



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

**FERROCARRIL EN CONSTRUCCION DE GUADALAJARA A  
MANZANILLO ; OBRAS EN LOS PUERTOS DE SALINA CRUZ Y  
COATZACOALCOS; PROYECTO DE CANAL PARA IRRIGACIÓN.  
INFORME [RÍO MOCTEZUMA, HGO Y QRO.] MEMORIA RELATIVA A  
LA DESVIACIÓN DE LOS RÍOS DE LOS REMEDIOS Y TLANEPANTLA**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**PARRA, EMILIO DE LA**

MÉXICO, D. F.

1907



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

FERROCARRIL EN CONSTRUCCION, DE

GUADALAJARA A MANZANILLO.

))))----((((

I N F O R M E .

PRIMERA PARTE.

.....

Idea general acerca de la línea.

---

La única línea que proporciona á México comunicación con el Pacífico, es actualmente la de Salina Cruz por medio de los Ferrocarriles Mexicano ó Interoceánico, Veracruz al Pacífico y Nacional de Tehuantepec; pero, además del inconveniente que presenta el tener que hacer uso de tres Ferrocarriles distintos recorriendo una distancia de 827 kilómetros de México á Salina Cruz, resulta que este puerto está situado muy al Sur y se hacía necesaria la comunicación con algún otro puerto situado más al Norte.

El atravesar la Sierra Madre en la parte N. de México, puede considerarse como un verdadero problema de ingeniería; pero á pesar de las grandes dificultades que presenta, el Ferrocarril Central, está á punto de terminar su resolución ofreciendo á la Capital, comunicación con el puerto de Manzanillo y en una distancia de cosa de 600 Kilómetros, prolongando el ramal de Guadalajara á Tuxpam, hasta Colima y mejorando el trazo de la línea actual entre Colima y Manzanillo convirtiéndola también de vía angosta en vía ancha.

Esta concesión se le dió al Ferrocarril Central, el 14 de Septiembre de 1898; con ella construyó la parte de Guadalajara á Zapatlán recibiendo una subvención del

Gobierno Federal de \$ 5000.00 por kilómetro; se le prometió \$ 15,000.00 por kilómetro en la parte de Zapotlán á Colima y \$ 3,500.00 por ensanchar y arreglar la vía entre Colima y Manzanillo.

A su vez el Gobierno del Estado de Jalisco ofreció \$ 3000.00 por cada kilómetro que se construyera dentro de los límites del Estado.

El 4 de Julio de 1905, se cambió la concesión al Mexican Pacific Rail-Road, una compañía organizada bajo las leyes del Estado de Maine E. U. y cuyo fonde es ayudado por la Compañía del Ferrocarril Central Mexicano.

Se organizó esta nueva compañía para la construcción, porque el caracter del Central Mexicano no permitía la construcción de esa línea por la cantidad tan elevada que se requería para cada kilómetro.

El plan del Central es asegurarse del Mexican Pacific la línea de Manzanillo, por arrendamiento ó compra, inmediatamente que se termine.

El arreglo financiero de la línea se hará por una emisión de bonos del Mexican Pacific y el pago del interés será garantizado por el Central Mexicano.

Cuando se termine la construcción del camino y se conozca su coste verdadero, pues no es posible saberlo en vista de que varía de \$ 25,000.00 á \$ 250,000. por cada kilómetro, se emitirán bonos por una cantidad suficiente para cubrirlo, menos las subvenciones que serán pagadas en ese tiempo.

A pesar de su propia concesión el Central Mexicano compró hace poco tiempo la concesión y el Ferrocarril de la National Construcción Co.

Esta Compañía recibió su primera concesión el 5 de

Julio de 1886 y con esta concesión construyó una línea de calibre angosto entre Colima y Manzanillo. También construyó porciones de terraplen en diversos puntos de la línea, con el objeto de asegurarse el derecho de vía en toda la ruta.

Parte de sus terraplenes aún pueden verse fuera de la Ciudad de Guadalajara y á lo largo de la presente línea del Central, ó Mexican Pacific, sobre todo en el punto en que la vía ahora en construcción, cruza el río Tuxpam por 2a. vez.

Adelante de este punto, no sé donde se localizo la línea final, como no sea á lo largo del río donde vá ahora la del Central ó por arriba rodeando el volcán de Colima, un lugar mucho mejor, en que hay poblaciones de regular importancia, pero por donde la construcción hubiera sido casi imposible por las grandes barrancas y las pendientes tan pesadas que resultaban.

El Mexican Pacific posee ahora todas las concesiones para la línea de Manzanillo y tiene en explotación bajo su dirección, la línea entre Colima y el puerto citado.

La cuestión era de estudiarse bastante desde el punto de vista financiero. Gastar más de \$ 10.000,000 en un tramo de 160 kilómetros, requería estudiar el modo de hacerlo de la manera más económica.

Los topógrafos entraron en el campo hará 6 años; el Ingeniero en Jefe tenía la orden de localizar una línea para ferrocarril de primer orden y á pesar de lo difícil del problema que comprendió desde el momento de entrar al campo, actualmente está resuelto.

Al resolver la construcción, se determinó también que este fuera desde luego de carácter definitivo y

no temporal como se ha hecho en algunos ferrocarriles de la República.

La línea actualmente en construcción por el Central partiendo de Zapotlán rodea el volcán para llegar á ) Colima.

Una línea recta trazada de Zapotlán á Colima, pasaría casi por la cumbre del volcán. Este está ahora en actividad, pues arroja con intervalos bocanadas de vapor por su cono y también por las pequeñas aberturas de sus lados salen de tiempo en tiempo chorros de vapor.

Este vapor y el de las nubes condensándose escurren por su falda, formando multitud de arroyos que han cortado con el transcurso de los años, las rocas ya sea volcánicas ó sedimentarias formando profundas barrancas que radian de su cono semejando un abanico, para ir á servir de afluentes al río Tuxpan que rodea el volcán por su parte Este y Sur.

El río ofrece realmente el único camino posible para llegar á Colima, con una pendiente que se mantenga suave sin exceder de un límite fijado, 2%.

Por el estudio topográfico se vió luego que al menos cerca de Tuxpan las barrancas del lado más cercano al volcán, eran impasables para ningún ferrocarril.

Estas barrancas se siguen unas á otras con una regularidad extrema; no bien se ha acabado de pasar una, cuando se tiene adelante otra. La más grande que se encuentra es tal vez la de Beltrán (casi opuesta al Kilómetro 213 de la línea y como á 20 kilómetros adelante de Tuxpan). tiene como 180 metros de profundidad, por 600 metros de ancho y cruzarla con un ferrocarril, hubiera exigido la resolución de un proble-

ma tanto de Ingeniería como financiero bien difícil.

Aunque la de Beltrán sea quizá la más grande, se encuentran otras que presentarían mucha menor dificultad.

Pero para la construcción se contaba con el otro lado del río, en que si bien presentaba dificultades, estas eran mucho menores y la construcción resultaba menos costosa que por el otro lado del río.

Por esta razón se cruzó el río con un puente casi inmediatamente abajo de la Ciudad de Tuxpan y luego se pasó otra vez en el kilómetro 217 como á 18 kilómetros más adelante. Después de cruzar el río por segunda vez, las barrancas no son ya impasables y aunque se emplearán miles de toneladas de acero y de mampostería para la construcción, siempre se obtuvo un mejoramiento notable

La localización definitiva de la vía, se hizo bajo la dirección del Señor O. G. Bunsen empleando para esto casi tres años, pues la localización preliminar había sido incompleta y se requería un plano detallado del lugar; pues aunque este trabajo importara miles de pesos, significaba un ahorro considerable en la construcción al hacer la localización definitiva.

El trabajo de Mr Bunsen ha dejado satisfechos á los oficiales de la compañía y los Ingenieros encargados de la construcción han visto á medida que esto ha avanzado que no se podía exigir más en un lugar semejante.

Las dificultades de la topografía, solo pueden ser imaginadas por uno que haya penetrado al campo; solo puede recorrerse á pié en toda la parte del río y las

terribles barrancas, los profundos cantiles y la abundante vegetación, hacían que fuera costosa y dilatada.

El contrato para la construcción se le dió á la casa de Hampson y Smith; entraron al campo hará como tres años, pero el trabajo en forma, empezó hará poco mas de un año.

Aún para entrar al lugar con material de construcción se requería iniciativa y dinera.

El Señor D. B. Smith calcula que ha gastado la compañía \$ 50,000 .00 antes de dar principio á los trabajos de construcción.

Se abrió una vereda para caballos lo más cerca posible de la línea y aún no se terminaba, cuando se habían gastado cerca de \$ 20,000.00, todo sin contar el gasto hecho por cada sub-contratista, pues la casa Hampson y Smith ha hecho despues contrato con diversos contratistas de menos categoría que han tomado uno, dos ó mas kilómetros, según el lugar, la iniciativa y recursos de cada uno de estos, y una gran parte de las veredas para peones ó bestias de carga, instalaciones para tomar agua y demás gastos preliminares han sido hechos á costa de ellos.

Los carros para los ferrocarriles Decauville, los rieles y otros objetos pesados, se han llevado al lugar destinado por caminos desviados bajándolos luego; ó por el lecho del río subiéndolos despues en los cantiles por medio de grúas.

P A R T E   S E G U N D A .

En esta parte de mi informe, he querido hacer un estudio ó apuntes generales sobre obras de terracería alcantarillas y túneles, comparando los procedimientos ó citando como ejemplo á las obras en el Ferrocarril de Guadalajara á Manzanillo en el tramo del Kilómetro 223 al 230 en que yo trabajé; pues en muchas cosas, no són sino los procedimientos comunes los que se han seguido.



OBRAS DE TERRACERIA.

Necesidad de las obras de terracería en los ferrocarriles.

Al proyectar el trazo para un ferrocarril, es casi imposible hacerlo de manera que las pendientes de la vía se ajusten á la pendiente natural que puede proporcionar el terreno tanto en el sentido longitudinal de la línea, como en el transversal; pues aunque el terreno sea muy plano, no conviene casi siempre poner la vía al nivel del suelo, por los perjuicios que pueden ocasionar las lluvias.

El objeto de las obras de terracería, es adaptar el perfil del terreno llamado "perfil de formación" al perfil proyectado para la vía llamado "perfil de construcción". La distancia que hay desde un punto cualquiera .

del perfil formación al perfil construcción contada verticalmente, se llama cota roja.

Cuando los puntos del 2º perfil mencionado son más altos que los del primero, es necesario terraplen y taje en el caso contrario.

#### Diversas clases de secciones.

En la sección transversal se pueden presentar tres casos distintos: que la sección sea toda en taje, que sea toda en terraplen ó que sea parte en taje y parte en terraplen y por lo regular los tres casos se presentan siempre en cada ferrocarril.

Secciones en taje. - En el proyecto de un taje hay que atender tanto á la anchura del fondo, (llamado "cama" del taje) como á los taludes de las paredes laterales. Ambas cosas son variables, lo primero varía comunmente de un ferrocarril á otro y lo segundo varía en el mismo ferrocarril con la naturaleza del terreno que se encuentra.

El ancho de la cama, que como acabo de decir varía de un ferrocarril á otro en algunos tiene tambien distinta anchura, según la clase de terreno.

El Ferrocarril de Atchison, Topeka y Sta Fé, tiene 28' de ancho para tajos en tierra y 22' para reca.

Puede considerarse en los ferrocarriles americanos como promedio 24'7 y como minimum 19'2 (Ferrocarril de Pensilvania)

En México el Ferrocarril Central <sup>tiene</sup> 6m.00, lo mismo que el Ferrocarril Nacional.

Los taludes pueden variar desde  $\frac{1}{4}$  X 1 en reca hasta 1 X 1 para tierra y es lo menos que puede admitirse para este material. A veces es necesario dar ta-

ludes hasta de  $1\frac{1}{2} \times 1$

Secciones en terraplén. - El ancho de la "corona" en los terraplenes varía de la misma manera que la cama en los tajos, es decir con la naturaleza del Ferrocarril y según el tráfico á que esté destinado. Generalmente es más ancho que la cama, debido á que en los tajos hay que dar lugar á las cunetas de desagüe.

El ancho de la corona varía entre 16 y 18 pies.

El Ferrocarril Central tiene 6m.00 lo mismo que para tajo y el Nacional 5m.50.

Los taludes varían de  $1 \times 1$  á  $1\frac{1}{2} \times 1$ , cuando son de tierra tienen generalmente esta relación; cuando se construyen de roca, se pueden admitir hasta  $1 \times 1$ .

A veces resulta que la pendiente del terreno, es casi la misma que el talud que requiere el terraplén.

Este pasó en el Ferrocarril Central, en la parte que queda antes de entrar al tunel N° 7; en ese lugar la sección es compuesta, tiene una parte de tajo y otra de terraplén y resulta<sup>ba</sup> que al construir este último, la piedra se rodaba hasta el fondo del río.

Para evitarlo se construyó un muro de piedra seca, abaje, con una altura de 4m.00 y con un talud muy fuerte y esto permitió ya, dar al terraplén el talud natural.

El material que se empleó fué la roca que se extraía del tunel. En partes es necesario construir verdaderos muros de sostenimiento.

En los perfiles que adjunto, se ven indicados varios en distintos lugares.

Practicamente el talud que debe darse tanto en tajo como en terraplén, es el talud natural que las tierras puedan soportar en cada caso.

(x) Nota de  
A.M.A.

Si se dá un talud demasiado fuerte se están presentando continuamente derrumbes, hasta que la tierra adquiere su talud natural que es de  $1\frac{1}{2} \times 1$  más ó menos; y entences sucede que por la dificultad de incorporar el material nuevo con el viejo, se están ofreciendo constantes reparaciones.

Un terraplén hecho con el material extraído de un taje, soporta menor talud que el taje por que á este le favorece la compacidad natural del terreno.

El talud exacto solo experimentalmente, se puede determinar en cada caso.

En la línea del Ferrocarril Central para Manzanillo, se construyeron varios tajos en roca suelta con talud de 25 por 100 y el que queda adelante de la barranca de Cachipehualé que tenía 40 por 100 empezó á derrumbarse causando desgracias personales; entences se disminuyó el talud en  $\frac{1}{10}$  con lo que se consiguió la estabilidad.

#### Drenaje.

Uno de los principales agentes destructores de las obras de terracería, es el agua de lluvia; mientras más bien se haga el drenaje de ellas, su conservación será mejor.

En los tajos se hacen para este objeto 2 cunetas, una de cada lado de la vía. Las dimensiones son por lo regular 0m.50 de ancho en el fonde y 0m.50 de profundidad con taludes de  $1 \times 1$  y se hace salir el agua al final del taje, para no perjudicar el terraplén.

El objeto de estas cunetas, es dar salida solamente á el agua que cae dentro del taje y en los taludes

de este. Para evitar que el agua que cae en terreno en la parte de arriba escurra en el taje, se construyen contra-cunetas á cierta distancia de la orilla de este y se hacen desaguar en el punto donde convenga.

En el Ferrocarril de Manzanillo, las contracunetas tienen un metro de ancho en el fondo con taludes de 1 X 1 y se hacen desaguar por la alcantarillas. Como el terreno es accidentado, quedan muy cerca una de otra.

En los terraplenes es muy conveniente tambien para el drenaje de estos, construir cunetas en la base.

En las cunetas de los tajos cuando el terreno es facilmente deslavable y la pendiente es muy fuerte, se hace necesaria pavimentarlas; ó se disminuye la pendiente de estas formando pequeñas caidas de tramo en tramo.

### OPERACIONES TOPOGRAFICAS.

Al hacer la localización definitiva de la línea, - quedan marcados en el terreno los puntos precisos de esta con estacas situadas comúnmente cada 20 metros y la nivelación hace conocer por medio del perfil, la elevación precisa de cada estaca y la elevación del punto correspondiente del perfil construcción, con lo que se puede deducir la cota roja.

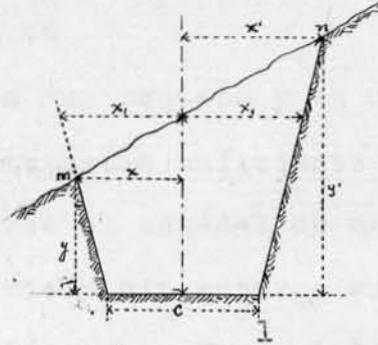
Con estos datos y los relativos á los taludes adoptados para las terracerías, se pueden poner las estacas laterales, es decir los puntos hasta donde debe abarcar el terraplén é donde debe comenzar el taje.

Para determinar la posición de las estacas se hacía por medio de tanteos, como sigue:

La elevación precisa del terreno se deducía por medio de una nivelación corrida desde el banco más cercano la cota del punto correspondiente de la línea del proyecto se deducía analíticamente y se determinaba la cota roja.

Cuando el perfil está hecho con exactitud, y la escala es grande, se puede determinar gráficamente con bastante aproximación.

En el caso de un taje por ejemplo se quiere poner las estacas de m n. Si el terreno fuere horizontal las dos quedarían á la misma distancia -



del eje del trazo y esta sería igual á  $x_1 = \frac{c + t d}{2}$  llamando t el talud ó sea la relación de la base á la altura. Como el terreno es inclinado, la cota del punto m será menor que d y la distancia al eje del trazo será menor. Entences la ecuación será  $x = \frac{1}{2} c + y s$ . En el punto n; situado arriba pasa lo contrario.

Para cada valer de x corresponde una á y pero entre todos los valores solo hay uno que resuelve la acuación citada y solo se puede encontrar por tanteos.

Un ejemplo numérico hace comprender mejor. En la estaca 3653 + 04, K. 223, la acetación de la línea es --- 712,184 y la cota roja deducida es 18m.66, los taludes son de  $\frac{1}{4} \times 1$  y la cama de 6m. Colocado el estadal en e se tomó la lectura con nivel de mano y se colocó luego para el primer tanteo á 6 metros del eje en centrando una diferencia de nivel con la estaca del eje, de 3.65 metros que restados de 18.66, dá 15.01 - para valer de y; sustituyendo en la ecuación, se tiene

$$6 = 3 + 15.01 \times 0.25 = 6.75.$$

lo que hace ver que el punto necesita alejarse más del centro, para aumentar el primer miembro de la ecuación y disminuir el segundo; hecho otro tanteo á 6m.50 se encontré otra diferencia de nivel en ese punto con la estaca del centro de 4.10 metros y por consiguiente para el valer de y , 14m.56; sustituyendo en la ecuación

$$6.60 = 3 + 14.56 \times 0.25 = 6.64$$

Como se vé, la diferencia es muy pequeña y en un terreno accidentado como es este sería suficiente exactitud, puesto que puede colocarse el estadal de manera que la distancia 6.60 no varíe y sin embargo varíe la lectura del nivel 4 ó 5 centímetros. Para el lado superior, se encontró al segundo tanteo.

$$8.07 = 3.00 + 22.86 \times 0.25 = 8.71$$

Cuando se trabaja por primera vez en un terreno, pueden necesitarse 3 ó 4 tanteos para encontrar el punto, pero después de 4 ó 5 operaciones para regular al 2º tanteo, se dá con él.

El registro se lleva<sup>ta</sup> anotando en la página izquierda en 4 columnas: la estación, la acotación de la línea, el área de la sección y la cubicación; en la página derecha en tres columnas; en el centro la cota roja correspondiente á la estaca del centro; á la izquierda un quebrado cuyo numerador es la altura de la estaca lateral hasta el nivel de la vía y el denominador la distancia á la estaca del centro; en la columna del lado derecho, otro quebrado semejante al anterior y relativo á la estaca lateral del lado derecho. Significando con signos + cuando es tajo y con - cuando es terraplén.

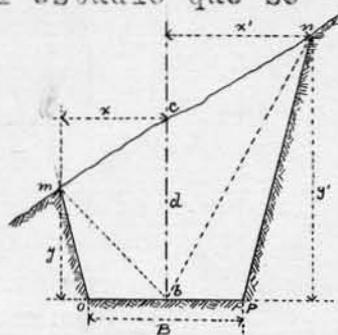
#### Cubicación de las terracerías.

Para determinar la cubicación de las terracerías, hay varios métodos más ó menos complicados y exactos.

Solo describiré el que se seguía en el Ferrocarril Central; y<sup>en</sup> el Nacional para la cubicación de las terracerías en la localización de la línea troncal entre -

San Miguel Allende y San Felipe, en el estudio que se hizo para rectificar ese tramo.

Al colocar las estacas laterales se ha dicho que se anotaba en el registro indicando en forma de quebrado, en el numerador la altura de la estaca lateral contada hasta el nivel de la vía y en el denominador la distancia de la estaca al eje del trazo contada horizontalmente.



Con estos datos se puede determinar la superficie de la sección m n o p.

Dividiéndola en triángulos por medio de las líneas m b y n b resultarán cuatro, de los cuales m o b y n b p tienen bases iguales (la mitad del ancho de la cama); y m b c y n b c tienen una base común d. Haciendo la suma de la superficie de los 4 triángulos se tiene;

$$S = \frac{1}{2} b(y + y') + \frac{1}{2} d(x + x')$$

Para la sección en la estaca siguiente se obtendría la superficie de idéntica manera.

Se puede entonces sin error de importancia determinar el volumen entre dos secciones cercanas (generalmente cada 20 m) considerándolo como un prisma cuya base tuviera por superficie la semisuma de las dos encontradas y su altura la distancia entre las dos secciones.

Esta es en realidad la única manera como en la práctica se hace generalmente la cubicación de las las tercerías, pues aunque hay otras formulas mas exactas su difícil manejo las hace inaplicables.

## C O N S T R U C C I O N .

---

Al emprender la construcción de una vía, las obras de terracería pueden hacerse de dos maneras:

Por "préstamos y depósitos" ó por "compensación". Lo primero consiste en tomar el material de un lugar determinado para la construcción del terraplén y depositar de la misma manera lo que se extrae de los tajos. La compensación consiste en calcular que el material que se extrae de un tajo, se aproveche para construir un terraplén.

Al calcular la construcción de las terracerías, hay que fijarse en el abudamiento de las tierras al practicar la excavación y en la contracción que experimentan al construir los terraplenes. El abudamiento depende de la clase del material encontrado; por experiencia y observaciones hechas, se ha visto que es de 10% para tierra y de 40 á 60% para roca.

La contracción depende en mucho de la manera de construir los terraplenes y de la clase de material empleado. Mientras más duro y más limpio es este, la contracción es menor.

La tabla siguiente hace ver la contracción y el abun-

damiento de las diversas clases de material.

Material	Para construir 1000 m.c. de terraplén se necesitan	1000 m <sup>3</sup> medidos en excavación hacen
Arena ó grava	1087 mts. cub.	920 mts cub.
Arcilla	1111 " "	900 " "
Margas	1136 " "	880 " "
Tierra vegetal suelta	1176 " "	850 " "
Roca, piedras grandes	714 " "	1400 " "
Roca, piedras chicas	625 " "	1600 " "
	Medidos en la excavación	de terraplén

Tajos. - Hay varios procedimientos para la construcción de los tajos, que varían con el modo de organización del trabajo.

Se distingue con el nombre de procedimiento francés el que consiste en abrir en el centro un tajo más pequeño como de lm.50 de hondo y en seguida atacar el terreno á los lados de manera de ir procediendo por escalones.

El procedimiento inglés consiste en hacer en medio un tajo pequeño pero bastante profundo; en el fondo se pone un ferrocarril Decauville y se ataca entonces á los lados, arrojando la tierra al fondo para extraerla con los carros. Este procedimiento es muy ventajoso en terrenos húmedos, por que la zanja que se prac-

tica en medio, sirve de drenaje á las capas superiores.

En el Ferrocarril de Manzanillo, había la ventaja de tener la línea casi toda por dentro del cañón del río y como pasa á gran altura del fondo y el terreno es muy pendiente, esto facilitaba mucho el transporte del material desagregado aprovechando la gravedad.

Para recortar después los escalones y dar á las paredes el talud fijado, lo que se hace generalmente es recortar dos fajas verticales distantes entre sí 30 ó 40 metros y estas sirven de directrices para emparejar el tramo.

Terraplenes. - Los terraplenes se construyen generalmente por dos procedimientos. - El primero consiste en ir extendiendo la tierra por capas de 0.50 m. á 1m.00 de espesor. Este procedimiento tiene la ventaja de que las capas se van apretando á medida que avanza la construcción y así la contracción final es mucho menor; pero en cambio tiene la desventaja de que no hay perfecta adherencia entre una capa y otra y puede haber un resbalamiento. Esto se puede evitar en parte, no construyendo las hiladas horizontales, sino dándoles una forma cóncava hacia arriba.

Es muy conveniente también practicar pequeñas zanjitas en el terreno á lo largo y en la orilla del terraplén; esto previene mucho los derrumbes y además sirve de drenaje al subsuelo.

El 2º procedimiento consiste en ir arrojando la tierra hasta tener la altura total del terraplén. Este procedimiento es muy ventajoso y más económico que el anterior cuando se puede llevar la tierra de un lugar más alto que la corona del terraplén. Cuando se construye un terraplén muy alto, puede convenir cons-

truir provisionalmente un viaducto con burros de madera para hacer circular los trenes y traer en estos la tierra. Esto tiene las ventajas de poder abrir el tráfico más pronto; traer la tierra de donde convenga pudiendo tal vez desagregarla y cargarla con palas de vapor y luego descargar los carros de un golpe automáticamente en el lugar que se desea.

En los terraplenes construidos por el 2° procedimiento, la contracción final se hace más lentamente y es necesario por esto construirlos con una dimensión un poco mayor que la que requiere el proyecto. El aumento depende del material empleado como se ha dicho antes.

En el Ferrocarril Central casi todos los terraplenes que ví construir, se hicieron por este procedimiento.

Al construir un terraplén, se limpiaba primero el terreno de la hierba y troncos de árboles que contenía, picando además la superficie; y si la pendiente era muy fuerte se practicaban escalones de 0m.30 á 0m.40 de alto, para evitar un resbaleamiento.

#### Utiles empleados en la construcción.

Toda obra de terracería trae consigo siempre, dos trabajos distintos: 1° la desagregación del material 2° el transporte del material desagregado. El procedimiento que se elija depende del material que se encuentre y de las distancia á que se tenga que transportar así como de la magnitud ó la escala de las operaciones.

Para la desagregación se empleaba la cuña, el zapico, la barreta, la pala, y los explosivos.

Pala de vapor y arados no ví emplear en el campamento en que trabajé.

El transporte se hacía con peones por medio de canastos, costales, etc. con palas, carretillas scrapers y con ferrocarriles portátiles.

## ALCANTARILLAS

---

Su objeto.

Del agua que se precipita durante la lluvia una parte es absorbida por el suelo filtrandose para ir a aparecer algunas veces en otro lugar; otra parte se pierde por evaporación al quedar detenida en el follaje de las plantas; pero una gran parte de la precipitación escurre en la superficie del suelo siguiendo las líneas de máxima pendiente hasta los arroyos.

Al proyectar el trazo de un Ferrocarril se tiene constantemente que cruzar estos puntos bajos del terreno y lo que se hace es salvarlas generalmente por medio de un terraplén. Pero al atravesar este en el talweg viene á formar una presa impidiendo el paso á las corrientes de agua lo que ocasionaría que esta se estancara remojando los terraplenes y si es abundante llegaría hasta brincarse por encima causando serios perjuicios. Para evitar esto se construye en el punto mas bajo que se atraviesa, obras de arte llamadas alcantarillas destinadas á dar paso á el agua. Cuando estos pasos son de grandes dimensiones la obra lleva el nombre de puente.

Diversas clase de alcantarillas.

Se distinguen dos clases de alcantarillas: cubiertas y descubiertas. En las primeras existe una capa de tierra sobre el cerramiento de la alcantarilla que conserva

do la homogeneidad de la via las hace preferibles á las segundas; pero como la capa de tierra debe ser de un metro de espesor mas ó menos, en terrenos planos generalmente no hay espacio suficiente para permitir dicha capa y entonces se construyen alcantarillas descubiertas.

#### P r o y e c t o .

Al proyectar una alcantarilla se requiere saber con la mayor aproximación posible el gasto máximo á que desatisfacer. Si se construye demasiado grande resulta un exeso inutil en el costo de la obra y si es más chica - que lo que se necesita, el agua puede salir con presión sin estar la alcantarilla acondicionada para ello. Conviene pues, al hacer el proyecto, tener en consideración los siguientes factores:

- 1° - Cantidad de lluvia precipitada
- 2° - Clase y condiciones del suelo
- 3° - Caracter é inclinación de la superficie
- 4° - Condición é inclinación del lecho de la corriente
- 5° - Forma del area que se vá á drenar y posición de los afluentes de la corriente.
- 6° - Forma de la entrada é inclinación del fondo de la alcantarilla.
- 7° - Si es conveniente que se eleve el nivel del agua haciéndola salir bajo presión.

° °

1° - Por cantidad de lluvia precipitada, se entiende en este caso la que se produce en unas cuantas horas, es decir en la duración de los aguaceros torrenciales más fuertes.

En México, donde los observatorios meteorológicos son sumamente escasos, este dato es casi imposible de adquirir en muchos lugares. Sería necesario una larga serie de observaciones, para llegar á determinar el máximo.

2° - El caracter del suelo influye mucho en el escurrimiento del agua de lluvia. En un suelo impermeable desprovisto de vegetación, casi toda el agua precipitada escurre por su superficie; mientras que en el caso contrario una gran parte se filtra por el suelo y otra queda detenida por las plantas.

3° - El caracter de la superficie influye de la misma manera; en una superficie rugosa, el agua escurre con dificultad y tarda más tiempo en llegar á los arroyos que en una superficie lisa y tambien mientras más plana es la superficie, el escurrimiento será más lento.

4a. - En un arroyo en que no haya obstáculos, como piedras, vegetación, etc. y que carezca de sinuosidades, el agua escurre tan pronto como llega á él. Si por el contrario su curso es muy sinuoso tiene poca pendiente y presenta muchas obstrucciones, el escurrimiento se hará lentamente y no llegará el agua de un golpe á la alcantarilla .

5a. - Hay que considerar además de la extensión de la cuenca que se vá á drenar, la forma de ella y la posición de los afluentes.

En una cuenca larga y uniforme, el agua de las partes inferiores, llegará primero á la alcantarilla que la de las superiores; pero si la parte superior es muy pendiente, puede llegar casi al mismo tiempo que

la de la parte inferior.

Si la parte inferior de la cuenca tiene gran cantidad de afluentes, el agua de esta parte llegaría primero á la alcantarilla que la de las partes superiores; si en esta última es donde hay gran abundancia de arroyos puede pasar por la alcantarilla toda al mismo tiempo.

6° - La forma de la entrada influye en el gasto de la alcantarilla, por la mayor ó menor dificultad que experimente el agua al entrar, debida á los remolinos que se forman. Lo mismo influye la inclinación del fondo de la alcantarilla y se debe procurar aumentar su pendiente en cuanto sea posible sobre todo si el desarrollo es muy largo, siempre que el escurrimiento pueda hacerse libremente, después de haber pasado la alcantarilla.

7° - Como un exeso de seguridad puede aumentarse el gasto que dé la sección de la alcantarilla, permitiendo que el agua salga con cierta presión; pero en este caso tiene que estar muy bien construida y adecuada á ese objeto.

Se comprende que teóricamente se podría llegar á determinar la sección de una alcantarilla, teniendo en cuenta todos los anteriores elementos, pero sería muy difícil y muy laborioso llegar á resultados prácticos.

Se han propuesto también para determinar la sección fórmulas empíricas que la dan en función del área que se vá á drenar; pero su exactitud es relativamente corta y solo sirven para dar una idea.

Las fórmulas más conocidas son las de Myer, y la de Talbot. La de Myer es:

Sección de la alcantarilla en pies cuad. =  $\sqrt{c}$  del ---

area por drenar en acres)

El coeficiente C varía de 1 para terrenos planos á 4 para lugares montañosos ó terrenos pedregosos.

La de Talbot es:

Sección de la alcantarilla en pie cuad. =  $c \sqrt[4]{\text{area por drenar en acres}^3}$

"Para terrenos pedregosos ó accidentados c varía de  $\frac{2}{3}$  á 1. Para lugares cultivados sometidos á escurrimientos en tiempo de la fusión de las nieves, y cuando la longitud del valle es tres ó cuatro veces su anchura, c viene á ser como  $\frac{1}{3}$ ; si la corriente es larga en proporción á la cuenca, decrece c. En los distritos que no están afectados por la acumulación de la nieve y en que la longitud del valle sea varias veces su anchura, se puede tomar  $\frac{1}{5}$  ó  $\frac{1}{6}$  y aún menos. C. se aumentará en el caso de laderas con pendiente muy pronunciada especialmente cuando la parte superior del valle tenga mucho mayor pendiente que el arroyo de la alcantarilla."

Estas fórmulas en los países en que se conoce su topografía, pueden dar como he dicho ya, una idea para juzgar de la sección que convenga adoptar. Basta consultar un mapa, para tener un dato aproximado de la superficie de la cuenca hidrográfica de que se trate. Pero en México, en que las cuencas son por completo desconocidas y no hay mapas que puedan dar una idea siquiera aproximada, las fórmulas casi no tienen aplicación.

Por esto los mejores resultados en la determinación de la sección de una alcantarilla, se obtienen prácticamente basados en observaciones. Este es tal vez el método que conviene más en México y el que se ha-

seguido para determinarla en el Ferrocarril de Manzanillo. Generalmente existen en los arroyos huellas - que han dejado las crecientes, ó los habitantes del - lugar que transitan constantemente, pueden dar algunas veces indicaciones, y conociendo la huella que ha dejado el agua, se puede medir la sección. Cuando absolutamente no es posible obtener datos, se construyen á veces estructuras de madera con caracter temporal, para observar las crecientes máximas y construir luego obras definitivas.

#### Alcantarillas de bóveda.

He dicho antes que las alcantarillas pueden dividirse en cubiertas y descubiertas.

Estas últimas se construyen generalmente con fierros en I; de madera ó aprovechando los rieles viejos.

Las alcantarillas cubiertas se construyen de sección rectangular; de bóveda ó con tubos.

Las primeras son comúnmente de mampostería y se hacen cuando la sección que <sup>se</sup> necesita es pequeña; las más grandes que llegué á ver son de 1m.00 de claro - en el Ferrocarril Nacional.

En E. U. se han construido algunas de madera, pero su duración es sumamente corta y yo creo <sup>que</sup> en México donde la madera no es muy barata, no es aconsejable su construcción ni aún como obra de caracter temporal.

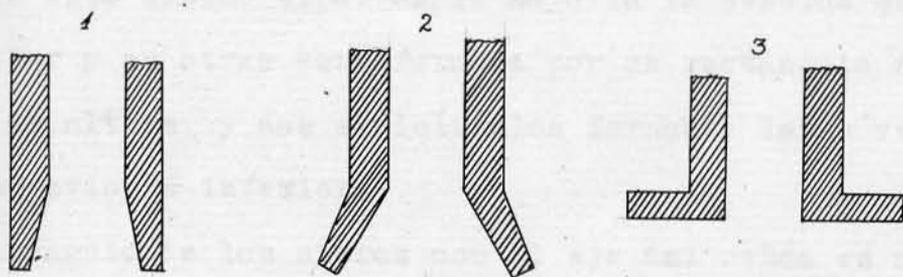
Las alcantarillas de tubos se hacen por lo regular de fierro ó de barro; son muy ventajosas por la rapidez de su construcción y se puede dar la sección

que se desee, con solo poner dos ó mas tubos.

Para claros grandes las que se emplean generalmente son las de bóveda. De este tipo son todas las que ví construir en el Ferrocarril Central (de las que presento algunas en los planos adjuntos) y será de las que me ocupe especialmente.

Estas alcantarillas constan de un cañón cubierto por una bóveda, terminando en cada extremo por dos salientes una de cada lado, llamadas aleros. Puede ser recto ó esviado.

Los autores citan tres tipos distintos según los cuales se hacen las plantas para una alcantarilla y están representadas en los diagramas siguientes:



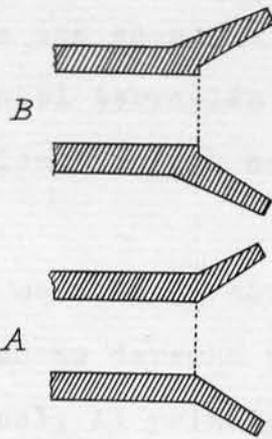
En realidad las dos últimas vienen á ser variantes del primero. Es decir, la diferencia consiste en el ángulo que los aleros hacen con el eje transversal del cañón.

En el primer tipo, entra menos mampostería que en los otros dos, pero es poco aplicable; serviría por ejemplo en un arroyo angosto en que las paredes sean verticales y de roca, pues se presta mucho á que el agua pase por atrás de los aleros y socave el terreno.

La forma 3 es mala desde el punto de vista hidráulico por la resistencia que opone al paso del agua.

La más usada es la forma 2 puesto que no ofrece los inconvenientes de las otras dos.

La unión de los aleros se hace de las dos maneras representadas en los diagramas. La forma B. presente el inconveniente de ofrecer cierta resistencia al paso del agua y además la forma de los hombros se presta para que se detengan allí ramas de árbol y basuras obstruyendo la entrada. En la Forma A. no pasa esto pero sin embargo es la menos usada.



El fondo del cañón puede ser plano ó una bóveda invertida.

Las alcantarillas de la línea de Manzanillo, son todas de este último tipo; en la mayoría la sección es circular y en otras está formada por un rectángulo de 0.50 de altura y dos semicírculos formando las bóvedas superior é inferior.

El ángulo de los aleros con el eje del cañón es muy variable según puede verse en los planos y en algunas no es el mismo en los dos aleros, La unión de estos se asemeja al tipo B.

En algunas como en la de la estación 3771+05.60 ó en la entrada en la de la barranca de La Mesa la forma de los aleros se acercaría á la del tipo 3, pero son más bien verdaderos muros de sostenimiento; su altura sobrepasa mucho á la del extradado de la bóveda. Tiene como ya se indicó el inconveniente de la resistencia que ofrecen á la entrada del agua y además el exeso en el costo de la mampostería; pero en cambio el agua podrá subir bastante y salir con presión sin ningún temor de perjuicios. Se han construido de preferencia en las barrancas en que el cañón es angosto y de roca só-

lida; así es que vendrán á servir como verdaderos muros de presa. Por otra parte resulta una economía en la cantidad de tierra necesaria para el terraplén y - en la mampostería por<sup>que</sup> se acorta la longitud del cañón de la alcantarilla.

En la de La Mesa, por ejemplo, la sección es circular de 6m.00 de diámetro; el cañón no es derecho presenta dos inflexiones (véase el plano). Al principio se había proyectado la entrada con aleros semejante á la salida y resultaba el cañón con un desarrollo de 96m.00. Después se proyectó el muro de sostenimiento representado en la figura 18 y con esto se acortó la longitud en 20<sup>m</sup>.90

Por las huellas del agua que se encontraron en las paredes se vio que podía llegar á suceder que no bastara una sección de 6m.00 para dar salida al agua; pero con el nuevo proyecto el nivel de esta podrá elevarse sobre el intrados de la bóveda, 1 ó 2 metros sin causar ningún perjuicio., y con esto se aumenta ya el gasto de una manera notable.

La pendiente es muy fuerte, según puede verse pasa en algunas alcantarillas. de 30 %.

#### Trazo y construcción.

Como el terreno es muy accidentado en la mayor parte de las alcantarillas son distintos los dos aleros de un mismo lado y el ángulo del eje del cañón con el de la vía es distinto también en casi todas. Al hacer el proyecto para cada una, se determinaba ese ángulo y se fijaba en el terreno en el fondo del arroyo dos puntos distantes que marcaran el eje del cañón; se deducía<sup>de</sup> la pendiente del arroyo la que convenia á la al-

cantarilla y conociendo la elevación de la corona del terraplén y los taludes, así como la altura de la entrada de la bóveda, se determinaba la longitud del cañón fijando después en el terreno un punto de cada lado del eje en cada extremo, los que definían los muros de entrada y de salida. Una vez fijos estos puntos, se comprende que no hay dificultad para completar el trazo de la planta con una cinta.

La construcción se hizo en las alcantarillas pequeñas empleando mampostería de 3a. clase para la mitad inferior del cañón, empleando mortero de cemento en la parte en contacto con el agua y mortero de cal grasa para lo demás. La bóveda superior se construía de mampostería de 2a. clase (piedra cortada). En general la mampostería era defectuosa pues empleaban cantos rodados, tal como los recogían de los arroyos, algunos de figura casi esférica.

En la alcantarilla de la Mesa, la parte superior se proyectó de concreto.

El mortero empleado se hacía en la siguiente proporción: 1 barrica de cemento,  $\frac{1}{2}$  barrica de cal y 4 de arena y 5 á 6 de piedra para el concreto

## T U N E L E S.

### Topografía

Los túneles son perforaciones á travez de macisos montañosos.

Tienen por objeto facilitar la comunicación entre dos puntos de una línea que las grandes dificultades para llevar una vía superficial haría esta antieconomía y en algunos casos casi imposible; ó bien cuando se trate de pasar un contrafuerte y el radio que resulte rodeándolo con una curva, sea muy pequeño.

Comunmente antes de entrar á un tunel, hay una parte de tajo y lo mismo sucede á la salida.

El punto en que se suspende el tajo para entrar en el tunel, varía en cada caso según las circunstancias; pero se puede tomar como un promedio, que desde los 15 metros de profundidad es más conveniente hacer tunel.

El trazo de la línea en un tunel puede ser recto ó curvo; pero se debe evitar este último en lo posi-

ble, para evitar un aumento de costo, sobre todo cuando el tunel es largo y presenta grandes dificultades para el trazo.

En la línea de Manzanillo el tunel N° 7 se trazó con una parte de curva, porque la configuración del terreno no permitía hacerlo recto, pero su longitud es relativamente corta.

Cuando el trazo es muy largo, es necesaria una exactitud extrema en las operaciones topográficas para evitar un error en los resultados.

Como la perforación se practica á dos cabos generalmente, si las operaciones topográficas no han sido hechas con cuidado, puede suceder que las perforaciones no se encuentren en el mismo punto ya sea por una desviación horizontal ó vertical.

Se requiere por consiguiente tener el trazo preciso de la línea superficial del eje del tunel, la medida más exacta de esta y el desnivel de los dos puntos extremos.

Para determinar el trazo y la longitud de la línea, se hace una triangulación entre los dos puntos extremos del tunel y se deduce de aquella por medio del cálculo de los triángulos, midiendo para comprobación dos bases una en cada extremo de la cadena triangular.

El desnivel se conoce corriendo una nivelación varias veces, para obtener comprobación y un promedio de los resultados.

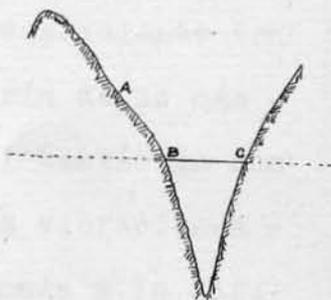
Como la línea puede ser horizontal ó estar en pendiente, es en este último caso cuando la medida de la distancia entre los dos puntos de ataque se necesita con más exactitud para deducir la pendiente que hay -

que dar por un metro lineal.

Es conveniente dar á cada extremo una ligera variación en la pendiente de manera que tiendan á encontrarse y así lo más que puede suceder en caso de error es que la intersección sea en uno ú otro lugar

Los americanos trazan con tránsito ordinario una línea aproximada entre los extremos del tunel y despues por medio de tanteos y observaciones precisas, con instrumentos más delicados fijan puntos permanentes lo más cerca posible en un plano vertical.

En el extremo W. del tunel N° 7 de la línea de Manzanillo no era posible ver el punto B. por que la pendiente del terreno y los obstáculos no lo permitían y entonces desde un punto A



se fijó un punto C. en el otro extremo de la Barranca, de allí se visó A y se pudo localizar B en donde centrado el instrumento se podía visar C y tener definida la línea del tunel.

Los túneles en construcción en el tramo de vía del Kilómetro 223 al 230 eran dos; el número 7 que ya he mencionado que tiene una longitud de 200 metro con una parte en curva y el resto en tangente..

El número 8 queda inmediatamente despues de este, pasando nada más la barranca de Cachipehuale. Tiene una longitud de 80 metros y el trazo es tambien como en el anterior con una parte recta y otra en curva.

Como se vé la longitud de los dos túneles es bien corta y no es de temerse errores sensibles ni en el trazo ni en la nivelación á menos que sea por mero descuido, pero me refiero á los que provienen de la aproximación de las operaciones topográficas.

El trazo se hizo con tránsito Gurley de 1' y midiendo con resorte de acero.

Como la pendiente del terreno es muy fuerte, había parte en que era necesario medir por tramos de menos de 2 metros poniendo la cinta aproximadamente horizontal y bajando los puntos por medio de una plomada.

Como la longitud era corta haciendo con cuidado la medida, no se encontró error sensible. Se repitió la operación tres veces con el objeto de checar y no se encontraron diferencias menores de 0.03 en toda la longitud; pero es indudable que ese procedimiento tratándose de una longitud grande, no sería de lo más preciso por que es muy difícil poner al tantéo la cinta horizontal, ni es posible evitar las vibraciones que el aire hace experimentar á la plomada y la dificultad de sostenerla á pulso. Que aunque esto no se hacía así absolutamente sino que se clavaba un otate inclinado, en la tierra, para que ayudara á sostener firme el hilo, siempre la parte superior del otate, quedaba sujeta á las agitaciones del pulso.

Cuando se quiere tener una exactitud mayor, es preferible medir haciendo uso de dos tripies de instrumento. Para esto se fijó un tacón de madera en la parte superior de los tripies; se colocan aproximadamente en la línea y despues se clava una aguja en un punto preciso de esta.

La distancia horizontal entre las dos agujas, será igual á la raíz cuadrada de la diferencia entre el cuadrado de la distancia inclinada que se mida entre los dos puntos citados y el cuadrado de la diferencia de elevación de dichos dos puntos; diferencia que se

puede tomar con un nivel. Luego que se haya terminado una medida, se cambia para adelante el tripié que estaba atrás.

Cuando el tunel es largo, por economía de dinero y de tiempo, es conveniente la apertura de lumbreras para tener varias frentes de ataque y no solo sino que á veces son indispensables para la ventilación.

Cuando su objeto es solo este último, es más facil hacerlos de manera que vayan á caer á un lado del tunel, esto evitará las dificultades que pueda presentar la unión del revestimiento del pozo con el del tunel; pero para utilizarlos como frentes de ataque, es conveniente hacerlos de manera que caigan al centro, por la delicadeza y la precisión que se requiere al localizar la linea adentro del pozo, para continuar los frentes.

Al hacer una lumbrera hay que calcular el lugar en que este sea conveniente para la mayor economía,

La perforación cuesta generalmente de  $1\frac{1}{2}$  á 3 veces el valor por metro cúbico en excavación horizontal por las dificultades para la extracción del material y del agua que puede ser abundante y hay que extraerla por completo para poder trabajar.

Si están muy juntas, puede suceder que la economía que se obtenga por una parte en la apertura del tunel no compense el costo de la apertura de las lumbreras.

La area de la sección transversal varía de 4 á 10 metros cuadrados y puede ser circular ó rectangular.

Para referir el alineamiento en el fondo del pozo, es necesario una gran minuciosidad en la operación debido á que la longitud de la sección siendo pequeña, un ligero error en el alineamiento, se aumenta nota-

blemente al prolongar la línea.

En el tunel de Hoosac, se colocaron dos vigas en la superficie del terreno á uno y otro lado de la lumbrera con una dirección perpendicular á la del tunel y separadas entre sí lo más posible. Entre ellas se tendieron dos alambres separados  $\frac{1}{16}$ " de manera que el eje del tunel pasara por el centro del espacio entre los dos en toda su longitud.

Por el centro de este espacio se suspendieron dos plomadas de 15 libras, una en cada extremo del pozo y se localizó la línea de estas en dos vigas colocadas una en el fondo del pozo y otra cerca del techo del tunel, para colocar cada vez que se deseara una pequeña plomada entre los dos puntos.

Para evitar en parte las vibraciones de la corriente de aire, en el alambre de la plomada, se introdujo el plomo en un recipiente con agua y se cubrieron los alambres con unas cajas.

El alineamiento se pudo así prolongar (en el interior) en el interior del pozo colocando un tránsito por medio de tanteos de manera que su línea de colimación pasara por los hilos de las plomadas.

El tunel tiene como 25000 pies de largo; el pozo se practicó en el centro. La galería de avance del extremo Este, encontró la galería llevada por el centro de la lumbrera á 1563 pies de este y á 11274 pies de dicho extremo y el error en el alineamiento fué de  $\frac{5}{16}$  de pulgada. En las galerías del extremo Oeste y de la lumbrera, se encontraron á 10138 pies y 2056 pies y se obtuvo un error de  $\frac{9}{16}$ ".

En los túneles del Ferrocarril de Manzanillo, no se proyectaron lumbreras por ser bastante cortos y no

ser necesarias tampoco para la ventilación.

El del Mont Cenis á travez de los Alpes, tiene 12 Kilómetros de largo y no las tiene á pesar de ser su pendiente hacia arriba de los dos extremos, que es el caso más desfavorable para la ventilación cuando no - las hay.

PROYECTO

---

Sección transversal.

---

En los túneles puede decirse que la sección es casi en todos semejante; la forma general en el fondo se reduce á un rectángulo coronado por un arco de círculo y de aquí se deriban otras muchas formas variando en los detalles; dependiendo del lugar de la construcción y sobre todo de la naturaleza del terreno que atraviesa.

En los lugares en que se encuentre roca sólida, la paredes laterales pueden ser verticales, el fondo plano y el techo puede estar formado por un arco rebajado ó por un arco de varios centros.

La forma de semicírculo que es la más conveniente para transmitir las presiones verticalmente sobre los muros no es necesaria en este caso, en vista de la gran resistencia del terreno.

En terreno suave, casi siempre la parte superior está formada por un semicírculo y las paredes latera-

les son planas con un cierto talud ó en arco se círculo.

El piso puede ser plano ó formado por una bóveda - invertida si es excesivamente blando como un terreno - arcilloso por ejemplo; en todos estos casos se requiere un revestimiento.

Puede en un mismo tunel cuando es largo tenerse varias formas de sección, de acuerdo con la diversas - clases de terreno que se encuentren.

Las dimensiones de la sección varían con la naturaleza del tráfico; según que sea vía sencilla ó vía doble ó que sea para vía angosta ó vía ancha.

Para vía ancha sencilla tienen comunmente los túneles americanos de 15 á 16 pies de ancho por 18' ó 19' de alto, pero se han llegado á construir de 14' y aún menos pues como he dicho algunos se han construido adecuados á los trenes que tienen que pasar.

No es conveniente dar dimensiones enteramente limitadas, porque puede haber un asentamiento en las bóvedas que sería peligroso.

Para vía ancha doble, el ancho común es de 24 á 26 pies y de 20 á 22 pies de alto para los ferrocarriles americanos. Los Europeos tienen 8 metros y 4.50 de alto sobre los rieles, pero como en los americanos, estas medidas<sup>no</sup> son rigurosas.

Para el ferrocarril de Manzanillo, se proyectaron tres secciones cuyas dimensiones son casi idénticas y solo tienen variantes de acuerdo con la resistencia del terreno.

En el dibujo adjunto pueden verse; Los muros laterales tienen un talud de 1:10. A la altura de 3.85 metros sobre los rieles arranca un arco de medio punto

con 2.75 de radio por lo que resulta 5.50 de ancho, -  
por 6.60 de alte..

En el tunel N° 7 se encontró en ambos frentes roca -  
sólida, pero á pesar de la resistencia del terreno, -  
los taludes son tambien de 1:10 y el arco de medio -  
punto.

En el tunel N° 8, el terreno no tiene la solidez  
que el primero, parece como terrenos de aluvión; en  
algunos tramos se encontró arena muy limpia mezclada  
con cantos rodados.

Se proyectó para este, el tipo marcado en la figu-  
ra 7 pero si profundizándolo se encuentra terreno muy  
suave, se construirá en el piso una bóveda invertida  
de 3.50 metros de radio.

#### P e n d i e n t e .

Es necesario en los túneles tener una pendiente -  
aunque sea muy ligera para facilitar el drenaje; al -  
menos de 0.02%.

Durante la construcción en el extremo en que la -  
pendiente vá hacia arriba, se tiene la ventaja de po-  
der drenarlo facilmente; no sucede lo mismo en el otro  
extremo cuando la pendiente general es en el mismo s-  
sentido; allí el drenaje se hace más difícil pero en  
cambio se tiene la ventaja de que el humo de los explosi-  
vos, sale más pronto. Pero en los túneles largos no e  
es conveniente conservar la pendiente general de la  
línea, se debe procurar disminuirla en lo posible -  
pues el aumento de resistencia que se experimente, -  
por la resistencia atmosférica, la disminución en la  
adhesión de las ruedas motoras en los rieles por la -  
humedad, hace el trabajo de las máquinas más pesado,

viciando así más pronto la atmósfera. Por eso debe disminuirse la pendiente para no encontrar en el tunel la mayor resistencia.

En los túneles del Ferrocarril de Manzanillo, no se ha preocupado por disminuir las pendientes atendiendo á su poca longitud.

Ya he citado antes las que se han dado á ambos túneles.

#### R e v e s t i m i e n t o .

El revestimiento en un tunel es indispensable, como se ha indicado, cuando se atraviesan terrenos suaves, teniendo en cuenta que algunas rocas se sostienen perfectamente al principio, pero á medida que se van secando se desagregan. - En los Estados Unidos en donde la madera es muy barata, se han construido algunos haciendo una cimbra en forma de arco, para conservarla despues con un caracter permanente.

El aparejo puede hacerse tambien de concreto; de piedra cortada; ó de ladrillo que por sus dimensiones pequeñas es muy ventajoso para la economía en la mano de obra, porque no necesita corte ninguno y se le puede dar á la bóveda la resistencia que se desee, - construyendo dos ó más capas.

En el Ferrocarril de que me vengo ocupando, los muros y la bóveda invertida del fondo se proyectaron de concreto y la bóveda superior de 0.50 metros de espesor hecha con dovelas de concreto, cuyas dimensiones pueden verse en el dibujo.

El espesor puede variar en las bóvedas con la naturaleza del terreno aunque generalmente es más ó menos el mencionado.

La experiencia ha demostrado que aún en los peores terrenos, las presiones no se transmiten de una altura mayor de 4 metros.

Por supuesto, en caso de poner revestimiento, la excavación tendrá que aumentarse, para no disminuir la sección del tunel y si al hacerla se exediere demasiado, conviene rellenar los intersticios con piedra y aún mejor con concreto.

### V e n t i l a c i ó n .

Ya he dicho que los pozos para el objeto de la ventilación no son indispensables en muchos casos, que el Ferrocarril de Manzanillo no los tendrá y en el tunel del Mont Cenis á pesar de su gran longitud no los tiene. Y no solo sino que hay opiniones de que los pozos son más bien desfavorables que ventajosos para la ventilación; siendo <sup>el</sup> mejor ventilador un tren que pase violentamente.

Muchas lumbreras después de concluida la construcción, han sido tapadas en su superficie.

## CONSTRUCCION.

---

### Galería de avance..

---

Al empezar la construcción de un tunel, lo primero que se hace es practicar una perforación, llamada galería de avance, cuyas dimensiones varían comunmente de 1 á 2 metros de ancho por 1.50 á 2.50 metros de alto y al paso que se vá haciendo esta, se vá haciendo el ensanchamiento, hasta obtener las dimensiones totales del tunel.

La galería se lleva á una distancia de la excavación general, que varía de 3 á 30 metros ó más según la naturaleza del terreno. Este puede sostenerse más ó menos tiempo sin derrumbarse, pero algunos como la arcilla casi fluida ó la arena, necesitan ademarse al paso y medida que se practica la galería de avance.

Si el terreno no es muy blando, basta poner piezas de madera de tramo en tramo, atravesadas cerca del techo y sostenidas por sus extremos en muescas practicadas en los muros y entre cada 2 de estas puentes se

colocan tablones ó simplemente piezas de madera en bruto.

Si la cantidad de agua á travez de las paredes es abundante, conviene hacer lo mismo á cierta altura del suelo para tener un piso seco y que quede un espacio inferior para el drenaje.

Cuando el terreno es demasiado blando, se necesita un ademe más resistente y se construye poniendo de tramo en tramo bastidores rectangulares de madera y colocando entre estos y las paredes de la excavación piezas de madera más delgadas para cubrir enteramente. En el tunel N° 8 se habían empezado las galerías sin ademe pensando en que podría sostenerse sin derrumbes pero apenas se empezaron se notó que á medida que se avanzaba, se hacía más necesario ademarlas por la amenaza que presentaban.

Se está empleando un ademe como el último que acabo de mencionar, construido de madera en bruto; simples troncos de arbol cortados en el mismo campo de la construcción.

#### P r e c e d i m i e n t o s .

En la perforación de los túneles, se distingues 6 procedimientos designados de acuerdo con su origen, por los nombres de Inglés, Austriaco, Alemán, Belga - Francés y Americano, pero no está confinado el uso de cada uno al país que le ha dado origen, pues los americanos por ejemplo, están construyendo los túneles de la linea de Manzanillo, por el procedimiento Belga.

La elección de un procedimiento ú otro está mas bien de acuerdo con la naturaleza del terreno que se encuentra.

El método Belga, que como digo es el que se ha estado empleando, consiste según se vé en el diagrama, en practicar la galería de avance hacia arriba, en medio de la sección; se ataca en seguida en las partes 2 2 y se construye la bóveda, apoyándola en la partes 4 4 - por medio de piezas de madera.

Una vez atacada también la parte 3, se atacan las partes 4 4, pero sin quitarlas todas sino en tramos alternados, para construir en estos los machones sobre los que debe descansar la bóveda; contruidos estos, se pueden quitar ya por completo las partes 4 4 para continuar el revestimiento.

Este procedimiento se está siguiendo tanto en el túnel N° 7 en que se encontró roca sólida, como en el N° 8 en que el terreno es relativamente suave.

Cuando el terreno es blando aconsejan algunos autores atacar primero las partes bajas, lo que facilita la excavación en la parte alta.

°  
° °

La elección del tajo ó túnel es en cada caso un problema distinto; pues aunque á primera vista parezca más económico hacer tajo, las reparaciones pueden hacerlo más costoso que si se hubiera construido un túnel.

En el Ferrocarril Mexicano, existía un tajo de 20 á 25 metros de alto y por los constantes derrumbes fué necesario cubrirlo por una bóveda, que actualmente está cubierta ya por la tierra.

En los lugares en que la nieve es muy abundante, puede

El método Belga, que como digo es el que se ha estado empleando, consiste según se vé en el diagrama, en practicar la galería de avance hacia arriba, en medio de la sección; se ataca en seguida en las partes 2 2 y se construye la bóveda, apoyándola en la partes 4 4 - por medio de piezas de madera.

Una vez atacada también la parte 3, se atacan las partes 4 4, pero sin quitarlas todas sino en tramos alternados, para construir en estos los machones sobre los que debe descansar la bóveda; contruidos estos, se pueden quitar ya por completo las partes 4 4 para continuar el revestimiento.

Este procedimiento se está siguiendo tanto en el túnel N° 7 en que se encontró roca sólida, como en el N° 8 en que el terreno es relativamente suave.

Cuando el terreno es blando aconsejan algunos autores atacar primero las partes bajas, lo que facilita la excavación en la parte alta.

°  
° °

La elección del tajo ó túnel es en cada caso un problema distinto; pues aunque á primera vista parezca más económico hacer tajo, las reparaciones pueden hacerlo más costoso que si se hubiera construido un túnel.

En el Ferrocarril Mexicano, existía un tajo de 20 á 25 metros de alto y por los constantes derrumbes fué necesario cubrirlo por una bóveda, que actualmente está cubierta ya por la tierra.

En los lugares en que la nieve es muy abundante, puede

convenir la perforación de un tunel aunque este sea -  
más costoso que el tajo, para evitar las avalanchas.

En Estados Unidos en donde nieva mucho y la madera  
es muy abundante, revisten la vía con una bóveda de -  
ese material, para evitar tener que estar quitándola  
constantemente.

Tambien se construyen túneles á travez de grandes  
Ciudades, en donde el tráfico es considerable; y enton-  
ces lo que se hace comunmente, es abrir primero un ta-  
jo y luego cubrirlo.

*Enilio de la Parra*

LOCACIONES DEL PUERTO DE SALINA CRUZ Y COATZACOALCOS EN LOS PUERTOS DE SALINA CRUZ Y COATZACOALCOS EN LOS PUERTOS DE SALINA CRUZ Y COATZACOALCOS

El puerto de Salina Cruz se halla situado en el Océano Pacífico, del Sur del Istmo de Tehuantepec, en

1. OBRAS EN LOS PUERTOS DE SALINA CRUZ Y COATZACOALCOS.

Según el informe del Sr. Ingeniero en Jefe de Obras Públicas de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

ZACOALCOS.

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

I N F O R M E .

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

de las obras que se han ejecutado en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, se

17 25

LOCALIZACION DEL PUERTO DE SALINA CRUZ Y JUSTIFICACION DE LAS OBRAS QUE EN EL SE EMPRENDEN.....

---

El puerto de Salina Cruz se halla situado en el Océano Pacífico, al Sur del Istmo de Tehuantepec, en la Bahía que lleva su mismo nombre.

Siendo este lugar casi enteramente desabrigado pues la bahía apenas merece este nombre, se pensó en hacer obras que hicieran de ese lugar, un puerto enteramente artificial, ofreciendo no solo un abrigo para las embarcaciones, sino un lugar que prestará todas las comodidades para el embarque y desembarque de la carga en los vapores.

Este puerto es punto terminal de la línea del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec, que atravesando el Istmo, lo une con el de Coatzacoalcos en el Océano Atlántico.

Las ventajas de la vía de Tehuantepec, como vía Interoceánica, sobre las de Nicaragua y Panamá, son -- bien grandes; tanto en el punto de vista geográfico, como desde el punto de vista comercial.

Se llama línea axial ó ruta del comercio del mundo la línea que vá de Hong-Kong en China, á Yokohama en el Japón; de allí á travez del Pacífico á San Francisco California cruzando los Estados Unidos, hasta llegar á Nueva York y finalmente cruzando el Atlántico,

hasta Liverpool.

Se comprende desde luego que la ruta Interoceánica más ventajosa, será la que se acerque más á esa linea y de todas, la de Tehuantepec, es sin duda la que más se acerca á ella.

La trayectoria más corta para un buque que venga de la Costa Oriental de Asia á algún punto de los Istmos Americanos, pasa muy cerca de la Costa de Tehuantepec.

Aún la línea más corta de Panamá á las Islas Sandwich, pasa muy cerca del referido Itsmo.

El cuadro siguiente muestra las distancias entre los principales puertos comerciales del mundo por las tres rutas citadas, calculada en millas inglesas.

Ruta	Distancia 1	Distancia 2	Distancia 3
San Francisco á San Pedro de Macoris	1011	1074	1129
San Francisco á Tampico	1070	1134	1189
San Francisco á San Francisco	1081	1145	1200
San Francisco á San Pedro de Macoris	1100	1164	1219
San Francisco á Tampico	1107	1171	1226
San Francisco á San Francisco	1110	1174	1229
San Francisco á San Pedro de Macoris	1140	1204	1259
Liverpool á San Francisco	1074	1138	1193
Liverpool á Tampico	1078	1142	1197
Liverpool á San Francisco	1074	1138	1193
Liverpool á San Pedro de Macoris	1104	1168	1223
Liverpool á Tampico	1108	1172	1227
Liverpool á San Francisco	1104	1168	1223
Liverpool á San Pedro de Macoris	1134	1198	1253
Liverpool á Tampico	1138	1202	1257
Liverpool á San Francisco	1134	1198	1253
Liverpool á San Pedro de Macoris	1164	1228	1283
Liverpool á Tampico	1168	1232	1287
Liverpool á San Francisco	1164	1228	1283
Liverpool á San Pedro de Macoris	1194	1258	1313
Liverpool á Tampico	1198	1262	1317
Liverpool á San Francisco	1194	1258	1313
Liverpool á San Pedro de Macoris	1224	1288	1343
Liverpool á Tampico	1228	1292	1347
Liverpool á San Francisco	1224	1288	1343

Puntos terminales	Vía Te	Vía Ni	Vía Pa
	huante pec.	cara gua.	namá .
New York á San Francisco	4925	5651	6107
New York á Puget Sound	5647	6524	6855
New York á Sitka	6347	7113	7555
New York á Estrecho de Behering	7788	8524	9101
New York á Acapulco	2722	3507	3988
New York á Mazatlán	3476	4232	4675
New York á Hong-Kong	11597	12313	12645
New York á Tokohama	9984	10626	11211
New York á Melbourne	11068	11357	11471
New York á Anckland	9345	9747	9813
New York á Honolulu	6566	7390	7075
New York á Callax	4661	4312	3873
New York á Guayaquil	4141	3774	5337
New York á Valparaiso	6370	5774	5337
New Orleans á San Francisco	3561	4776	5415
New Orleans á Acapulco	1454	2631	3296
New Orleans á Mazatlán	2027	3357	3983
New Orleans á Callax	3393	3436	3181
New Orleans á Valparaiso	5040	4899	4644
Liverpool á San Francisco	8274	8733	9071
Liverpool á Acapulco	6076	6639	6952
Liverpool á Mazatlán	6714	7364	7640
Liverpool á Anckland	12584	12877	12777
Liverpool á Guayaquil	7379	6848	6267
Liverpool á Callax	7899	7444	6837
Liverpool á Valparaiso	9356	8906	8301
Liverpool á Honolulu	9805	10522	10670
Liverpool á Tokohama	13223	13758	14175
Liverpool á Melbourne	14113	14499	14435

Teniendo en cuenta las anteriores circunstancias se comprende que es de esperarse un gran tráfico en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos y se impone la necesidad de tener puertos acondicionados para tal tráfico.

Una licencia para la carga y descarga de estos puertos se debe dar para la línea y reparaciones de los buques.

Una licencia en esos puertos, considerando las distintas partes de que se componen cada uno.

ANEXO

El presente es un extracto de los datos que se han reunido en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, para dar a conocer el estado de los mismos y las necesidades que se tienen para su acondicionamiento.

En el puerto de Salina Cruz, el muelle principal es de madera y tiene una longitud de 150 metros, con una anchura de 10 metros. En el extremo sur del muelle principal hay un muelle auxiliar de 50 metros de longitud y 5 metros de anchura. En el puerto de Coatzacoalcos, el muelle principal es de concreto y tiene una longitud de 200 metros, con una anchura de 15 metros. En el extremo sur del muelle principal hay un muelle auxiliar de 100 metros de longitud y 10 metros de anchura.

Los muelles de Salina Cruz y Coatzacoalcos están en un estado de conservación regular, pero necesitan ser reparados y acondicionados para poder recibir el tráfico que se espera.

El puerto de Salina Cruz constará de tres partes principales:

- a) - Una bahía ó ante-puerto, destinado al abrigo de las embarcaciones.
- b) - Una dársena para la carga y descarga de estas
- c) - Un dique seco para la limpia y reparaciones de los buques.

Las describiré en ese orden, comprendiendo las distintas partes de que se compone cada una.

---

#### B A H I A .

Su disposición - Los vientos dominantes de la región, son los Sures aunque en ciertas épocas del año, sobre todo durante los meses de Diciembre y Enero, soplan con alguna frecuencia vientos Nortes con velocidades de 85 á 90 Kilómetros por hora.

Para poner las embarcaciones al abrigo de las olas, se pensó primero construir un rompe-olas que partiendo de la parte Oeste de la Bahía, del pie del cerro en que actualmente se halla situado el faro, tuviera una dirección hacia el Nord-Este dejando la entrada al puerto entre la extremidad Este del rompe-olas y la parte Este de la Bahía. Pero apenas se había empezado á construir, se notaron unas corrientes con dirección Este-Oeste que en poco tiempo habrían azolvado el puerto.

Esto dió motivo para que se cambiara el proyecto y entonces en vez de uno, se proyectaron dos rompe-olas; uno siguiendo el mismo que se había empezado pero des-

viándolo de su dirección primitiva hacia el Sur-Este y otro partiendo del Este con dirección S. W. para que - impidiera la entrada de la corriente.

La entrada del puerto queda así entre las extremidades de las dos escolleras con una amplitud de 200 metros.

Longitud de las escolleras - La escollera del Este, tiene una longitud de 989.4 pero no sigue una línea - recta, su dirección general es hacia al S. W. teniendo á los 374 metros una curva de 550 metros de radio con - un desarrollo de 250 ; esta la hace desviarse hacia el W. continuando despues en línea recta.

La escollera del W. se proyectó con una longitud de 525<sup>m</sup> pero apesar de esta disposición de los rompe-olas se vió que el azolve de la bahía continuaba,

Por los planos adjuntos se puede ver el cambio comparando las curvas de sondeos tomadas en distintas épocas, pues se observaron nuevas corrientes con dirección W. E. que penetraban á la bahía.

Se creé que esto puede evitarse prolongando 25 metros más la escollera del W. para que su extremidad - quede más hacia el Sur que la escollera del Este, y actualmente se está construyendo ese nuevo tramo.

En efecto, así las corrientes no chocarán ya con esta escollera que es probablemente la que las hace desviarse y penetrar á la bahía.

Es de notarse la forma que presenta esta escollera - en planta, pues se vé á primera vista que hubiera sido preferible, en vez de darle la curva que tiene - construirla derecha entre los puntos en que hoy empieza y termina.

Su longitud hubiera sido menor; la bahía hubiera re

sultado de mayores dimensiones y se hubiera podido aprovechar para su construcción, los escollos que se ven en los planos. Tal vez esta disposición fué debida al primer proyecto que se tuvo y que ya he mencionado..

Secciones longitudinal y transversal. - En la sección longitudinal se vé, como es natural, que la profundidad vá avanzando á medida que los rompe-olas se van internando en el mar, hasta llegar á tener una profundidad de 19 metros en la extremidad.

En su sección transversal la forma presenta taludes muy pronunciados, prácticamente de 2 á 3 de base por 1 de altura.

Se comprende la cantidad de material que será necesario para cada metro lineal de avance para una profundidad de esa magnitud.

## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y MATERIAL EMPLEADO/

---

La construcción de las escolleras se hizo arrojando piedras naturales á fondo perdido, hasta tener una altura de 7 ú 8<sup>m</sup> sobre el fondo; despues una capa de blocks de concreto hasta el nivel de la baja marea y llenando los intersticios de estos hasta emparejar la plataforma, con piedras más pequeñas. Se colocó encima con regularidad, una hilada de blocks de concreto, para poner sobre estos otra capa de 1m.50 de espesor X 5 metros de ancho, que es la que viene á formar el coronamiento del rompe-olas.

Los blocks son de mucho mayor dimensión que las piedras empleadas en el fondo, pues á medida que se acerca más á la superficie, se vá haciendo sentir más el oleaje.

Para arrojar el material al mar, se ha empleado un chalán-grua de 35 toneladas y dos gruas Titanes de 36 toneladas para un radio de 75', colocadas en cada extremo del rompe-olas.

Las Titanes son gruas que por su magnitud gigantesca se les dá ese nombre. Tienen variaciones según su constructor; pero en general la grúa consta de una torre con una pluma en posición horizontal teniendo en una extremidad la caseta con la maquinaria que á la vez <sup>que</sup> dá el movimiento al sistema, está calculada su colocación de manera que venga á servir de contrapeso á las cargas que se suspendan en la otra extremidad. Los movimientos principales de los titanes, son 3; uno de translación horizon

tal que se verifica solo temporalmente á medida que se vá avanzando por tramos; otro de la pluma al rededor - de un eje vertical y por último un carro en el que se suspende el material, que puede moverse á lo largo de la pluma.

El movimiento de translación de todo el aparato, se hace por medio de una via de doble riel, ó mejor dicho cuadruple, dos de cada lado del titán, separados entre sí solamente el ancho de la ceja de las ruedas sobre - que descansa la grúa.

Las ruedas están colocadas ocho de cada lado, pero no apareadas, sino con su eje por separado cada una y la ceja en vez de estar colocada hacia el lado de adentro de la llanta como en los ferrocarriles, queda en medio de esta, de manera que en cada rueda la llanta viene á descansar sobre dos rieles.

La separación de la doble vía es tal y la estructura del titan está arreglada de tal manera que permite el paso de los trenes cargados con el material, por debajo de él.

La operación de arrojar el material, se verifica - así:

La pluma gira hasta quedar colocada directamente arriba de la plataforma del ferrocarril de donde se vá á - tomar la piedra; este movimiento se transmite por medio de engranes desde el motor de vapor colocado en la caseta; se suspende aquella por medio de cadenas al carro de la pluma y despues de elevada á cierta altura - por el malacate colocado tambien en la caseta, vuelve á - girar toda la parte superior del Titan, hasta que la - pluma quede colocada en dirección al lugar en que vá á soltar la piedra, haciendo deslizar el carro, para que

quede inmediatamente arriba del lugar y el maquinista hace soltar la piedra que cae en el mar en el punto - que se deseaba.

Cuando se ha completado un tramo del rompe-olas, se arregla sobre este otro tramo de vía, haciendo mover - el Titán para continuar la operación.

La piedra la traen de la cantera de Mextiquilla cerca de Tehuantepec, aprovechando la vía del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec y los trenes pueden ir por todo el largo del rompe-olas, hasta quedar la plataforma que va a descargarse, debajo del Titan.

Las piedras grandes que pesan algunas más de 40 toneladas, se llevan en plataformas una en cada una colocadas sobre trozos de madera para poder pasar fácilmente por debajo, las cadenas de suspensión de la grúa.

Las piedras chicas las llevan en una especie de pala ó cajón de fondo rectangular formado de láminas de palastro consolidadas con fierros en U y L y colocado sobre la plataforma.

Las cajas tiene solo 3 paredes laterales, quedando libre un lado; así una vez levantado por el Titán y - llevado por este hacia el lugar que se desea, se hace inclinar un poco, para que resvalen las piedras.

En rompe-olas del E. en los primeros 400 m. se emplearon para defensa cerca del coronamiento, blocks de concreto, colocados regularmente uno junto a otro inclinados en el mismo sentido de la pendiente del rompe-olas. En la continuación en que los esfuerzos de la olas son más fuertes se emplearon de preferencia grandes - piedras naturales de mayor peso que los blocks, eligiendo las de mayores dimensiones para el lado del mar --- pues se comprende que es donde se efectúa principalmen

te el choque de las olas.

Este rompe-olas está ya casi terminado, solo falta poner una baliza, en el lugar que ahora ocupa el Titán.

Al rompe-olas del Oeste se le está aumentando la longitud que ya dije y falta construir el coronamiento.

La defensa de este rompe-olas, en gran parte se puede decir que está constituida por la arena, pues hacia el Oeste de la bahía, es donde se ha cargado principalmente el azolve, lo mismo que del lado exterior del rompe-olas. Muchos de los blocks se ven ahora entre la arena y esta ha subido bastante de la superficie del agua.

### FABRICACION DE LOS BLOCKS

---

Como se tiene necesidad de una cantidad considerable de blocks, la fabricación reclama una instalación de importancia. Se hacen en un patio especial, llamado patio de los blocks. En ese lugar están comprendidos los almacenes para los materiales, las tolvas donde se reúnen estos, una vía para transportarlos en carros mezcladores hasta los moldes, las vías para el movimiento de los blocks en los trenes de carga y la grúa de patio para subirlos á las plataformas.

Los almacenes son de madera y están colocados sobre caballetes del mismo material; los trenes pueden llegar hasta ellos, para descargarse facilmente.

El cemento se lleva por un tornillo sin fin.

La mezcla para construir los blocks, se hace en la siguiente proporción:

Cemento 0.166 de yarda cúbica; Arena  $\frac{1}{2}$  yarda y piedra quebrada de 2 pulg das de dimensión, más ó menos, 1 yarda cúbica.

Una vez mezclado el material en las tolvas, se le añade agua y se vuelve á batir.

Las tolvas tienen una compuerta en la parte inferior que abriéndose, hace pasar el concreto á unos carros cuyo recipiente puede girar imprimiéndosele el movimiento por medio de engranes conectados con el eje del carro, así á medida que el carro camina un trayecto como

de 300 metros, se sigue haciendo la mezcla y es depositada luego en moldes de madera con paredes movilizadas; cuando el concreto ha fraguado se separan estas y queda libre el block.

Las dimensiones en que se han construido, son dos - principalmente: F de 10m.5 y G de 14m.0.

A cada block se le dejan orificios para poder facilmente levantarse con las grúas.

La grúa del patio es de estructura de acero; tiene la forma de una U invertida, y puede deslizarse por medio de ruedas, á lo largo de una vía.

En medio de esa vía, pasan otras para el movimiento de los trenes, que conducen los blocks hasta los Titanes.

Cuando la grúa ha levantado el block, puede deslizarse sobre la parte superior de ella para colocarlo en las plataformas situadas en una ú otra vía.

## D Á R S E N A

---

### Su disposición

---

La parte del mar que se ha aislado del resto por medio de los malecones que se han descrito, se halla dividido en dos partes , para tener dos espacios: Uno - destinado á prestar solamente abrigo á las embarcaciones, llamado ante puerto y otro cuyas condiciones de - construcción son muy distintas del primero, tiene por objeto facilitar el movimiento de la carga en los vapores, así como el de los pasajeros; es lo que se llama una dársena.

La división está constituida por un muro cuya dirección es de E. á W. , de 70 metros de ancho formado en la parte central por el terreno natural que existía antes de la construcción; del lado del antepuerto por un enrocamiento con talud de 2 de base por 1 de altura, - destinado á proteger el muro y por la parte del lado - de la Dársena está protegido por un muro formado por - una serie de monolitos de concreto.

Dicho muro divisorio está unido por sus extremos á la playa, dejando en el centro una entrada de 30 metro de ancho para el paso de los barcos.

La forma de la Dársena es rectangular de 360 metros de ancho, por 1030 de largo, ansanchándose un poco más en la parte W. como se vé en el dibujo.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

---

Como ya se dijo, el muro divisorio de la Dársena, está formado por el terreno natural revestido con un enrocamiento de piedra natural, por el lado del antepuerto.

La construcción de este revestimiento, se comprende que no presenta gran importancia; se ha hecho arrojando la piedra á fondo perdido, lo que no presenta las dificultades que para la construcción de los malecones que se han hecho en el mar abierto en donde el apoyo para las grúas y los trenes que llevan el material, lo constituyen solo los mismos rompe-olas al paso y medida que se van construyendo.

En el muro divisorio, se tiene el terreno natural comunicado por vías ferreas con la playa.

La parte importante del muro, la forman la serie de monolitos que se han hundido para formar los muelles.

El muro de monolitos que aún no está terminado, se compondrá de 71 monolitos colocados uno á continuación de otro en línea recta, presentando sus caras más grandes hacia el interior de la dársena y del muro de tierra; al construirse se deja entre uno y otro un espacio de un metro más ó menos. En la entrada de la dársena quedarán 2, uno de cada lado de esta y con una dirección perpendicular á los demás.

Los monolitos son de concreto. sus dimensiones son de 6.00 metros de ancho por 13 de largo en la base y 15.00 de altura, pero su forma no es exactamente la -

de un paralel ípedo, sus caras solo se conservan paralelas, hasta una altura de 6 metros y desde esta, las caras más grandes tienen un talud de 1x24.

Para su construcción se ha empleado un procedimiento semejante al llamado de los "Pozos Indios". Este consiste en ir construyendo sobre una cuchilla anular ya sea de acero ó fierro colado, hiladas sucesivas de ladrillo, al mismo tiempo que por dentro se va extrayendo el material que forma el terrano natural. Esto hace que el anillo vaya descendiendo por su propio peso, á medida que la construcción vá avanzando.

En los monolitos la cuchilla anular se remplacea por una cuchilla ó zapata de forma rectangular, cuyas dimensiones son las de la base del monolito, pero el espacio que queda en el interior para la extracción de los detritus no es único; está dividido en 3 compartimentos de 2.40 x 2.50 separados entre sí por tabiques de 1.20 de espesor.

Una vez colocada la zapata de lámina de palastro en su lugar, se forma sobre ella un molde con tablonnes dándole la forma que debe tener el monolito y se vacía en este el concreto.

Luego que ha fraguado, y se ha verificado el hundimiento, se quitan las tablas y se arma el molde más arriba, para formar la capa siguiente.

Cada monolito está formado de 8 capas.

La profundidad de la Dársena, debe ser de 10 metros contados desde el nivel de la baja marea.

La amplitud de la marea, es de poco mas de dos metros y el hundimiento de los monolitos, se hace hasta el nivel de la marea alta, quedando por consiguiente 3 metros bajo del fondo de la Dársena.

En los últimos dos metros que deja á descubierto la marea el muro de monolitos de concreto, es más delgado para tener una capa incrustada de mampostería por ser esta más propia que el concreto para las fluctuaciones de humedad y sequedad.

Cuando el hundimiento se ha terminado, se pone en el fondo de los pozos un relleno de piedra, como de 0,50m. de espesor y luego una capa de concreto de 1.50 metros.

Sobre esto se rellena de arena y piedra quebrada - dejando en la parte superior un espacio de 1 metro de espesor, para poner un tapón de concreto..

La extracción del agua de los pozos se hace por medio de bombas movidas por electricidad y los detritus por medio de grúas movidas por vapor. Estas pueden transportarse de un lugar á otro, sobre vías colocadas á un lado del muro.

La mezcla y el batido del concreto se hace á mano - sobre plataformas de madera y es llevado á los moldes por medio de las grúas en cubos de lámina de palastro de fondo movil.

Para el hundimiento hay que tener cuidado en hacer la excavación uniforme, sobre todo cuando el terreno no presenta la misma resistencia, en todos sus puntos pues estos pueden salirse de la vertical y se producen cuarteaduras. Durante la construcción se cuartearán -- 2 monolitos que tuvieran que ser reparados.

Al armar el molde en que se vá á vaciar el concreto se hace de manera que le queden de cada lado al monolito, dos escotaduras verticales que sirven para amarre de las juntas y á la vez para facilitar la construcción de estas.

Juntas entre los monolitos, - Para construir las -  
juntas entre dos monolitos, se forma una ataguía intro-  
duciendo tablonos entre las escotaduras verticales de  
que se ha hablado.

Para poder introducir las tablas á travez de la are-  
na, se hace uso de la presión hidráulica. Se coloca --  
una placa de fierro en la dirección de los tablonos; -  
esta placa lleva unido en el centro un cuerpo de bomba  
y por la extremidad libre del pistón, tiene dos brazos  
terminados en zapatas con articulación de rodilla.

Las zapatas se apoyan en piezas de madera colocadas  
en las escotaduras de los monolitos y se hace obrar la  
presión hidráulica en el pistón y como el vástago vie-  
ne á quedar fijo contra las paredes del monolito; la -  
reacción se efectua en el sentido contrario haciendo -  
descender la placa y esto permite bajar los tablonos.

Se construyen tambien clavando pilotes, para cons-  
truir una ataguía del lado de la Dársena y cubriendo -  
el espacio entre los pilotes con tablonos clavados en  
ellos.

Una vez extraída toda el agua, así como la arena -  
etc. se rellena la junta con concreto de cemento.

El coronamiento del muro, está formado por 4 hila-  
das de piedra cortada, siendo la última de granito de  
Noruega.

°  
° °

La Dársena tal como hasta ahora se ha proyectado,  
deberá extenderse hasta el Norte. Casi en su totalidad  
ha tenido que construirse por medio del dragado y aún  
falta una gran parte.

En muchos lugares es necesario dragar desde un nivel superior al actual del Oceano, hasta tener una acotación de 10m referida á la baja marea; como esto se puede ya permitir la entrada á casi todas las embarcaciones, pues es muy raro que lleguen á entrar de mayor calado.

Actualmente existe una entrada provisional un poco hacia el W. del lugar de la entrada definitiva. Por allí se comunican por ahora los vapores que atracan en el muelle y las dragas que están saliendo constantemente á arrojar al mar los detritus.

Las dragas que se han estado usando, son de dos tipos distintos: de rosario y de succión.

Las dragas de rosario se componen esencialmente de un barco al que está unida una viga armada ya sea á los lados de este, ó pasando por enmedio como en la draga "General Díaz" que están usando en Salina Cruz.

En los extremos de la viga hay dos rodillos y sobre estos pasa una banda de cadenas provista de cucharas, semejante á los elevadores de los molinos.

En el barco hay tambien un motor de vapor que por medio de engranes transmite el movimiento á la banda.

La viga armada que soporta esta, puede inclinarse más ó menos, según la profundidad á que se tiene que dragar; así se hace que esta toque el fondo y al moverse la banda que lleva las cucharas, arrancan el material y lo llevan hasta depositarlo en el momento de su descenso en una tolva. De esta es transportado á un Chalan que cuando se ha llenado, se lleva á tirar á donde el mar tiene una profundidad suficiente para no perjudicar<sup>con</sup> el azolve.

Se comprende luego la utilidad de las dragas, no solo por la rapidez del trabajo, sino por la economía que se obtiene si en vez de trabajar así, se hiciera en se

co empleando otros procedimientos.

En la draga de Salina Cruz, las cucharas tienen una capacidad de 20 pies cúbicos y draga hasta — metros — cúbicos por hora.

El otro tipo es la draga de succión. Elementalmente consiste en una barco en el que está colocada una máquina que mueve las hélices y sirve al mismo tiempo para mover unas bombas centrífugas cuyo tubo de succión está en contacto con la arena del fondo. El agua bombeada escurre en depósitos en donde la arena se va depositando en el fondo. Cuando estos se han llenado de arena, la draga es llevada mar adentro y como los depósitos tienen abajo compuertas sostenidas por unas cadenas, no hay más que soltarlas para que las compuertas se abran, bajo el peso de la misma arena.

En la draga que se ha estado usando en Salina-Cruz llamada "México", los depósitos son 2 de 950 metros cúbicos .

Sobre cada depósito pasa un tubo de sección cuadrada de una pulgada por lado; por una extremidad está unido al tubo de salida de las cetrífugas y por la otra está cerrado.

A todo lo largo de este tubo, hay orificios que se abren ó se cierran á voluntad, según la cantidad de arena que hay en el punto donde se escurren.

Las dragas de succión son muy útiles para dragar en los lugares en que el fondo es de arena, y las de rosario para cuando se encuentran piedras ó el terreno presenta cierta resistencia.

Los tubos de succión pueden inclinarse más ó menos por medio de una articulación especial para poder alcanzar fondos de distintas profundidades.

## ALMACENES Y APARATOS ACCESORIOS DE LOS MUELLES.

---

En el muro divisorio de la dársena y el ante puerto, que como ya dije, del lado de aquella viene á servir de muelle para el atraque de los vapores, están colocados los almacenes para la carga.

Actualmente hay construidos 3, dos en la parte Oriente y uno en la Poniente del muro, pero deberán ser 6; tres de cada lado, con una superficie de 126 metros de largo por 32 de ancho.

Son de estructura de fierro, formado por I, las paredes cabeceras son de mampostería de piedra de 3ª clase, en toda su extensión. Las de los costados son de la misma mampostería, hasta una altura de y la parte superior de lámina acanalada. Las puertas son corredizas.

Los techos están formados por armadura Shed y cubiertos con teje de terracota.

Cimentación. - Como el terreno no es muy firme, se ha elegido para la cimentación, un empilotado compuesto de 144 pilotes creosotados de sección cuadrada de 12" por lado.

En las esquinas se colocaron 2 pilotes juntos alineados en el sentido de los muros del frente y después uno cada 3.5 metros <sup>menos</sup> el primero y el último que se pusieron á 3 metros del segundo de cada esquina.

Para los muros laterales se pusieron 16; 2 en el centro alineados en el sentido del muro á una distancia de 0m.80; á 1m.70 los que quedan al lado de estos y á dos metros los restantes. Obedece esta disposición á la repartición de las cargas, pues ya se dijo también que los muros de los extremos son de pura piedra y la carga por centímetro cuadrado resulta mayor que en

los muros de los costados en que la parte superior es de lámina de fierro.

En el centro de los almacenes se colocaron una serie de 17 postes para sostener los techos y cada uno está cimentado sobre dos pilotes hincados á 0m.80 de distancia uno de otro.

La distancia entre cada dos postes es de 7 metros.

A los lados de cada hilera de pilotes, se puso un tirante de madera de 8" x 12" de sección con muesca de 2" de profundidad para que penetre la cabeza del pilote y unidos luego por dos pernos de cabeza cuadrada y de 1" de diámetro, en cada pilote.

La junta de los tirantes se hizo á media madera, pero alternativamente de cada lado.

Abajo de estos tirantes hay una capa de hormigón de 1m,22 de ancho y cuya profundidad varía según las condiciones del subsuelo.

Las columnas de fierro I que forman la estructura de las paredes, están sentadas sobre los pilotes con intermediario de placas de fierro unidas á las columnas por medio de escuadras.

Para impedir que el edificio pueda moverse á los esfuerzos del viento, las placas de fierro que llevan abajo las columnas, tienen cuatro pernos uno en cada esquina embutidos en el hormigón y con placas de fierro de 0.162 x 0152 x 0.013 en <sup>su</sup>extremidad inferior, para impedir que se aflojen ó se salgan.

Vitas y Cabrestantes. - Estos tienen por objeto dar puntos de amarre á los vapores y facilitar su atraque - en el muelle.

En los dibujos adjuntos, se pueden ver los lugares - en que están puestos y su forma.

Grúas eléctricas. - Para las operaciones de carga y -  
descarga de los barcos, hay actualmente una instalación  
de 6 grúas movidas por electricidad.

Cada una está constituida por una torre de base rec-  
tangular que descansa sobre ruedas para poder moverse -  
sobre una vía ferrea. Sobre la torre está colocada la -  
pluma que unida por su parte inferior á una caseta en -  
que está colocado el motor y el malacate que eleva las -  
mercancías, viene á servirle de contrapeso.

La corriente llega por un cable subterráneo. Cada -  
grúa tiene su toma en cajas por separado colocadas en el  
suelo y se hace por medio de un cable que puede enrollar  
se <sup>en un</sup> cilindro colocado en la parte inferior de la torre,  
para dar lugar al movimiento de esta sobre la grúa.

Por el cable sube la corriente hasta el motor que dá  
movimiento al malacate y á toda la parte superior de la  
grúa. ó sea la pluma y la caseta al rededor de un eje -  
vertical en el centro de la torre.

Para mover las grúas á lo largo de la vía, no se ha -  
aplicado la fuerza eléctrica. En el primer piso de la to-  
rre colocado como á tres metros sobre el suelo, hay una  
manivela que por medio de engranes cónicos transmite el  
movimiento á un eje vertical que baja hasta las ruedas -  
de apoyo para transmitir de la misma manera el movimiento  
á una de ellas. Para esta operación es necesario hasta  
nueve hombres.

El movimiento de la descarga de los vapores, se hace  
entonces como sigue: supuesto al barco amarrado junto al  
muelle, se coloca la grúa en posición de manera que al -  
bajar el cable, venga á caer dentro de la escotilla del  
vapor ; una vez enganchado el bulto, el maquinista de la  
grúa lo vé desde adentro de la caseta y mueve el malaca-

te hasta elevar el fardo á una altura en que quede libre para el movimiento horizontal; se hace en seguida girar la pluma, hasta que el bulto queda arriba del carro del ferrocarril, cuyas vías pasan al lado de las grúas y moviendo el malacate en sentido contrario, desciende el cable penetrando al furgón por la parte superior.

Para el movimiento de los ferrocarriles, hay dos patios principales de vías; uno situado al Norte de la Dársena cuyas vías quedan paralelas á esta y otro situado al Este con las vías en el sentido perpendicular al de la dársena.

Las vías pueden llegar hasta los almacenes tanto por el lado del muelle, como por el antepuerto.

En el muelle pasan cuatro vías; 3 de estas quedan entre de los almacenes y las grúas y una por debajo de las torres de estas.

Por el lado Sur de los almacenes, pasan dos vías, pero á un nivel más bajo que el piso de los carros quedando este al nivel del piso de los almacenes para facilitar las maniobras de la carga.

### DIQUE SECO.

El dique seco es un lugar destinado á facilitar la limpia y reparación de los buques. Es un recipiente de forma rectangular á donde pueden penetrar los buques á flote y una vez estando adentro, se cierra una compuerta en la entrada y se extrae el agua, para que el buque quede en seco.

En Salina Cruz, el dique seco se está construyendo hacia el N.W. de la Dársena y tendrá comunicación con esta por medio de un canal.

Las dimensiones que deberá tener son        metros de largo, por 24.35 de ancho por lo que se puede alojar á los barcos de los más grandes.

Estando comunicado el dique seco con la dársena, por medio de un canal como acabo de decir, los vapores pueden penetrar á flote hasta el dique. Cuando está adentro se cierra la entrada por medio de un barco puerta y se vacía el dique por medio de bombas poderosas.

La sección interior del depósito es escalonada; esto tiene por objeto apuntalar el barco, no solo para que se sostenga cuando el agua se ha extraído, sino para evitar en parte las deformaciones que pudiera experimentar, por no estar en condiciones de trabajar en seco.

El dique tiene una profundidad de 12.9 y para descen -

der al fondo, se hará uso de dos escaleras de visita , colocadas una de cada lado.

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

---

Para la construcción lo primero que se ha necesitado, es hacer la excavación, Esto se ha hecho en la parte donde el terreno es suave con cucharas de garfios movidas por medio de una instalación telodinámica que consiste en dos torres piramidales de madera colocadas una de cada lado del lugar del dique. Entre las dos torres está tendido un cable por el que pasa una garrucha que se puede deslizar á lo largo de él y en la que está suspendida la cuchara. á la Instalación se dá movimiento por medio de un malacate de vapor, colocado atras de una de las torres, Por una serie de palancas se le dan 4 movimientos distintos que consisten en subir y bajar la cuchara y mover esta junto con el carro ó garrucha que la suspende á lo largo del cable tendido entre las torres.

Cuando el terreno es muy suave como arena por ejemplo, el trabajo se hace sumamente rápido. Al descender la cuchara se clava con los garfios en el terreno y al elevarla se cierran estos dejando dentro la arena.

La forma de las cucharas podría compararse á la cáscara de una naranja cortada en gajos que quedarán unidos por una de sus extremidades y pudiendo abrirse ó cerrarse por la otra.

Junto á las torres pasa un ferrocarril que transporta los detritus de la excavación.

Todo el sistema de las torres y el motor con el ma-

lacate está montado sobre trucks para moverlo á medida que vaya avanzando la excavación.

A la profundidad se ha encontrado roca suelta en la excavación y entonces el trabajo se ha hecho á mano y por medio de explosivos.

Para la extracción del material, se hace uso de la misma instalación de que se acaba de hablar, pero las cucharas se han substituido por unos cajones de fondo movil por medio de bisagras.

Son llenados á mano por los peones y estando suspendidos á la garrucha por cuatro cadenas sujetas al fondo, pueden elevarse sin que este se abra; cuando han llegado al lugar donde deben descargarse, se hacen descansar por medio de dos piezas de madera unidas á los costados y como el fondo queda libre, no hay más que aflojar el cable de suspensión, para que la tierra por su propio peso abra el fondo y caiga en la plataforma que debe acarrearla.

Tambien se está haciendo uso para la extracción, de un "plano inclinado". Consiste en una vía para carros Decauville provista de un malacate para dar movimiento á los carros, la vía se ramifica en otras cinco que descenden hasta el fondo de la excavación,

Esta instalación está en el extremo<sup>S</sup> del dique, pues la construcción se ha venido empeando por el extremo<sup>N</sup>.

Los muros laterales que forman el dique son de concreto.

Todo el material para la construcción se lleva por ferrocarril hasta el lugar de la construcción y el concreto se bate en plataformas de madera colocadas sobre el lugar en que se vá á vaciar.

Una vez que está listo, se arroja de arriba para a-

bajo en el molde, de tablonos, de la forma del muro.

Se vá haciendo por tramos tanto en el sentido horizontal, como en el vertical.

NOTA DE ALGUNOS PRECIOS A QUE SE HA ESTADO PAGANDO A  
LOS CONTRATISTAS.

---

Rompe-olas. -

Considerando 6/10 de m<sup>3</sup> por cada 1000 k - á \$10.50 m<sup>3</sup>  
Blocks de piedra natural para defensa 15.00 T.  
Blocks de concreto fabricados en el -  
patio 19.00 m<sup>3</sup>

Dársena;

Excavación á mano 2.00 m<sup>3</sup>  
Por monolitos en su lugar (cada monoli  
to se considera para su liquidación,  
como un volumen de 1126 m<sup>3</sup> 125) 67.50 m<sup>3</sup>  
Por las juntas (96m55) 67.50 m<sup>3</sup>  
Cada zapata para los monolitos 5108.58 una  
Por dragar arena y llevar la mar 0.60 T

Dique seco.

Obras de concreto bajo el nivel de  
la marea alta 35,00 m<sup>3</sup>  
Excavación al rededor del dique 2.00 m<sup>3</sup>

Hasta Enero del corriente año se llevaba gastado en  
las obras, cerca de \$33000,000.00

### PUERTO DE COATZACOALCOS.

---

El otro punto terminal de la vía de Tehuantepec, es el puerto de Coatzacoalcos, cuyo orden es muy distinto á la de Salina Cruz.

Los puertos pueden estar situados en bahías abrigadas por la naturaleza; en lugares enteramente desabrigados como Veracruz, Salina Cruz y en las desembocaduras de los ríos como Liverpool en la desembocadura del Mersey en Inglaterra, Tampico en la desembocadura del Pánuco y Coatzacoalcos en la desembocadura del río del mismo nombre.

Un puerto en estas condiciones, está casi enteramente abrigado, pero resulta que á veces la profundidad del agua á la entrada del río, no es suficiente para buques de gran Calado, por la formación de depósitos llamadas "barras".

Estos depósitos son debidos á la disminución de velocidad que experimente la corriente al ensancharse para entrar en el mar.

Se comprende pues, que si por algún procedimiento se evita la formación de la barra, los barcos podrán penetrar facilmente necesitando así solo, lugares apropiados para el embarque y desembarque de la carga y pasajeros.

El procedimiento que se sigue generalmente para me-

mejorar las desembocaduras de los ríos, es decir para evitar la formación de las barras, es aumentar la velocidad de las corrientes, en el punto en<sup>que</sup> aquellas se forman; así se evitan los depósitos y se consigue arrastrar los que ya se hubieren formado, si son fácilmente desagregables, para ser transportadas por la corriente.

El aumento de la velocidad se consigue estrechando la sección y esto se hace por medio de escolleras.

En Coatzacoalcos se ha construido una de cada lado de la desembocadura del río, convergentes hacia adentro del mar.

Para la construcción se empleó un procedimiento semejante al que se ha seguido para los rompe-olas en Salina-Cruz, es decir arrojando piedras á fondo perdido.

Los taludes que se les ha dado son de 3 x 1 para el lado del mar y 2 x 1 para el lado del río.

Es indudable que la formación de depósitos puede hacerse más adelante, pero esto viene á ser donde la profundidad es más grande y á lo menos por un espacio de tiempo muy grande no perjudicarán; aunque puede también encontrarse una corriente marina que transporte una gran parte de los azolves.

Teniendo ya un lugar abrigado y pudiendo penetrar los vapores, necesitan solo lugares apropiados al embarque y desembarque de las mercancías y pasajeros y para eso se tienen muelles provistos de sus vitas y cabrestantes, para facilitar el atraque al muelle, grúas para facilitar el desembarque de la carga y almacenes para guardar esta.

Los muelles tienen 13 metros de ancho quedando junto al almacén. Tienen además dos vías para el movimiento de los carros, colocadas de manera que el piso de los carros queda á la misma altura que el del almacén.

Están cimentados sobre pilotes de acero con hélices, colocados á 2.40 uno de otro, contraventeados con fierro plano y en la parte superior tienen fierros I sobre las que descansan los tablones que forman el piso del muelle.

México, Abril de 1907.

*Emilio de la Parra*

GOBIERNO DEL ESTADO

PROYECTO DE CANAL PARA IRRIGACION

- INFORME -

OBJETO DEL PROYECTO

-----

Hacia la parte Nor-Oeste del Estado de Hidalgo formando el límite con el Estado de Querétaro, corre el río de San Juan del Río, que más adelante lleva el nombre de "Moctezuma".

Este río cuyo caracter es torrencial, tiene agua permanente y con el objeto de irrigar unos terrenos, situados en el Distrito de Huichapam, Municipalidad de Tecozantla, hacia el E. de esta población, se me propuso hacer el estudio del trazo de un canal para desviar 1000 litros por segundo del río mencionado.

El agua de este mismo río, es la que se utiliza como fuerza motriz en la instalación Hidro-Eléctrica de Querétaro para llevar energía á esa Ciudad, y según los datos que me proporcionaron en dicha planta el gasto mínimo del río es de 1600 á 1800 litros de los cuales casi la totalidad los toman para mover la instalación; pero solo los utilizan para potencia y vuelven á soltarlos en el mismo río.

Como á 150 metros río abajo de la planta eléctrica citada, ha propuesto que se haga la boca-toma, eligiendo ese lugar por los siguientes motivos.

Como acabo de decir, á una distancia aproximada de

150 metros río arriba, se encuentra la planta eléctrica (denominada también "Las Rosas") y como por lo irregular del lecho del río, no sería posible desviar el agua sin hacer una presa, en caso de que se hiciera la boca-toma mucho más arriba del punto indicado, en las crecientes al subir el nivel del agua, inundaría el cárcamo de salida del agua de las turbinas, perjudicando la instalación.

Ahora bien, con subir solo algunos metros, se ganarían unos cuantos centímetros en la elevación del nivel del agua y en cambio se perdería por la facilidad que presenta el lugar elegido para la presa de derivación, pues el fondo es de roca sólida y presenta ahí grandes salientes que servirían como economía en la mampostería y como amarre para esta, facilitando a la vez el trabajo.

Además siendo el cañón del río de roca sólida y sumamente irregular, habrá necesidad en esa parte de una acequia de mampostería y se aumentaría su longitud.

Tampoco más adelante convendría porque el río presentase lugar para abajo, muchas rápidas y si se hiciera la toma siquiera tres metros más abajo, se perdería en altura de 1m,50 á 2m.00 ó habría que hacer la presa mas alta y por consiguiente con mayor costo.

### LOCALIZACION DEL TRAZO.

---

El Canal vá por dentro del río, en una longitud de 110 metros y en seguida se hace necesario un tunel como <sup>de</sup> 170 metros de longitud. Para evitarlo habría sido preciso rodear el cerro del cual se vé una parte configurada en el plano, llevando la acequia por dentro del río con <sup>un</sup> acueducto <sup>elevado</sup> por estar formado el río en toda esa parte por acantilados muy altos y aumentaría las dificultades de la construcción el hecho de tener que trabajar dentro del agua, pues la rebalza de la presa del Charcón (una presa situada como á 100 metros río abajo) domina toda esta parte del cañón, circunstancia que sin duda haría más costosa la construcción del acueducto, que la perforación del tunel, sin contar las dificultades que se presentarían para que el propietario de los terrenos de la otra margen y dueño de la presa consintiera en ello.

Después de la salida del tunel, hay que cruzar un arrollo de 25 metros de ancho y cuya profundidad máxima contando desde el fondo proyectado para el canal, es de 5,2 metros. Una vez cruzando este, el canal puede llevarse sobre tierra firme en tajo por una extensión de 320 M.

Pasando este punto se presenta un acantilado como de 30 metros de altura y una longitud de 200 metros.

Este continúa alternándose con tramos de mayor ó menor pendiente, como puede verse en el plano; pero ni -

aún en los tramos en que el terreno no está cortado á pico,<sup>en</sup> toda su altura, se alcanza á sentar el canal en tierra firme, porque el cantil vuelve á presentarse - más arriba, á no ser que se bajara considerablemente el canal y entonces se tendría un punto muy bajo en el desemboque, en su extremidad.

Pasado este tramo, es decir desde la curva 10 el cañón del río se ensancha bastante; los acantilados desaparecen presentando solo rocas con ligeras crestas, que no presentan dificultad para llevar al trazo por allí.

La única solución posible para salvar estos puntos que indudablemente tienen dificultades para la construcción aumentando el costo de una manera notable, es llevar el canal por <sup>el</sup> otro lado del río, pasando des pues frente á la curva 10. De ese lado del río y en esa parte, el terreno no está accidentado y se obtendría una gran economía; pero como es de otro propietario y este es el único opositor para la toma del agua, creo que sería bastante difícil entrar en arreglos con él.

El principio de los terrenos que hay que irrigar, que también es la parte más alta y por consiguiente á donde debe llegar primero el agua, queda hacia el Sur de la dirección que hasta aquí lleva el río y - para salir del cajón del río, se hace necesario otro tunel en el puerto situado entre las estaciones 2360 y 2737.<sup>20</sup> de la preliminar; resulta como de unos -- 270 metros y es el punto en que encontré que resultaría menos costoso.

Más adelante, como á 1 Kilómetro ya en terrenos de

Iextho, donde baja la vereda que conduce al Charcón, - hay otro puerto que quizá resultaría más corto y aún se pudiera pasar con un simple tajo, pero luego habría que regresar toda la parte recorrida, por el lado opuesto de los cerros, alargando la longitud del canal como en 2 Kilómetros; y á esto agregadas las obras de arte necesarias por lo accidentado del terreno en toda la parte que queda para el lado del "Llanó", sin duda hará más costosa la obra, que lo que resulta con la perforación del tunel propuesto.

Inmediatamente despues del puerto, hay un arroyo - que es necesario cruzar; teniendo en cuenta que el paso que resulta para el canal, sea lo más económico he escogido el lugar más angosto.

Más abajo el arroyo se ensancha mucho y es más profundo.

Las curvas de nivel no hacen ver en ese lugar más - que los puntos generales del terreno; pues para hacer ver la cantidad de barrancos que hay, solo hubiera sido posible eligiendo otra escala más grande para el plano, y tomando las secciones transversales sumamente juntas.

Lo mismo pasa en la parte comprendida entre las curvas 32 y 35.

En ese lugar fué necesario hacer un rodeó para evitar cruzar el talweg en la parte intermedia en que el arroyo es muy ancho y se ramifica mucho. Tiene como 7 ú 8 metros de profundidad con relación á la última curva marcada en el plano.

En la continuación el trazo no presenta gran dificultad y se ajusta más ó menos á las inflexiones del terreno.

PENDIENTES.

---

Al hacer la nivelación he tomado como punto de partida un banco situado en el río cerca del lugar que se propone para hacer la toma y le fijé como elevación arbitraria 100m.00

Todas las acotaciones de nivel en los planos, están relacionadas á este punto.

Para desviar el agua, propongo que se haga una presa sumerjida de mampostería; como el fondo del río es de roca sólida, se presta perfectamente.

Río abajo hay otras dos presas de construcción muy rudimentaria y aún prestan servicios sin que se tenga memoria de la época de la construcción.

La altura de la presa se necesita cuando menos de 2 metros en el centro del río, para poder con esto desviar la corriente por un canal que tenga su fondo á 99 metros de elevación (con relación á la elevación indicada) .

Corrida la nivelación hasta el punto donde se me indicó que se quería llegara el canal, para poder ya dominar todas las tierras que se trata de regar, encontré para elevación de dicho punto, 94m.20 y considerando para elevación del fondo 93m.00 más ó menos, se tiene un desnivel entre los dos puntos extremos, de 6m.00 resultando la longitud del canal, de 6500m.

La distribución de las pendientes la hice entonces de la manera siguiente:

0m.001 x 1.00 en un tramo de 600<sup>m</sup> desde el origen del canal.

0m.003 x 1.00 en tramo de 1040m.00 siguiente.

0m.0005 x 1.00 en la continuacion del Canal

Procuré tomar una pendiente más fuerte en la primera parte del canal que en su continuación, atendiendo á que por lo accidentado del terreno, en ese lugar será necesario construir obras de arte; una parte del canal tendrá que ser de mampostería y para el punto donde se encuentran los acantilados, dada la altura á que se tendrá que pasar <sup>por ese</sup> lugar sobre el suelo, he proyectado un acueducto de tablonés sobre pilares de mampostería.

Aquí es donde he considerado la pendiente mayor ó sea de 0.003 para disminuir la sección del canal.

### CÁLCULO DE LAS SECCIONES.

El gasto que se me ha fijado para el proyecto, es de 1000 litros por segundo.

Para la parte de terreno que es de tierra ó un tepetate fácilmente desagregable, he proyectado una sección trapezoidal, con taludes de 1 x 1.

Tendremos entonces como datos para el cálculo de la sección en esa parte:

$q = 1000 \text{ m}^3$ ,  $I = 0.0005$ , y  $c = 40$  como un valor provisional.

La fórmula que dá el gasto de un canal abierto es:

$$q = a \cdot c \sqrt{R I} \quad \text{y} \quad q^2 = a^2 c^2 R I \quad (1)$$

Ahora llamando  $d$  la profundidad y  $b$  el ancho en el fondo para el caso citado de que los taludes sean de 1 x 1 ó lo que es lo mismo el ángulo  $\theta$  de inclinación de estos de  $45^\circ$ , se tiene:

$$b = d \left( \frac{2}{\sin \theta} - 2 \cot \theta \right) = 0.828 d \quad (2)$$

que es la relación entre  $b$  y  $d$  más favorable por ser la que dá el mayor gasto hidráulico con el menor costo de excavación.

Se tiene también:

$$S = d (b + d \cot \theta) = 1.828 d^2 \quad (3)$$



$$p = b + \frac{2 d}{\text{sen } e} = \dots 3.656 d \quad (4)$$

$$r = \frac{1.828 d^2}{3.656 d} = \dots 0.5 d \quad (5)$$

Sustituyendo en la fórmula citada se tiene:

$$(1^{m3}.000)^2 = \frac{1.828^2}{3.656^2} d^4 \times 40^2 \times 0.5 d \times 0.0005 \dots (6)$$

Despejando á:

$$d^5 = \frac{1.000^2}{1.828^2 \times 40^2 \times 0.5 \times 0.0005} = 0.75 \quad (7)$$

$$y \quad d = \sqrt[5]{0.75} = 0.95$$

Conociendo el valor de d, podemos deducir los valores de S, p, y R, sustituyendo en las fórmulas 3, 4, y 5, y resulta

$$S = 1.65, \quad p = 3.47 \quad y \quad r = 0.47$$

con lo que podemos deducir el valor del coeficiente c - por la fórmula de Kutter. Tomando n = 0.028 (coeficiente de rozamiento, que creo que es el que se podría aplicar en este caso) c = 30

Conociendo ya este valor de c, más exacto que el primero, que habíamos tomado arbitrariamente y sustituyendo en la fórmula 7 en vez de 40 se tiene

$$d^5 = \frac{1.000^2}{1.828^2 \times 30^2 \times 0.5 \times 0.0005} = 1.33$$

$$d = \sqrt[5]{1.33} = 1.06$$

Sustituyendo en la fórmula 2 se tiene

$$b = 0.828 d = 0.828 \times 1.06 = 0.88$$

Se puede tomar para estos valores forzando un poco,  $d = 1.05$  y  $b = 0.90$  con lo que queda enteramente definida la sección y resulta para  $S = 2m^2 07$ , y para  $v = 0.48$ .

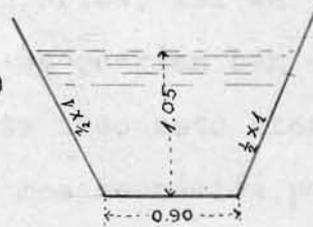
Realmente con el valor encontrado para  $d$ , se debería sustituir en la fórmula 5 para encontrar otro nuevo valor de  $c$  por la fórmula de Kutter, pero con el primer tanteo es bastante pues el radio hidráulico - para este caso es de  $0.52$  que como se vé difiere muy poco del 1° encontrado y esa pequeña diferencia no haría variar casi nada el valor de  $c$ .

Para los lugares en que se encuentre tepetate, los taludes pueden ser muy bien de  $1/2 \times 1$ . Se tiene para la pendiente de  $0.001$

$$S = \frac{1.95 + 90}{2} \times 1.05 = 1.49$$

$$P = 3.24$$

$$r = \frac{S}{P} = 0.46 ; \text{ para } n = 0.027 \text{ la fórmula}$$



de Kutter. da  $c = 32$ .

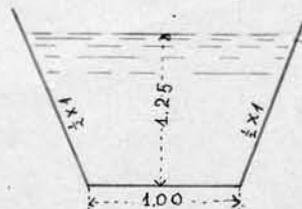
$$v = c \sqrt{r I} = 32 \sqrt{0.00046} = 0.68$$

$$q = S v = 1.49 \times 0.68 = 1m^3 .013$$

Para la pendiente de  $0.0005$  se tiene

$$S = 2.02 , p = 3.80$$

$$r = \frac{S}{p} = 0.53.$$



Para  $n = 0.027$ ,  $c = 32$

$$v = c \sqrt{R I} = 32 \sqrt{0.53 \times 0.0005} = 32 \times 0.016 = 0.51$$

$$q = S v = 2.02 \times 0.51 = 1.030 \text{ m}^3$$

Para la parte donde se encuentran los acantilados he propuesto un canalón de madera apoyado sobre pilares de mampostería situados cada 9 metros y reforzado por medio de dos tornapuntas de cada lado que se apoyen sobre los pilares.

Como en todo el lugar que se atravieza se encuentra á la mano piedra, arena y agua y la cal puede fabricar se muy cerca del lugar; además de la mano de obra es muy barata, (hay haciendas cercanas en que los peones ganan la friolera de \$ 0.18 centavos diarios, así es que con el sueldo de 31 á 37 centavos se podrían conseguir perfectamente) teniendo en cuenta todo esto creo que la solución que propongo sería la mas económica, pues dándole un barniz de alquitrán de petroleo á la madera se aumentaría bastante se duración.

La sección del cahal la he calculado como sigue:

La más económica cuando se trata de una excavación por ser la que dá el mayor gasto hidráulico es la que tiene un ancho en la base igual al doble de la altura pero teniendo en cuenta que las paredes laterales trabajen en parte á la flexión he creído conveniente no ensanchar mucho el fondo, sino hacerlo igual á la altura. •

La fórmula general del gasto es:

$$q = S c \sqrt{R I} = a^2 c \sqrt{I} \sqrt{R} \quad (1)$$

Llamando  $\underline{a}$  al lado del cuadrado de la sección, siendo

$$R = \frac{S}{p} = \frac{a^2}{3a} = \frac{a}{3} \quad (2)$$

Se tiene sustituyendo en (1)

$$q = a^2 c \sqrt{I \frac{a}{3}} \quad \text{y} \quad q^2 = \frac{a^5 c^2 I}{3}$$

Despejando  $\underline{a}$  y sustituyendo, tomando  $c=60$  (como provisional)

$$a = \sqrt[5]{\frac{3}{60^2 \times 0.003}} = \sqrt[5]{0.28} = 0.77$$

$$S = a^2 = 0.77^2 = 0.593 ; \quad r = \frac{a}{3} = 0.25$$

Con este valor de  $r$ , resulta en la fórmula de Kutter tomando para  $r = 0.012$  (coeficiente de rozamiento),  $c = 68$ .

Sustituyendo este nuevo valor de  $c$  en la ecuación 3, resulta.

$$a = \sqrt[5]{\frac{3}{4624 \times 0.003}} = \sqrt[5]{0.22} = 0.74$$

Practicamente tomando las dimensiones de la madera del comercio vendrá á tener de sección el canal un poco menos de 0m.80, teniendo en cuenta el desgaste de la madera al acepillarla y el grueso de los tabloncillos de las paredes laterales, ó sea algo menos de 0m.90 . (tres pies), por el exterior.

En la parte siguiente de este tramo, es decir desde la curva 10 hasta la 14 se conserva tambien la -

pendiente de 0.003.

En esta parte se puede apoyar el canal directamente sobre el terreno, pero será necesario construirlo de mampostería, porque este es casi todo de roca y la gran cantidad de grietas que presenta, haría que el agua se filtrara.

En este tramo se puede calcular de manera semejante al anterior cambiando solamente el coeficiente de rozamiento que pueda tomarse 0.017.

Con este dato y el primer valor que se encontró para  $r$  ó sea 0.25, nos dá la fórmula de Kutter  $c = 45$  y sustituido este valor en la fórmula 3, se tiene.

$$a = \sqrt[5]{\frac{3}{45^2 \times 0.003}} = \sqrt[5]{0.49} = 0.87$$

-----

En la parte del canal que queda dentro del río, debido á la irregularidad de la roca, habrá que hacerlo también de mampostería y la misma fórmula dá:

$$a = \sqrt[5]{\frac{3}{45^2 \times 0.001}} = \sqrt[5]{1.48} = 1m.08$$

$$r = \frac{1.08}{3} = 0.36$$

y para  $c$  se encuentra un valor de 50; este sustituido nuevamente dá:

$$a = \sqrt[5]{\frac{3}{50^2 \times 0.001}} = \sqrt[5]{1.20} = 1m.04$$

PRESUPUESTO DE COSTO.

En el presupuesto hay que considerar:

Obras de terracería, tanto en los tajos como en los túneles, obras de arte y gastos generales.

Para obtener un precio para las terracerías y hacer un presupuesto que se acerque lo más posible al costo verdadero de la obra, he tomado como base algunos de los precios ofrecidos por contratistas para las obras en el Distrito Federal, y son los siguientes:

MARCELINO SANCHEZ (De Texcoco)

	de 1 á 5 mts .	de 5 á 10 mts .	de 10 á 15 ms
Tierra	\$ 0.15	\$ 0.20	\$ 0.25
Tepetate	0.40	0.50	0.60
Tepetate sólido y roca suelta	0.60	0.70	0.80
Roca	1.20	1.40	1.80

Precios por metro cúbico.

LUIS OCCELLI.

Tierra	\$ 0.23 metro cúb.
Tepetate	0.45 " "
Roca suelta	0.60 " "

Roca compacta

\$ 1.25

Precios hasta 2 metros de profundidad y 30% de recargo por cada 2 metros más.

Teniendo en cuenta las dificultades que hay aquí para conseguir peones y los salarios que se pagan que son de \$ 0.75 diarios y por otra parte los salarios en el lugar de la construcción que son menos de la mitad de los de aquí puesto que hay fincas agrícolas cercanas en que solo les pagan la miseria de \$ 0.18 centavos diarios, creo que pagando á 31 centavos, se tendría gente bastante para la obra y no costara la excavación arriba de \$ 0.10 centavos en tierra; \$ 0.25 en tepetate y \$ 0.80 en roca

Para las obras de arte en la parte de mampostería teniendo en cuenta los salarios y que el material no costará casi nada, por encontrarse en el sitio preciso de la construcción, he puesto el metro cúbico de mampostería á \$ 5.00.

En las obras de arte hay que considerar:

Una presa para desviar el agua con su compuerta en la boca-toma; una parte de acequia de mampostería que queda antes de entrar al primer tunel y otra entre las estacas 1440 y 1780 en que ya dije que tal vez sea necesaria; un vertedor en la primera parte de la acequia para tirar al río el agua que pudiera entraren demasía un canalón de tablones de madera colocado sobre pilares para salvar la parte en que se encuentran los acantilados; un paso para el arroyo que queda á la salida del primer tunel y que podrá ser de la misma estructura que el anterior mencionado y otros pasos para los arroyo de menor importancia que pueden ser de mam-

postería.

Aún no he hecho el proyecto detallado de estas obras y su costo solo lo he fijado con cierta aproximación. Pero cuando se resuelva la construcción y se haga el proyecto para cada una de ellas, no creo que la diferencia que se encuentre con la que hoy se fije, sea de importancia.

En el acueducto de madera que deberá ir sobre pilares, por su gran extensión que es como de 550.00 metros y la altura de estos es sin duda la parte de más importancia de la obra y en esta si he fijado más mi atención, he pedido los precios que adjunto, para comparar el costo, en caso que se hiciera de cemento armado ó de lámina de fierro y encuentro mucho más barato, haciéndolo de la manera que he descrito antes.

Atendiendo á las condiciones anteriores, he formado el siguiente presupuesto.

PRESUPUESTO DE COSTO.

Obras de terracería.

Excavación en tierra. 890 M <sup>3</sup> á \$0.10-----	890.00	
" en tepetate 16900 M <sup>3</sup> á 0.25--	4225.00	
Excavación en roca, 500 M <sup>3</sup> á 0.80	<u>400.00</u>	5515.00

Túneles

1° 170 M lineales á \$20.00 M-----	3400.00	
2° 280 M " á \$20.00 M	<u>5600.00</u>	9000.00

Obras de arte

Presa

150 M <sup>3</sup> mampostería á \$5.00	750.00	
Una compuerta é instalación	<u>250.00</u>	1000.00

Acequia de mampostería

110 M lineales (1.5 M <sup>3</sup> x 1.00 M lin. á \$5.00 M <sup>3</sup> )	825.00	
340 M lineales (1.4 M <sup>3</sup> x 1.00 M li neal) á \$5.00	<u>2380.00</u>	3205.00

Acueducto de madera

650 M de longitud	<u>8000.00</u>	8000.00
-------------------	----------------	---------

Puente canal adelante del 1° túnel

25 M de longitud	<u>400.00</u>	400.00
------------------	---------------	--------

Pasos para el canal en los arroyos  
de menor importancia.

6 en	<u>1500.00</u>	1500.00
------	----------------	---------

Gastos generales

Por fletes herramientas etc.	<u>1000.00</u>	<u>1000.00</u>
------------------------------	----------------	----------------

Suma 29620.00

10 % 2962.00

Suma total 32582.00

México Agosto de 1907

J. M. de la Parra



## OBJETO DEL PROYECTO.

El cruzamiento del Centro del Valle de México por los ríos torrenciales que tienen como cuenca de recepción los montes situados hacia el O. del Valle, ha sido siempre un peligro y causa de amagos para algunos poblados.

Entre los ríos que cruzan el Valle, tenemos el Consulado formado por los ríos de San Joaquín y de los Morales, que nacen en las barrancas cercanas á Cuajimalpa; el de los Remedios y el de Tlalnepantla, cuyo nacimiento queda en los cerros situados al N.O. de la Ciudad. *de México.*

Estos dos últimos han constituido siempre un peligro para la Ciudad de Guadalupe Hidalgo y la región que se extiende al Sur-Oeste de ella, hasta la Calzada del Interior y el cauce del río del Consulado; contribuyendo á aumentar el peligro la confluencia de los dos ríos, en las inmediaciones de la citada Ciudad.

Por los años de 1899 y 1900 creyendo remediar las desastrosas consecuencias de las inundaciones, se proyectó y se llevó á cabo la construcción del río Unido, desviando el cauce del río de Guadalupe.

Esta medida resultó de pronto bastante eficaz, pues proporcionó un amplio desemboque á las avenidas de los ríos mencionados y se evitaron los desbordamientos.--- Pero pronto se vió que esto solo había sido una medida temporal. La Regularización de los tramos superiores de los cauces de los ríos de los Remedios y de Tlalnepantla, empezó á producir azolves en el cauce del río

Unido, cuyas condiciones de anchura y de pendiente -- siendo distintas á las de los otros ríos, hacían producir un cambio en el régimen de la corriente.

Los azolves empezaron á tomar proporciones terribles y pronto se tuvo el convencimiento de que á pesar de los crecidos gastos de limpia, la capacidad del cauce sería insuficiente para dar basto á la aglomeración de las aguas.

Esto se vió comprobado por las crecientes de Agosto 11 de 1904 y Julio 22 de 1905.

La primera inundó toda la parte Sur-Oeste de la Ciudad de Guadalupe Hidalgo; la segunda no llegó á causar perjuicios; pero a pesar de que se acababa de terminar la limpia del fondo y se habían levantado los bordos, la creciente casi alcanzó el coronamiento de estos.

Como el depósito de los azolves no puede evitarse, para eliminar temporalmente las consecuencias, no quedaría más recurso que efectuar limpias periódicas lo que ocasionaría indefinidamente fuertes desembolsos.

La aglomeración de las aguas, si bien es cierto es producida sobre todo por las circunstancias en que se encuentran las cuencas y los cauces superiores, las cuales no permiten el almacenamiento de las aguas, es también debido como ya se dijo, á las condiciones del cauce del río Unido ó más bien dicho á la insuficiencia de su pendiente. - Para prevenir el peligro, dos soluciones podrían proponerse:

- a) Levantar los bordos.
- b) Aumentar la anchura del cauce actual.

Pero una y otra solución adolece de graves defecto . El Ensanchamiento del fondo, haría inadecuado el cau-

ce para el caso de las avenidas pequeñas y normales que son las más numerosas pues disminuyendo la velocidad, el depósito de los azolves, será mucho mayor que en la actualidad.

El levantamiento de los bordos encierra peligros mayores que los que amenazan actualmente por el hecho de que los niveles de las avenidas alcanzarían acotaciones muy grandes en relación á las de los terrenos adyacentes y además se aumentarían las dificultades que ya ahora presenta el cauce, para el tráfico de los caminos que atraviesa el río.

Dada la imposibilidad de llevar á cabo obras en la cuencas de formación de los ríos de los Remedios y de Tlalnepantla, que evitaran la desagregación de las -- vertientes y moderaran la violencia de las crecientes que invaden los cauces y dada también la ineficacia de lo que se pretende llevar á cabo en el río Unido ó en las partes terminales de sus afluentes, resulta -- que los peligros que amagan á la Ciudad de Guadalupe-Hidalgo y la región inmediata, no pueden eliminarse -- sino es suprimiendo los cauces actuales, esto es llevando á cabo la desviación de los ríos de los Remedios y Tlalnepantla.

Atendiendo á todas estas consideraciones, en la Sección encargada de los trabajos en el Centro del Valle de México en la Comisión Hidrográfica, se han hecho los estudios necesarios y como resultado de ellos el proyecto que más adelante se describe, que al llevarse á cabo, quedaría completamente logrado el objeto que se persigue y no solamente quedarán garantizadas las condiciones de seguridad de la población de Guadalupe Hidalgo y la región ya indicada, que actualmente está sujeta á los desbordamientos de las corriem-

tes que se trata de desviar, sino que podrán obtenerse ventajas muy importantes:

1° - Por la desviación del río de los Remedios queda justificada y preparada la del río del Consulado, siendo así posible la supresión completa de los cursos torrenciales que atravezando el Valle de México, amenazan poblaciones florecientes y hasta á la misma Capital y facilitando el desarrollo de las colonias que como son Santa María, San Rafael y Santo Tomás, quedan inmediatas al río.

2° - Como los cauces nuevos atraviezan los vasos de infectas lagunas y terrenos en su mayor extensión salitrosos é incultos, podrá facilmente hacerse el entarquinamiento de ellos y el mejoramiento de las condiciones higiénicas de los lugares inmediatos.

3° - Debiéndose verificar junto al desemboque en el Lago de Texcoco el definitivo depósito de las materias transportadas por las corrientes, se verificará á la vez el levantamiento y consolidación de la margen derecha del Gran Canal del Desagüe entre el pueblo de San Juan De Aragón y el de Santa Clara Cuautitla, quedando así asegurada la conservación del mismo Gran Canal en esa región.

4° - Siendo más corto el trayecto que recorrerán las crecientes á partir del punto inicial de la desviación, que el trayecto del cauce actual, quedarán mejoradas las condiciones de escurrimiento por ser mayores las pendientes, pues con esto disminuirán los azolves, y los gastos de conservación que se erogen, serán menores que en los cauces actuales.

La desviación que se proyecta<sup>no</sup> motivará la supresión ó abandono inmediato y definitivo de las partes de los cauces actuales situados aguas abajo de los puntos iniciales de su desviación, pues deberán continuar subsistiendo para los servicios de riego y desagüe de los terrenos que atraviesan, así como para dar salida á las aguas que bajando de la Sierra de Guadalupe, se recogen en las lagunetas de Zacatengo y Santa Isabel, ó -- que se deriven de los ríos de que se trata, para lavar ó entarquinar los terrenos situados en aquellas. Pero siendo de poca importancia las corrientes que se derivan por los antiguos cauces y quedando eliminado el -- caracter torrencial de ellas, ya no serán motivo de temores. -- Y quedando los antiguos cauces casi exclusivamente utilizados para el servicio de algunos particulares, estos serán los que de una manera principal, -- cuiden de su conservación.

LINEAS GENERALES Y DETALLES <sup>principales</sup> DEL PROYECTO.

La idea fundamental del proyecto, consiste en dar salida á las corrientes de los ríos de los Remedios y de Tlalnepantla, aprovechando la depresión topográfica que se encuentra entre los cerros del Chiquihuite y Santa Isabel al Nor-Oeste de la Ciudad de Guadalupe Hidalgo y que es tambien la más baja de la llamada Sierra de Guadalupe.

Para el efecto habrá primero que construir dos cauces para efectuar la unión de los ríos que se trata de desviar y despues otro cauce que será común á esos dos ríos.

Los cauces primeros tendrán bordos artificiales y el segundo, una parte de bordos artificiales, antes de entrar en el puerto formado por los cerros citados y otra parte semejante á la primera, despues de pasar dicho puerto; pues en este, según se vé en los planos adjuntos, quedará en tajo más ó menos profundo, según los distintos lugares que atraviesa.

Para mayor claridad en la exposición, describiré el proyecto dividiéndolo en tres partes:

- a) - Desviación del río de los Remedios
- B) - Desviación del río de Tlalnepantla
- c) - Desviación de los dos ríos desde su punto de unión.

DESVIACIÓN DEL RÍO DE LOS REMEDIOS.

---

El cauce destinado exclusivamente para las corrientes del río de los Remedios, empieza en el centro del puente de Guadalupe situado en la calzada de Vallejo ó del Interior sobre el cauce actual del río y despues de atravesada la laguneta de Santiaguito, termina en las inmediaciones del puente de Ticomán sobre el ~~cita~~ río de Tlalnepantla. La longitud total del trazo, es de 1931,73 metros, comprendiendo los siguientes tramos:

- 1° - tramo rectilíneo de 192.05 metros
- 2° - tramo curvilíneo de 31.40 metros
- 3° - tramo rectilíneo de 1477.85 metros
- 4° - tramo curvilíneo de 130.43 metros
- 5° - tramo rectilíneo de 100.00 metros.

Sección - El ancho de la faja total que se ocupa - comprendiendo los bordos, las cunetas y un camino, - es de 65 metros. La sección del río propiamente tal, es de forma trapesoidal, teniendo 3 metros de ancho en el fondo con taludes de 1' / 2 x 1. En el dibujo adjunto se puede ver claramente la forma y dimensiones de la sección

DESVIACIÓN DEL RIO DE TLALNEPANTLA.

---

La desviación de este río empezará á 500 metros -- río abajo del puente del Ferrocarril de Monte Alto utilizando una parte del cauce actual.

La desviación propiamente dicha, comienza frente á la Canoa de Santiaguito, ó sea desde el cruzamiento del río con el acueducto de Guadalupe Hidalgo; despues sigue paralelo al acueducto, quedando entre este y la faja del río, una de 15 metros de ancho, que se utilizará para camino.

El trazo comprende los siguientes tramos:

- 1° - rectilíneo de 356.20 metros
- 2° - curvilíneo de 82.25 metros
- 3° - rectilíneo de 441.75 metros
- 4° - curvilíneo de 61.63 metros
- 5° - rectilíneo de 869.50 metros
- 6° - Curvilíneo de 156.89 metros
- 7° - rectilíneo de 246.80 metros,

que forman un desarrollo total de 2115.02 metros.

Sección - El ancho total de la faja ocupada por este río, es de 40.00 metros y su sección es también trapezoidal teniendo 6 metros de ancho en el fondo con taludes de  $1\frac{1}{2} \times 1$ .

Pendiente - La pendiente varía de la manera siguiente:

- 0.0013 en una longitud de 400 metros
- 0.001 en una longitud de 1000 metros
- 0.00075 en una longitud de 1400 metros.

La construcción de este nuevo cauce, puede á prime-  
ra vista parecer innecesaria, pudiéndose continuar ---  
aprovechando el trecho del cauce actual, situado al -  
Norte del acueducto. Sin embargo se ha considerado co-  
mo parte integrante del proyecto, pues su ejecución -  
mejora las condiciones de escurrimiento del cauce su-  
perior, y evitando los cruzamientos del río con el a-  
cueducto, suprime las causas directas de desbordamien-  
tos actualmente existentes; además disminuirá los gas-  
tos de conservación del río y eliminará la necesidad-  
de construcción de obras de defensa, las cuales de o-  
tra manera serían necesarias en la confluencia con el  
río de los Remedios.

DESVIACION COMBINADA DE LOS DOS RIOS MENCIONADOS.

---

El origen del cauce común á los dos ríos se encuentra á 95 metros al Occidente de su cruzamiento con el centro del cauce del río de Tlalnepantla, contados en el eje del nuevo cauce del río de los Remedios, cuya dirección final, es á la vez la inicial del cauce común á los dos ríos. La primera parte de estos cauces atraviesa los terrenos del pueblo de Ticomán y la laguneta de este mismo nombre, pasando al Norte de la Iglesia y del Panteón del pueblo.

En seguida se dirige hacia el Nord-Oeste cruzando el acueducto de Guadalupe y el camino que conduce de Guadalupe á Tlalnepantla. Entrando ya al puerto de San Juanico, el trazo pasa á 100 metros del casco del Rancho de Santa Cruz y por el punto más bajo del mismo puerto. Despues atraviesa los terrenos del pueblo de San Juanico y llega á los terraplenes de los Ferrocarriles Hidalgo y Mexicano. En la última parte, corre junto á las mohoneras del Distrito Federal, pasando por los charcos y salinas situados en la margen occidental del Gran Canal del Desagüe y despues de cruzado este, entra en el vaso del Lago de Texcoco.

La anchura de la faja del nuevo cauce, varía entre 55 metros abajo del puerto y 75 metros en la parte más alta de este, comprendiendo las fajas para depositar la tierra de la excavación, 5 metros para un camino público del lado derecho del cauce y las cunetas de desagüe.

La sección elegida en el puerto , es una sección --

compuesta según puede verse en el dibujo, en el fondo tiene 8 metros de ancho con taludes de 1 x 1 hasta una altura de 2 metros, á este nivel tiene banquetas de cada lado de 2 metros de ancho y los taludes continúan desde este punto de 1 x 2.

Pendientes - Las pendientes varían de la manera siguiente:

a) - de 0.0075 en el tramo de 1800 metros situado arriba del puerto de San Juanico.

b) - de 0.0010 en el tramo de 2530 metros situado en el puerto.

c) - de 0.00040 en el tramo final de 3310 situado abajo del puerto.

De lo expuesto se deduce que el trayecto que deberán correr las avenidas de los ríos de los Remedios y de Tlalnepantla, á partir de los puentes de Guadalupe y del Ferrocarril de Monte Alto respectivamente, serán de 9600 y 10250. Siendo de 14.400 y 16500 metros la longitud de los cauces actuales entre los puentes mencionados, el trayecto proyectado, quedará más corto en 4800 y 6250 metros respectivamente.

CONSIDERACIONES Y CIRCUNSTANCIAS QUE SE HAN TENIDO  
PRESENTES EN EL ESTUDIO DE LA LOCALIZACIÓN DEL TRAZO

---

Por razones ovbias de economía, el trazo debe quedar localizado en los Talwegs del puerto de San Juani-  
co y en los tramos que preceden y siguen á este puer-  
to, no existiendo especiales condiciones topográficas  
á que atender, debe acercarse lo más que sea posible  
á las rectas que unen respectivamente la entrada y sa-  
lida del puerto, con el origen y desemboque de los --  
nuevos cauces.

La condición anterior, queda evidentemente satisfe-  
cha, según se vé en el plano en los tramos correspon-  
dientes al puerto y á la margen Occidental del Lago -  
de Texcoco.

En la primera parte del proyecto, el trazo presen-  
ta varias inflexiones y alguna como la que queda fren-  
te al pueblo de Ticomán, que á mi entender podía ha-  
berse suprimido, acortando con eso el trazo. Se ha  
tomado como motivos al no hacerlo, procurar cortar el  
acueducto y el camino de Guadalupe, bajo un ángulo -  
que se acerque lo más posible á 90°, no tocar la pro-  
piedad en los poblados que es en donde está más divi-  
dida y evitar así á la vez las indemnizaciones por -  
perjuicios, casas que se destruyan, &.

Respecto á la unión de los dos ríos, esta se pro-  
yectó hacer<sup>la</sup> arriba del cruzamiento del acueducto con  
el cauce actual del río de Tlalnepantla, con el fin  
de evitar la construcción de cierto número de obras,  
como puentes, compuertas y sifones, lo cual sería do-

ble de lo necesario y con el fin de reducir más lo que sea posible el costo de las expropiaciones é indemnizaciones, así como los gastos de construcción y conservación de los nuevos cauces.

En la falde Oriental del puerto de San Juanico, se encuentra el pueblo del mismo nombre. Para evitar la resistencia de los vecinos, hubiera sido tal vez oportuno, localizar el trazo afuera de los terrenos del pueblo, pero de adoptarse otro trazo, no podría evitarse el no tocar completamente la zona de los terrenos del pueblo y además habría que alargar el desarrollo del trayecto aumentándose en consecuencia el costo de las expropiaciones y los gastos de ejecución de las obras.

PERFIL DEL FONDO DE LOS NUEVOS

CAUCES

Distribución de las pendientes.

Siendo las crecientes del río de los Remedios las de mayor importancia, las pendientes del nuevo cauce del río de Tlalnepantla, deben quedar subordinadas á las del primero.

Ahora, siendo la acotación del fondo del río de los Remedios de 13.20 metros en el origen de la desviación, de acuerdo con el proyecto aprobado para la regularización de los tramos superiores del mismo, y siendo de 6m.70 la de los terrenos de la orilla del Lago de Texcoco en las inmediaciones del lugar donde empiezan á desparramarse las aguas de los ríos de que se trata, resulta que tiene que verificarse un descenso total de 6m.50 en una longitud de 9600 metros que es la distancia entre el origen y término de los nuevos cauces.

Para seguir el procedimiento más racional, la distribución del descenso de 6m.50, debería hacerse arreglando las pendientes de manera que estas fueran disminuyendo paulatinamente, desde la que tiene el río de los Remedios arriba del puente de Guadalupe, que es igual á 0m.00125, hasta la más suave y que por las razones que después se indicarán, se ha elegido de 0m.0004. Pero de hacerse así, resultarían graves inconvenientes.

Se obtendría en el puerto de San Juanico, una pendiente relativamente pequeña, no superior á 0m.0005 -

por metro lineal, lo que obligaría á dar al fondo una gran anchura, para que la sección tuviera la capacidad necesaria, no aumentando exageradamente la altura de la capa de agua. Esto como se comprende, aumentaría notablemente el volumen de las excavaciones y en consecuencia el costo de la obra. Además adoptando una pequeña pendiente y grande anchura, las crecientes normales no podrían tener la velocidad suficiente para arrastrar las materias que llevan en suspensión y mucho menos las que hubiesen sido depositadas por las crecientes saturadas de azolves y por consiguiente el ensolve sería continuo.

Los gastos de conservación en esta parte del proyecto, serían seguramente bastante fuertes; sin duda mayores que en las otras partes, debido á que los productos de limpia tendrían que ser sacados á regular altura quizá hasta 14m.00 ó llevado á gran distancia.

Atendiendo á las consideraciones anteriores y prescindiendo <sup>del principio</sup> de la disminución progresiva de las pendientes, se han propuesto las siguientes:

de 0m.00075 por m. l. arriba del puerto de San Juanico.

de 0m.001 por metro lineal en el puerto de San Juanico 2500 metros

de 0m.0004 por m. l. abajo del puerto de San Juanico 3310 metros.

La pendiente de 0m.00075, es inferior á la del tramo superior del río de los Remedios, pero es suficiente para que el valor medio de la velocidad en las crecientes normales, sea superior de 0m.60

La pendiente de 0m. 001 permite reducir la anchura del fondo en el puerto de San Juanico á 8m.00 y pro-

duce velocidades próximas á 1m.00 aun cuando el gasto mínimo de las crecientes, apenas sea de 2 á 5 metros cúbicos por segundo.

La pendiente de 0m.0004 se propuso en vista de - que en época no lejana, fuera necesario prolongar el nuevo cauce desde el Gran Canal, hacia adentro del - Tago de Texcoco.

Adoptando las pendientes anteriores el fondo de la desviación tendrá la acotación de 10m.50 en la entrada del puerto, esto es en las inmediaciones del - cruzamiento con el acueducto de Guadalupe y la de -- 8m.00 en la salida del mismo puerto, ó sea en el punto situado á 1250 metros al Oeste del Ferrocarril Hidalgo.

CLACULO DE LA CAPACIDAD DE LAS SECCIONES.

Por el estudio de los gastos en las crecientes de los últimos 5 años, en el río Unido se ha visto que con una sección cuyo gasto máximo sea de  $110 \text{ m}^3$  es bastante para evitar el peligro de las inundaciones aún en el caso de desviar también por el cauce que ahora se proyecta, el río del Consulado uniéndolo al río de los Remedios cerca de San Bartolo Naucalpan, que es lo que se está estudiando actualmente.

La sección proyectada para la desvación del río de los Remedios, que según se dijo es la misma que se ha adoptado en el tramo superior del mismo río y que está representado en el croquis adjunto, dá:

$$S = 64^{\text{m}^2} \quad ; p = 25.9$$

$$R = \frac{S}{p} = 2.48 \quad ; \quad \sqrt{R I} = 0.042$$

tomando como valor de  $n$  (coeficiente de rozamiento) = 30 la fórmula de Kutér nos dá para  $c$  un valor de 40 de donde resulta:

$$v = c \sqrt{R I} = 1.68 \quad \text{y} \quad q = S v = 106^{\text{m}^3}$$

Para la sección entre San Juanico y el Lago de Texcoco:

$$S = 72^{\text{m}^2} \quad p = 27.9$$

$$R = \frac{S}{p} = 2.57 \quad \sqrt{R I} = 0.032$$

para  $n = 30 \quad c = 40$

$$v = c \sqrt{R I} = 1.28 \quad \text{y} \quad q = 92^{\text{m}^3}$$

En el río de Tlalnepantla, se tiene

$$S = 39.37^{m^2}$$

$$p = 18.6$$

$$R = \frac{S}{p} = 2.13$$

$$\sqrt{R I} = 0.0397$$

para  $n = 30$  de la fórmula de Kuter  $c = 39$

luego

$$v = 1.55$$

$$q = S v = 61^{m^3}$$

En el cauce común á los dos ríos citados, se tiene para la primera sección:

$$S = 72^{m^2}$$

$$p = 27.9$$

$$R = \frac{S}{p} = 2.57$$

$$\sqrt{R I} = 0.043$$

para  $n = 30$  se tiene  $c = 40$

$$y v = c \sqrt{R I} = 1.72$$

$$q = S v = 123^{m^3}$$

para la sección en el puerto de San Juanico

$$S = 52$$

$$p = 20.8$$

$$R = \frac{S}{p} = 2.5$$

$$\sqrt{R I} = 0.05$$

para  $n = 30$

$$c = 40$$

y

$$v = c \sqrt{R I} = 2.00$$

$$q = 104$$

En el puerto de San Juanico para el gasto de 110 la altura del agua llega de acuerdo con los resultados - que se obtienen aplicando la fórmula de Kutter, al valor de 4.40; así es que es probable durante el paso de las avenidas cuyo gasto pase de 100 metros cúbicos, la formación de un remanso cuya amplitud podría llegar -- hasta unos 500 metros arriba del punto donde empieza la sección propuesta. Para evitar el remanso, había que au

mentar á 10m. en vez de 8m. la anchura del fondo, pero se ha elegido la de 8m., por las circunstancias siguientes: 1° - Por que los efectos del remanso no pueden ser de importancia y se verifican además en donde es facil la limpia del cauce. 2° - Por que se evita un trabajo de excavación en terreno bastante compacto como de 40000 m<sup>3</sup> y por lo tanto se consigue una notable economía en tiempo y dinero en la ejecución de la obra. 3° - Porque la sección más angosta resulta mas conveniente en la mayoría de los casos, en vista de que se obtienen velocidades más adecuadas para el arrastre de las materias acarreadas por la corriente, en consucuencia se obtiene bastante economía en los gastos de conservación. 4° - en fin porque no puede absolutamente prescindirse de tomar en consideración el almacenamiento que se verifica en los tramos superiores y que aunque este no pueda ser exactamente apreciado, sin embargo tiene por efecto moderar los gastos máximos de las crecientes.

En la parte del trazo situado ya en la orilla de Gran Canal del Desagüe y del Lago de Texcoco, la sección cuyo fondo es de 10 metros de ancho, vimos que tiene una capacidad de 80m<sup>3</sup>, pero hay que advertir que en este tramo se hará igualmente sentir la influencia ó llamada de la caída que se verifica al desparramarse las aguas en el Lago.

Los gastos máximos que se han supuesto, son algo mayores que los efectivamente observados hasta la fecha y por lo tanto la capacidad de la Secciones puede considerarse suficiente para todas las avenidas normales y aún para las extraordinarias. Además la

capacidad efectiva de cada sección, es practicamente superior á la calculada; pues durante las llegadas - de las crecientes las velocidades de estas son mayores que las calculadas por las fórmulas, debido á que la pendiente hidráulica es superior á la del fondo, - que es la que se toma en consideración al aplicar las fórmulas. En resumen los peligros de desbordamiento - por insuficiencia de la sección, puede asegurarse que están eliminados.

OBRAS DE TERRACERIA. - PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS  
PARA SU EJECUCION.

---

Como en todas las obras de naturaleza igual á la de que se trata, las terracerías representan la parte principal de los trabajos.

Por lo que se refiere al modo de llevarlo á cabo, toda la longitud del proyecto queda dividido en tres partes:

1° - La que atraviesa los terrenos situados en la antiguas lagunetas de Santiaguito y Ticomán.

2° - La que corresponde al puerto de San Juanico.

3° - La situada en la región Occidental del Lago de Texcoco.

En la primera parte, el fondo proyectado queda en largos tramos á un nivel igual ó superior al del terreno que se atraviesa, de manera que los bordos alcanzan sobre este una altura de 4' á 5 metros y para su construcción se necesita cuando menos unos 60 metros cúbicos por metro lineal del cauce. Como en varios de estos tramos no puede encontrarse todo el material necesario dentro de la misma faja, lo más conveniente es adoptar el procedimiento que ya se está siguiendo en las obras de regularización del río de los Remedios y que consiste en limitar la faja con bordos de dimensiones menores que las de los bordos definitivos y promover el entarquinamiento de la misma faja, mediante compuertas provisionales que se construyan tanto<sup>en</sup> el río de los Remedios como en el de Tlalnepantla.

La operaciones podrán durar 2 ó 3 años, pero se -

obterndrá seguramente la mayor economía y los bordos quedarán formados con el material más apropiado, para su conservación y resistencia.

En el puerto de San Juanico, todo el trabajo será de excavación. La profundidad máxima del tajo según se puede ver en el perfil, llega á 13.50 metros.

Con el objeto de reconocer la naturaleza del subsuelo, se practicaron seis pozos encontrándose los siguientes resultados:

- 1° - á 380 metros del Acueducto - no se alcanza tepetate
- 2° - á 940 metros del acueducto de Guadalupe - tepetate á los 6m.60
- 3° - 1440 metros del acueducto de Guadalupe tepetate á los 0.80 metros
- 4° - 1840 metros del acueducto de Guadalupe tepetate á los 3.20 metros
- 5° - 2320 metros del acueducto de Guadalupe tepetate á los 3.30 metros
- 6° - 2560 metros del acueducto de Guadalupe tepetate á los 2.40 metros.

El tepetate es más bien una arenisca más ó menos compacta que al perder la humedad, pierde también su cohesión. Cantos rodados no se encontraron de ninguna dimensión.

En la tercera parte de la obra, se reproducen las circunstancias de la 1ª, pero como no es posible el entarquinamiento, se construirán los bordos con carácter definitivo, aunque reforzándolos con los azoles extraídos del centro de la faja.

Teniendo en cuenta los procedimientos indicados,

para la construcción de los bordos, las terracerías tendrán los volúmenes

	.Terraplén .	Excavación	
		Tierra	Tepetate
Desviación del río de los Remedios	117.000		
Desviación del río de Tlalnepantla	144.000		
Cauce común á los dos ríos: Antes de llegar á Puerto de San Juanico	96.000		
En el Perto de San Juanico		192.300	159.300
En la margen Occidental del Gran Canal	196.000		
En el vaso del Lago de Texcoco	25.000		
	<u>568.000</u>	<u>192.300</u>	<u>159.300</u>

OBRAS DE ARTE QUE DEBEN LLEVARSE Á CABO. -----

Para atravesar caminos, Ferrocarriles, acequias de riego, desagües etc. tanto como para facilitar la comunicación entre los terrenos que quedarán separados por los cauces, se piensa construir las obras siguientes:

Desviación del río de los Remedios:

- a) - Cuatro compuertas para el riego y enlame de los terrenos.
- b) - Un puente con rampas de acceso, para el servicio de la Hacienda de la Escalera.
- c) - Un sifón para dar paso á las aguas de riego en la Hacienda mencionada.

Desviación del río de Tlalnepantla.

- a) - Un puente para camino carretero en Santiaguito.
- b) - Una presa y una compuerta para la Hacienda de la Escalera, en substitución de otras que se inutilizarán.

Desviación común á los dos ríos:

Puentes:

- a) - Puente para camino carretero de la Calzada de la Hacienda de la Escalera al Rancho del Arbolito.
- b) - Puente de Ticomán, al Sur del Acueducto de Guadalupe.
- c) - Puente en el Camino de Guadalupe á Ticomán.
- d) - Puente para la Calzada del Rancho de Santa Cruz
- e) - Puente en San Juanico.
- f) - Puente para la Hacienda del Risco y para la Compañía de Fuerza Motriz de Necaxa.
- g) - Puente para al ferrocarril de Hidalgo.
- h) - Puente para el Ferrocarril Mexicano.

i) - Puente para la Calzada de Apam

j) - Puente junto al Gran Canal del Desagüe

Puente-canal sobre el Gran Canal del Desagüe

Compuertas:

Compuerta en la confluencia del río de San Javier.

Compuerta para el desagüe de los pueblos de Ticomán y San Juanico.

Sifón para el acueducto de Guadalupe.

Obras diversas.

Ocho entradas para las aguas pluviales en el puerto de San Juanico.

PRESUPUESTO DE COSTO.

---

En el Presupuesto hay que comprender las partidas generales siguientes:

- a) - Expropiaciones
- b) - Indemnizaciones
- c) - Terracerías
- d) - Obras de Arte
- e) - Gastos generales.

a) - Para los nuevos cauces es necesario expropiar tierras de riego en la Hacienda de la Escalera y en Ticomán; tierras de labor y de temporal en Ticomán, en Santa Cruz y en San Juanico (San Juan Ixhuatepec) potreros improductivos en las lagunas de Santiaguito y Ticomán y los llanos salinos de la margen del Lago de Texcoco.

Las tierras de riego, se han calculado á razón de \$0.12 metro cuadrado, así como también en las labores de Santa Cruz, por los perjuicios que sufre el dueño al dividirle su propiedad en dos partes.

Las tierras de temporal á \$0.08

Los potreros comprendidos en los distintos lugares mencionados hasta el camino de Apam, á \$0.05 metro cuadrado.

Y desde la Calzada de Apam hasta el Gran Canal, á \$0.03

b) - Las indemnizaciones comprenden la destrucción de casas, los magueyes y demás plantas que deben derri

PRESUPUESTO DE COSTO.

---

En el Presupuesto hay que comprender las partidas generales siguientes:

- a) - Expropiaciones
- b) - Indemnizaciones
- c) - Terracerías
- d) - Obras de Arte
- e) - Gastos generales.

a) - Para los nuevos cauces es necesario expropiar tierras de riego en la Hacienda de la Escalera y en Ticomán; tierras de labor y de temporal en Ticomán, - en Santa Cruz y en San Juanico (San Juan Ixhuatepec) potreros improductivos en las lagunas de Santiaguito y Ticomán y los llanos salinos de la margen del Lago de Texcoco.

Las tierras de riego, se han calculado á razón de \$0.12 metro cuadrado, así como también en las labores de Santa Cruz, por los perjuicios que sufre el dueño al dividirle su propiedad en dos partes.

Las tierras de temporal á \$0.08

Los potreros comprendidos en los distintos lugares mencionados hasta el camino de Apam, á \$0.05 metro cuadrado.

Y desde la Calzada de Apam hasta el Gran Canal, á \$0.03

b) - Las indemnizaciones comprenden la destrucción de casas, los magueyes y demás plantas que deben derri

barse, trasplantarse ó destruirse.

c) - El precio medio efectivo actual por metro cúbico de excavación en tierra, es de \$ 0.15 y de tepetate - \$ 0.40, pero previendo una alza en los precios, por la excases de brazos, se ha calculado como sigue:

Excavación en tierra y acarreo hasta 25 metros de distancia, \$ 0.18 m<sup>3</sup>; Excavación en tierra en el puerto de San Juanico á \$ 0.25 m<sup>3</sup>; excavación en tepetate en el puerto citado, á \$ 0.50 m<sup>3</sup>, incluyendo el acarreo hasta una distancia que puede variar desde 20 - hasta 100 metros.

d) - Obras de Arte - Aún no se ha hecho el proyecto y presupuesto detallado de cada obra. se ha calculado - el costo para el presupuesto general, solo con cierta aproximación, tomando como guía otras obras análogas practicadas por la Comisión.

e) - Gastos generales - Comprenden costo de herramientas, sueldos de Sobrestantes etc.

A continuación pongo los presupuestos para cada uno de los ríos ó sean: el río de los Remedios, el de Tlalnepantla.y los dos desde su punto de unión.

#### DESVIACIÓN DEL RIO DE LOS REMEDIOS.

##### Expropiaciones:

27000 metros cuadrados á \$0.12	3240.00	
92500 " " " " 0.08	7400.00	10640.00

##### Indemnizaciones:

Por magueyes y plantas que deben derribarse ó trasplantarse	1000.00	1000.00
---	---------	---------

##### Terracerías

117000 metros cúbicos á \$0.18	<u>21060.00</u>	<u>21060.00</u>
--------------------------------	-----------------	-----------------

A la vuelta		32700.00
-------------	--	----------

De la vuelta . . . . .32700.00.

Obras de Arte:

Costo de cuatro compuertas á		
\$ 400.0 cada una	1600.00	
de un puente con rampa de -		
acceso	3500.00	
de un sifón debajo del nuevo		
cauce	<u>600.00</u>	<u>5700.00</u>
Suma-----		38400.00

Desviación del río de Tlalnepantla.

Expropiaciones:

58000 metros cuadrados á \$0.20	11600.00	
40000 " " " 0.05	2000.00	13600.00

Indemnizaciones:

Por trasplante ó destrucción		
de magueyes y otras plantas	600.00	600.00

Terracerías:

144000 metros cúbicos á \$0.18	25920.00	25920.00
--------------------------------	----------	----------

Obras de Arte:

Puente carretero en Santiaguito	3000.00	
Presa y compuerta en la Hacien-		
da de la Escalera	<u>1500.00</u>	<u>4500.00</u>
Suma-----		44620.00

Cauce común á los dos ríos.

Expropiaciones:

En terrenos de la Hacienda de		
la Escalera.		
3000 metros cuadrados á \$0.05	150.00	
En Ticomán.		
43500 metros <sup>(2)</sup> á	<u>4300.00</u>	
A la vuelta		4450.00

De la vuelta	4450.00.	
60700 metros cuadrados á		
\$ 0.05	3035.00	
24000 metros cuadrados á		
\$ 0.08	1920.00	
En Santa Cruz;		
76500 metros cuadrados á		
\$ 0.08	9180.00	
En San Juanico		
93500 metros cuadrados á		
\$ 0.08	7480.00	
En la margen O, del Lago de Texcoco.		
73000 metros cuadrados á		
\$ 0.05	3650.00	
77000 metros cuadrados á		
\$ 0.03	2310.00	32025.00
Indemnizaciones;		
Por plantas y magueyes que se destruyan ó trasplanten	5000.00	
Por casas que se derriben	5500.00	10500.00
Terracerías		
Construcción de bordos en terrenos de Ticomán 96000 m <sup>3</sup>	17280.00	
Excavación en tierra en el Puerto de San Juanico 192300m <sup>3</sup>		
á \$0.25	48075.00	
Excavación en tepetate en el mismo Puerto 159300m <sup>3</sup> á \$0.50	79650.00	
Entre el pueblo de San Juanico y el Gran Canal 186000 m <sup>3</sup>		
á \$0.18	33480.00	
A la vuelta	178485.00	42525.00

De la vuelta	.178485.00.	42525.00
Al Oriente del Gran Canal	4500.00	182985.00
Obras de arte.		
Puente en la Calzada de la Hacienda de la Escalera	3500.00	
Puente en Ticomán	3500.00	
Puente en el camino que conduce de Guadalupe á Tlalnepantla	4000.00	
Puente para el servicio del Rancho de Santa Cruz	6000.00	
Puente en San Juanico	3500.00	
Puente para la Hacienda del Risco y la Compañía de Necaxa	3500.00	
Puente para el Ferrocarril Hidalgo	7000.00	
Puente para el Ferrocarril Mexicano	8500.00	
Puente para el camino de Apam	4000.00	
Puente para el Servicio del Gran Canal	2000.00	
Puente-Canal sobre el Gran Canal del Desague	50000.00	
Sifón para el acueducto de Guadalupe	1500.00	
Compuerta para la confluencia del río de San Javier y arroyo del Arbolito	2000.00	
A la vuelta	99000.00	225510.00

De la vuelta . 99000.00.225510.00

Compuerta para los desagues de los pueblos de Ticomán y San Juanico	800.00	
8 entradas para los desagues del pueblo de San Juanico	1200.00	
30 Mohoneras	300.00	101300.00
Gastos generales		
Un sobrestante mayor á \$3.00 diarios	2160.00	
Un sobrestante auxiliar á \$2.00 diarios	1440.00	
Tres empleados para servicios diversos á \$1.00 diario	2160.00	
Importe de herramientas	3500.00	
Utiles diversos, carpas carros etc.	2500.00	
Materiales diversos	1000.00	
Transportes	1000.00	<u>13760.00</u>
S u m a	\$	340570.00

R e s u m e n .

Desviación del río de los Remedios	\$	38400.00
Desviación del río de Tlalnepantla		44620.00
Cauce común á los dos ríos		<u>340570.00</u>
	\$	423590.00
10% de la cantidad anterior	\$	<u>42359.00</u>
Suma total	\$	465949.00

*México Julio de 1907*

*Instituto de la Parra*