

México. Hoy para dar riegos y refrescar las aguas estancadas, he aumentado el portillo de Más Arriba hasta 12 metros de ancho, introduciendo en el lago más de 15 metros de agua por segundo, siendo apenas perceptible el alza consiguiente del nivel en el vaso inferior. Del mismo modo que se ha hecho esta introducción de agua en el lago, se puede acortar cuando se crea conveniente, sin que para ello se necesite hacer socavones, ni gastar años de trabajo; pero siguiendo así, quedará siempre por resolver el gran problema del Desagüe. No terminaría, C. Ministro, si siguiese haciendo valer todas las razones que aconsejan no se modifique el proyecto primitivamente aprobado para el desagüe del Valle, del cual se apartaron desde un principio, por un descuido é ignorancia del terreno incalificable. Por tal motivo, me atrevo, respetuosa pero encarecidamente, á suplicar á Ud. se sirva recavar del C. Presidente, modifique su acuerdo fecha 14 de Agosto último, dejándole al túnel de desagüe su sección primitiva y fijando la línea de Ametlác para la continuación de las obras, en lo cual se realizará una inmensa economía, construyéndose á la vez un hermoso y útil Canal de Navegación por el Norte del Valle, lo que no se realizará con ninguno de los proyectos ó estudios presentados para la línea de Acatlan. Al invocar su poderoso apoyo, C. Ministro, cerca del C. Presidente, lo hago con la convicción que me da el estudio detenido que he hecho del asunto de que trato, durante toda mi vida. Esa convicción me hace temer, que hoy, lo mismo que en tiempos de Enrico Martinez, después de más de dos siglos y medio de desgracias y sacrificios sin cuento, se tuerza el sesgo de este negocio y se aplase indefinidamente el remedio de los males que están acabando con México. Quiera Dios que este remedio, no llegue demasiado tarde.—Libertad en la Constitución. México, Noviembre 30 de 1877.—*F. de Garay*.—Rúbrica.—Confrontada.—Firmado.—*Antonio Gaviño*.

### Documento número 5.

#### Informe sobre modificaciones de la sección del túnel de Tequisquiac y de su pendiente.

Con fecha 14 de Agosto de 1877, la Secretaría de Fomento, que es hoy al digno cargo de Ud., tuvo á bien acordar la forma y dimensiones de la sección del túnel de Tequisquiac. Según este acuerdo, el corte transversal de la galería, tendrá una área libre total de 6, <sup>ms. cuads.</sup> 44, y afectando la figura de una herradura compuesta de un semicírculo en la parte superior, de un trapecio

en la del centro y de un segmento en la inferior, con el área y dimensiones siguientes:

Superficie de un semicírculo de 2, <sup>m.</sup> 40 de diámetro . . .	2, <sup>ms. cuads.</sup> 26
Superficie de un trapecio cuyo lado mayor é igual al del diámetro del semicírculo sea de 2 <sup>m.</sup> ,40, el menor igual á la cuerda del segmento de 2 metros y la altura de 1 <sup>m.</sup> ,80 . . . . .	3, ,, 96
Superficie de un segmento de círculo de 3, <sup>m.</sup> ,15 de radio y 2 metros de cuerda, teniendo su centro en la parte más alta del semicírculo . . . . .	0, ,, 22
Total superficie de la sección transversal . . . . .	6, <sup>ms. cuads.</sup> 44

Se subentiende que el área útil de esta sección para los efectos del desagüe, es la del trapecio y segmento inferior, que sumadas dan 4, <sup>ms. cuads.</sup> 18, y como área disponible para el paso de los cuerpos flotantes, la del semicírculo, 2, <sup>ms. cuads.</sup> 26.

La pendiente del túnel, según el citado acuerdo, deberá ser de  $\frac{9}{10000}$  y la construcción toda de ladrillo. Aplicando el cálculo con estos elementos para obtener el gasto del agua por medio de la fórmula de Bazin para el caso de paredes lisas, se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad} &= 1, <sup>m.</sup>797. \\ \text{Gasto} &= 7, <sup>ms. cúb.</sup> 511. \end{aligned}$$

Pudiera ser de temerse que las paredes de ladrillo cedieran á la acción del agua con la velocidad de 1, <sup>m.</sup>797 aunque esta sea la velocidad média mayor que la que tendría lugar sobre las paredes, y que entónces fuese conveniente construir de mampostería comun las del trapecio y segmento inferior.

En este caso, que es el de las paredes poco lisas, la fórmula de Bazin daría:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad média} &= 1, <sup>m.</sup>446. \\ \text{Gasto de agua} &= 6, <sup>ms. cúb.</sup> 044. \end{aligned}$$

El volúmen de la mampostería, según las dimensiones adoptadas en el repetido acuerdo, sería á su vez por metro lineal 5, <sup>ms. cúb.</sup> 53.

Ántes del 14 de Agosto, la sección aprobada para el túnel debería medir 20 metros cuadrados que á su vez debería dar salida á un volúmen de agua de 33, <sup>ms. cúb.</sup> 4.

Manzano, director de la obra, habia reducido á estas cantidades el área y gasto en el túnel, pues ántes que él, el ingeniero Miguel Iglesias, encargado de hacer los trazos primeros de la obra de Tequisquiac, habia propuesto un túnel que pudiera dar salida á un volúmen de agua de 41 metros cúbicos por segundo. El ingeniero Francisco de Garay, en su proyecto de desagüe,

ha propuesto tambien un túnel que dé salida á un volúmen de agua de 33 metros cúbicos.

He hecho mencion de todos estos antecedentes, porque habiendo sido el objeto del acuerdo de 14 de Agosto reducir las dimensiones del túnel, y en consecuencia su costo, á un grado tal que su ejecucion pudiera estar al alcance de la asignacion del desagüe, me ha parecido que fuera de los extremos que se han tocado en las dimensiones arriba citadas, se puede obtener una seccion que satisfaga á las necesidades del desagüe del Valle, con un costo que se aproxime bastante al que se proponia obtener esa Secretaría al adoptar el túnel cuya área libre es de 6, <sup>ms. cuads.</sup> 44.

Las modificaciones de que paso á ocuparme, y que me conducen al resultado que acabo de indicar, recaen sobre el gasto de agua, la pendiente del túnel, é introducen en el cálculo de las dimensiones del área de éste, la condicion de que el perímetro y la seccion sean un minimum.

En el número 11 de los *Anales de Humboldt*, de Mayo de 1871, aparece un artículo del ingeniero Anguiano, en el que llama la atencion sobre las diferencias que se notan en la estimacion que han hecho varios ingenieros de la cantidad de agua á que debe darse salida por el túnel de Tequisquiac, y concluye asentando, que la discordancia entre estos resultados prueba que la cuestion no está suficientemente esclarecida.

Efectivamente, el ingeniero Francisco de Garay, asienta que el máximo medio de agua en el tiempo de lluvias, á que debe darse salida por el túnel, es de 35 metros cúbicos por segundo.

El ingeniero Iglesias computa en 961756970 metros cúbicos la cantidad de agua á que debe dar paso el túnel por un año (41 metros cúbicos por segundo) para vaciar los lagos y expeler los procedentes de las lluvias. Calcula al efecto el agua depositada en los lagos, las que proceden de los derrames de la capital, las que provienen de los ojos de Chimalhuacan, Ozumbilla, Culhuacán, etc., y las de las lluvias, deduciendo de todo la pérdida probable debida á la evaporacion de los lagos.

Todos estos cálculos no han podido ser sino aproximados; pero lo que en mi concepto hay de exagerado, es el relativo á las lluvias. El Ingeniero Iglesias lo hace sirviéndose de la altura média udométrica anual 0<sup>m</sup>,62, observada en la Escuela de Minas; de la superficie del Valle, tomada de la obra del Baron de Humboldt, y suponiendo que pueden llegar á los lagos dos terceras partes de la lluvia caída en las tres cuartas partes de la superficie referida. Al efecto, deduce una tercera parte de la altura 0<sup>m</sup>,62, que supone ser la que se consume en infiltraciones y evaporaciones sobre el terreno, en llenar las presas que hay y riegos de los campos, y una cuarta parte de la superficie que se supone ser la desaguada directamente por el tajo de Nochistongo, y que por lo tanto en nada contribuye á la alimentacion de los lagos.

La hipótesis de que sea solamente una tercera parte de la lluvia la que

se pierde por las causas enumeradas, es inadmisibile, pues indudablemente se pierde una cantidad mucho mayor.

En la obra de Paramelle sobre Manantiales, se refieren diversas experiencias hechas con objeto de determinar la relacion que existe entre la cantidad de agua producida por las lluvias y la que se escurre por los rios.

Segun este autor, los resultados de esas experiencias, aunque poco concordantes, establecen, sin embargo, este hecho capital: que los meteoros acuosos derraman sobre cada cuenca, mucha más agua de la que se escurre por los cursos de agua que contiene. Así, el resultado medio de las observaciones más recientes debidas á Gasparin, Minard, Baumgarten y Dausse, manifiestan que la cantidad de agua que escurre en los rios, es próximamente la cuarta parte de la de las lluvias en las cuencas observadas.

Pero la falta de concordancia á que alude el autor citado, sólo existe en las porciones de agua que se escurren por los rios, consideradas como fracciones de la cantidad total de lluvia, variable necesariamente en diversas regiones; lo contrario sucede respecto de la parte de las aguas absorbidas por el terreno y evaporados, comparando sus valores absolutos en diversas cuencas.

He tomado de la obra de Mr. F. de Vallés (*Estudios sobre las inundaciones*) la siguiente tabla, que pone de manifiesto lo asentado:

DESIGNACION DE LAS CUENCAS.	ALTURAS DE LAS CAPAS DE AGUA REPRESENTANDO		
	La lluvia anual.	Escurrimientos por los rios.	La absorción por las tierras.
	m	m	m
Seine . . . . .	0,612	0,177	0,435
Garonne . . . . .	0,773	0,401	0,472
Saône . . . . .	0,850	0,438	0,416
Rhône . . . . .	0,922	0,580	0,342
Pó . . . . .	1,220	0,781	0,439

Este último autor hace notar que mientras que los números de la primera columna difieren mucho unos de otros, hasta variar del simple al doble, y los de la segunda se diferencian más aún, los de la tercera al contrario, conservan un valor sensiblemente uniforme, pues la mayor diferencia de unos á otros no llega á un decímetro.

El medio de los seis resultados consignados en la tabla, como medida de la absorción por los terrenos, es de 4 decímetros.

Faltan observaciones en el Valle para determinar la altura de agua que representa la absorcion de sus terrenos, ó lo que es lo mismo, la parte de las aguas de lluvias que deja de figurar en el escurrimiento por los rios; pero si se atiende á la naturaleza de dichos terrenos, á su formacion reciente, circunstancia que los coloca en la clase de los de mayor facultad absorbente, no habrá dificultad en admitir que esa altura es aún mayor de 0<sup>m</sup>,4. Suponiéndola, sin embargo, de 0<sup>m</sup>,4, ella representará próximamente las dos terce-

ras partes de la altura udométrica 0,<sup>m</sup>62, y no una tercera solamente, como lo supone el ingeniero Iglesias; circunstancia que no ha podido ménos que conducirlo á un resultado excesivo.

En la estimacion del volúmen de agua del lago de Texcoco, el mismo ingeniero admite como profundidad média del lago 1<sup>m</sup>,80, lo que sólo pudo tener lugar en las circunstancias muy excepcionales que guardaba el lago en 1866, en que su nivel diferia poco del piso de la capital. En las circunstancias normales, la profundidad máxima del lago varía de 0<sup>m</sup>,70 á 1<sup>m</sup>,40 en el curso de un año; la profundidad média tiene que estar contenida en estos dos límites.

Todas estas consideraciones demuestran lo exagerado del cálculo del ingeniero Iglesias.

Los ingenieros F. de Garay y Jesus Manzano admiten cantidades menores, pero que, sin embargo, difieren poco de la del ingeniero Iglesias, por lo que en mi concepto adolecen de excesivas las consideraciones que los hayan guiado en sus cálculos; éstos los han conducido á proyectar obras enormes relativamente á las circunstancias normales del Valle, y de aquí que el presupuesto del ingeniero Manzano para la obra de Tequisquiac haya excedido á la suma de siete millones de pesos, suma que por su magnitud haya podido ser un obtáculo para la prosecucion de los trabajos.

Guiado por otro órden de consideraciones, he creído poder demostrar que, adoptando un gasto de agua para el túnel de 15 mets. cúbs. por segundo, se puede obtener aun la desecacion de los lagos. Esto disminuye desde luego la magnitud de las obras; pero introduciendo tambien otras variaciones en las condiciones hidráulicas del proyecto, de las cuales una al ménos ha sido desatendida hasta hoy, el presupuesto puede reducirse á una cantidad que difiere poco de tres millones de pesos.

Las consideraciones de donde deduzco el gasto de 15 mets. cúbs., descansan en observaciones más bien que en hipótesis, por lo que no dudo puedan ser admitidas.

Desde luego puedo asentar, que si pudiera aislarse el lago de Texcoco, desviando el agua de diversas procedencias que lo alimentan, se secaría por sí solo en pocos meses, debido á la evaporación. Se observó, por otra parte, á consecuencia de la escasez excepcional de lluvias ocurrida en 1877, que si de la alimentacion total del lago se excluye la parte que depende de las lluvias, quedando aquella limitada á las aguas procedentes de los manantiales, pozos artesianos y derrames de la capital, el lago no se mantendría ya, si no es reduciendo su extension enormemente. Este resultado es de tenerse en consideracion, en cuanto á que hay opiniones respetables que preven un peligro para la salubridad en la completa desecacion de los lagos.

Lo anterior facilita extraordinariamente la determinacion del gasto, puesto que permite hacer completa abstraccion del volúmen de agua conte-

nido en los lagos, quedando exclusivamente dependiente del que puedan introducir las lluvias anualmente en ellos.

Para computar el agua que introducen las lluvias en Texcoco, más bien que ocurrir á la altura udométrica y á deducciones hipotéticas sobre pérdidas debidas á la absorcion de los terrenos, he consultado los datos, por fortuna ya bastante numerosos, de las variaciones de nivel del lago de Texcoco en los períodos de lluvia, ó sea la elevacion que sufre del principio al fin de cada período de ellas.

Los pongo á continuacion con sus fechas respectivas:

1857	De Julio 31 á Octubre 31, la altura del lago de Texcoco tuvo un incremento de . . . . .	0 <sup>m</sup> ,300
1858	De Mayo 31 á Noviembre 30, la altura del mismo lago fué de . . .	0,330
1859	„ Mayo 31 á Setiembre 30, „ „ „ „ . . .	0,369
1860	„ Agosto 31 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,088
1861	„ Mayo 31 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,244
1862	„ Mayo 31 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,470
1863	„ Mayo 31 á Noviembre 30, „ „ „ „ . . .	0,314
1864	„ Mayo 31 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,694
1865	„ Marzo 31 á Diciembre 31, „ „ „ „ . . .	1,782
1874	„ Mayo 31 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,380
1875	„ Junio 30 á Octubre 31, „ „ „ „ . . .	0,480
1876	„ Junio 30 á Diciembre 31, „ „ „ „ . . .	0,715
1877	„ Julio 31 á Noviembre 30, „ „ „ „ . . .	0,035
1878	„ Julio 31 á Noviembre 30, „ „ „ „ . . .	0,735
1879	„ Julio 31 á Agosto 31, „ „ „ „ . . .	0,230

Examinando las cantidades que representan el crecimiento del lago de Texcoco, he creído que pueden excluirse, por ser completamente anormales, las correspondientes á los años de 1860, 1865 y 1877; quedaria entónces el crecimiento normal del nivel del agua comprendido entre los límites de 0<sup>m</sup>,244 y 0<sup>m</sup>,735, y el crecimiento normal medio por 0<sup>m</sup>,44. Si fuera de adoptarse este medio, multiplicándolo por la superficie del lago que es 272170803 mets. cuads., según resulta de un trabajo reciente que merece toda confianza, se obtendrá el volúmen medio de agua introducida anualmente en el lago por las lluvias. Este sería de 119210811 mets. cúbs., al cual habria que darle salida por el túnel.

Pero me ha parecido que las necesidades del desagüe quedarán mejor satisfechas prescindiendo de la altura média del crecimiento y adoptando la de 0<sup>m</sup>,7, límite superior de él, en cuyo caso el volúmen sería de 190519562 mets. cúbs.

Si suponemos, por otra parte, que por medio del túnel de Tequisquiac se pueden extraer 15 mets. cúbs. de agua por segundo, la cantidad de agua extraida en los 30 días de un mes sería de 38880000 mets. cúbs., y esta cantidad determinaria una baja en el nivel del lago de 0<sup>m</sup>,142. En consecuencia, si