

y de lo insuficiente del vaso y dique de Zumpango, habria necesidad de aumentar la seccion del canal de Santo Tomás para que pudiera recibir aun las crecientes del rio y limpiar el canal de Vertideros para llevar por él las aguas al tajo. Deberémos ademas tener presente para éste las alturas de caída con que contemos; éstas serán las siguientes, desde quinientos metros ántes del puente de Huehuetoca:

TRAMOS.	Distancias.	Diferencia de nivel.	Altura de caída.
Del punto de partida á Santa Brígida . . .	3.000 <sup>m</sup>	3 <sup>m</sup> ,20	0,45
De Santa Brígida á Caído de Solís. . . . .	3.200 <sup>m</sup>	6 <sup>m</sup> ,70	0,83
De Caído de Solís á Bóveda Hermosa. . .	2.000 <sup>m</sup>	9 <sup>m</sup> ,47	1,89

Estas alturas de caída han sido determinadas suponiendo las lumbreras á 400 metros de distancia, y son mayores que las verdaderas, pues no se ha supuesto ninguna diferencia de nivel para que escurran las aguas. Como se ve, de muy poca fuerza motriz se podria disponer, y no compensarian las obras que exige para obtenerse.

Queda aun existente la circunstancia de tener en las lumbreras por Huehuetoca menor profundidad que por Tequisquiac, pero como se verá en el cuadro comparativo de las líneas, la hondura que falta que vencer por el segundo punto, es menor que por el primero.

TUNEL DEL TÁMESIS.

Recordarémos las dificultades que se tuvieron en Inglaterra al abrir el túnel que pasa 13<sup>m</sup>50 abajo del rio Támesis, teniendo una capa protectriz de arcilla: tres veces se vieron inundados por las infiltraciones del rio y obligados á suspender sus trabajos de túnel, emprendiendo otros nuevos y muy costosos en el fondo del rio para evitar el paso de las aguas. No por eso creo que tengamos aquí tan fuertes filtraciones; pero siendo menores, nos pueden originar males semejantes, por la falta de algunos elementos y por el sistema de escavacion que deberemos seguir.

INCLINACIONES DE LA FORMACION.

Las inclinaciones que hemos dado al tajo y túnel, son las especificadas en la tabla siguiente:

POR NOCHISTONGO.			Ancho del fondo.	VELOCIDADES.							
Tramos.	Longitud.	Pendiente.		Superficie.	Mé dia.	Fondo.					
Tajo. . .	1 <sup>o</sup> . . . . .	5,000 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> .0001	13 <sup>m</sup> .5	0 <sup>m</sup> .93	0 <sup>m</sup> .75	0 <sup>m</sup> .56				
	2 <sup>o</sup> . . . . .	35,140	0,00022					6,0	1,45	1,16	0,87
	3 <sup>o</sup> . . . . .	800	0,00055					5,9	2,02	1,62	1,21
Túnel. .	4 <sup>o</sup> . . . . .	10,700	0,00100	Sec. 20 <sup>m.c.</sup>	2,08	1,67	1,25				

Con estas inclinaciones y suponiendo los taludes á 45 grados en el tajo, tendremos un gasto sensiblemente constante de 33 m. c. 56.

POR TEQUISQUIAC.			Ancho del fondo.	VELOCIDADES.							
Tramos.	Longitud.	Pendiente.		Superficie.	Mé dia.	Fondo.					
Tajo. . .	1 <sup>o</sup> . . . . .	5,000 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> .00010	13 <sup>m</sup> .5	0 <sup>m</sup> .93	0 <sup>m</sup> .75	0 <sup>m</sup> .56				
	2 <sup>o</sup> . . . . .	33,800	0,00022					6,0	1,45	1,16	0,87
	3 <sup>o</sup> . . . . .	500	0,00055					5,9	2,02	1,62	1,21
Túnel. .	4 <sup>o</sup> . . . . .	9,510	0,00100	Sec. 20	2,08	1,67	1,25				

Estos elementos dan el mismo gasto que la tabla anterior.

Con estas velocidades tendremos que serán arrastrados el légamo y las arenas; tengo la creencia de que la mayor parte de cascajo lo será tambien, puesto que será no de cuarzo ú otra roca de la misma densidad, sino de toba, cuyo peso específico es ménos de dos, y que provendrá de los laterales: el muy poco cascajo de rocas de mayor densidad será el que quede allí, para extraerse con la draga muy de tarde en tarde; debemos considerar que estas velocidades deben alterarse, pues experiencias hechas por el ingeniero geógrafo Diaz Covarrubias en los canales de San Lázaro y otros, prueban que debe afectarse la fórmula de un coeficiente que disminuya el resultado, para que este sea el verdadero.

La modificacion que sufran las pendientes por las experiencias que son convenientes hacer desde luego, no alterarán ni el régimen ni el gasto, pues aun estaremos en aptitud de hacer las ligeras alteraciones en el desarrollo progresivo de la obra; cito algunos ejemplos que harán ver la necesidad de hacer las pendientes de las obras un poco mayores: en el rio de Cuautitlán, entre el desfogue de Santo Tomás y el Puente Grande de Huehuetoca, hay una inclinacion de poco más de un milésimo, que segun la velocidad que debia producir con la corriente, deberia arrastrar los conglomerados ó puding, y aun existe allí un gran azolve de arenas gruesas; tenemos en cuenta en esta consideracion la falta de régimen en el rio.

Los canales de San Lázaro y la Viga, en que la inclinacion del fondo es de 1 á 2 diezmilésimos, están en un estado lamentable por el mucho azolve que contienen.

En una obra de la importancia de la que consideramos, se deben apoyar los cálculos en datos seguros y prácticos, perfectamente conocidos, para no lamentar despues los errores que resultarian al proceder con ligereza.

LINEA DEFINITIVA DE NOCHISTONGO.

Teniendo presentes todas las circunstancias de que he hecho mencion, hemos marcado en el plano de Nochistongo con una doble linea parda, el

trazo del eje de las obras. Tiene en la parte de túnel una curva de 1,000 metros de radio cerca del Presidio, y otra del mismo radio cerca de Bóveda-Hermosa; con estos radios disminuiríamos considerablemente la resistencia que oponen las inflexiones á las corrientes de las aguas y al deterioro del revestimiento del túnel.

En la parte de Tajo no pasa la línea por el canal de Vertideros, por disminuirse así su longitud; al trazarse definitivamente las nivelaciones que se hicieran allí, resolverían si era más económico el aumento de un metro en la longitud ó en la altura para elegir la mejor posición de la línea. La que comparamos en seguida es la que acabo de describir.

Comparacion de las tres líneas estudiadas para el desagüe del Valle de México, y eleccion de la que debe adoptarse.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Al frente se ve un cuadro comparativo de las tres líneas estudiadas; en él se manifiestan las longitudes de las principales líneas, los espesores medios de excavaciones, los volúmenes de éstas y los principales costos de las diferentes partes de la obra; la suma de estos últimos indica costos totales aproximados. En la seccion de lumbreras se ha hecho primero la comparación considerando las profundidades totales de las de Zumpango y despues haciendo abstraccion de lo adelantado por allí; al fin aparece una partida de \$200,000 por el aumento de costo de la obra debido á la mayor altura média total de las lumbreras en Zumpango; esta altura es de 16 metros y nunca llegaria á aumentar el costo de la obra en la cantidad que hemos fijado; pero la suponemos exagerada para manifestar mejor la economía por Zumpango.

Comparacion de las tres líneas estudiadas para el desagüe del Valle de México.

	CHALCO.		HUEHUETOCA.		ZUMPANGO.		DIFERENCIAS EN FAVOR.	
	Cantidades.	COSTOS.	CANTIDADES.	COSTOS.	CANTIDADES.	COSTOS.	DE HUEHUETOCA.	DE ZUMPANGO.
Longitud total . . . . .	55,600 <sup>m</sup>		51,840 <sup>m</sup>		50,090 <sup>m</sup>			
Tajo anterior al Túnel.								
Longitud . . . . .	30,400		42,180 <sup>m</sup>		39,300 <sup>m</sup>			
Espesores medios de excavación . . . . .			1 <sup>m</sup> 35-10 <sup>m</sup> 12-20 <sup>m</sup> 5		1 <sup>m</sup> 35-10 <sup>m</sup> 12-19,9 <sup>m</sup>			
Volúmen de las excavaciones . . . . .			7,201,253 <sup>m</sup> <sup>3</sup>	\$ 3,600,626	5,690,687 <sup>m</sup> <sup>3</sup>	\$ 2,845,343		\$ 755,283
Túnel.								
Longitud . . . . .	25,200		9,450 <sup>m</sup>		9,510 <sup>m</sup>			
Volúmen de tierras que remover . . . . .			336,420 <sup>m</sup> <sup>3</sup>	3,969,000	338,556 <sup>m</sup> <sup>3</sup>	3,994,200	\$ 25,200	
Lumbreras.								
Número . . . . .			23		23			
Suma de profundidades . . . . .			883 <sup>m</sup> <sup>2</sup>		1,260 <sup>m</sup> <sup>2</sup>			
Profundidad média . . . . .			38.4		54 <sup>m</sup> <sup>2</sup>			
Volúmen de tierras que remover . . . . .			5,299 <sup>m</sup> <sup>3</sup> <sup>2</sup>		7,561 <sup>m</sup> <sup>3</sup> <sup>2</sup>			
Comparacion con lo que falta por Zumpango.								
Suma de profundidades . . . . .			883 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	52,992	565 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	33,918		19,074
Profundidad média . . . . .			38.4		24.6			
Aumento por las extracciones á mayor altura (16 <sup>ms</sup> ) en Zumpango. . . . .				15,400			200,000	20,600
Tajo de desemboque . . . . .			39,800 <sup>m</sup> <sup>3</sup>		72,000 <sup>m</sup> <sup>3</sup>			
Sumas. . . . .				\$ 7,638,018		\$ 7,109,461	\$ 245,800	\$ 774,357
Diferencia á favor de Zumpango . . . . .								\$ 528,557

No hemos hecho los cálculos de terracería en la línea del Sur, porque su longitud y enorme altura la hacen desechar desde luego.

No se ha tomado en consideración por Zumpango el valor de las galerías y casas destruidas, de los caminos abiertos y del material existente, por suponer esto agregado al aumento que se ha hecho al costo proveniente de la mayor altura que allí se tiene en las lumbreras; en ninguno de los dos proyectos se ha tenido en cuenta el costo de los diversos puentes necesarios para conservar la comunicación, por exigirse los mismos en ambos; por aumentar muy poco el costo total y por no haberse fijado definitivamente los puntos en que hayan de construirse.

En la comparación de las líneas no hemos olvidado que por Nochistongo tendremos una ó dos inflexiones en el túnel, mientras que por Zumpango no tenemos ninguna; que por este último punto se regaría el Mezquital más ventajosamente que por Nochistongo, adquiriendo las aguas mayor valor.

El tiempo de la ejecución de la obra será casi igual en ambos; un poco mayor por Nochistongo, á consecuencia de la mayor cantidad de agua que se infiltrará en las excavaciones, originando tal vez paralizaciones en los trabajos.

En la comparación de las líneas, hemos supuesto idénticos los costos y detalles de la obra, y cualquiera variación que se hiciera en éstos, la diferencia sería siempre proporcional á las variaciones y á nuestro resultado.

#### ELECCION DE LA OBRA.

Teniendo presente todo lo expuesto, esta sección opina que la obra comenzada por Zumpango debe continuarse, por ser la menos costosa, mas violenta y segura en su ejecución, y de mayor utilidad fuera del Valle.

Como podrá vd. juzgar, en este informe nada mas me he limitado á hacer las consideraciones generales para la comparación de las líneas estudiadas, sin entrar en los detalles de ejecución.

Finalmente, debo manifestar á vd. que en todos los trabajos de que he tratado en este informe, los CC. ingenieros Aurelio Almazan y José Iglesias, han trabajado fructuosa y asiduamente.

Con lo expuesto creo haber dado cumplimiento al encargo que se sirvió vd. conferirme.

Independencia y Libertad. México, Marzo 10 de 1868.—Firmado. *Jesus P. Manzano*, Ingeniero, gefe de la sección.

## Documento número 4.

### Estudio comparativo del Túnel por las barrancas de Acatlan y Ametlác.

Un sello que dice: «Dirección General.—Desagüe del Valle de México.—Al margen: «Presenta al Ministro el estudio comparativo de túnel por las barrancas de Acatlán y de Ametlác.—Adjunto con el presente oficio, tengo el honor de presentar á Ud. C. Ministro, un plano que representa el corte del terreno que separa el Valle de México de la Barranca de Tequisquiac, con los trazos comparativos del túnel para el desagüe por la barranca de Acatlán, así como el trazo del túnel según el proyecto del que suscribe, aprobado repetidas veces por las juntas facultativas nombradas para examinarlo y al cual fué acordado el premio de \$ 12,000 en cumplimiento de la convocatoria de 1856.—El reconocimiento verificado últimamente sobre el terreno, por acuerdo verbal de Ud., pone de manifiesto C. Ministro, lo que durante más de veinte años he sostenido, á saber: que el desagüe del Valle debería verificarse de toda preferencia por la barranca de Ametlác y no por la de Acatlán, hacia la cual, por un lamentable error, debido á la falta de conocimiento del terreno, se han dirigido los trabajos iniciados. El poco estudio y detenimiento que hubo desde un principio en este negocio, se palpa si se sigue la marcha de la obra desde el día en que se hizo el primer trazo en tiempo del imperio de Maximiliano. Entonces, olvidando los estudios anteriores, se trazaron líneas al acaso, cambiándose y modificándose sin cesar durante diez años, sin llegar por eso á corregir el error inicial, que consistía en el rumbo dado á la línea. En un principio el canal de Desagüe proyectado era simplemente un canal de desfogue del lago de Texcoco que se conservaba. Durante algunos días se creyó dar salida á las aguas, por el Norte, sin necesidad de abrir ningún túnel, y al poco tiempo, renunciando á esa esperanza, se proyectaba una galería subterránea de muchos kilómetros de longitud. Esta se acortó sucesivamente modificando el tajo de salida, y que por una idea de economía mal entendida, se estableció en el mismo cauce de la barranca de Acatlán, que progresivamente se fué ahondando hasta llegar á la enorme profundidad de 27 metros; pero conservándole todas sus vueltas y recodos. Más tarde fué preciso abrir otro tajo paralelo al primero, que se llamó canal de desviación, cuyo objeto era alejar del tajo principal las aguas de la barranca, cuyo cauce se había creído ventajoso aprovechar. Hoy los dos tajos tienden á reunirse y confundirse minados por las filtraciones. Modificado el trazo del túnel hace dos años se presentó el pro-