mediante arreglos financieros convenientes para ambas partes, el comando del Batallón, debidamente autorizado, concedió permiso para traficar por la línea al material rodante de la Empresa Constructora que consistía en 9 locomotoras y unos 150 carros. Me es muy grato aprovechar la presente ocasión para presentar al señor Comandante y oficiales del Batallón, nuestros agradecimientos por la atención que en todo momento nos prestó.

El aspecto de esta parte de la región es enteramente distinto del de los márgenes del Yeso pues con excepción de algunas puntillas y estrechamientos del río, toda ella está cubierta de vejetación y bastante cultivada. Algunos puntos, como San Gabriel por ejemplo, presentan magníficos paisajes en que llama sobretodo la atención el contraste, bastante raro en Chile, entre una abundante vejetación y a pequeña distancia los cerros cubiertos de nieve.

*d)* En el punto llamado El Panadero, el acueducto se separa de la línea férrea y atraviesa, siguiendo el camino público, el extenso llano de Las Perdices, de unos 4 kilómetros de largo y que tiene justificada fama de ser uno de los puntos más calurosos de Chile. Desde el fin de este llano el acueducto sigue sensiblemente paralelo al Canal San Carlos una extensión de más de 20 kilómetros atravesando los fundos tan conocidos de El Peñón, Macul, Peñalolén, Lo Hermida etc. hasta llegar al fundo Los Leones de propiedad de don Ricardo Lyon, donde cruza el Canal San Carlos dirigiéndose en línea recta en dirección a Santiago y llegando hasta unos 1 500 metros de los Estanques de Providencia.

Bajo el punto de vista de la topografía del terreno, la construcción en esta parte ha sido sumamente fácil y la única dificultad ha sido la obtención y transporte del inmenso volúmen de material necesario para los concretos. El único depósito abundante de ripio y arena que había en toda la zona era la quebrada de Macul y de ella se sacó el ripio y la arena necesaria para los 20 kilómetros de acueducto. Para transportar este material se construyó en todo el largo un línea férrea de trocha de 0.60 m. y de la cual salía un ramal que llegaba hasta la Estación Bella-Vista del Ferrocarril de Pirque y que se usó en el transporte del cemento y otros materiales. Esta construcción de líneas, que parecerá a primera vista extravagante, dió en la práctica un explendido resultado, permitiendo hacer sin gran complicación y en toda época del año, el acarreo necesario. Durante buena parte del invierno y causa del terreno grueso de la región, los caminos son simplemente intransitables.

9.º La única obra de arte de consideración que existe en el trazado del acueducto es el puente sobre el Río Colorado, único afluente importante que el Maipo recibe después de su confluencia con el Yeso. La obra consiste en un puente metálico de tres tramos sobre el cual van dos cañerías de fierro fundido de 1.00 de diámetro cubiertas a su vez por un piso de madera apoyado en arcos metálicos. El piso de madera sirve de puente carretero.

El tramo central del puente tiene 30 metros de luz y como debía pasar so-

bre el Río Colorado que lleva siempre bastante agua y a bastante altura sobre el fondo del río, era necesario adoptar un tipo de puente que pudiera armarse sin andamio. La solución adoptada fué un cantilever con articulación en el 2.º paño desde el apoyo y el tramo colgado se armó en consola desde ambos lados. A esta condición obedece la presencia de barras en la brida inferior en los paños de articulación, barras que son innecesarias para la estabilidad del puente. La obra fué proyectada y vigilada su construcción por los señores B. Elsner y G. Gandarillas.

10. El proyecto original consultaba la colocación de una doble cañería de fierro fundido, que partiendo desde el punto en que el acueducto cruza ahora el Canal San Carlos, llegará hasta los Estanques de Providencia.

No conozco el motivo que llevó a la Empresa de Agua Potable a proyectar una cañería tan larga, 3 kilómetros, porque ella no es necesario para hacer subir el agua a los Estanques. Sucedió que cuando apenas habría llegado a Chile la mitad de esta cañería, estalló la guerra europea. La cañería debía venir de Pont a-Mousson y naturalmente, desde el momento mismo en que comenzó la guerra no pudo traerse mas. Consultada la Delegación Fiscal sobre lo que debía hacerse, resolvió suprimir la mitad de esta cañería, usando solamente el largo necesario para obtener la cota de agua del Estanque más la pérdida de carga.

Formaba parte del contrato, y fué colocada íntegramente, una cañería de 1 100 que partiendo de los Estanques llega hasta la cámara de distribución en la Plaza Italia. El total de cañería de fierro fundido colocada es de unas 4 900 toneladas.

Los 1 500 metros de doble cañería de 1.00 que se suprimieron fueron reemplazados por acueductos de concreto tipo A que naturalmente tiene un valor muy inferior, y la diferencia se empleó en construir un acueducto de 4 500 metros que sirve de desagüe a los estanques y que vacía sus aguas en el colector del alcantarillado en la Av. Matta esquina de Carmen.

Originalmente los estanques no tenían más desagüe que un antiguo acueducto de ladrillos, llamado de La Reina y que sirvió hace muchos años para llevar el agua potable a la ciudad.

La capacidad de este acueducto es, a lo más, de unos 800 litros.

El nuevo desagüe consiste en un acueducto de concreto, sin estucar y con espesores un poco menores que el tipo A, siendo su pendiente de 8 por mil. Su capacidad es suficiente para recibir toda el agua que llega a los Estanques.

11. El estanque de 90 000 m³ fué construido en el terreno que la Empresa de Agua Potable posee entre la Av. Antonio Varas y la Av. Pedro de Valdivia. Es una construcción rectangular de mas o menos 10 000 m² de superficie, dividido en dos compartimentos iguales de 45 000 m³. Los muros que forman el perímetro exterior son de mampostería, con contrafuertes de un metro de ancho cada 3 metros. El alto de los muros es un poco menos de 10 metros.

El muro central es de sección trapecial, de 6 metros de ancho en la base

y 9. 40 m. de alto. El mortero usado en la mampostería es sumamente rico pues lleva 510 kilos de cemento por m³ de arena.

Tanto los muros como las columnas de que se hablará en seguida descansan sobre una fundación de concreto de 1 metro de espesor y que se extiende como radier a todo el estanque con un espesor de 0.50 m. El concreto usado en este radier lleva 170 kilos de cemento.

Todo el estanque está tapado con una cubierta formada por bóvedas de concreto de 4 m. de luz y 0.30 m. de flecha, cuya parte superior es plana y que se apoyan en vigas de acero de sección doble T y de 0.45 m. de alto. Estas vigas descansan, a su vez, sobre 600 columnas formadas por dos vigas de acero de sección U y de 0.22 m. de alto, colocadas a suficiente distancia, una de otra, para tener el mismo momento de inercia respecto a sus ejes de simetría, Las columnas originalmente proyectadas eran formadas por piezas de fundición de sección circular hueca de 225 m/m de diámetro exterior. El cálculo arrojaba para estas columnas un coeficiente de seguridad sobre cuyo valor podía haber diferencia de criterio y la Delegación Fiscal, estimando sin duda que las piezas cargadas de punta son elementos en los cuales no deben economizarse las dimensiones, resolvió cambiarlas por las del tipo que yo he descrito. Estas columnas han sido revestidas de concreto y estucadas.

No puede negarse que a la luz de la experiencia que hoy dia se tiene sobre las construcciones en concreto armado, la disposición general de este estanque resulta inadecuada y anti-económica. El enorme cubo de mamposterías y concretos, casi 25 000 m³ , y la grande e innecesaria cantidad de fierro en vigas y columnas, como 1 000 toneladas, habría podido reemplazarse con ventaja por un estanque enteramente de concreto armado o, a lo menos, con muros de concreto sin armar y columnas y cubierta de concreto armado. Pero por otra parte hay que tomar en cuenta que este estanque fué proyectado hace algunos años, en 1911, cuando aún no se disipaba el temor y desconfianza con que se recibió en Chile, y en todas partes, el advenimiento del concreto armado.

12.° El valor total de las obras contratadas por el Supremo Gobierno con don Luis Lagarrigue asciende a $ 3 240 867.79 oro de 18 d. y $ 13 535 366.80 m/c. o sea unos $ 19 500 000.00 aproximadamente, los cuales, deducción hecha, del 10% de retención, han sido casi totalmente pagados.

En cuanto a la marcha de los trabajos, que abarca desde Mayo de 1914 hasta Marzo del 17, puede decirse que se divide en tres períodos perfectamente distintos.

El primer período durante el cual se instalaron los campamentos, lineas, etc., corresponde a la preparación del trabajo y duró hasta Noviembre de 1914. Durante este tiempo, el valor medio de las situaciones mensuales de pago fué $ 250 000.00 m c.

A fines del año 1914 se terminaron las instalaciones de las faenas y se comenzó la construcción de la obra con la mayor intensidad, de tal manera que

desde Diciembre de 1914 hasta Diciembre del año 1916, el valor de las situaciones mensuales no bajó de $ 800 000.00 como promedio, lo que corresponde a un avance mensual de 4 a 5 000 metros de acueducto.

En Diciembre pasado ya el trabajo estaba casi terminado y hasta el fin del plazo que ocurrió el 30 de Marzo, no se trabajó sino en aquellos detalles y terminaciones que nunca faltan.

Puede decirse, en consecuencia, que la casi totalidad de la obra fué construida en dos años de trabajo.

13. La propuesta que para estas obras presentó la Empresa que dirige y representa don Luis Lagarrigue, fué objeto en aquel entónces de muchos y violentos cargos y críticas. En parte el tiempo, pero más que todo los hechos, se han encargado de desmentir unos y desvanecer otros y no es necesario ni oportuno que yo me encargue de contestar ahora cargos cuyo sólo iniciado hacer ver que son absurdos. ¿Qué objeto habria en entrar a probar con cifras que no es efectivo que sea materialmente imposible ejecutar la obra por el precio del contrato? Basta con hacer notar que la obra está terminada y que la Empresa Constructora no ha perdido dinero.

14. Estoy seguro de que si mis colegas quisieran imitar mi ejemplo, bueno en la intención pero malo en la forma, y presentaran al Instituto la descripción de todas las obras que como la que nos ocupa, son debidas única y completamente al esfuerzo nacional, nos admiraríamos de la extensión de este esfuerzo industrial, técnico y financiero, y sería talvez este un buen remedio para curarnos todos, gobernantes y gobernados, de esa especie de influencia hipnótica de los nombres extranjeros y que nos cuesta tan caro en dinero y en errores.

LAN. Nº 1

153

# OBRAS DE LA LAGUNA NEGRA

## ADUCCION DE AGUA POTABLE

PARA

# SANTIAGO

## Plano General

Santiago, 24 Noviembre de 1915

Luis Lagarrigue

N

Río Mapocho

Arranque de Cañerías

ESTANQUE

C. Blanco

SANTIAGO

Ramón

Canal de la Ignacia

Q. de Ramon

PEÑALOLEN

Q. de Maipul

Canal de Macul

Las Perdices

F.C. de Pirque

Canal Tronco

Canal San Cárlos

Canal Sn Carlos

Sn Francisco

PUENTE ALTO

Fo. de Puente Alto

Río Maipo

PORT. DE LA ALEGRIA

Est. Potrerillos

POTRERO GRANDE

Est.

Est. del Sauce

Cº DE RAMON

CORRALES

Río Colorado

E. del Manzano

Q. del Canelo

EL CANELO

F. de los Papaderos

CULENAR

LA OBRA

K. 27.440

PANADERO

K. 26.180

Mr. del Purgatorio

Cº SANTIAGUITO

1430

Mr. de Pirque

2295

Cº DEL PAPAGAYO

2530

FOTOLITO-F. PAYÁ

Aucanquilcha

C. CHAVARREN 4050

LAGUNA NEGRA 2680

L. DE LOS PIUQUENES

Mº DE LAS TORTOLAS 2515

2300

L. DEL ENGAÑADO

Toma Ojos de Agua

C. Sº FRANCISCO 4340

LOS TRES ESTEROS

C. DE LOS HELADEROS 3910

C. LISTADO 3410

EL MANZANO

EL MANZANITO

Toma del Manzanito

SAN NICOLAS

E. Sº Nicolas

Q. de Morales

E. de San José

C. Sº LORENZO

SAN JOSE DE MAIPO K.m 46.800

C. Sº NICOLAS 3160

2220

LOS ARBOLES

EL MELOCOTON

Q. de Calichona

E. Cabeza de Ternera

CABEZA DE TERNERA

DIVISADERO

EL JABONCILLO

C. DEL POTRERITO 1310

E. del Sauce

E. de Lonquen

E. del Sauzal

SAN GABRIEL K.m 70.340

EL INJERTO

C. BLANCO

ESTABLECIMIENTO

Q. de los Leones

Q. del Infierno

E. de Caldera

C. DE LOS CORREDORES

Río Yeso

Río Volcan

Río Maipo

LAN. Nº 3

# OBRAS DE LA LAGUNA NEGRA

## Para el agua potable de Santiago de Chile

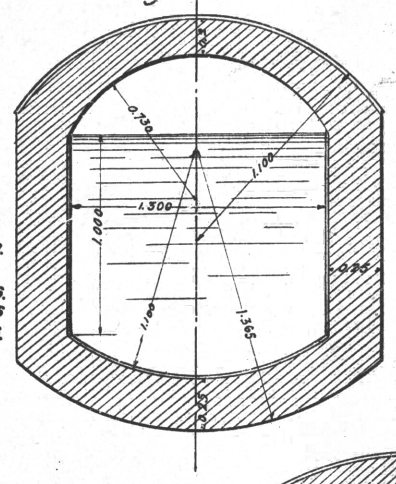
Contratistas: Luis Lagarrigue y Cia. Casilla 715 - Santiago

## TIPOS DE ACUEDUCTO

Lonj. 71 797 m

### TIPO A

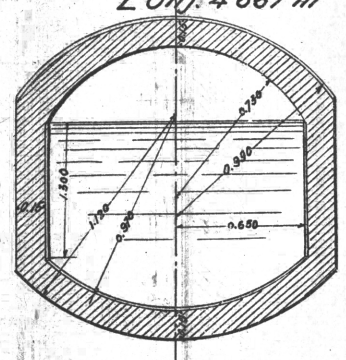
S = 1,50 m²
P = 3,39 m.
R = 0,442 m
I = 0,004 m.
3ª Cal. V = 2,16 m:S
Q = 3,24 m³:S.
1ª Cal. V = 3,34 m:S
Q = 5,01 m³:S.




### TIPO D

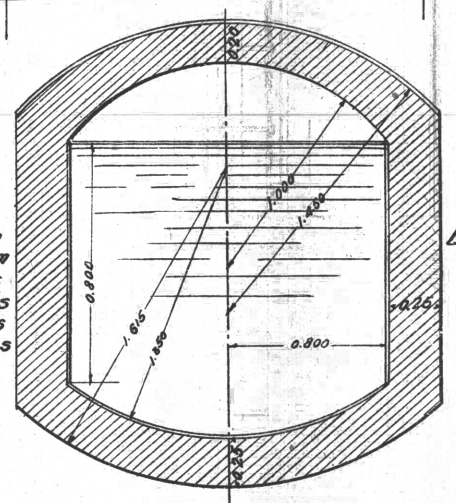
S = 1,065 m²
P = 2,73 m.
R = 0,39 m.
I = 0.008 m/m
V = 3,86 m:S
Q = 4,106 m³:S

Lonj. 4667 m




### TIPO B

S = 2,20 m²
P = 4,10 m
R = 0,536 m
I = 0,00125 m
3ª cal. V = 1,39 m:S
Q = 3,058 m³:S
1ª cal. V = 2,09 m:S
Q = 4,598 m³:S




Lonj. 4637 m.

Las obras de la Laguna Negra estan destinadas a llevar a la ciudad de Santiago el agua de la cordillera de Los Andes.

Las obras contradas por la sociedad Luis Lagarrigue y Cia. son:

a) Un estanque de 90 000 m³ de capacidad.

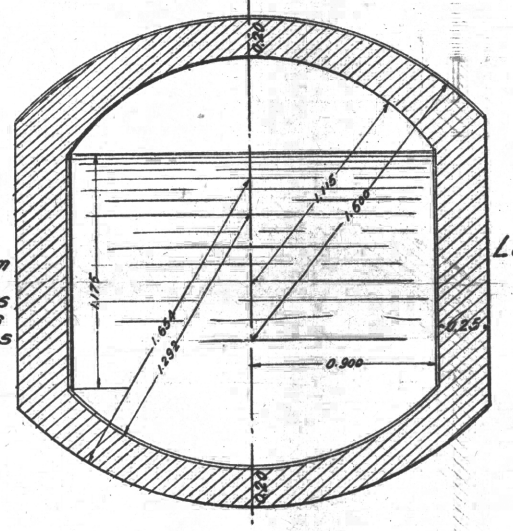
b) Un acueducto de 85 Km. para llevar el agua al estanque.

c) 5000 m. de cañerias de fierro fundido de 1100 i 1000 m/m de diámetro.

El valor de las obras es de $ 21 000 000 m/c. aproximadamente.

### TIPO C

S = 2,619 m²
P = 4,396 m
R = 0,596 m
I = 0,00075 m
3ª Cal. V = 1,15 m:S
Q = 3,012 m³:S
1ª Cal. V = 1,70 m:S
Q = 4,452 m³:S




Lonj. 7590 m

## TIPO DE CAIDA DE 2,00 m.

Nº de caidas 714