



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

**ESTUDIOS Y OBRAS NECESARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL  
AGUA COMO FUERZA MOTRIZ; MEMORIA RELATIVA AL PROYECTO  
DE DESVIACIÓN DEL RÍO DEL CONSULADO (PRIMER PROYECTO),  
MEMORIA RELATIVA AL PROYECTO DE DESVIACIÓN DEL RÍO  
CONSULADO (SEGUNDO PROYECTO); MEMORIA RELATIVA  
A LOS TRABAJOS DEL FERROCARRIL GUADALAJADA A MANZANILLO;  
MEMORIAS RELATIVAS A LAS OBRAS DEL PUERTO DE VERACRUZ; ME-  
MORIA RELATIVA AL SANEAMIENTO DE LA CIUDAD DE VERACRUZ**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**VIGIL, LEOPOLDO**

MÉXICO, D. F.

1903



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



- T E S I S -

ESTUDIOS Y OBRAS NECESARIOS

para el

APROVECHAMIENTO DEL AGUA COMO FUERZA MOTRIZ.

Riquezas inmensas se desperdician actualmente en todos los arroyos y demas cursos de agua del Globo.

Prof. Ayrton F.R.S.

Desde los mas remotos tiempos data la utilizaci3n del agua para el desarrollo de la energa aunque con primitivos e imperfectos medios de aprovechamiento. Reconocida en este precioso liquido la m3s econ3mica y pr3ctica fuente de energa y perfeccionados los medios de aprovechamiento asi como los adelantos realizados en la maquinaria, han abierto un campo vasto y variado 3 la industria en todas sus aplicaciones, pudiendise utilizar desde las mas grandes caidas, hasta las mas pequeas.

El descubrimiento del transporte de la energa por medio de la electricidad, ha venido 3 ensanchar a3n mas el aprovechamiento de la energa producida por el agua y 3ste ensanche crece cada dia m3s 3 medida que la ciencia avanza.

El l3quido que por millares de a3os ha corrido sin que sea utilizado, ofrece hoy riquezas inmensas al industrial. La energa hidr3ulica, aprovechada por los medios mec3nicos y convertida en energa el3ctrica, es transportada 3 largas distancias para transformarla de nuevo en energa mec3nica, utilizandola as3 en cualquier lugar 3 industria con mayores ventajas que en el lugar en que se ha generado, con un costo relativamente pequeo y con p3rdidas insignificantes.

La Republica Mexicana, por sus excepcionales condiciones topograficas e hidrograficas de su mesa Central, se encuentra grandemente favorecida en lo que respecta 3 fuertes desniveles que tanto abundan en todas las vertientes de la misma, y aun cuando en lo que respecta 3 caudales de agua no se encuentra aparentemente tan favorecida, sin embargo cuenta tambien con bastante cantidad de agua, si se toma en consideracion la gran cantidad de aguas torrenciales que hasta ahora no se han aprovechado, y que podrian serlo facilmente por medio de grandes depo

sitos que las almacenaran para utilizarlas en corrientes constantes y uniformes en todo el año. El Rio de San Juan en el Estado de Querétaro, tiene avenidas frecuentes hasta de 100 metros cúbicos por segundo todos los años, y estos inmensos caudales de agua hasta ahora no se han aprovechado, y como este caso, podrían citarse muchos en la Mesa Central. Imaginémosnos qué riqueza tan grande de energía hidráulica constituyen esas avenidas, situadas como se encuentran á una altura de mas de 2,000 M. que pueden escalonarse en todo el descenso de la Mesa Central hasta la Costa.

Convencido de la gran importancia que cada dia adquiere la industria en el país, y la demanda cada vez mayor de la fuerza hidráulica para la utilización en dicha industria, á la que parece estarle reservado un gran porvenir; he fijado mi atención en éste asunto <sup>lo he</sup> y elegido para exponer en ésta tésis un estudio sobre el mismo, que paso á exponer en el orden siguiente: <sup>en primer lugar</sup> V Trataré de lo que se refiere á las condiciones generales de la localización ó trazo de las obras hidráulicas necesarias para tomar, conducir y entregar las aguas en el punto de su aprovechamiento; y en segundo lugar me ocuparé de lo que se refiere á la estructura y construcción de esas mismas obras.

Las obras necesarias para el aprovechamiento del agua como fuerza motriz son:

- 1° - Toma del agua en el rio.
- 2° - Canal de derivación.
- 3° - Receptáculo ó tanque de decantación.
- 4° - Entubación.
- 5° - Edificio para alojar los motores hidráulicos, y
- 6° - Canal de escape.

#### TOMA DEL AGUA.

De dos factores depende la energía hidráulica: del volumen del agua, y de la altura de que cae.

Haciendo la reglamentación de una fábrica, teniendo en cuenta un gasto constante, no queda para obtener una energía dada, sino ~~por medio de~~ los desniveles, ó sea ~~de~~ la altura. *de caída*

### III.

Para hacer un aprovechamiento, de varios modos puede conseguirse el obtener la altura deseada: se verá que la influencia

1° - Subiendo el nivel del agua del río por medio de una presa. En aguas bajas, es en definitiva cuando hay que hacer las

2° - Estableciendo un canal desde la toma del agua en el río, hasta el lugar de los motores, con una pendiente menor de la que exista entre la toma y la fábrica. la curva del reman-

3° - Establecer los motores en una caída natural del río.

4° - Subir el nivel en la toma, y construir el canal.

Para resolver éste problema, deberá el ingeniero tener en cuenta: el menor costo que resulte para las obras; el lugar más conveniente para situar la fábrica, teniendo en cuenta el costo del terreno; situación respecto á los centros de consumo ó estaciones de ferrocarril, para extraer los productos y llevar la materia prima, etc. á las aguas, cuando alguna variación en el

Actualmente con el transporte de la fuerza por medio de la electricidad, se pueden colocar los motores en el sitio que mas convenga, sin preocuparse de la instalación de la fábrica cerca de ése lugar. regular el gasto. Su compuerta desempeña otro papel,

En el caso de tener que elevar el nivel del agua, se hará por medio de una cortina ó presa. La construcción de ésta presa en el río, producirá una elevación del nivel del agua, río arriba, conocida con el nombre de "remanso". perjudicando á

Al proyectar la presa, habrá necesidad de determinar el punto hasta el cual se hace sensible ésta sobreelevación ó remanso, á fin de que no vaya á perjudicar los terrenos ribereños ó á la fábrica establecida río arriba. A cada presa situada en un río corresponderá un nivel que deberá ser fijado de manera de no perjudicar á la fábrica superior á los terrenos ribereños. De esta fijación depende la altura de la caída, y por consecuencia la fuerza motriz disponible; constituye pues uno de los elementos más importantes de un aprovechamiento de aguas. fin de

El gasto de un río siendo excepcionalmente <sup>variable</sup> variable, habrá que estudiar cuándo ó en qué casos el efecto de la presa se hace mas sensible ó alcanza mayor extensión el remanso. la fábrica,

haciendo el ingeniero fijar la pendiente de cada uno de los canales, á lo menos en el primer tramo, con estos elementos se podrá determinar las dimensiones necesarias de las compuertas

Si se construye la curva del remanso para <sup>y</sup>diversas alturas de agua, aguas medias, bajas y crecientes, se verá que la influencia de la presa es tanto menor cuanto que las aguas son mas altas. En aguas bajas, es en definitiva cuando hay que hacer las operaciones de reglamentación.

Es conveniente para verificar si el nivel obtenido no es nocivo á los terrenos ribereños, de construir la curva del remanso en el caso de crecientes, y determinar su posición con relación á los puntos mas bajos del terreno.

#### OBRAS REGULADORAS.

Para conservar el nivel fijado, siendo variable la altura del agua y el gasto, se hace uso de un vertedor y una compuerta de descarga.

El vertedor tiene por objeto asegurar inmediatamente un medio de escurrimiento á las aguas, cuando alguna variación en el régimen del rio hace accidentalmente pasar el nivel fijado. El vertedor es pues en otros términos, el regulador del nivel.

La compuerta de descarga sirve para dar paso á las crecientes, y para regular el gasto. <sup>La</sup> Su compuerta desempeña otro papel, sirve para conservar la pendiente media del fondo del rio. Se concibe en efecto, que sin ella se formaría rio arriba de la presa atterres que disminuirían poco á poco la pendiente del fondo y elevarían por consecuencia el nivel del agua, perjudicando á los propietarios ribereños.

En los cursos de agua importantes, el vertedor se emplea para el escurrimiento de las aguas no utilizadas por la fábrica; en éste caso la cresta se desplanta en una parte de su longitud á un nivel inferior al de la presa, á fin de dejar pasar las aguas excedentes.

Puede presentarse el caso en que haya necesidad de hacer una toma comun para varias fábricas. En este caso habrá necesidad de <sup>una</sup> repartidora de hacer una caja de las dimensiones convenientes, á fin de que el agua pierda su velocidad y salga de la caja únicamente por su presión.

Fijada la cantidad de agua que deba recibir cada fábrica, y pudiendo el ingeniero fijar la pendiente de cada uno de los canales, á lo menos en el primer tramo, con estos elementos se podrá determinar las dimensiones necesarias de las compuertas

para cada una de las fábricas.

#### CANAL DE DERIVACION.

Tiene por objeto este canal llevar el agua del lugar de la toma al lugar en que están instalados los motores.

Elegido el lugar de la toma del agua, se hará una nivelación, siguiendo el camino más corto, hasta el punto en que se obtenga la diferencia de nivel conveniente para la caída que se trata de obtener, ó sea en el lugar en que deben ser instalados los motores hidráulicos.

Si se adoptare ésta línea como eje del canal, es evidente que siendo la línea más corta, y dependiendo el costo de un canal de su longitud, siendo ésta la menor, su costo también sería el menor.

Por lo general, ni bajo el punto de vista económico, ni el teórico, la línea recta entre el punto de partida y el de término de un canal es la mejor; pues fijada la pendiente general por dicha línea, aquella podría producir al agua una velocidad capaz de destruir las paredes del canal; obligando al canal á seguir la línea recta y siendo inadmisibles las contra-pendientes, se tendrán que cruzar tal vez valles, cañadas, barrancas, perforar túneles, cruzar caminos, etc., todo lo cual requiere grandes y costosas obras de arte.

Un trazo sinuoso se hace pues necesario para un canal; es preciso faldear el terreno para no tener grandes tajos y evitar el tener que hacer grandes obras de arte.

A primera vista en muchos casos puede decirse cual de varias líneas es la mejor y más económica para el trazo de un canal, pero en el caso de que ésto no se pueda, se harán los estudios necesarios por las líneas que se crean mas convenientes, y un estudio comparativo del costo, pendientes, condiciones en las cuales queda alojado el canal, etc. decidirá cual de los trazos es el mejor y más económico.

Para el trazo de un canal como el de un ferrocarril, habrá dos operaciones que hacer: Reconocimiento del terreno y segundo la localización.

En la formación del perfil de un ferrocarril, se busca y se llega á la compensación entre los <sup>tajos</sup> trabajos y los terraplenes, y

se acerca lo más posible, salvo para los puntos donde la distancia de transporte hace mas ventajoso el recurso de un depósito ó un préstamo.

Para un canal no es lo mismo, por dos razones: primera porque no se puede como en un ferrocarril, establecer contrapendientes, y en segundo lugar, porque se deben evitar los perfiles transversales en terraplén.

Las operaciones de campo para el trazo de un canal son semejantes á las de trazo de un ferrocarril; se llevará un línea por donde el buen juicio del ingeniero y la práctica le indiquen; en seguida, apoyadas en ésta línea se levantarán secciones transversales, á fin de formar con éstos datos la topografía de una zona del terreno por donde puede alojarse el canal.

Tres elementos influyen en el gasto de un canal y son: la pendiente, la velocidad y la sección. Son correlativos, y el valor que hay que asignarles depende de un gran número de condiciones, tales como las disposiciones particulares del terreno, la naturaleza del suelo.....&

Nada obliga á dar á la pendiente un valor constante, en realidad debe necesariamente variar en las diferentes partes del trazo.

En una sección normal, es decir, en tajo comun, la pendiente es el elemento mas importante y el que se determina desde luego. El gasto aumentando con la pendiente longitudinal, mientras mayor sea ésta, la sección que corresponde para un gasto dado es menor, y menor es el volúmen de las terracerias. Pero éste valor está comprendido entre ciertos límites de los cuales no se puede pasar, pues si vá aumentando, llega á un límite en el cual destruye las paredes, y si baja de cierto límite se depositarán en el canal las materias que tenga en suspensión el agua, como la arena, barro, etc. y se azolvará el canal.

De la naturaleza del terreno en el cual debe ir alojado el canal dependerá la velocidad que pueda darse al agua.

Quando el canal debe ir alojado en roca dura, se busca el reducir tanto como se pueda la sección, pues en éste caso se puede sin inconveniente, aumentar considerablemente la velocidad.

El cuadro adjunto reproduce las cifras generalmente dadas en los tratados de hidráulica, referentes á las velocidades, límites, á fin de evitar la corrosión de las paredes de los canales, dá además dicho <sup>cuadro</sup> cuadro los valores correspondientes á la velocidad media.

| <u>NATURALEZA DEL TERRENO.</u> | <u>LIMITE DE LA VELOCIDAD EN EL FONDO, POR SEGUNDO.</u> | <u>VELOCIDAD MEDIA CORRESPONDIENTE</u> |
|--------------------------------|---|--|
| Tierra                         | 0.10  | 0.13                                   |
| Arcilla suave                  | 0.15  | 0.20                                   |
| Arena                          | 0.30  | 0.40                                   |
| Grava                          | 0.60  | 0.80                                   |
| Roca dura                      | 3.00  | 4.00                                   |

Hay gran diversidad de opiniones entre los autores que se han ocupado de la mínima velocidad para que el agua deposite las materias que tiene en suspensión.

Dubois opina que para evitar los depósitos de materias, es suficiente que la velocidad media del agua no baje de 0.15; Belgrand, ha dado como límite inferior 0.25, y Bricke indica 0.30

En lo que precede solamente hemos considerado la velocidad media, es decir, la media de las velocidades de los hilos de agua de un canal en una misma vertical. Si tomamos las velocidades del agua de un canal en una misma vertical y á diferentes profundidades, observaremos que varía la velocidad según la altura que se tome sobre dicha vertical, y tomando como término de comparación la velocidad de la superficie, tendremos que la media es 0.80 <sup>de la de la superficie y 1.33 de la del fondo</sup> ~~de la del fondo de 1.33 ó 1.33 de la de la superficie~~.

El conocimiento de la velocidad en el fondo es útil para apreciar el grado de resistencia de la pared á lo largo de la cual se hace el escurrimiento. El cuadro ya mencionado dá dichas velocidades.

La <sup>la</sup> uniformidad de la corriente en un canal es debida á la resistencia producida por el frotamiento del agua con las paredes del <sup>canal</sup> canal; si éste rozamiento es muy grande, llegaría á destruir las paredes del canal, por lo cual al determinar la sección de un canal es necesario hacerlo bajo la base de conservación

### V.III. conveniente.

del mismo. Varias de estas obras establecidas en la India cuando aún no eran conocidos como se conocen hoy los coeficientes de aspereza, hicieron fracasar varias empresas, debido á la destrucción de canales.

No se puede dar una regla general para determinar la sección de un canal, infinidad de circunstancias hay que tener en cuenta: la topografía del lugar en donde debe ir alojado el canal, la naturaleza del terreno, la velocidad de que debe ir animada el agua, la pendiente del terreno, etc.

El buen criterio del Ingeniero desempeña un papel importante para la determinación de la sección de un canal, quien, en vista de todas las circunstancias que influyen determinará la sección que satisfaciendo las condiciones técnicas necesarias resulte con la mayor economía y la más estable.

Aplicando la fórmula  $V = c \sqrt{R s}$  y empleando para  $c$  los coeficientes dados por Kutter, por medio de aproximaciones sucesivas se llegará á determinar las dimensiones de la sección.

Los factores variables que entran en la fórmula y de los cuales podemos disponer á voluntad nos ponen en cada caso en la posibilidad de asignarles un valor tal para obtener el resultado apetecido, ya sea con el objeto de aumentar la profundidad del canal, para disminuir la anchura, ó bien al contrario disminuir aquella para aumentar esta según convenga en cada caso de su construcción, á su economía tanto de construcción como de conservación.

Por ejemplo en los grandes caudales de agua y terrenos planos nos convendrá en general disminuir la profundidad para que los bordes del cauce tengan la menor altura; y en terrenos de roca convendrá al contrario dar mas profundidad al canal para angostar su sección.

### ERTUBACION.

Aun cuando la pendiente general del canal no podamos variar por que depende del desnivel total que resulta de la situación de los puntos-----

extremos, si podemos repartir dicha pendiente general en cada tramo, en la proporción conveniente.

Así por ejemplo, en los acueductos es conveniente forzar la pendiente para aumentar la velocidad del agua y disminuir la sección de descarga y por tanto el costo. Este aumento de pendiente se hace á expensas de disminución de la misma pendiente en otro tramo del canal en que por otra conveniencia sea mejor disminuir la pendiente, como en el caso de que en el trayecto del canal hubiese tramos en los que el terreno fuera deleznable requiriendo por lo tanto pequeña pendiente.

Graduando así la pendiente en los diversos tramos del canal y conviniendo ésta graduación en las dimensiones y forma de la sección, se conseguirá dar á la obra en cualquier punto de su trayecto las condiciones necesarias para que resulte económica, estable y de fácil conservación, por lo menos hasta donde es posible disponer de los límites de variación de los factores que entran en la fórmula de Kutter. Es por ésto que dijimos que el trazo definitivo de una obra de ésta clase se hace por aproximaciones sucesivas.

#### TANQUE DE DECANTACION.

Tiene por objeto el tanque de decantación el ~~de~~ <sup>quitar</sup> ~~motora~~ al agua que vá á entrar á la entubación, y en seguida á los motores, todos los cuerpos extraños como yerbas, tierra y especialmente la arena, para que no vaya ésta última á destruir los motores; pues, debido á la gran velocidad de que están animados, desgasta ó lima los motores.

Este tanque sirve tambien como regulador, pues como se ha de construir de gran superficie, resulta que á grandes variaciones en la carga del canal, corresponden en el tanque pequeñas diferencias de nivel.

En la parte de éste trabajo correspondiente á detalles de construcción, me ocuparé de la disposición del tanque y accesorios de que debe estar provisto, como coladeras, válvulas, etc.

#### ENTUBACION.

El valor de una caída depende de su volúmen y su altura, por lo que al hacer un aprovechamiento de una caída habrá que conservar éste volúmen y altura, ó reducir á un minimum las pérdidas, según que el agua obre sobre la rueda por su parte

que pudiésem haber.

Las pérdidas en el volúmen de agua se evitarán impidiendo la evaporación, las filtraciones, etc., cubriendo el canal por medio de revestimientos, etc.

La altura teórica es la diferencia de nivel entre el del canal superior y el inferior,  $\frac{0}{\gamma}$  el río. El agua al pasar por una entubación, sufre varios rozamientos, los que se traducen en pérdidas de carga, ó sea de altura. La presión del agua á la salida de la entubación, es menor de la que correspondería á la altura total de la caída, resulta como si el agua no perdiendo ninguna fuerza por la fricción, cayese de una altura menor.

De las pérdidas que sufre un volúmen de agua al pasar por una cañería, la más importante y mayor es la debida al rozamiento, pues las otras pérdidas á la entrada, por válvulas, codos, etc., son pequeñas, y según aconseja Devaube, se pueden tener en cuenta redondeando la longitud encontrada para el tubo.

Al hacer pues el cálculo de una entubación, habrá necesidad de calcular lo que se pierde por frotamiento, el costo de los tubos; si será conveniente emplear uno ó varios, el espesor del tubo, etc.

#### EDIFICIO PARA ALOJAR LOS MOTORES HIDRAULICOS.

En ésta clase de construcciones, que variarán de una instalación á otra, según sea la <sup>clase</sup> caída y el número de motores, la importancia de la instalación, el terreno en el cual deben estar edificadas, etc., dominará la resistencia y utilidad más bien que la belleza de la parte arquitectónica.

#### MOTORES HIDRAULICOS.

Para utilizar la energía de una caída de agua, se emplean los motores hidráulicos.

Según sea la altura de caída, el volúmen de agua, la mayor ó menor velocidad que se necesite, así será el motor que se emplee: Rueda hidráulica, turbina, rueda Pelton.

#### RUEDAS HIDRAULICAS.

En ésta clase de motores, el agua obra por su peso y entra á la rueda solamente por una parte de su circunferencia. Varias clases de ruedas hay: Superiores ó de cajones; laterales ó inferiores, según que el agua obre sobre la rueda por su parte

superior, lateralmente, ó por la parte inferior. El mayor ó menor rendimiento de cada una de estas ruedas, depende de la velocidad del agua, de la altura de la caída, y del gasto. Así para un trabajo determinado, ó para una caída dada, no será indiferente emplear cualquier sistema de rueda para obtener el máximo de efecto.

En general todos estos motores convienen para grandes gastos, corta altura, para pequeñas velocidades y para aguas sucias ó cargadas de azolves.

La rueda superior ó de cajones, conviene para caídas de 3 á 8 metros, con corto gasto puede trabajar, sin que su efecto útil varíe sensiblemente del máximo de efecto; con velocidades muy diferentes, pero éstas velocidades nunca pueden ser muy considerables. Convienen en el caso en que el mecanismo de la fábrica no exija gran velocidad. Tienen el inconveniente de no poder trabajar sino á pequeñas velocidades, si se quiere obtener el máximo de efecto, lo que obliga á menudo á multiplicar los engranes. Para caídas mayores de 8 metros, resultan de construcción delicada, gran peso; el árbol soporta gran presión y por consecuencia hay grandes frotamientos. La velocidad conveniente para producir el mayor rendimiento, es de 0.40 de la velocidad del agua. Su rendimiento es de 70 á 90%.

El número de cajones no lo determina ninguna ley, sino la experiencia; generalmente el número de cajones es de 5r. ó 6r, si r es el radio de la rueda, en pies. El ancho de la rueda, su construcción y manejo, así como su peso y volumen, que paralelo al eje, depende de la cantidad de agua.

Las ruedas laterales, son aplicables para cortas caídas, 1 á 3 metros, y grandes gastos, pudiéndose establecer con poco gasto; la acción del agua es por su impulsión y por su peso. Su rendimiento es de 50 á 80%. Su ventaja es la de poder tomar gran velocidad, lo que es necesario para obtener el máximo de efecto. Su inconveniente es el de no poder utilizar sino una fracción del trabajo almacenado en la caída.

En las ruedas inferiores, el agua obra solamente por impulsión. Se emplean con ventaja en caídas hasta de 1.50. Rinden hasta el 60%.

Segun las construcciones TURBINAS. esta clase de motores da mayor rendimiento. En ésta clase de motores, el agua entra por toda la circun-

ferencia, y obra por presión. Convienen para grandes velocidades. Rinden del 70 al 85% Producen grandes velocidades. Ocupan corto espacio, la facilidad de ser colocadas y transportadas, así como el poder emplearse para cualquier gasto, hacen á estos motores preciosos para la industria. El inconveniente que pudieran tener es el de su gran velocidad, dado caso que el mecanismo interior de la fábrica no la exigiese, y el de que, con aguas cargadas de azolves ó sucias, los deterioran y obstruyen.

Este último inconveniente se hace más sensible en los países montañosos y tropicales, los cursos de agua de éstas regiones están expuestos á crecientes súbitas por exceso de lluvias, y transportan tierra y arena en cantidades tales, que destruyen cualquier turbina en muy corto tiempo. Estas crecientes arrastran también raíces, hojas y otras basuras, que obstruyen las compuertas y las ruedas hasta tal punto, que interrumpen su movimiento, mientras no se quiten dichas obstrucciones.

- RUEDAS PELTON -

La Rueda Pelton puede decirse que es la combinación de la rueda hidráulica y la turbina. El agua obra como en las ruedas; solamente en parte de su circunferencia, uno, dos ó tres puntos; pero no obra por su peso, sino por presión, como en las turbinas.

Entre las ventajas que tienen estos motores, se pueden citar: su gran rendimiento, 80 á 90%, la extrema sencillez de su construcción y manejo, así como su poco peso y volúmen, que facilitan notablemente su traslación. Con su uso pueden aprovecharse cantidades de agua sumamente pequeñas, que serían insuficientes para emplear los otros motores hidráulicos. Las ruedas Pelton están exentas de los inconvenientes de emplear aguas cargadas de tierra y basuras; los cubos están completamente abiertos, abandonan libremente todas las materias que pueden caer dentro de ellos.

Está indicado el empleo de estos motores en las grandes caídas de agua, pudiendo emplearse también en cortas cantidades de agua y pequeñas caídas.

Segun los constructores de esta clase de motores dá mayor rendimiento la rueda Pelton que la turbina bajo caídas hasta de

3 ó 4 metros; pero el sistema de su construcción no permite emplear con un <sup>costo</sup>gusto razonable la gran cantidad de agua necesaria para producir fuerzas considerables con poca caída; por consiguiente no la recomiendan para caídas menores de 5 á 8 metros á menos de que se trate de una fuerza relativamente pequeña. Si la fuerza que se necesita no pasa de 20 caballos, ningún motor le aventaja en baratura aun para caídas que no pasen de 5 á 8 metros. <sup>En</sup> caídas de más de 10 metros presenta mayores ventajas que cualquier otro motor hidráulico. Respecto á las llamadas caídas altas, de 20 metros en adelante, sus ventajas son extraordinarias; y respecto á la presión que puede utilizarse, se puede decir que es ilimitada. En efecto, actualmente hay en uso mas de 100 ruedas Pelton, bajo caídas de mas de 450 metros, todas con gran rendimiento y casi sin gastos de reparación.

Las caídas bajo las cuales pueden trabajar estas ruedas, dependen únicamente de la resistencia de la tubería y de sus conexiones. The Hydraulic Power Company, de Chester, Inglaterra tiene una gran rueda Pelton, que trabaja bajo una caída de 750 metros.

#### CANAL DE DESFOGUE.

Tiene por objeto éste canal conducir al río las aguas que han obrado sobre los motores.

La pendiente y sección de éste canal deben estar calculadas para producir el gasto necesario á fin de que toda el agua que pase por los motores salga inmediatamente, y evitar el que se ahoguen.

La altura de la boca de desfogue de éste canal, en el río, debe elegirse convenientemente á fin de que las aguas de las crecientes máximas no obstruyan dicha boca.

## ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS

En la obra "The Design -oo- Construction Masonry", por E. Wegman, se encuentran los cuadros y las fórmulas que dicho au-

## TOMA DEL AGUA

**PRESA** - La cuestión de la determinación de la sección transversal de las presas, ha sido estudiada por muchos ingenieros y ha sido objeto de muchas memorias. Diversos métodos de cálculo han sido preconizados por los diferentes autores que han hecho un estudio especial sobre este asunto.

El problema que hay que resolver es el siguiente: determinar la sección transversal de un muro sometido por una de sus caras á una carga de agua, y descansando sobre un terreno incompresible é insecable. Está sometido á dos fuerzas: su peso y el empuje del agua. La primera fuerza es vertical y obra de arriba abajo; tiende á asentar el muro sobre el terreno. La segunda fuerza es horizontal, tiende al contrario, á hacer deslizar al muro sobre su base, y á derribarlo haciendolo girar al derredor de su arista exterior. Se trata de dar á esta sección las dimensiones suficientes para que el momento de rotacion y el deslizamiento sean imposibles, teniendo en cuenta el frotamiento del muro sobre su base.

Los diferentes autores que se han ocupado de esta cuestion: Navier, Helocre, Bouvier, Guillemain, Pelletreax, & tomando la cuestion bajo diversos puntos de vista, han establecido fórmulas, todas ellas complicadas, para determinar las dimensiones de la seccion.

El hacer un estudio de todas estas fórmulas y de los métodos seguidos por estos autores, sería salirse del plan trazado para la presente tesis; por lo cual me concretaré solamente á exponer el método de Mr. Wegman, método considerado como una de las más prácticos y que dá lugar á cálculos menos laboriosos.

Mr. Wegman ha establecido perfiles tipos, así como cuadros que permiten encontrar inmediatamente las dimensiones de un muro cuya altura y espesor en el coronamiento sean conocidos, así como las fuerzas que soporta en funcion de las dimensiones y fuerzas correspondientes relativas á un muro de 6 metros de altura, tomado como tipo.

Los cuales puntos unidos, darán la curva de las presiones, construyendo dicha curva tanto en el caso de que el muro no soporte ninguna presión de agua, como cuando se

En la obra "The Design and Construction Masonry", por Ed. Wegman, se encuentran los cuadros y las fórmulas que dicho autor dá para el cálculo de las presas, no ocupándome de ellas, porque sería objeto de un estudio especial y fuera del plan del presente trabajo.

Como complemento á los métodos analíticos, así como para los avant-proyectos y la comparación de diversos trazos especiales, hay que mencionar el método gráfico, método que permite determinar con gran sencillez las dimensiones de un muro para presa. El método gráfico no se presta á una aproximación tan rigurosa como la analítica, y exige que se substituya el perfil exacto por otro perfil compuesto de superficies geométricas, como rectángulos ó trapecios de los cuales sea fácil determinar la posición del centro de gravedad.

Este método no solamente conduce á resultados muy aproximados, sino que tambien puede ser empleado para evitar tanteos que, con el procedimiento analítico, sería muy laborioso y penoso. Una vez las dimensiones del muro determinadas aproximadamente por la estática gráfica, nada impide aplicar el método analítico al perfil así obtenido, á fin de conocer exactamente los esfuerzos á los cuales está sometida toda la mampostería.

La construcción gráfica tiene aun otra ventaja. Si al emplear el cálculo se comete algun error, éste se propaga á los cálculos subsecuentes y por consecuencia al resultado final. En el método gráfico, en el trazo de las montañas, las figuras presentan siempre simetría, de tal manera que cualquier error de importancia, se señala inmediatamente por alguna anomalía en el trazo y salté luego á la vista.

Fijado aproximadamente un perfil, sobre éste se harán secciones en las juntas, cada uno ó dos metros; se determina el peso de la mampostería y la presión correspondiente á ésa altura de agua, y empleando los métodos sencillos que dá la estática gráfica, se determina la resultante y el punto en que encuentra dicha resultante á la junta considerada. Para cada junta se determinará dicho punto, los cuales puntos unidos, darán la curva de las presiones, construyendo dicha curva tanto en el caso de que el muro no soporte ninguna presión de agua, como cuando so-

### III.

porte toda la carga de agua. Los puntos de intersección de las curvas con las juntas no deben quedar fuera del tercio medio.

Pra determinar el lugar en que debe monstruirse la presa, se hará un estudio geológico del terreno, teniendo en cuenta su permeabilidad é impermeabilidad, su grado resistencia, etc., y se escogerá el lugar en el cual el rio se estrecha mas, afin de que el muro tenga la menor longitud, y ademas que la caja este formada de terreno resistente ó roca para poder enlazar perfectamente con el muro y formar un todo homogéneo.

Fijado el lugar y determinadas las dimensiones de la presa, no queda si no proceder á su ejecución. Es inútil decir que en una obra de esta naturaleza, gran cuidado debe tenerse tanto en la elección de los materiales que deben emplearse, así como en la ejecución de la obra.

Si existe cerca de los trabajos buena arena cuarzosa, no be vacilarse en emplearla; si no la hay ó si la que pudiere haber, es de mediana calidad, se debe recurrir á la arena artificial.

El mortero desempeña un gran papel en las construcciones de éste género, y de su resistencia depende, por decirlo así la de la obra. En su confección es esencial no emplear sino cales de excelente calidad.

Las proporciones entre la cal y la arena, para formar el mortero en obras de este genero dependen de la clase de cal y de arena que se empleen

En cuanto á la proporcion de mortero que debe emplearse en la manposteria, conviene no pase del 35 %.

Salvo ciertas partes: paramentos exteriores, y coronamiento que se construyen de piedra labrada, el resto del muro se hará con manposteria común con los materiales de que se disponga en las cercanias.

La condición de resistencia del muro á la roptura y al deslizamiento varia con el peso del muro la determinación de la densidad de las manposterias se impone. Algunos ingenieros asig-

nan á la densidad un valor de 2,000 por m. lo que tiene la ventaja de simplificar los cálculos, pero presenta <sup>el</sup> inconveniente de alterar la verdad. M. Krantz y M. Bouvier indican la necesidad de proceder por experiencias y observaciones directas para determinar en cada caso la densidad de las mamposterías que se van á emplear.

La destrucción de un gran número de presas ha sido atribuida á un vicio de cimentación. Así no solamente se debe asegurarse de la buena calidad y resistencia del terreno, sino que se hará la construcción del cimiento con los cuidados más minuciosos.

Hecho el cimiento hasta el desplante, la construcción del muro de la presa entra en la categoría de los muros comunes de mampostería.

Aunque se haga en seco la construcción, se debe emplear <sup>mortero</sup> material hidráulico; pues como el espesor del muro es generalmente bastante grande, la carbonatación al interior tarda en hacerse, y con seguridad cuando la presa está en contacto con el agua, la parte interior aún no se ha secado, no se ha carbonatado, se contaría con una resistencia que no existe, pues no está en condiciones de agua. Empleando cemento hidráulico, la misma humedad ayuda al fraguado.

Para construir el muro, se hará una hilada en cada uno de los paramentos ó caras del muro, y en seguida se rellena el espacio entre las dos hiladas con piedra quebrada, cuidando de que las juntas queden en todos sentidos, no presentando nunca superficies continuas ni lechos horizontales, sino formando un todo tan homogéneo como sea posible.

#### COMPUERTAS.

Se debe siempre recomendar el establecer el umbral de las compuertas, lo más bajo que sea posible, con objeto de aprovechar la mayor altura. En efecto, si el umbral se encontrara arriba del nivel de la pendiente media del fondo se favorecería la elevación del lecho, bajo la influencia de los materiales que las aguas depositarían contra éste obstáculo.

Esta prescripción es favorable al fabricante, puesto que, para un desemboque dado, mientras mayor sea la altura libre de

las compuertas, la anchura correspondiente es menor.

Es igualmente indispensable que las compuertas estén dispuestas de manera de levantarlas fácilmente arriba del nivel de las más altas aguas.

El gasto por segundo de una compuerta con carga sobre el vértice, está dado por la formula:

$$Q = m \omega \sqrt{2gh}$$

en la cual  $\omega$  representa la seccion de la abertura y  $h$  la carga sobre el medio de la altura de la abertura, si desemboca libremente en el aire; ó la diferencia de niveles entre el de rio

arriba de la presa y el de rio abajo, cuando está ahogado.

$m$  es un coeficiente de gasto, que varia con la forma de la seccion y con la carga de  $h$ , encontrándose sus valores en los tratados de hidráulica y en las ayuda-memorias.

El mejor sistema de compuerta es el de rodaja, sustituyendo así al frotamiento de deslizamiento, el frotamiento de rotacion

En general, puede decirse que las compuertas constan de un bastidor ó marco, formado por medio de laminas de fierro.

Si el marco es muy grande, la presion á la cual está sujeto será considerable, por lo que la lámina tendrá que ser muy gruesa y por consecuencia de mucho peso; se evita esto, dividiendo el marco en partes, apoyadas en el marco.

Siendo en  $a$  (fig.1) menor la presion que en  $b$ , la escuadria del montante sería mayor que  $b$ ; pero para evitar el emplear fierros de diferentes escuadrias. lo que se hace es hacer el espa-

## VI.

cio. a. b. menor que el a. c. y el b. d. menor que el a. b.

Para <sup>levantar</sup> ~~alter~~ las compuertas hay dos clases de mecanismos :  
de tornillo y de cremallera.

Para calcular ó mas bien para determinar , ya elegido el sistema, que número de ruedas ó piñones se deben emplear para ir disminuyendo el esfuerzo hasta hacerlo igual al que un hombre..  
dos ....& pueda desarrollar, tendremos que el esfuerzo que hay que vencer es:

$$T. = P. + \text{esfuerzo de rozamiento}$$

siendo P. el peso de compuerta

Se ira calculando el esfuerzo necesario empleando un piñon y una rueda, dos piñones y dos ruedas....hasta que se obtenga un esfuerzo igual al que el hombre ú hombres que se hallan fijado puedan desarrollar.

Si se emplea el sistema de tornillo se hara una tuerca bastante aperaltada con el objeto de que abarque bastantes roscas.

Si se hace uso del sistema de tuerca (fig.2) se pondrá un volante á fin de que sea favorable en todos los casos el lugar en que se hace el esfuerzo.

La barra de la compuerta en un periodo de tiempo trabaja á la tensión y en otro á la compresion, así pues se calculará la seccion para el esfuerzo mayor. En la traccion el esfuerzo es independiente de la longitud, en la compresion habrá que evitar la flexion.

Se hace uso algunas veces de compuertas automáticas , las cuales obran ya sea por medio de la presion del agua ó por flotadores. Pero exigen para funcionar con regularidad mucha vigilancia y ademas están expuestas á descomposturas frecuentes.

### CANAL DE DERIVACION

-oOo-

Un canal puede quedar alojado en tajo, terraplen ; ; tajo y terraplen; en terreno blando ó tierra, en roca; cruzar un camino una barranca ú otro canal.

Siempre que sea posible deben evitarse los canales de bordos pues por lo general a consecuencia de los asentamientos se producen grietas y por éstas, pérdidas de agua. Sola-mente en casos

VII.

extremos debe alojarse un canal en terraplén. La (fig.3) representa la sección de un canal de ésta clase.

Los canales en tajo pueden estar alojados en terreno blando ó tierra ó en roca. En el caso de terreno blando ó tierra, la sección deberá ser trapezoidal. La inclinación de los taludes varia según sea la clase de terreno. En los bordes formados por tierra suelta, á los taludes interiores se les dá de  $1 \frac{1}{2}$  de base por 1 de altura y á los taludes exteriores de  $1 \frac{1}{2}$  de base por 1 de altura.

La tabla adjunta da los taludes para diferentes clases de terrenos.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Tierra vegetal           | $1 \frac{1}{2}$ de base por 1 de altura                   |
| Terreno barroso          | 1 " " " 1 " "   |
| Terreno blando           | $1 \frac{1}{2}$ " " " 1 " "                               |
| Roca dividida (tezontle) | $1 \frac{1}{2}$ ó $\frac{1}{4}$ " " " 1 ó $1 \frac{1}{4}$ |
| Tepetate                 | $1 \frac{1}{2}$ " " " 1 " "                               |
| Roca maciza              | aplomo  |

En los pasos muy ~~estrechos~~ <sup>acantilados</sup> para evitar tajos muy considerables se le dá mayor inclinación al talud y se le sostiene por medio de un revestimiento como está representado en la (fig.4)

Las figuras 5, 6, y 7 representan secciones de canales alojados en terreno rocalloso. La (fig.5) representa la sección normal de un canal en roca.

LA (fig. 6) es la sección de un canal en el que no contando con el espacio suficiente para alojar la caja se ha dado la anchura necesaria cortando en la roca la parte a. b. c.

La (fig7) representa la sección de un canal parte en tajo y parte en terraplén ó sea una sección mixta en la que para ligar el borde con el terreno se recurre á las escaleras <sup>nes</sup> a. b. c.

Suelen presentarse en los canales grietas ó cuarteaduras de bidas ya á la naturaleza del terreno ya producidas al hacer la apertura del canal, por los coetes <sup>h</sup> cuando hay que desagregar el terreno. Para evitar las pérdidas de agua por éstas grietas así como las filtraciones producidas en ciertos terrenos permeables se recurre á los revestimientos. Estos pueden ser de betón, mamp

## VIII.

posteria, de estacados ó enfaginados y de césped.

En la confeccion del betón, en los revestimientos de ésta clase, se debe proscribir el emplear arenas arcillosas, pues éstas, á la larga, descomponen el mortero. Las arenas empleadas deben ser de grano, ni muy fino ni muy grueso, exentas de materias terrosas, y deberán ser lavadas si fuere necesario. La grava debe pasar por un anillo de 0.06 de diámetro. La cal empleada deberá ser cal hidráulica.

La arena y la cal deben mezclarse perfectamente y en seco, y el agua se le agrega por medio de una regadera en la cantidad extrínsecamente necesaria para producir una pasta.

El revestimiento debe tener cuando menos 0.10<sup>m</sup> arriba del nivel del agua correspondiente al gasto medio.

Los revestimientos de betón no dan siempre buenos resultados á causa de que variando el nivel del agua, la parte del revestimiento cercana á este nivel queda expuesta á las variaciones alternativas del agua y del aire, lo cual desagrega el betón.

En las localidades frias, las heladas pueden provocar efectos desastrosos.

Los revestimientos de mampostería no presentan los inconvenientes de los de betón, y su empleo ha dado buen resultado. Consisten en cubrir el fondo y los taludes del canal con piedra quebrada; deberán tener al exterior su cara más lisa, una cola de 0.20 y de metro en metro de 0.30; las juntas se harán con cal hidráulica.

El revestimiento por medio de enfaginados, se forma introduciendo en la parte que se va á proteger estacas grandes y entrelazándoles ramas ó varas flexibles, como mimbres, bejucos, etc. En las aguas cargadas de limo, éste se deposita entre las ramas y se forma un buen revestimiento. Cuando el enfaginado no vá á estar expuesto á las alternativas del agua y del aire, dura mucho tiempo.

El revestimiento por medio de césped, consiste en cubrir la superficie que se vá á proteger, con paralelepípedos de 0.15 x 0.30 x 0.40. con una de sus caras sembradas de zacate ó césped. Se debe procurar que el zacate este fresco.

Caso del agua vaya á hacer funcionar una válvula. Hay varios sis- IX.

temas de compuertas automáticas, uno de ellos consist, en un po- Para proteger los bordos y terrenos adyacentes á los canale  
do en donde cae el agua; esta última obra sobre un flotador, el  
de los agentes atmosfericos, se siembra en dichos bordos ó terre  
nos (m.n.fig.8) plantas que produzcan raices abundantes. El za  
cate del Pará que se produce en algunos puntos de la Republica,  
y que se ha empleado para este objeto, tiene el inconveniente de  
que se desarrolla mucho y son atraídos los animales para comer  
selo los que con su paso destruyen los bprdos.

Para los cruzamientos de un canal con un camino una barran  
ca ú otro canal se hará uso de un acueducto de manposteria ó de  
fierro.

TANQUE DE DECANTACIÓN

Habra necesidad de estudiar la situación relativa de la  
boca deentrada y la de salida del agua á fin de que no se esta  
blezca una corriente entre éstos dos puntos y salga ilusona el  
tanque.

Las (fig. 8. 9. 10. 11. y 12) representan las disposiciones  
que se dán á estos tanques. La (fig.10) tiene el inconveniente de  
que hay necesidad de perder altura, conviene solamente cuando se  
cuenta con una gran carga.

Para evitar el que pasen á la entubación los cuerpos extra  
ños que el agua lleva en suspensión, se establece á la entrada  
de ellas una coladera. Esta puede <sup>formarse</sup> ponerse de un bastidor ó mar  
co de madera ó fierro con varillas de 0.01 de diámetro colocadas  
en el sentido vertical y proveyendo al bastidor de otras vari  
llas perpendiculares á las primeras para evitar la flexión .

Las coladeras de tela de alambre tienen el conveniente de  
que forman una cuadrícula y obstruyen más el paso del agua; tienen  
una duracion menor y la limpia se hace mas difícil.

Para limpiar al tanque de los azolves se emplea una <sup>compu</sup>  
erta una compuerta, pues el hacer la limpia por medio de palas  
seria una operación muy dilatada y costosa. Lo que se hace con  
la compuerta es el prevocar una corrien bastante fuerte á la  
vez que un peón dentro del tanque en una embarcación por medio  
de una pala ó rastrillo afloja el azolve.

Hay que proveer al tanque de una compuerta automática para  
que cuando llegue el agua á un nivel mayor del necesario el ex

ceso del agua vaya á hacer funcionar una válvula. Hay varios sistemas de compuertas automáticas, uno de ellos consiste en un pozo en dónde cae el agua; éste último obra sobre un flotador, el que á su vez obra sobre una válvula ó compuerta, evitando así que el tanque se derrame.

#### ENTUBACION.

Para calcular el diámetro de la entubación, puede emplearse la fórmula:

$$d = 0.479 \left( (1.5d + fl) \frac{g^2}{h} \right)^{1/5}$$

(Merriman. Hydraulics)

Siendo:  $d$  el diámetro en piés,  
 $l$  la longitud de la entubación,  
 $g$  el gasto, y  
 $f$  el coeficiente de fricción, que varía no solamente con el estado del interior de la cañería, sino que también con el diámetro y con la velocidad.

Estando sujeta la cañería á considerable presión, habrá que calcular su espesor, para lo cual puede aplicarse la fórmula de Lamé:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{\frac{S+p}{S-p}} - 1 \right\}$$

Siendo:  $p$  la presión interior por unidad de superficie,  
 $S$  el máximo de tensión de la materia, en la pared del tubo,  
 $D$  el diámetro interior del tubo  
 $\delta$  el espesor de la pared del tubo, en milímetros.

En ésta fórmula, ya se tienen en cuenta los golpes de ariete á que están expuestas éstas entubaciones.

Lo más generalmente empleado para ésta clase de entubaciones, son los tubos de acero laminado.

Cuando se empezaron á usar éstos tubos, se les barnizaba únicamente en su parte exterior con una capa de asfalto, para preservarlos de la oxidación, y por consiguiente quedaba la parte interior expuesta á la acción destructora del agua, y de las materias que ésta tiene en suspensión, tales como arena, hierro, etc., y solo duraba una tubería así dispuesta, de 8 á 10 años á lo sumo. Pero adoptando el sistema empleado ya hace más de 30 años, y que consiste en emplear tubos de acero con una cubierta interior y exterior, se ha extendido su uso extraordinariamente para todas las variedades de presión, diámetro y espesor del acero. La ventaja de éste sistema, es que con un espe-

de lámina relativamente delgada, el tubo que se forma con ella puede soportar una gran presión, y se obtiene un tubo mucho más barato y más ligero que cualquiera otro y que llena su objeto á satisfacción.

La capa de asfalto, tiene por objeto preservar al acero del contacto inmediato con el agua, la tierra y la atmósfera; lo que produciría la oxidación rápida de aquel. Así pues, mientras permanezca la capa de asfalto intacta, el tubo se conservará perfectamente. Existen en los Estados Unidos, líneas de tubería desde hace más de 25 años, encontrándose actualmente en perfecto estado de conservación.

La causa que impediría el buen servicio de ésta clase de tubos, sería la caída del asfalto, debido á raspaduras ocasionadas en el transporte; pero esto se evita dando á la tubería una nueva capa de asfalto, si parte de ésta se hubiera caído. Además de preservar de la oxidación, el uso del asfalto tiene la ventaja de hacer la superficie interior del tubo, completamente lisa y reducir así la fricción del agua.

Hace algunos años, se usaban láminas de hierro en la fabricación de los tubos; pero hoy solo se emplea el acero, pues éste metal es mucho más resistente que el hierro á la tensión, y al mismo tiempo más barato.

Las conexiones de ésta clase de tubería puede ser de tres clases: conexiones de ajuste (slip joint) conexiones de ajuste y cincho (lead joint) y conexiones de reborde (flanges.)

La conexión de ajuste, consiste en la unión de los tubos embutidos sus extremos unos en otros. Para conseguir ésto se prepara en la fábrica cada tubo, de manera que uno de sus extremos tenga una ligera contracción, haciendo así su diámetro un poco menor que el diámetro general del tubo. El otro extremo vá ligeramente ensanchado, y tiene por consiguiente su diámetro un poco mayor que el diámetro general. De éste modo, cada tubo puede embutirse por su extremo menor en el mayor de otro tubo, y podrán ajustarse perfectamente. Este ajuste se hace más sólido, rodeando el extremo menor del tubo, antes de embutirlo, de pábilo impregnado de asfalto; así entrará más ajustado, en el otro tubo y el asfalto impedirá las filtraciones. Cada tubo debe colocarse en el terreno, con la boca mayor hácia arriba, dispuesto así

á recibir el extremo menor del tubo siguiente.

A medida que se ván colocando los tubos en la zanja (suponiendo que se adopte el sistema de zanjas) se asegurarán provisionalmente aquellos con cuñas y puntales; ésto con el objeto de que cada tubo que se vaya á colocar no <sup>mueva</sup> ~~mueva~~ los ya colocados. Después de fijados todos, y cuando se haya probado toda la tubería con la presión del agua, pueden <sup>quitarse</sup> ~~juntarse~~ las <sup>cuñas</sup> ~~cuñas~~ y puntales, y tapar la zanja. Si no conviene hacer zanja, por ser el terreno rocalloso, ó por otra causa cualquiera, se apoyarán los tubos en la superficie del terreno ó se colocarán sobre bloques de mampostería y se asegurarán con cables metálicos, valiéndose de los ganchos que se ven en la fig. 13. El sistema de zanjas ó cualquiera otro puede tambien adoptarse para las otras clases de tubería convada.

La conexión de ajuste y cincho, consiste en lo siguiente: En uno de los extremos de cada tubo, vá remachado un anillo de acero como de <sup>m</sup> 0.15 de ancho y de un diámetro un poco menor que el del tubo; el otro extremo de éste no lleva anillo. La conexión se hace, embutiendo cada tubo por el extremo que tiene anillo, en el extremo que no lo tiene en el otro tubo. Además la conexión vá rodeada exteriormente de un cincho de un diámetro mayor que el del tubo. Entre éste cincho y el tubo, queda un espacio anular que se llena <sup>de plomo</sup> ~~plomo~~ y se calafatea; esto le dá mayor solidez. Las (figs. 14 y 15) dan idea de las dos clases de conexiones descritas.

Respecto á su empleo, estas uniones se recomiendan solamente cuando se trata de muy bajas presiones. En efecto, si la presión es de cierta magnitud, se requiere de parte de los operarios, una grán práctica en la instalación de dichas conexiones; pues de lo contrario es fácil que se presenten filtraciones.

Las conexiones de reborde son excelentes para cualquiera presión, aunque son un poco más costosas que las descritas anteriormente, en cambio tienen inmensas ventajas que compensan su mayor costo.

La fig. 16 dá idea del modo de unir dos tubos con conexiones de reborde.

Cada tubo lleva en sus dos extremos un reborde de hierro ó

de acero, con sus correspondiente agujeros ó taladros, á través de los cuales pasan los tornillos que aseguran un tubo de otro. Entre los dos rebordes que unan dos tubos, se intercala un empaque de caucho, que sirve para impedir las filtraciones. Con una llave inglesa común se aprietan bien los tornillos que aseguran éstos rebordes, y se obtiene así una excelente conexión que impide por completo toda filtración, sea cual fuere la presión de que se trate.

Si en el trazo de la tubería no hubiera sido posible el evitar los puntos altos como a, fig.17, se colocarán en éstos puntos los aparatos llamados ventosas; los cuales aparatos tienen por objeto <sup>dejar</sup> escapar el aire que tiende á acumularse en éstos puntos, el cual, sin el auxilio de la ventosa, se iría comprimiendo con el agua de la tubería, y acabaría por formar un verdadero tapón de aire que interceptaría el paso del agua, ó por lo menos disminuiría la sección del tubo.

La forma de las ventosas, es muy variada, la fig. 18 representa el sistema más empleado.

En los puntos bajos de la entubación como b, fig.17 es muy conveniente colocar una llave de purga para quitar á la tubería la arena, tierra y otras materias que lleva el agua en suspensión, y que se depositan en éstos puntos.

Como al cambiar de dirección se forman ángulos en la tubería, las conexiones de ésta en dichos ángulos se harán por medio de codos. Estos cambios de dirección no deben ser bruscos; deben evitarse los ángulos muy agudos, pues estos disminuyen la presión del agua y producen choques.

Se debe tratar lo más que sea posible de colocar la tubería en una zanja, que se tapará despues de colocada aquella. Así se evitarán las dilataciones y contracciones del metal, debidas á la acción del sol ó á los cambios bruscos de temperatura, como tambien los accidentes que puedan ocurrir por la caída de árboles, piedras ú otras causas por el estilo. Tambien se debe cerciorarse antes de tapar la cañería de que no existen filtraciones. Si se ha tenido cuidado de colocar la cañería, y si se ha empleado un buen sistema de conexiones, es muy raro que

se produzcan.

México, Julio de 1903.

*Leopoldo Vigil*

MEMORIA RELATIVA AL PROYECTO DE DERIVACION DEL  
RIO DEL CONSULADO.  
(PRIMER PROYECTO.)

Memoria relativa al proyecto de desviación del Río del Consulado (primer proyecto)  
Memoria relativa al proyecto de desviación del Río del Consulado (segundo proyecto)  
Memoria relativa a los trabajos en el Ferrocarril de Guadalajara a Manzanillo  
Memoria relativa a las obras del puerto de Veracruz  
Memoria relativa al saneamiento de la ciudad de Veracruz  
Anexos

BO PARA LA DESVIACION DEL RIO " SAN JOAQUIN " DURANTE LOS  
MES DE FEBRERO Y MARZO DE 1904

OPERACIONES DE CAMPO

Después de un reconocimiento á ojo se procedió al levantamiento topográfico de una línea preliminar que partiendo del punto (A) situado de la " Hacienda de los Morales " en el río de San Joaquín, y que queda á 20 metros de la esquina S.E. de la casa del mismo nombre, sigue con un rumbo general S.O. hasta encontrar el camino que va á la Hacienda de Prieto, continúa sobre camino hasta el punto (B) con un rumbo general al Norte, desde este punto cambia de dirección al N.E. hasta el punto (C) situado en la vía del Ferrocarril de Circunvalación. Se desvía en este punto hacia el Norte siguiendo hasta el punto (D) y de allí al Este con rumbo general, pasando por terrenos de la Hacienda de Prieto, corta después al Ferrocarril Nacional, Rancho

**MEMORIA RELATIVA AL PROYECTO DE DESVIACIÓN DEL RIO DEL CONSULADO.**  
**RIO DEL CONSULADO.**  
**(PRIMER PROYECTO.)**

---oOo---

El desarrollo total de esta línea es de 2426 metros. Las curvas adoptadas en esta preliminar ya anotada, y en los lugares en que se juzgaron más convenientes, se hicieron secciones transversales con el objeto de conocer exactamente la topografía del terreno en la cual pudiera localizarse la línea definitiva del proyecto. Fueron 14 secciones cuya longitud varía entre 155 metros y 550 metros, y la suma de las distancias de ellas es de 4877 metros. Estas secciones se anotaban á 25 metros.

Se hizo en seguida el levantamiento detallado del tramo de Rio San Joaquín comprendido entre el punto (A) y el punto (C) este último situado en el acueducto de Rio-Honco, hacienda de Prieto, en una extensión de 2.000 metros.

II.

INFORME RELATIVO A LOS TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE LLEVADOS A CABO PARA LA DESVIACION DEL RIO " SAN JOAQUIN " DURANTE LOS MESES DE FEBRERO Y MARZO DE 1902

---

OPERACIONES DE CAMPO en el plano. Se levantó además Después de un reconocimiento alójo se procedió al levantamiento acotado de una línea preliminar que partiendo del punto ( A ) conpuerta de la " Hda. de los Morales " en el río de San Joaquin, y que queda á 20 metros de la esquina S.E. de la huerta del mismo nombre, sigue con un rumbo general S.O. hasta encontrar el camino que vá á la Hacienda de Prieto, continúa por dicho camino hasta el punto ( B ) con un rumbo general al Norte y de este punto cambia de dirección al N.E. hasta el punto ( C ) sobre la via del Ferrocarril de Circumvalación. Se desvia en este punto hacia el Norte siguiendo hasta el punto ( D ) y de allí hacia el Este como rumbo general, pasando por terrenos de la Hda. del Prieto, corta despues el Ferrocarril Nacional, Rancho Naranjo y otros pequeños predios, el ramal del Salto del F.C. Nacional, la calzada entre Tacuba y Atzacapotzalco, Hda. de Clara Claveria, pasa entre los Ranchos San Bernabé y Camarones para terminar en el Río del Consulado, cerca del puente del F.C. Central que queda al Sur de la Colonia Aldama. la calzada de Tacuba. El desarrollo total de ésta línea es de 9496 metros. Cada 20 metros apoyadas en ésta preliminar ya acotada, y en los lugares que se juzgaron más convenientes, se hicieron secciones transversales con el objeto de conocer exactamente la topografía de una faja de terreno en la cual pudiera localizarse la línea definitiva del proyecto. Fueron 14 secciones cuya longitud varía entre 165 metros y 550 metros, y la suma de las distancias de todas ellas fue de 4877 metros. Estas secciones se acotaban cada 25 metros. del perfil del trazo.

Se hizo en seguida el levantamiento detallado del tramo del Río San Joaquin comprendido entre el punto ( A ) y el punto ( E ), este ultimo situado en el acueducto de Rio-Hondo; haciendo 7 secciones transversales y la nivelacion del terreno y fondo de dicho río, en una extensión de 2,000 metros. Aglomerar tanto

dato que á esa escala resultaría confuso, no apareció en el mismo plano que las secciones transversales.

## II.

Como la línea del proyecto tiene que cortar la Huerta de San Joaquín, hubo necesidad de detallarla lo mismo que una parte del Pueblo Santorum, inmediato á dicha huerta, y demás accidentes topográficos que aparecen en el plano. Se levantó además el perímetro del Panteon Español y pequeños tramos de calzadas cortadas por la línea.

Apoyados en la línea preliminar se levantaron tres polígonos que aparecen en el plano, para referir á ellos los detalles; su desarrollo fué de 4295 metros.

Se dejaron bancos de nivelacion en los lugares convenientes, para tener puntos de referencia bastante cercanos, en caso de llevar á cabo la obra. Los bancos están situados en los puntos siguientes: Compuerta de la Hda. de Los Morales sobre el Rio de San Joaquin, Iglesia del Pueblo de Sta. Cruz, Iglesia de San Joaquin, Templo Santorum, Atzacapotzalco, Tacuba y Molino del Prieto.

Con los datos anteriormente citados se construyó un diagrama general á la escala de 1:2000 para que sobre él se eligiera la línea definitiva del proyecto. Elegida dicha línea, se procedió á su trazo en la parte comprendida entre la Huerta de Sn. Joaquin y el punto donde dicha línea corta á la calzada de Tacuba-Atzacapotzalco, acotándola en toda su extensión á cada 20 metros. Su desarrollo fué de 3854 metros.

La parte comprendida entre el enlace del rio existente en el proyecto, y la huerta, la parte interior de la misma huerta, y la comprendida entre la calzada de Tacuba-Atzacapotzalco y la terminación de la línea proyectada no se trazará por quedar en terreno sensiblemente plano y en su consecuencia poco variada de la línea preliminar; tomando los datos de ésta última para la construcción del perfil del trazo.

Los polígonos á que anteriormente se hace referencia fueron calculados y construidos por coordenadas tomándose por origen de ellas la estaca (12) de la línea preliminar.

Dada la extensión de la línea hubo de construirse el plano definitivo á la escala de 1:10000, y para no aglomerar tanto dato que á esa escala resultaría confuso, no aparecen en el mismo plano las secciones transversales.

### III.

Se ha construido el perfil de la línea que partiendo del acueducto de Rio-Hondo vá por la márgen derecha del rio San Joaquin hasta el acueducto viejo, corta la huerta y sigue la línea del trazo hasta su terminación.

#### DETERMINACION DE LA LINEA DEL PROYECTO.

Con los datos recogidos, se procedió á hacer un estudio relativo á la desviación del Rio de San Joaquin, llegando por fin á determinar la línea que podrá adaptarse como eje del cauce de la desviación, y representada por la línea roja, tanto en la hoja del perfil como en la del plano.

Del plano aparece que esta línea empieza en el lugar en donde se encuentran las ruinas del antiguo acueducto de San Bartolo, y despues de atravesar la Huerta de Sn. Joaquin, pasa 23 mts. al Este de la Iglesia de Santerum. De este lugar se dirigió al N.E. cruzando primero el F.C. de Circunvalación y despues el camino que conduce á San Bartolo Naucalpan á unos 260 metros al W. del Panteon Español, y entrando á los terrenos de la Hda. del Prieto, llega al terraplen del F.C. Nacional á unos 1900 metros de distancia contados desde la plaza de Tacuba. Dando enseguida vuelta hacia el E. cruzando el ramal del Salto, del F.C. Nacional y la cälzada de Atzacapotzalco á 1 kilómetro al Norte de Tacuba, atraviesa los terrenos de la Hda. de Claveria, pasa al Sur de San Bernabé, y por último describiendo dos curvas cruza el F.C. Central y se enlaza con el eje de la parte inferior del cauce del Rio del Consulado, frente á los terrenos de la Colonia Aldama.

El perfil de la desviación, segun aparece en la hoja respectiva, es una línea quebrada que sigue en un principio la inclinacion del fondo del Rio de San Joaquin; despues, la pendiente de sus diferentes tramos, vá disminuyendo hasta tener el valor de la pendiente del fondo del Rio del Consulado.

Al determinar la línea que representa el eje de la desviación, hubo que conciliar las condiciones procedentes de la naturaleza del rio, que es de carácter torrencial, y las condiciones topográficas de la región que debe atravesarse. Se atendió á las primeras, procurando efectuar la disminución sucesiva de las

IV.

pendientes, y adoptando una sección igual á la que tiene el rio frente á la huerta de San Joaquin. - Se atendió á las segundas, localizando el trazo en donde no hubiera obstáculos de importancia como casas ó construcciones, y de manera que siguiendose la inclinac ón del terreno quedara el cauce encajonado hasta una altura de un metro, cuando menos. Tambien se procuró cruzar los caminos, principalmente los ferrocarriles, bajo ángulos próximos á 90° y á la profundidad necesaria para evitar el levantamiento de las vías y la construcción de rampas, y pasar lo más lejos posible de los centros de población.

A pesar de varias tentativas, no se pudo localizar la desviacion arriba de la huerta de San Joaquin ni evitar en el perfil las caidas que se observan, sin dar á la desviacion misma un desarrollo excesivo. La primera circunstancia puede causar alguna dificultad para la expropiación, la segunda no puede causar serias inconvenientes. ~~La segunda circunstancia puede causar serias inconvenientes.~~

La sección fue determinada tomando en cuenta mas bien que consideraciones teóricas, los datos tomados en el terreno, atendiendo á que, á falta de los datos necesarios para innovaciones, lo mejor es aceptar los ministrados directamente por la naturaleza. Esto no obstante, se han ejecutado los cálculos comprendidos en el Anexo No.1, de los cuales resultó que <sup>atendiendo a</sup> ~~teniendo~~ la disminucion del gasto á medida que avanza la creciente en el cauce, y <sup>al</sup> ~~a~~ aumento de altura que alcanza el agua en los últimos tramos, se puede conservar una anchura constante de 7 metros en el fondo, á pesar de la disminuc ón de pendiente, variando la capacidad de la sección de 40 á 25 metros cúbicos por segundo.

Aceptando la seccion anterior y teniendo en cuenta la anchura de los bordos, la faja del rio tendrá una anchura media de 30 metros.

El presupuesto que acompaño en el anexo No.4 arroja la cantidad total de \$143,134.75, distribuidos de la manera siguiente:

POSE LA LINEA PROYECTADA PARA LA DESVIACION DEL RIO DE SAN JOAQUIN, E INDICACION DE LA CLASE DE TERRENO Y DE CUESTIVO CORRESPONDIENTE A CADA TRAMO.

VIV.

|                                |       |             |
|--------------------------------|-------|-------------|
| Expropiaciones                 | ----- | \$65,677.50 |
| Indemnizaciones                | ----- | " 5,700.00  |
| Terracerias                    | ----- | "22,995.00  |
| Construcciones de mamposterias | ----- | "35,750.00  |
| Gtos. Grales. é Imprevistos    | ----- | "13,012.25  |

Total..... \$143,134.75

ANEXO No. 1.

ESTUDIO DE LA DESVIACION DEL RIO DE SAN JOAQUIN.

CÁLCULO DEL GASTO PROBABLE FRENTE A LA HUERTA DE SAN JOAQUIN.

SECCION:

|           |       |            |         |
|-----------|-------|------------|---------|
| Pendiente | ----- | Mts. 0.005 | 1800.00 |
| Velocidad | ----- | " 1.969    |         |
| Gasto     | ----- | " 37.376   |         |

Se tomó la pendiente de 0.005 para el cálculo, por ser la que corresponde al tramo en que se encuentra, y una anchura de 8 metros para el fondo, por ser éste el promedio de los fondos frente á la huerta.

CUADRO que muestra las diferencias del cauce del proyecto de desviacion en los diferentes tramos que lo componen y con las diferentes pendientes que le corresponden.

SECCION:

| PENDIENTES | VELOCIDADES | GASTOS. |
|------------|-------------|---------|
| m.         | m.          | m.      |
| 0.005      | 2.065       | 37.170  |
| 0.004      | 1.810       | 32.573  |
| 0.003      | 1.567       | 28.210  |
| 0.002      | 1.270       | 23.026  |
| 0.001      | 1.905       | 16.286  |
| 0.0005     | 0.647       | 11.646  |

Para una altura de agua de 2.50

|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| 0.001  | 1.025 | 24.273 |
| 0.0005 | 0.731 | 17.325 |

Nota: Se aplicó la fórmula de Gangouillet y Kutter.

ANEXO No. 2.

LONGITUD Y SUPERFICIE DE LOS DIVERSOS TRAMOS DE QUE SE COMPONE LA LINEA PROYECTADA PARA LA DESVIACION DEL RIO DE SAN JOAQUIN, É INDICACION DE LA CLASE DE TERRENO Y DE CULTIVO CORRESPONDIENTE A CADA TRAMO.

ANEXO No. 2

| TRAMOS.  | CLASE DE TERRENO                | LONGITUD | SUPERFICIE. |
|--|---------------------------------|----------|-------------|
| I - Del acueducto antiguo de Rio-Hondo á la barda S. de la Huerta de San Joaquin | Magueyal                        | 85.00    | 2550.00     |
| II - De la barda S. á la barda N. de la misma huerta.                            | Huerta con árboles              | 280.00   | 8400.00     |
| III - De la barda N. de la huerta á la Iglesia de Santorum                       | tierra de labor                 | 250.00   | 7500.00     |
| IV - De la Iglesia de Santorum al camino de Sn. Bartolo Naucalpan                | tierra de labor                 | 600.00   | 1800.00     |
| V - De camino de Sn. Bartolo á la calzada de Tacuba-Atzacapotzalco               | Tierras de labor con magueyales | 2200.00  | 6600.00     |
| VI - De la calzada de Atzacapotzalco á la de Camaroneros                         | Tierras de labor con alfalfa    | 1400.00  | 24000.00    |
| VII - De la calzada de Camaroneros al Rio del Consulado                          | Tierras de labor con alfalfa    | 2000.00  | 60000.00    |
| Total de excavacion en tepalcates  |                                 | 6811.00  | 204450.00   |

ANEXO No. 3.

ANEXO No. 4.  
CUBICACION DE TERRACERIAS

TRAMOS. DE COSTO.

| EXPROPIACIONES (Véase cuadr   | Excavacion en tepetate.)                 | Movimiento de tierra. |
|---|--|-----------------------|
| Del acueducto viejo de Rio-Hondo á la barda N. de la huerta de San Joaquin (900 x 1 x 7)                          | 3<br>6,300 M. r.                         |                       |
| De la barda N. de la huerta de San Joaquin al Ferrocarril de Circunvalación (300 x 0.75 x 7)                      | 137.50<br>4200.00<br>2550.00<br>1,575 "0 |                       |
| Del F.C. de Circunvalación á la Calzada de San Bartolo (250 x 0.5x7)  | 875                                      |                       |
| Del acueducto viejo á la barda N. de la huerta de Sn. Joaquin: (900 x 1.5 x 7)                                    | 3200.00                                  | 9,450                 |
| De la barda de la huerta de Sn. Joaquin al F.C. de Circunvalación: (300 x 0.75 x 7)                               | 2500.00                                  | 1,575                 |
| Excavaciones en tepetate:<br>Del F.C. de Circunvalación á la Calzada para San Bartolo Naucalpam: (250 x 0.75 x 7) | 2625.00                                  | 1,312                 |
| De la Calzada de Sn. Bartolo al F.C. Nacional (1050 x 1.7 x 7)  | 20370.00                                 | 12,495                |
| Del F.C. Nacional á la Calzada de Tacuba-Atzacapotzalco (1950 x 1.5 x 7)  | 3000.00                                  | 20,475                |
| De la Calzada de Tacuba-Atzacapotzalco á la Calzada de Camarones: (1750 x (L = 00 B = 20) )                       | 1500.00<br>3000.00                       | 35,000                |
| De la Calzada de Camarones al Rio del Consulado (1500 x (0.5 B = 373) )   | 2500.00                                  | 55,500                |
| Total de excavacion en tepetate   | 8,750 "                                  |                       |
| Total de movimiento de tierras  | 1500.00                                  | 135,807               |
| Puentes en la via del P.C. Nacional   | 5000.00                                  |                       |
| Puente en la via del P.C. Nacional (Rancho del Salto)   | 5000.00                                  | 22250.00              |
| Puente en la calzada de Tacuba-Atzacapotzalco   | 4000.00                                  |                       |
| Puente en la calzada de la hda. Ida Claveria  | 1500.00                                  |                       |
| Puente en la calzada de Camarones   | 2000.00                                  |                       |
| Puente en la via del F.C. Cent.   | 6000.00                                  | 15500.00              |
| Suma  | \$150722.50                              |                       |
| Imprevistos 10% <sup>o</sup>  | \$15072.25                               |                       |
| TOTAL   | \$165794.75                              |                       |

VIII.

ANEXO MANEXO No.4. (hda.)

Los precios PRESUPUESTO DE COSTO de los terrenos que se atraviesan con la desviación del Rio de San Joaquin, se han fijado EXPROPIACIONES (Véase cuadro que precede.) tomando en cuenta los que ya se están pagando en los lugares cer-

|   |          |        |       |    |          |             |
|---|----------|--------|-------|----|----------|-------------|
| TRAMOS .  | 3        |        |       |    |          |             |
| I   | 2550 á   | \$0.05 | - - - | \$ | 127.50   |             |
| II  | 8400 "   | "0.50  | - - - | "  | 4200.00  |             |
| III & IV  | 25500 "  | "0.10  | - - - | "  | 2550.00  |             |
| V   | 166000 " | "0.35  | - - - | "  | 23100.00 |             |
| VI & VII  | 102000 " | "0.35  | - - - | "  | 35700.00 | \$65677.50  |
| INDEMNIZACIONES.  |          |        |       |    |          |             |
| Huerta de San Joaquin.                                  | 400      |        |       |    |          |             |
| plantas á   | \$8.00   |        |       | "  | 3200.00  |             |
| Magüeyes (1000 aproximadamente)                         | á        | \$2.50 |       | "  | 2500.00  | " 5700.00   |
| TERRACERIAS   |          |        |       |    |          |             |
| Excavaciones en tepetate:                               |          |        |       |    |          |             |
| 3750 metros cúbicos á                                   | \$0.30   |        |       | "  | 2625.00  |             |
| Movimiento de tierras:                                  |          |        |       |    |          |             |
| 135800 metros cúbicos á                                 | \$0.15   |        |       | "  | 20370.00 | "22995.00   |
| CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERIA                           |          |        |       |    |          |             |
| Puentes y obras diversas para la huerta de San Joaquin  |          |        |       | "  | 3000.00  |             |
| Puente en el camino de Santorum                         |          |        |       |    | 1500.00  |             |
| Puente en el F.C. de Circunvalación                     |          |        |       | "  | 3000.00  |             |
| Puente en el camino que conduce á San Bartolo Naucalpam |          |        |       | "  | 2500.00  |             |
| Puente para el servicio de la hda. del Prieto           |          |        |       | "  | 1500.00  |             |
| Obras para el riego de la misma hacienda                |          |        |       | "  | 750      |             |
| Puente en la via del F.C. Nacional                      |          |        |       | "  | 5000.00  |             |
| Puente en la via del F.C. Nacional (Ramal del Salto)    |          |        |       | "  | 5000.00  | "22250.00   |
| Puente en la calzada de Tacuba Atzcapotzalco            |          |        |       | "  | 4000.00  |             |
| Puente en la calzada de la hda. de Claveria             |          |        |       | "  | 1500.00  |             |
| Puente en la calzada de Camarones                       |          |        |       | "  | 2000.00  |             |
| Puente en la via del R.C. Cent.                         |          |        |       | "  | 6000.00  | "13500.50   |
| Suma  |          |        |       |    |          | \$130122.50 |
| Imprevistos 10%   |          |        |       |    |          | \$ 13012.25 |
| TOTAL   |          |        |       |    |          | \$143134.75 |

IX.

ANEXO No. 4. (Continúa.)

Los precios por metro cuadrado de los terrenos que se atraviesan con la desviación del Rio de San Joaquin, se han fijado tomando en cuenta los que ya se están pagando en los lugares cercanos á los que se atraviesan, y aumentándolos de un valor correspondiente á las siembras que en ellos se han hecho (alfalfa)

En la huerta de San Joaquin se ha calculado que en cada 100 metros cuadrados haya un arbol frutal cuyo valor medio sea de \$8.00

Se tomó el valor de \$2.50 como valor medio de los magueyes que se destruyan. Se encuentran muchos de menor valor, pero hay muchos tambien ya grandes y de valor superior al supuesto.

Tacuba Mayo 20 de 1902.

(Firmado) LEOPOLDO VIGIL.

(SEGUNDO PROYECTO.)



## SEGUNDO PROYECTO

parte superior del actual río del Consulado,  
para la desviación de los Ríos de Los Morales y San Joaquin.

### I. - DESVIACION DEL RIO DE LOS MORALES.

La desviación de este río se extiende desde un lugar inmediato al puente del Ferrocarril de Cuernavaca, hasta el punto en que se junta con el río de San Joaquin. Atraviesa al Norte toda la Hda. de Los Morales, y su desarrollo medido es de 2000 metros. Puede llevarse a cabo de dos maneras distintas de San Joaquin. Pero después de haber hecho un estudio preliminar, según se ve en el plano y según explicare apeguido, resultó la conveniencia, por no decir la necesidad, de que se estudiara un nuevo trazo que pudiera aprovecharse para la desviación simultánea de los dos ríos mencionados, cuanto más arriba fuera posible. Las operaciones así de levantamiento como de nivelación, están descritas en el anexo I. que acompaña al presente informe. Con los datos recogidos en el campo, se han formado tres planos á la escala de 1:2000 en los que no solo se han indicado los detalles más importantes de la región que se ha levantado, sino también se han trazado las curvas de nivel, de metro en metro en la parte en donde es más fuerte la inclinación del terreno. Sobre estos planos se hizo el estudio de la desviación, de acuerdo con lo indicado anteriormente, pero estos planos no puedo presentarlos en unión de este informe, pues la premura del tiempo no permitió se les sacara en limpio ó se hicieran copias de ellos.

El costo total de la obra, adaptando este trazo, sería de \$34,472. Se hizo el plano á la escala de 1:10000 y el perfil del Proyecto que se acompaña al presente informe. Este plano comprende los principales detalles de los tres planos antes mencionados, y se formó principalmente con el objeto de dar una idea más clara y completa del proyecto general. En la hoja del perfil se dibujó una parte del perfil de cada uno de los ríos de Los Morales y San Joaquin, y se juntaron todos los datos numéricos más indispensables relativos al terreno como al proyecto.

Suministrados los informes preliminares anteriores, para la exposición de Proyecto de desviación, lo dividiré:

- I. Desviación del Río de los Morales.
- II. Desviación del Río de Sn. Joaquin.
- III. Formación de un cauce en que se unan los dos ríos mencionados, y que corresponde en cierto modo á la desviación de la

## II.

parte superior del actual rio del Consulado.

### I. - DESVIACION DEL RIO DE LOS MORALES.

La desviación de este rio se extiende desde un lugar inmediato al puente del Ferrocarril de Cuernavaca, hasta el punto en que se junta con el rio de San Joaquin. Atraviesa de Sur á Norte toda la Hda. de Los Morales, y su desarrollo medio es de 2000 metros. Puede llevarse á cabo de dos maneras distintas, según se vé en el plano y según explicaré enseguida.

Según se vé en el plano, se proponen dos trazos: el primero está situado al W. del Ferrocarril de Cuernavaca y le corresponde el perfil que en la hoja respectiva se llama "Primer Proyecto". El segundo empieza al Este del mismo Ferrocarril, y le corresponde el perfil indicado con el nombre "Segundo Proyecto".

El primer trazo imprrta además de las excavaciones, la construcción de dos puentes frente á las entradas Norte y Sur de la hacienda, y un puente debajo del escape del Ferrocarril de Cuernavaca. Además no quedando un espacio suficiente entre el perímetro de la hacienda y el Ferrocarril mencionado, se hace necesaria la destrucción de construcciones y bardas de la misma finca en una faja de 125 metros de longitud por 18 de ancho, ó la *remoción* de la línea del Ferrocarril, unos 20 metros hácia el Este, y que, según cálculo aproximado, importaría unos \$5,000. El costo total de la obra, adoptando este trazo, sería de ----- \$34,472.

El segundo trazo exige la construcción de dos puentes en las calzadas que viene á la Ciudad, y otro en la línea principal del Ferrocarril de Cuernavaca, y teniendo un desarrollo más largo que el anterior, produce un mayor gasto de expropiación y de excavación. Además, para la conservación de la parte inicial de la desviación, es indispensable la reconstrucción del puente actual del Ferrocarril sobre el Rio de Los Morales ( Véase la sección 7a. de la hoja No.4, y el perfil del Segundo Proyecto, en la Hoja No. 2.) Suponiendo que el gasto de este puente sea costado cuando menos por una mitad, por el Gobierno, el costo de la desviación adoptando este trazo! sería de \$36267.

Estudiando la uestión bajo el punto de vista técnico, el primer trazo presenta menores inconvenientes que el segundo, pues

### III.

es susceptible de pendientes que no favorecen el depósito de los materiales, y que por lo dicho en las páginas 7 y 8 del presente informe, no pueden considerarse demasiado fuertes. Por el contrario, el segundo trazo, además de presentar arriba del Ferrocarril una curva cuya convexidad desonasa sobre la parte baja de la ladera, tiene un largo tramo en donde, solo en el caso de las máximas crecientes, se alcanzaría la velocidad necesaria para el arrastre de materiales; de modo que está sujeto á un inevitable enzolvamiento del que provienen los peligros de brecha y mayores gastos de mayor conservación. Por esta última razón, aun haciendo abstracción de la diferencia que en el presupuesto figura á favor del primer trazo, este, en mi concepto, es el más aceptable, salvo el parecer del Ministerio.

### II. - DESVIACION DEL RIO DE SAN JOAQUIN.

La desviación del Rio de San Joaquin se reduce á la construcción de un tramo de cauce en curva frente al extremo S.E. de la huerta de San Joaquin, y su desarrollo es solamente de 177.50 metros.

III. - Formación de un cauce en el que se unen los dos rios. La diferencia de nivel que existe entre los puntos extremos de la tercera parte se extiende desde la huerta de San Joaquin hasta unos 300 metros al Este del puente del Ferrocarril Central sobre el rio del Consulado, siendo su longitud total de 6559.18 metros. El trazo de ésta parte empieza á 120 metros al Norte del Rio de San Joaquin y precisamente sigue la direccion media de la barda Este de la huerta mencionada, despues con rumbo casi constante se dirige al Norte, cruzando el camino de San Joaquin, el de San Bartolo Naucalpan, y las vas del Ferrocarril de Circunvalación y el ramal del Norte del Ferrocarril Nacional Mexicano, pasando á 80 metros de la huerta, á 160 de la esquina S. E. del Panteon Americano y muy cerca del lindero Este de la Hda. del Prieto. Inmediatamente al Norte del Ferrocarril Nacional, dá vuelta hacia el Este y llega al Rio del Consulado <sup>haciendo</sup> ~~haciendo~~ una pequeña curva al Este de la calzada de Atzapotzalco; por fin mediante una curva inversa se enlaza con el cauce del rio del Consulado abajo del puente del Ferrocarril Central. En esta parte

IV.

Las pendientes que se han proyectado, varían de 0.0003 a del trazo se cruzan el Ramal del Salto del Ferrocarril Nacional la calzada de Atzacapotzalco, las de Claveria, Camarones y la de la Colonia Aldana y el Ferrocarril Central.. Los terrenos que se atraviesan, pueden clasificarse de la manera siguiente:

1 - Entre el Rio de San Joaquin y el camino de San Bartolo Naucalpan: tierras de labor y magueyes pertenecientes á los vecinos de los pueblos de Santa Cruz y San Joaquin.

2 - Entre el camino de San Bartolo y el Ferrocarril Nacional del Norte, tierras de labor de la hacienda del Prieto.

3 - Entre éste Ferrocarril y la Calzada de Atzacapotzalco: alfalfares y magueyales pertenecientes en su mayor parte al Sr. Lic. Angel Zimbron.

4 - Entre la calzada de Atzapotzalco y el Ferrocarril Central: tierras de labor y alfalfares de la hacienda de Claveria, del rancho de Camarones, y de unos vecinos de la Colonia Aldana.

El trazo no toca ninguna construcción y atraviesa solo una pequeña huerta situada del lado Norte del Camino de San Joaquin.

La diferencia de nivel que existe entre los puntos extremos del proyecto, se ha distribuido en caidas de diferentes alturas y en tramos de inclinación ó pendientes variables y que van disminuyendo desde la parte más alta hácia abajo.

Las caidas son inevitables para poder vencer en corta distancia un fuerte desnivel como en el caso presente, y se han colocado de preferencia arriba de los lugares en que había que construir puentes para evitar rampas de acceso, y al principio de las curvas, para moderar la accion erosiva de la corriente en los taludes de los bordos exteriores. De estas caidas, la mayor es de 4 metros y está situada inmediatamente despues de la union de los ríos que se desvian. Al hacerse el estudio detallado de la obra, se verá si conviene concentrar la caida en un solo lugar, ó dividirla en dos menores según se indica en el perfil. Las demás caidas tienen alturas de 1.5 á 1.00.

del agua sea superior á 200mts. La capacidad de la Seccion

Las pendientes que se han proyectado, varían de 0.0003 á 0.002 y 0.003 por metro. Respecto de éstas últimas, podrá tal vez objetarse que son demasiado fuertes; pero también hay que advertir que al entrar en los nuevos cauces, las avenidas no modifican su carácter torrencial, y es preciso por lo tanto que los mismos cauces se encuentren en la condición de dar paso más bien que á corrientes que tengan un régimen, á volúmenes de agua cuyo gasto máximo es acaso muy superior al que se puede calcular. Además, viniendo á quedar establecidos los nuevos cauces sobre laderas, en la parte alta, y no en thalwegs, es indispensable mientras no se proceda á hacer la corrección de estos rios en sus mismas cuencas, evitar que en el principio de las desviaciones se haga el depósito de los materiales arrastrados por las avenidas tanto fuertes como pequeñas, facilitando el transporte de estas á donde menor sea el peligro que pueda sobrevenir y donde mas facilmente puedan ejecutarse los trabajos de limpia y conservacion. Las condiciones arriba expresadas, pueden verificarse solamente conservando en las masas fluidas la velocidad que sea suficiente en cualquier caso, lo que se consigue principalmente dando al fondo la mayor pendiente compatible con la estabilidad de los bordos. Atendiendo los datos suministrados por Upfembach y Funk, la velocidad mínima para el transporte de la grava es de 1.60 mts. á 1.75 mts. por segundo. Pues bien; esta velocidad en el presente proyecto, segun puede verse en el anexo IV. puede producirse solo en donde la pendiente es de 0.004 y 0.003 por metro que son las maximas que se han proyectado y que no pueden inspirar temores, pues se han localizado en donde el cauce está encajonado, ~~de manera que~~ estrictamente necesario.

De todas maneras siempre será posible en cualquier época disminuir la pendiente en los tramos en que se manifieste algun desperfecto, concentrando aquéllo en los puntos en que sea conveniente y formar nuevas caídas.

Las secciones que se proponen para los diversos tramos del proyecto estan dibujados en la hoja del Perfil general y se han calculado suponiendo que entodo el trayecto la altura maxima del agua no sea superior á 200mts. La capacidad de la Seccion

VI.

propuesta para la desviación del Río de Los Morales, es de 25 á 30 mts., y tiene 5 mts. de anchura en el fondo. Para la del Río de San Joaquin, se adoptó la sección de la hoja No.3. La sección del cauce de los ríos unidos tiene en el fondo una anchura de 8.00 mts. en su origen, y de 9.00 mts. en la última parte, variando de capacidad de 50 á 25 m. <sup>3</sup> por segundo. Debo hacer notar que no habiéndose hasta la fecha observado y estudiado las crecientes de los ríos en cuestión, (según tengo entendido las primeras nivelaciones de los Ríos de Los Morales y San Joaquin fueron las hechas por mí en Noviembre y Diciembre del año de 1901, cuando comencé los estudios para la desviación), los datos de donde se ha partido para los cálculos son bastante aproximados.

Para el cálculo del gasto, según Anexo No.4, hice uso de la fórmula de Bazin, que es la que tiene aplicación en el caso de cursos de agua que arrastren materiales.

El presupuesto de costo de la desviación, está contenido en el anexo No.3, y lo he dividido en tres partes que corresponden á las tres principales partes de que consta el Proyecto. En cada parte se han tomado en cuenta los gastos de expropiación é indemnización, y los de construcción (terraceras y mamposterías.)

El monto de las expropiaciones se calculó teniendo en cuenta el valor medio que tienen actualmente los terrenos, según los cultivos que en ellos se hacen y la extensión de la faja ocupada.

Es de hacerse notar aquí, que las anchuras de la faja que se trata de expropiar, son algo mayores de las estrictamente necesarias (y que <sup>son</sup> las indicadas en la hoja del perfil general) para la construcción de los nuevos cauces, con el objeto de que haya espacio suficiente para depositar fuera de los bordos cuando menos los productos de las primeras limpiezas. - Las anchuras propuestas son:

1a. Entre la Hacienda de Los Morales y la calzada de San Bartolo-----30.00 mts.

2a. Ente la calzada citada y la de Atzacapotzalco -----32.00 "

VII.

3a. Entre esta segunda calzada y la de Camarones - - - - - 35.00 mts.

4a. Entre esta última calzada y el Rio del Consulado - - - - - 40.00 mts.

Importa tambien observar que en estos dias está aumentando muy rápidamente el valor de la propiedad, de la región que se proyectó atravesar; así es que los costos calculados, en caso de demorarse la ejecución del proyecto, tendrán que ser modificados.

Para las indemnizaciones, se tomarán en el terreno los datos necesarios relativos al número de plantas que se destruyen, y á los perjuicios que efectivamente se causen. La destrucción de alfalfares, se ha tenido en cuenta aumentando el valor del terreno.

El volúmen de las terracerías comprende el de las excavaciones en tepetate y en tierra, y la construcción de bordos. A cada clase de trabajo se aplican los precios respectivos que han sido suministrados por personas prácticas, ó adquiridos durante la ejecución de los trabajos llevados á cabo por esta Comisión. De las obras se dá un costo aproximado y solo se mencionan las indispensables, no considerándose las compuertas que será conveniente establecer para facilitar el desagüe de los terrenos.

No <sup>se</sup> ~~se~~ ha incluido tampoco el costo de un camino á lo largo del <sup>nuevo</sup> ~~mo~~ cauce en donde el azolvamiento sea mayor, y que tuviera por objeto no tan solo el de facilitar los trabajos que en lo sucesivo se hagan en los rios, sino tambien el de favorecer la explotación de la arena y grava, disminuyéndose así los gastos de conservación del cauce. El costo del camino se reduciría á la expropiación del terreno.

El presupuesto de costo arroja la cantidad de \$232,984., distribuida de la manera siguiente:

|   |    |          |
|---|----|----------|
| Desviación del Rio de Los Morales, Primer proyecto, | \$ | 34,472.  |
| "    "    San Joaquin - - - - -                     | "  | 1,065.   |
| Cauce de los dos rios unidos - - - - -              | "  | 176,267. |
| Aumento del 10 % por gastos imprevistos - - - - -   | "  | 21,180 . |
|   |    | -----    |
| TOTAL.....  | \$ | 232,984. |
|   |    | =====    |

Con el fin de no hacer esta Memoria demasiado extensa he suprimido los anexos de que se ha hecho mención, los cuales anexos no son mas que ampliaciones de lo dicho en la memoria.

MEMORIA RELATIVA A LOS TRABAJOS EN EL  
FERROCARRIL DE  
GUADALAJARA A MANZANILLO.

---oCo---

MANZANILLO

terminada la via de Guadalajara a Tuxpan K. 192, los trabajos

de obra de trazo y construccion actualmente estan comprendidos

entre los kilometros 192 a 206.

Este trazo de 14 kilometros esta dividido en tres secciones

denominadas desiguales con los nombres 1, 2, y 3, en donde

se encuentra un Ingeniero en jefe y dos ayudantes

del Nivel, y el otro del nivel.

CAPITULO I. ( K. 192-195 )

El trazo encomendado a este campo estaba ya hecho el trazo

de la linea y fijadas las estaciones laterales, lugar de las

estaciones K., por lo cual se estaba procediendo a la cons-

truccion de los tajos, terraplenas y alcantarillas. El terreno

**MEMORIA RELATIVA A LOS TRABAJOS EN EL**

**FERROCARRIL DE**

**GUADALAJARA A MANZANILLO .**

---oOo---

La fotografia adjunta No. 1, dará una idea clara,

de una descripcion, del procedimiento empleado para la

construccion del terraplen en la alcantarilla No. 1; pues la

distribucion de las vias del Decauville sea diferente en cada

lugar, dependiendo su colocacion del lugar ya donde se deba

hacer la tierra, su altura, etc.

En este trazo se encontraron construidas ya unas

alcantarillas varias.

Todas las alcantarillas eran de la forma

siguiente, y construidas de piedra cuadrada. Los di-

metros de alcantarillas son los tipos a los cuales se refieren

en su construccion.

CAMPO 2. (K. 193-199)  
 MEMORIA RELATIVA A LA PRACTICA EN EL FERROCARRIL DE GUADALAJARA.

a

En este campo, como en el No. 1, estaba hecho ya el tra-  
MANZANILLO

Terminada la via de Guadalajara á Tuxpan K. 192, los tra-  
 bajos de trazo y construccion actualmente estan comprendidos  
 entre los kilometros 192 á 206. Los tajos y terraplenes en este tra-  
 mo. Este tramo de 14 kilometros esta dividido en tres secciones  
 ó campamentos designandose con los números 1, 2, y 3. En cada  
 campamento habia un Yngeniero en Gefe y dos ayudantes: uno en-  
 cargado del Transit. y el otro del nivel.

Esta situado entre los kilometros 193-199: en la tan-  
 CAMPO 1. ( K. 192+195 )

En el tramo encomendado á este campo estaba ya hecho el tra-  
 zo de la linea y fijadas las estacas laterales, lugar de las al-  
 cantarillas &., por lo cual se estaba procediendo á la cons-  
 trucción de los tajos, terraplenes y alcantarillas. El terreno  
 siendo de tierra suave, y los tajos, segun puede verse en el  
 perfil y plano adjunto á esta memoria, de corta profundidad, pa-  
 ra su apertura no se encontró ninguna dificultad.

Para la formación de los terraplenes y para transportar  
 la tierra, se empleaban carros de dos ruedas de 800 litros de  
 capacidad tirados por una mula, y el Decauville.

La fotografia adjunta No. 1, dará una idea clara,  
 mejor que una descripción, del procedimiento empleado para la  
 construcción del terraplen en la alcantarilla No. 1; pues la  
 distribución de las vias del Decauville era diferente en cada  
 perforación, dependiendo su colocación del lugar de donde se debia  
 tomar la tierra, su altura, &..

En éste tramo se encontraban construidas ya unas, y en  
 construcción varias alcantarillas.

Todas las alcantarillas eran de bóveda *siendo las alcantarillas de bóveda invertidas*  
 de medio punto, y construidas de piedra quebrada. Los dibujos  
 adjuntos de alcantarillas son los tipos á los cuales se suje-  
 taba su construcción.

En algunos pequeños arroyos hubo necesidad de constru-  
 ir la alcantarilla á un lado de dichos arroyos, debido á la  
 dificultad que se encontró para su cimentación.

## CAMPO 2. (K. 195-199)

En este campo, como en el No.1, estaba hecho ya el trazo de la línea y en construcción los tajos, terraplenes y el túnel No.1.

TAJOS Y TERRAPLENES.-

La construcción de los tajos y terraplenes en este tramo, siendo idénticas la naturaleza y formación del terreno y muy semejante la longitud, altura, etc., de los terraplenes y tajos, es semejante á los procedimientos seguidos en el Campo No.1.

TUNEL.-

Está situado entre los kilómetros 198-199; en la tangente S.  $62^{\circ} 35'$  W. de 300 mts. PT= K 198+195.3, P.C.= 198+469.3

La longitud del túnel es de 150mts., comienza en la estaca 198 + 209.3 y termina en la 198 + 359.3.

Su sección puede verse en el croquis (B).  
La parte de arco se vá á revestir con block de piedra artificial, formados de:

- 2 partes de arena,
- 1 de cemento, y
- 5 de piedra.

El diámetro de la piedra = 1". Para el resto del revestimiento, ó sea para la parte recta:

- 3 partes de arena,
- 1 de cemento, y
- 6 de piedra.

El diámetro de la piedra = 2".

Habiendo encontrado tierra húmeda en el lugar de la perforación, se hizo necesario ir ademando al ir haciendo la perforación.

Se atacó por los dos extremos, habiendo mayor dificultad para la perforación en la boca que queda en la estaca 198 = 359.3 por ser el terreno más blando en esta boca.

Para el ademe se empleaban vigas de 3.85 de largo y una escuadrá de 0.25 por 0.17; á las vigas inclinadas se les hacía un pequeño rebajo en la parte inferior, y á la horizontal, ó superior, dos rebajos, según se ve en el croquis (C)

MEMORIA RELATIVA A LAS OBRAS DEL

PUERTO DE VERACRUZ.

---000---

MEMORIA RELATIVA A LA PRACTICA DE PUERTOS EN EL

PUERTO DE VERACRUZ.

DISPOSICIONES GENERALES-- OBRAS EXTERIORES.

Comprenden el dique del Nordeste construido ~~entre~~ entre la playa de la Caleta y la Punta del Soldado del arrecife de la Gallega, el dique del Norte establecido sobre el arrecife de la Gallega, entre el dique del Nordeste y la fortaleza de San Juan de Ulua; el rompe olas del Nordeste que va del Sur de la Gallega en direccion del Sudeste y termina al Norte á 300 metros de distancia del arrecife de la Lavandera; y el rompe olas del Sudeste construido entre el arrecife de la Lavandera y la playa de Hornos.

La entrada al puerto tiene 300 metros de ancho entre las extremidades de los rompe-olas del Norte y del Sudeste, y queda situada al Este por profundidades de 10 metros en las más bajas mareas, sobre el borde del canal comprendido entre los arrecifes Gallega, Galleguilla, Lavandera y Hornos al Este, los arrecifes Blanquilla, Pájaro y Sacrificios al Este, limpiando en toda su longitud por la corriente del Norte que mantiene sus grandes profundidades de una manera permanente.

En esta posicion la entrada del puerto conservará sus profundidades, por que está defendida contra las arenas de Norte por los arrecifes Galleguilla, y Gallega, y contra las arenas del Sur por los arrecifes Hornos y Lavandera.

En el ángulo formado por el rompe-olas del Sudeste y la costa, la corriente litoral del Sudeste acumulará las arenas que transporte durante el Estio, época en la cual es dominante; pero el levantamiento de la playa que resultará, no será peligroso para la entrada del puerto por que durante el invierno la corriente del Norte predominará quitando ésta acumulacion de arenas, puesto que es probable que se establecera sobre la costa exterior al rompe-olas del Sudeste como tenia lugar en la bahia, entre las acciones opuestas de las dos corrientes un equilibrio que conservara las profundidades que existian en este lugar antes de la ejecución de los trabajos, y la playa del Sudeste no aumentará más.

En el interior del puerto los depósitos de arenas son de

## II.

poca importancia por que las olas que levantan los vientos no son bastante poderosas para remover los fondos de arena situados á grandes profundidades en frente á la entrada , y por consecuencia las aguas que el movimiento de las mareas introduzcan al puerto contienen poca arena en suspencion .

### TRABAJOS INTERIORES.

Sobre la playa enfrente á la ciudad una gran parte de la bahia de corta profundidad que no puede ser utilizada para la navegacion, se rellena de arenas dragadas en el puerto formando un gran espacio de terreno sostenido por los melacones llamados II. que dan una superficie de 630,00 mts. cuadrados, para el establecimiento de las construcciones y para las vias de ferrocarriles necesarios para la explotacion del puerto.

Los melacones I. y III. construidos perpendicularmente á los melacones II. dan á las aguas interiores la tranquilidad necesaria para las operaciones de los navios.

El puerto segun datos adquiridos se dragó hasta 10 mts. de profundidad en ~~baja mar~~ en baja mar en el canal de comunicacion que tiene 300 mts. de ancho en la entrada del puerto hasta el melacon I.; y hasta 85 mts. de profundidad en el resto de extension , <sup>en</sup> exep<sup>to</sup> dársena comprendida entre el melacon III. y el rompe-olas del Sudeste.

La superficie total del puerto es de 175 hectaras de las cuales 60 hectareas comprendidas entre el melacon III. y el dique del Nordeste están destinadas á los muelles de carga y descarga de los navios, 28 hectaras entre el rompe-olas del Nordeste, el arrecife de la Gallega y el canal de comunicacion que forma el ante-puerto; 30 hectaras entre el rompe-olas del Sudeste, el melacon III. y la playa dedicada á los navios en reparacion; y 45 hectaras correspondiendo al canal de comunicacion .

### DIQUE DEL NOROESTE

El dique del Noroeste está construido entre la playa de Caleta y el arrecife de la Gallega sobre dos alineamientos que forman un ángulo de  $132^{\circ}$  cuyo vértice entra en el mar y tiene un desarrollo total de 1,500 mts.

El dique está formado entre la costa y el borde exterior del arrecife de la Caleta por un muro de beton de 4 mts. de

### III.

de altura; y de la Caleta hasta el vertice del ángulo por un enrocamiento de blocks artificiales de 14 mts. con taludes de 1 X 1, <sup>ensanchado</sup> ~~anchado~~ del lado interior por un enrocamiento de piedras naturales. Sobre la cara superior de estos dos enrocamientos, ~~enrasadas~~ <sup>reposa</sup> al nivel de las bajas mareas y de 10 mts. de ancho, se ~~repose~~ <sup>reposa</sup> un muro formado por un macizo de betón de 1 mto. 25. de altura y 7 mts. de ancho. construido sobre dos hiladas de blocks artificiales <sup>superiores</sup> ~~inferiores~~ de 35 mts. de altura y de 10 mts. de ancho.

El dique del Noroeste tiene una altura de 5 mts. 3 arriba de la baja mar y puede resistir una presión de 38,000 K. por m. cuadrado.

#### DIQUE DEL NORTE.

El dique del Norte establecido sobre el arrecife de la GA) LLEGA esta formado sobre fondos de <sup>roca</sup> ~~roca~~ madreporica por un muro de betón de 500 mts. de longitud 4 de ancho y 2.75 de altura.

#### ROMPE-OLAS DEL NORDESTE.

Tiene 740 mts. de longitud formado, sobre fondo de arena, por un enrocamiento de piedras naturales de 700mts. de longitud, 14. de anchura y en su parte superior taludes de 1.5 X 1, sirve de base á un muro de 5.25 de altura y de 8 mts. de anchura formado con tres hiladas de blocks artificiales de 15 y de 3 mts. cúbicos ~~en~~ <sup>en</sup> puestos en pilas inclinadas.

Sobre este muro reposa un macizo de betón de 4 mts. de ancho y de 1.75 de altura cuya cara superior esta situada á 4 mts. arriba del nivel de la baja mar.

#### ROMPE-OLAS DEL SUDESTE

Esta construido entre la playa de Hornos y el arrecife de la Lavandera. Su longitud es de 113 mts. y está formado por un muro de betón de 4 mts. de ancho y 3 de altura sobre el arrecife de Hornos al nivel de la baja mar; por un muro de betón de 12 mts. de ancho y de 8.6 mts. de altura sobre el arrecife de la Lavandera á una profundidad de 2.00mts.; y por un enrocamiento de piedras naturales con taludes de 1.5 X 1 y de 10 mts. de ancho en su parte superior enlazada á nivel de la baja mar sobre arena á profundidades que varían de 2 á 7 mts., y que so

#### IV.

porta un muro de betón de 4m. de ancho por 3 de altura. Su cara superior lleva un parapeto de betón de 2 mts. de ancho y 1 de 15 de altura. puerta y la superficie del terraplén revestido

El pie del muro y el enrocamiento hasta 8.00 mts. de profundidad, están defendidos contra las olas por blochs artificiales de 4 mts. cubicos colocados sobre el telud exterior?

La extremidad del rompe olas sobre la Lavandera lleva un faro.

#### MALECON III.

Tiene 100 mts. de ancho 364 mts. de longitud y sobre el muro Norte, 380 de longitud sobre el muro Sur y una superficie de 34 700 mts. cuadrados situados á 3.00mtrs. del nivel de baja mar.

Los muros del malecon tienen un desarrollo de 794.mts. y esta unido á un enrocamiento de piedras naturales de 2.00 de espesor enrasado á profundidades que varian de 3 á 10 en baja mar sobre una longitud de 30mts á partir del melacón II. y á una profundidad de 10 mts. sobre los otros 734 mts. de su desarrollo

#### III

Los muros son verticales á una altura total de 13.10 y esta formados hasta 0.5 arriba de baja mar por hiladas de blocs artificiales de 1.75 de altura cada uno y puestos en pilas enclindas.

(PIRUAÑO)

Los muros están reforzados por un enrocamiento de piedra naturales apoyadas contra el paramento interior de los blocks y todo el espacio comprendido entre los muros esta rrellenado con arena bragada en el Puerto, y la superficie del terraplén revestida con ua capa de arcilla de 0.2 de espesor.

#### MALECON II.

Los malecones II. tienen un desarrollo de 2.110 m. una altura total de 5.5 am. y su parte superior situada á 2.5 m. aeriba á la baja mar. Estan formadas por hiladas de blocks artificiales de 3 m. de ancho y 1.75 de altura y reposan sobre un enrocamiento de piedras naturales de 2.00 de espesor enrasado á 3 m. de profundidad en baja mar. Los muros estan reforzados por un enrocamiento de piedras naturales apoyados <sup>contra el paramento</sup> interior de los blocks.

Todo el espacio encerrado entre los malecones II. del dique del Nordeste al malecon III. y la playa se rellena con arenas <sup>dragadas</sup> arrojadas en el puerto y la superficie del terraplen revestido con una capa de arcilla de 0.20 de espesor

#### MALECON III.

Este malecon tiene una longitud total de 685 mts. y su cara superior esta situada a 2.50. arriba de la baja mar, esta formado entre el malecon II. y la playa por un muro de beton de 3.00 de ancho y 2.50 de altura, cimentado sobre un enrocamiento de piedras naturales de 2.00 de espesor del malecon II hasta su extremidad el malecon III. esta formado por 2 muros paralelos situados a 5.00 mts. uno del otro, por dos hiladas de blocks artificiales de 3.00mts. de ancho y 1.35 de altura colocados sobre un enrocamiento de piedras naturales con taludes de 1.5 X 1, y cuya cara superior enrasada a 3.00mts. arriba de baja mar tiene 16 mts. de ancho. El espacio entre los dos muros relleno con piedras naturales forma con los mismos muros la base de un macizo de beton de 2.00mts. de altura y 10 mts. de anchura. Sobre los parapetos de este macizo hay 4 escaleras de granito en la ejecucion del malecon III. se emplearon 20.100 mts. de beton y 46 678 mts. de piedras naturales.

Leopoldo Vigil

(FIRMADO)

MEMORIA RELATIVA AL  
SANEAMIENTO  
de la  
CIUDAD DE VERACRUZ .

-----oOo-----

MEMORIA DEL COMITÉ DE VERACRUZ.

1900-1901-1902-1903

Memoria adoptada.

MEMORIA

Relativa á la Práctica de Saneamiento en la Ciudad de

VERACRUZ.

En consecuencia de lo que se acordó en la sesión de la noche del día 12 de mayo de 1900, en el edificio de la Secretaría de Fomento, se procedió a la instalación de un sistema de alcantarillado en la ciudad de Veracruz, para conducir las aguas que proceden de las casas particulares y comercios, las aguas de lluvia, etc., por conductos subterráneos.

OBJETOS Y ANTECEDENTES.

Antes de la instalación actual de las alcantarillas en la ciudad de Veracruz, la red de desagües de la población para una población de 60000 habitantes, se hacía en forma de canales al aire libre, que ocasionaban un mal olor y un gran perjuicio a la salud pública. El sistema principal tenía una longitud de 1300 metros, y estaba dividido en 12 tramos, con una inclinación de 1/100. El costo de este sistema era de \$200,000.00. El sistema actual tiene una longitud de 1300 metros, con una inclinación de 1/100, y un costo de \$1,000,000.00. El sistema actual es más seguro y más higiénico que el anterior.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Veracruz, se compone de un sistema principal y de varios sistemas secundarios. El sistema principal tiene una longitud de 1300 metros, y está dividido en 12 tramos. Los sistemas secundarios tienen una longitud total de 1000 metros. El sistema principal tiene una inclinación de 1/100, y los sistemas secundarios tienen una inclinación de 1/100. El sistema principal está dividido en 12 tramos, con una longitud de 1300 metros. El sistema principal tiene una inclinación de 1/100, y los sistemas secundarios tienen una inclinación de 1/100. El sistema principal está dividido en 12 tramos, con una longitud de 1300 metros.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS CONDUCTOS.

En la parte superior de la memoria se indica un cuadro de los datos que se utilizaron para determinar la capacidad de los conductos. Los datos se refieren a la población, a la cantidad de agua que se consume, a la cantidad de agua que se arroja, etc. Los datos se refieren a la población, a la cantidad de agua que se consume, a la cantidad de agua que se arroja, etc. Los datos se refieren a la población, a la cantidad de agua que se consume, a la cantidad de agua que se arroja, etc.

segunda y tercera línea de la línea anteriormente.

Las alcantarillas secundarias o colectores, tendrán una longitud total de 4500 metros en las calles, de la Playa de Horror, del Puerto de Veracruz, Independencia, y

**SANEAMIENTO DEL PUERTO DE VERAGRUZ.**

-o-o-o-o-o-o-o-o-

Sistema adoptado.

La pequeña altura arriba del nivel del mar, del terreno, ha hecho necesario emplear bombas para extraer las aguas y desechos de las atargeas. Teniendo, pues, necesidad de hacer el bombeo, esta circunstancia ha hecho, á mi juicio, emplear el sistema Divisor. En las atargeas solamente se admitirán las aguas que provengan de los usos domésticos y comerciales; las aguas de lluvia correrán por conductos especiales.

**COLECTORES Y ATARGEAS.**

Aunque la población actual de la Ciudad es de 27000 habitantes, la red de atargeas se ha calculado para una población de 60000 y teniendo en cuenta un gasto de 225 litros por habitante y por día. El colector principal tendrá una longitud de 1800 metros, y estará situado en el terreno ganado al mar enfrente á la Ciudad, con una inclinación de 1 en 1000; su sección será ovoide de 1.35 por 0.90 con un radio en el fondo igual á 1/8 del eje menor, pudiendo descargar 312.5 litro por segundo, lleno hasta las dos tercias. Su extremidad superior tendrá 0.925 abaje del nivel de la baja-mar, y la extremidad inferior 2.75.

El colector principal se construirá; en el fondo, con un block de barro hecho en molde con la forma que debe tener, colocado sobre un lecho de betón; los lados hasta el comienzo de la bóveda, de betón cubiertos de una hilada de ladrillos, y la bóveda formada por dos hiladas de ladrillos con una chapa de mortero arriba para hacerla impermeable.

En la parte mas baja de la escavacion se coloca un tubo de barro con union abierta rodeado de piedra quebrada ó escoria parz recoger el agua infiltrada y que se *bombeará* en puntos convenientes. El

croquis I dará idea de lo dicho anteriormente.

Las atargeas secundarias ó colectores, tendrán una longitud total de 4600 metros en las calles, de la Playa de Hornos, del Tenoya, Avenida de la Libertad, Merced, Independencia, y Pastor; una seccion de 0.75 x 0.50 con una inclinacion de 1 en 300 y su construccion es semejante á la del colector principal diferenciándose unicamente en que no lleva el tubo de dren.

Las atargeas de tercer orden se estableceran en todas las calles y estaran formadas por tubos de barro de 0.305<sup>m</sup> de diámetro si las pendientes son menores de 1 en 200, y de 0.229<sup>m</sup> de diámetro en pendientes mayores de 1 en 200. Los tubos de los albañales tendran 0.10 á 0.15 de diámetro.

El croquis II es un esquema en el que estan representados; el colector principal y las atargeas secundarias.

POZOS DE VISITA.

En todo el trayecto de los colectores, y atargeas, se situarán pozos de visita y limpia, de 1.06 en cuadro para las atargeas de mampostería y de 1.06 de diámetro para las atargeas de barro.

En las aberturas se suspenderán cubetas de fierro galvanizado aseguradas al marco del pozo para interceptar la arena ó el cascajo.

Las bocas de los pozos se han proyectado para forma convexa de la calle y se colocaran á suficiente altura á fin de que el agua de lluvia no penetre.

VENTILACION.

La ventilacion de las atargeas se hará por medio de lumbrecas de ventilacion y por medio de tubos ventiladores.

Las lumbrecas estaran colocadas en los lugares por donde pasen los colectores y atargeas, comunicados directamente. Estas lumbrecas tendran la forma de columnas de 0.228 de diámetro interior

y se colocarán en las plazas, plazuelas, &.

Los tubos de ventilacion van situados en los exteriores de las casas y en las aceras que dá mas el sol; son de fierro colado de 0.228 de diámetro y tendran 1.50 de altura sobre las casas.

El croquis III representa la union del tubo ventilador con la atargea.

#### LAVADO.

El colector principal se lavará por medio de golpes de agua.

El agua para producir dichos golpes será llevada del mar á un tanque situado bajo tierra, colocado cerca del origen del colector.

Las atargeas secundarias se lavarán tambien por medio de golpes de agua. El agua para dichos golpes provendrá de tanques de 1.80 por 1.80 por 1.20 de altura produciendo un golpe de agua de 1200 litros á 2400 litros; tendran los tanques un sifón automatico de modo que cuando la presion llegue á cierto grado se abra la válvula y se descargue el tanque. El número de golpes de agua por dia se podrá graduar abriendo más ó menos la llave que suministra el agua al tanque.

#### BOMBAS.

Antes de entrar las aguas de los colectores al tubo de absorcion de las bombas, pasará por jaulas afin de separar los cuerpos extraños, basuras etc.

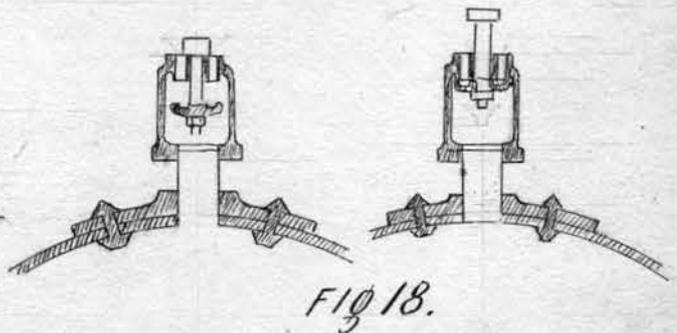
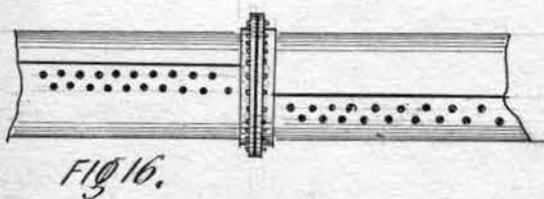
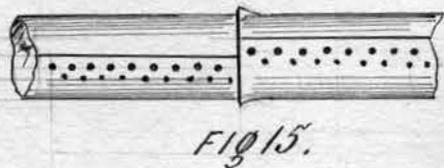
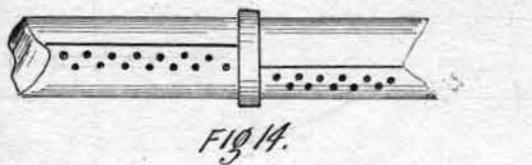
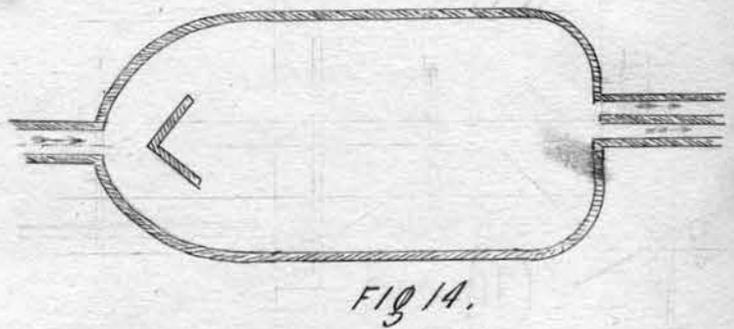
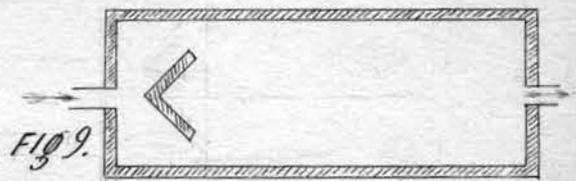
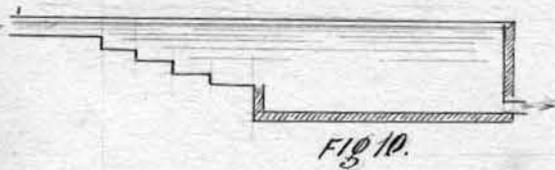
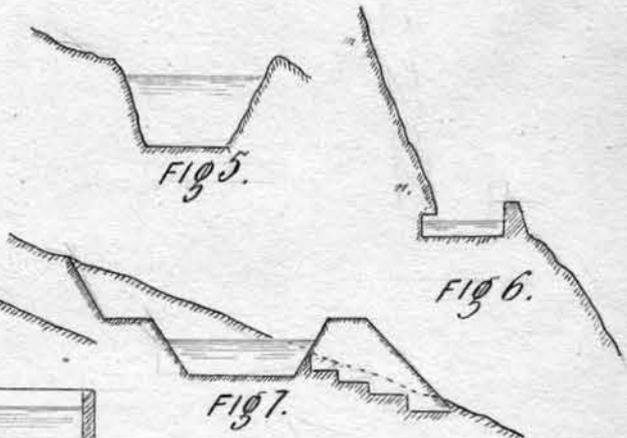
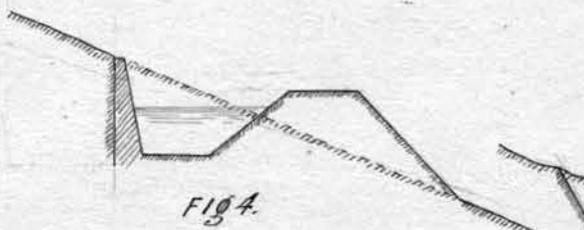
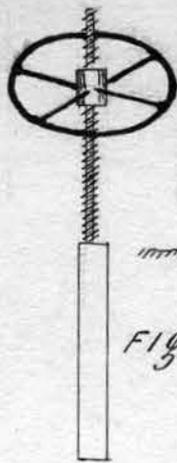
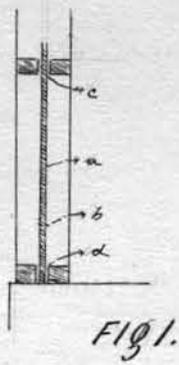
Habrá tres bombas á las cuales una de ellas será de refaccion pudiéndose hacer un bombeo de 19 metros cúbicos de gasto por minuto.

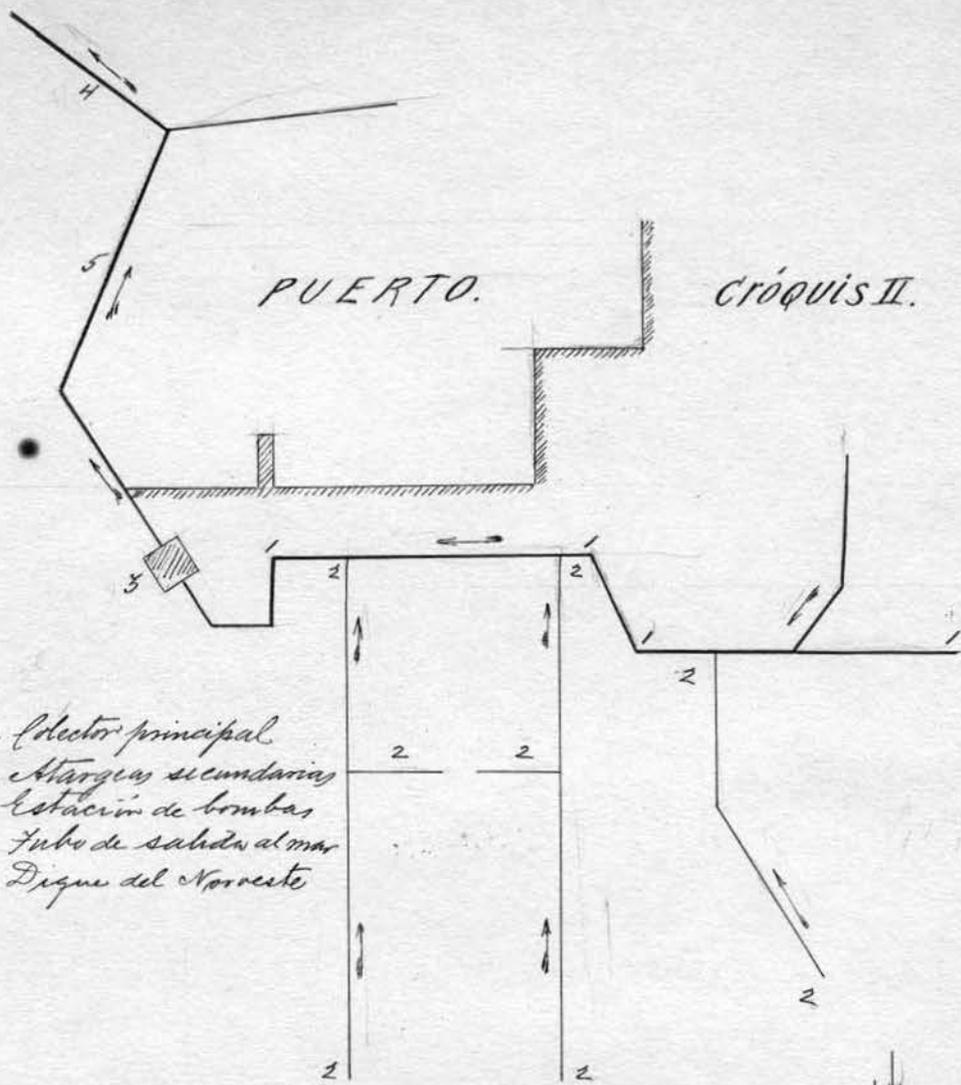
El fondo del pozo de las bombas está situado á 1.25 abaje de la estremidad del colector.

Los residuos se elevaran á 4.50 y arrojados al mar, al Noroeste del arrecife de la Gallega, á una distancia de las bombas de 1540 metros, por un tubo de descarga de 0.538 de diáme-

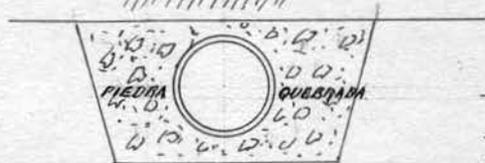
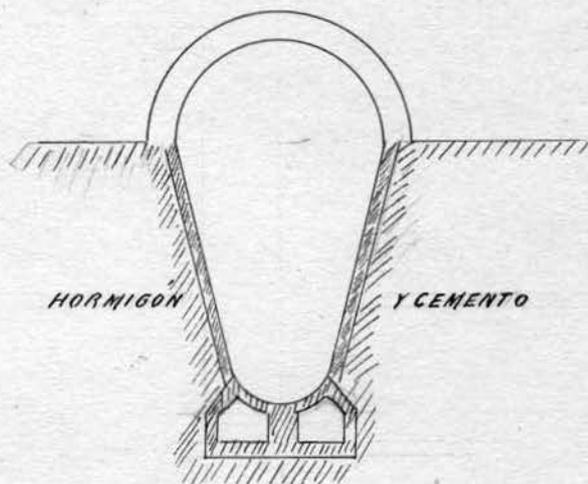
tro situado sobre el coronamiento del Dique del Noroeste.

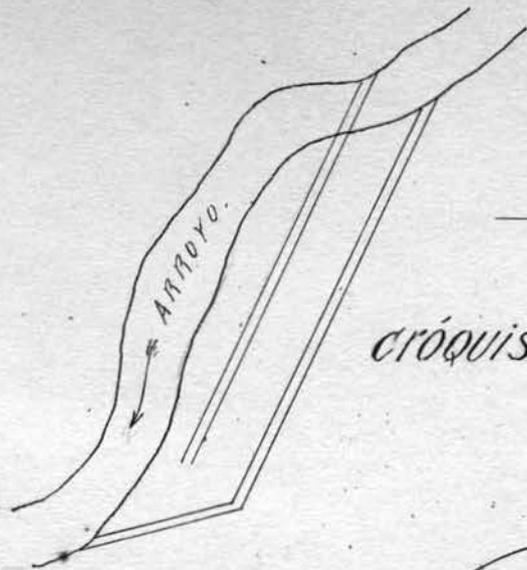
Las bombas se instalarán en un edificio de mampostería al Noroeste de la Ciudad y cerca del Dique del Noroeste.



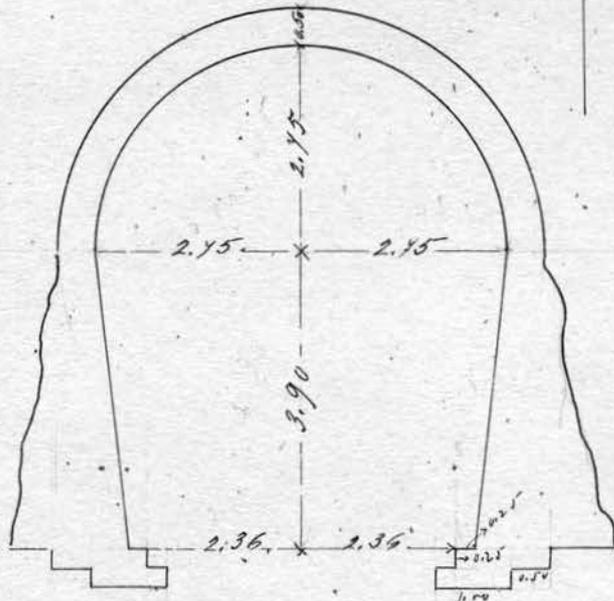
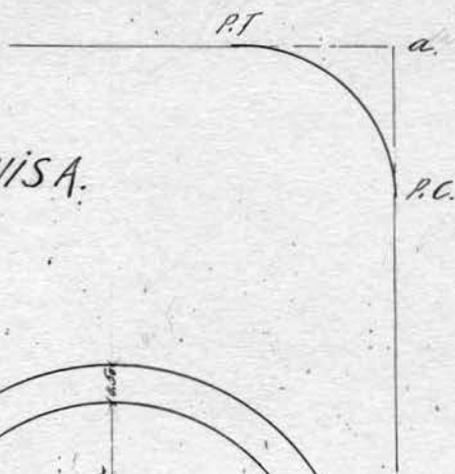


- 1-1. Colector principal
- 2-2. Atarques secundarias
- 3. Estación de bombas
- 4. Tubo de salida al mar
- 5. Dique del Noroeste

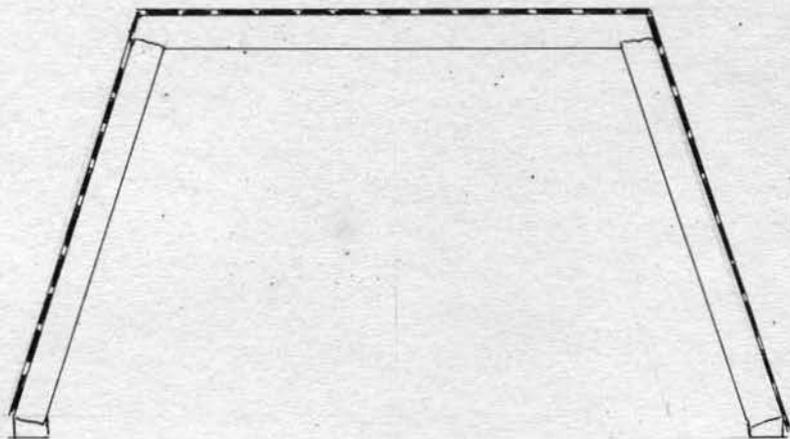




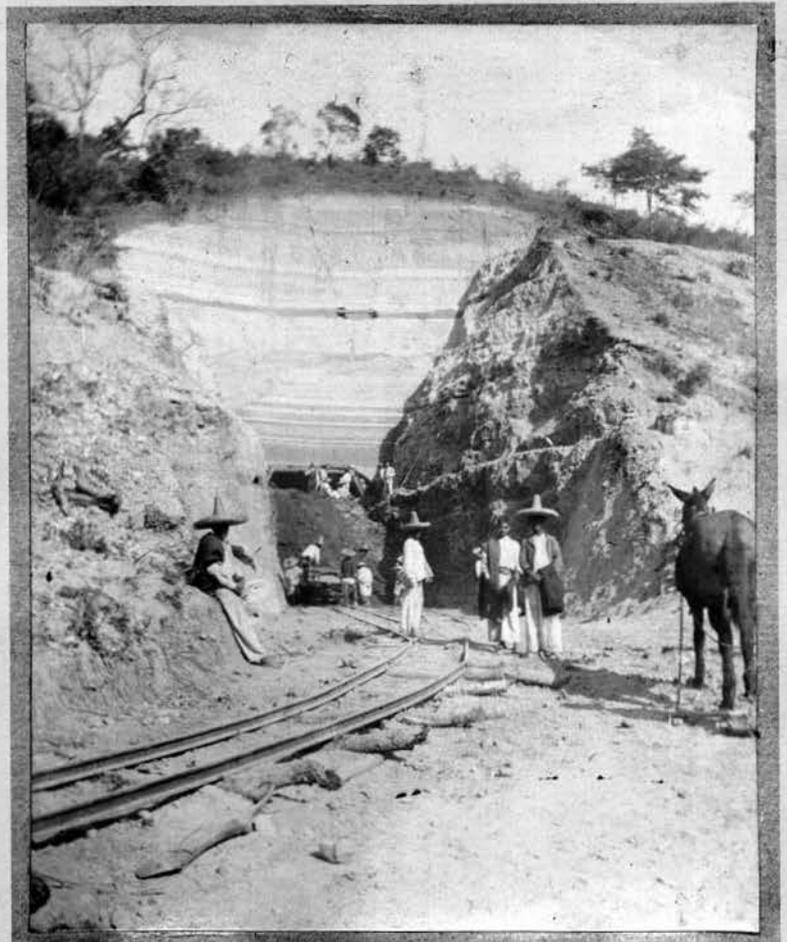
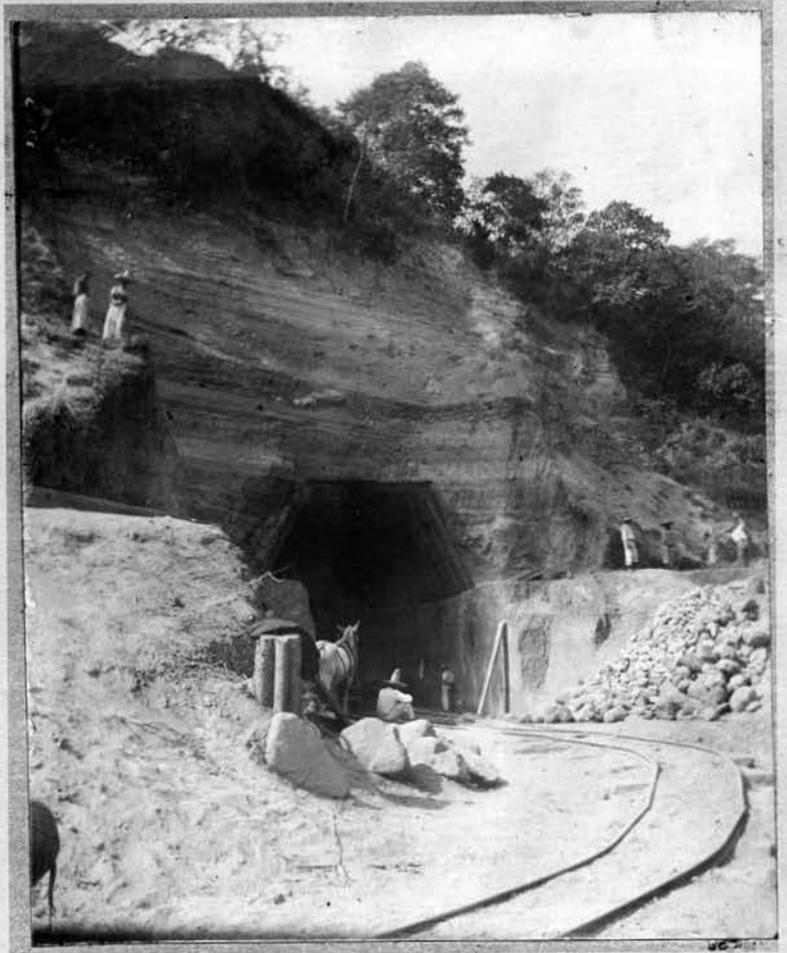
CRÓQUIS A.

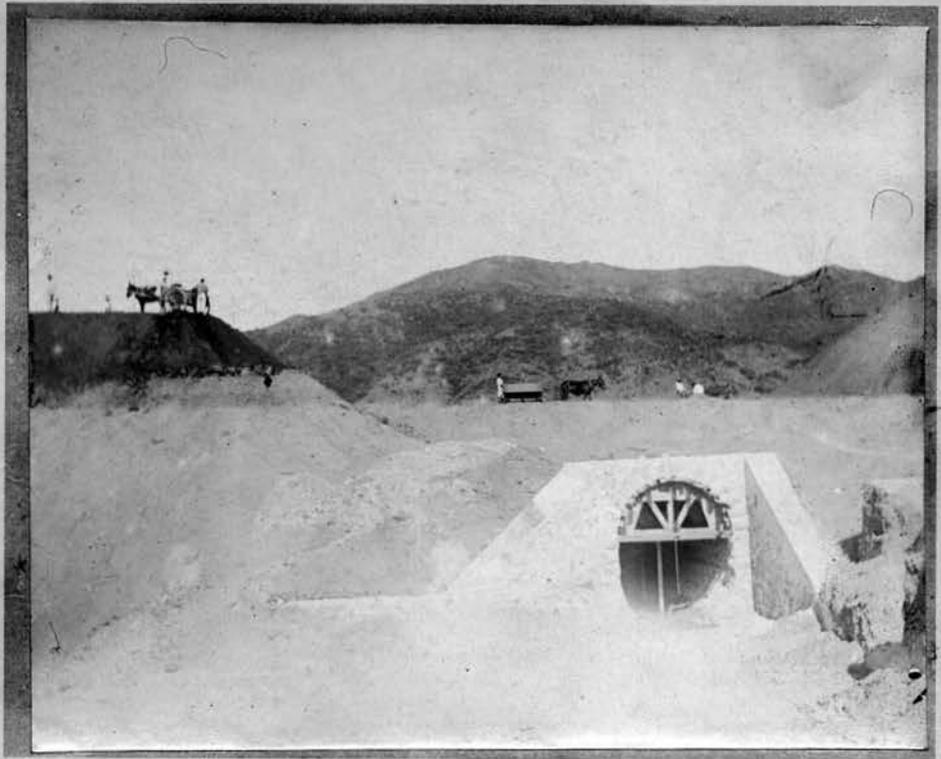


CRÓQUIS B



CRÓQUIS C.





173

59