

vocada, en apoyo de lo cual tenia el testimonio de varios y bien acreditados ingenieros nacionales y extranjeros que habian visitado las obras, unos en calidad de contratistas y otros como turistas simplemente, la Junta, repetimos, quiso tener, de acuerdo con el Supremo Gobierno, la opinion de algun perito de conocida reputacion en Europa, donde se han ejecutado obras del carácter de la que se trata y que hubiese tomado parte en alguna de ellas. Al efecto, contrató, con intervencion de nuestro Ministro en Bélgica, los servicios del señor ingeniero Leon Derote, que en Bruselas es Director de puentes y calzadas, y habia dirigido alguna obra análoga á la nuestra, y muy especialmente en lo tocante á las atarjeas de aquella Capital. El Sr. Derote vino á ésta, visitó nuestros trabajos, y produjo, al cabo de su permanencia en México, el informe que adjuntamos bajo el número 8. Dividiólo en cuatro partes, de las que la primera se refiere al estudio histórico del desagüe, desde que su necesidad se impuso á la Capital; la segunda contiene la propuesta de una reforma en la seccion del túnel y materiales de su revestimiento; y las tercera y cuarta, detalles de menos cuantía é indicaciones generales sobre el desagüe de la ciudad.

La modificacion aludida entrañaba cuestiones de grande interes para el porvenir de la obra del túnel de Tequixquiác; oportunamente la sometimos á la consideracion de esa Secretaría, la que implícitamente indicó á esta Junta la conveniencia de hacerla estudiar con detenimiento ántes de tomar una determinacion. Nuestro ingeniero, Sr. Espinosa, se ocupó desde luego de ese estudio, y con fecha 3 de Junio último (documento número 9), impugnó muy seriamente aquella modificacion. Por último, suplicó esta Junta á los tres referidos ingenieros Gargollo, Fernández y Gayol, que prestándole el concurso de su reconocida ilustracion, examinasen el pró y el contra de aquella propuesta, y emitiesen la opinion que debiese fijar de una vez la resolucion de la Junta. El fallo razonado de dichos señores (documento número 10) fué favorable á la seccion adoptada por esa Secretaría en 1879.

Para concluir, debemos manifestar á esa propia Secretaría, que, tratada, segun tiene ya conocimiento, la ejecucion del túnel de Tequixquiác, esta Junta ha comunicado á la Compañía contratista, que la obra deberá proseguirse con estricta sujecion á la forma referida y con los mismos materiales empleados hasta aquí.

El 20 del actual, el Sr. Espinosa ha remitido á esta Junta una adiccion á su informe de 3 de Junio citado ya (documento número 11); ella viene á indicar la distribucion de la pendiente total del trazo de la línea del desagüe en los diversos tramos en que se divide, y á precisar la diferencia que existe entre el repetido trazo en ejecucion por Acatlan, y el del proyecto del Sr. Garay, conocido por de Ametlac, para llenar algun vacio que á este y otros respectos ha dejado el informe del Sr. Derote.

Era deber de esta Junta participar á esa Secretaría todo lo ocurrido res-

pecto de tan importantes pormenores, y estábanse preparando las extensas traducciones y copias de los documentos adjuntos; pero las cuestiones suscitadas recientemente sobre estos particulares, nos han obligado á apresurar el envío de ellos, como tenemos la honra de verificarlo, para que esa superioridad haga de todo el uso que estime conveniente.—Protestamos á vd. las seguridades de nuestra consideracion.

México, Octubre 31 de 1888.—*Pedro Rincon*.—Al C. Secretario de Fomento.—Presente.

Secretaría de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 3<sup>a</sup>—Número 1757.—Se recibió en esta Secretaría la nota de vd., fecha 31 de Octubre próximo pasado, en la que, con el fin de facilitar á esta misma Secretaría los datos necesarios para la formacion de la Memoria relativa al proyecto que se sigue para verificar el Desagüe del Valle, se sirve extractar las constancias que existen en el archivo de esa honorable Junta, referentes á las disposiciones técnicas y modificaciones acordadas sobre dicho proyecto, á partir de la época en que la Junta fué constituida, adjuntando á la referida nota, copia de los documentos que en ella se mencionan.

Al decirlo á vd. en respuesta, le manifiesto, que en vista del interes que tiene para el público el asunto, ya se manda hacer la impresion de esos documentos, con la Memoria del ingeniero D. Luis Espinosa, del año de 1879, aun cuando ésta se ha publicado ya.

Libertad y Constitucion. México, Noviembre 9 de 1888.—P. o. d. S.—*M. Fernández*, Oficial Mayor.—Al Presidente de la Junta Directiva del Desagüe del Valle, Sr. Pedro Rincon.—Presente.

## Documento número 8.

**Extracto del Informe de Don Leon Derote, presentado el 28 de Marzo de 1888 á la Junta Directiva del Desagüe.**

### I.

PROYECTO QUE FUE APROBADO.—RESULTADOS QUE SE PUEDEN ESPERAR DE SU EJECUCION.

Resumamos los datos esenciales del proyecto, tal cual fué aprobado, despues de una serie de modificaciones sucesivas.

En su origen, en la garita de San Lázaro, cerca de la ciudad de México, el fondo del canal á cielo abierto que tiene que recibir todas las aguas

de la reunion de las atarjeas tendrá la cota de altura de 2<sup>m</sup>,20 sobre el plano de comparacion adoptado por la Comision del Valle de 1856.

Dicho canal tendrá 5<sup>m</sup>,00 de latitud en su fondo, con taludes á 45 grados en los primeros 20040 metros de longitud, despues de los cuales y en la longitud restante de 28091 metros la latitud será de 6<sup>m</sup>,50 en el fondo, conservando á 45 grados sus taludes. Sobre esta longitud total de 20040+28091 ó sean 48131 metros, la pendiente será uniforme y de 20 centímetros por kilómetro, ó sea una diferencia de nivel, de 9<sup>m</sup>,63 entre las dos extremidades del canal; así es que su fondo en lo inferior tendrá la cota de altura de 7<sup>m</sup>,43 bajo el plano de comparacion de la Comision del Valle. En este mismo punto el canal tendrá una caída de 0<sup>m</sup>,40, de modo que el radier del túnel en el origen de esta obra tendrá la cota de altura de 7<sup>m</sup>,83, bajo el mismo plano de comparacion.

El túnel tendrá la seccion indicada en las figuras 1 y 2, del cróquis número 2 que igualmente acompaño. Su pendiente será de un metro por kilómetro en los 9000 primeros metros de longitud, siguiendo con la de 1<sup>m</sup>,35 en los 520 restantes, sea por todo una diferencia de nivel de 9<sup>m</sup>,70 entre sus dos extremidades, lo que da para la inferior del radier de esta obra la cota de altura de 17<sup>m</sup>,53, bajo el plano de comparacion de la Comision del Valle.

Entre el fondo del canal á cielo abierto, en su origen, cerca de México y el radier del túnel en su desemboque en el barranco de Tequixquiac, la diferencia total de nivel será de 19<sup>m</sup>,73, sean cerca de 20<sup>m</sup>,00 para un trascurso total de 57651 metros.

La cota de altura del fondo del canal en su origen, cerca de México, de 2<sup>m</sup>,20 sobre el plano de comparacion de la Comision del Valle será de 8<sup>m</sup>,80 abajo del plano de comparacion M. de F., y como éste pasa á 2<sup>m</sup>,595 sobre el embaldosado de la banqueta que rodea el monumento de Enrico Martinez, situado en la plaza principal de la ciudad, la cota de altura del fondo del canal, en su origen cerca de México, será de 6<sup>m</sup>,205, abajo del embaldosado de la banqueta de que se acaba de hablar.

A mi juicio, en estas condiciones habrá medio de establecer posteriormente, bajo todas las calles de la ciudad de México, un sistema conveniente de atarjeas que ofrezcan pendientes suficientes para que la limpia de ellas pueda verificarse de una manera continua, mediante el recurso de descargas de agua tomada sea de los lagos del Sur ó bien de los manantiales, durante los períodos de sequía.

Para comparar entre sí el proyecto de 1856 y el actualmente aprobado, se debe tener en cuenta que el primero habria debido sufrir modificaciones análogas á las que se han introducido en el de 1879, con objeto de procurar la posibilidad de establecer un buen sistema de atarjeas bajo las calles de la capital.

Bajo el punto de vista del rápido y continuo desalojamiento de las aguas

que caen en el Valle, durante los períodos de lluvias, el proyecto de 1856 vale evidentemente mucho más que el que ahora se encuentra aprobado, puesto que el canal á cielo abierto y el túnel tienen una potencia de derrame doble; mas por el contrario, su costo hubiera sido mucho mayor. La cuestion se reduce, pues, á saber si la ventaja por la mayor cantidad de agua á que daba salida el proyecto Garay, hubiera compensado el inconveniente del mayor costo en la obra.

Este es un problema que no se puede sujetar á razonamientos estrictos, ni á cálculos exactos.

Sin embargo, si la cuestion estuviera en sus principios creeria yo era de mi deber el tratar de resolverla; pero en el estado actual de las cosas y tal como se presenta en el terreno práctico, no es investigar lo que hubiera sido de desearse en tiempos pasados, sino resolver si seria razonable hoy abandonar los trabajos ya ejecutados para emprender un proyecto más grandioso; puesta la cuestion en este sentido creo que la solucion no puede ser sino enteramente negativa. A la verdad, siento que se haya dado al túnel la dirección de Acatlan en vez de la de Ametlac. Me apena igualmente que no se hayan conservado para este túnel las dimensiones del proyecto de 1856, salvo adoptar provisionalmente para el canal á cielo abierto las dimensiones actualmente admitidas, y esto, por la sencilla razon de que si en todo tiempo es posible amplificar un canal á cielo abierto, no sucede lo mismo tratándose de un túnel; esta es una distincion que á mi juicio constituye una grave falta el no haberla advertido á tiempo; mas estos pesares no están basados sobre consideraciones bastante imperiosas, en mi concepto, para que pudiera pensarse seriamente en volver sobre lo que se ha ejecutado ya, retardando aún la realizacion de una obra cuya urgencia se hace sentir más y más de dia en dia.

## II.

### MODIFICACIONES DE DETALLE QUE PROPONGO SE INTRODUCAN EN EL PROYECTO ACTUALMENTE APROBADO.

#### SECCION TRASVERSAL DEL TUNEL Y MATERIAL QUE HAY QUE EMPLEAR PARA SU CONSTRUCCION.

Basándome en todos los tipos de túnel que conozco, en las teorías que profesan todos los tratados sobre la materia, y en fin, en la experiencia personal que he adquirido, particularmente en la construccion de los grandes colectores ovoides para el saneamiento de la ciudad de Bruselas, creo de mi deber declarar que, en mi opinion, seria imprudente proseguir el túnel de

Tequixquiac con la forma de seccion y la naturaleza de mampostería actualmente admitidas.

Por lo que toca á la forma de la seccion, es sin razon á mi juicio, que se ha adoptado una bóveda en arco de círculo con quiebra (*jarret*) en sus arranques para la parte superior del túnel. Es cosa muy sabida que, á igualdad de abertura libre entre los dos estribos de un viaducto de mampostería elevado sobre el suelo, se tiene que dar tanto mayor espesor á esos dos estribos cuanto mayor sea el rebaje del arco de la bóveda que ellos soportan. El espesor mínimo de los estribos corresponde á la bóveda semicircular ó de medio punto, á no ser que queriendo disminuir aún ese espesor, se recurra á una bóveda de forma ojival. Eso equivale á decir que el empuje de la bóveda contra sus estribos, la fuerza que tiende á empujarlos ó á derribarlos, es tanto mayor cuanto mayor sea el rebaje de la bóveda. En los túneles no hay estribos propiamente dichos como en los viaductos elevados sobre el suelo. Se cuenta en los túneles con la resistencia que el terreno vírgen detrás de los piés derechos opondrá al empuje de la bóveda; pero se comprenderá que, sobre todo en los terrenos compresibles, sea necesario reducir este empuje al mínimum posible, con el fin de prevenir las deformaciones que serian la consecuencia de un alejamiento de los piés derechos entre sí. Un aplastamiento de la bóveda resulta cuando tal alejamiento se produce, y aparecen entónces generalmente fisuras longitudinales en la parte superior de la bóveda paralelamente á su eje. Si esas fisuras se mantienen en estado de hendeduras muy estrechas, podrá suceder que en todo rigor no comprometan seriamente la estabilidad de la obra; pero si adquieren mayor importancia, la destruccion de la bóveda es necesariamente consiguiente. Repetidas veces he tenido yo mismo ocasion de observar esos fenómenos.

En el caso particular del túnel de Tequixquiac, nada más sencillo que remediar el defecto señalado, adoptando (de conformidad, por otra parte, lo repito, con un uso constante) un medio punto para la bóveda superior, lo que conduce, si no se quiere aumentar la altura de la obra ni su costo, á adoptar una seccion de forma completamente circular.

Propongo, pues, que se dé á la seccion interior del túnel la forma de un círculo que tenga 4<sup>m</sup>, 017 de diámetro, esto es, precisamente la altura libre de la seccion tal cual está hoy aprobada.

La figura 2 del croquis número 2, anexo al presente informe, indica la modificacion propuesta; y es fácil ver por ella, que nada será más sencillo que hacer en algunos metros de longitud un ajustamiento apenas visible entre la antigua y la nueva seccion.

Por lo que toca á la naturaleza de la mampostería, considero más bien perjudicial que útil la introduccion de una clave de piedra en el primer anillo de ladrillo de la bóveda superior, y me parece que es de desecharse comple-

tamente la mampostería ordinaria á junturas irregulares, con simple revestimiento de piedra artificial, que es lo actualmente empleado en la confeccion de la cuneta.

A la verdad, si se construyera la cuneta (y por esta palabra se designa aquí el conjunto de los piés derechos y del radier inferior) con piedras artificiales en todo el espesor de la mampostería, teniendo cuidado evidentemente de dar á estas piedras la forma de dovelas, de tal modo que la cuneta así construida formase una bóveda continua que resistiera en todos sentidos á la presion de las tierras y de las aguas del subsuelo, á la verdad, digo, en ese caso no encontraria nada que reprochar á dicho sistema, si no es su costo excesivo; pero lo que es enteramente inadmisibile, á mis ojos, es construir un anillo delgado y continuo de mampostería, sin tomar la precaucion habitual de disponer esa mampostería de modo que forme verdaderamente bóveda en todos sentidos.

Un anillo de mampostería debe ser el equivalente de un anillo de metal que se introdujese en el terreno. Él debe resistir á las presiones provenientes de todos lados á la vez. Las razones que hacen mampostear con embovedado la parte superior, existen para que se mamposteen del mismo modo las partes laterales y la inferior.

En el caso particular que nos ocupa, propongo que se construya enteramente de ladrillo el anillo de forma circular de que ántes hablamos. Así lo indica la figura 2, del croquis núm. 2.

Se podrian adoptar cuatro anillos de un medio ladrillo cada uno.

Es de notarse que dejo al radier el mismo espesor que á las partes laterales y bóveda superior, porque se podria reprochar, en efecto, al tipo actualmente aprobado, de disminuir el espesor en la parte precisamente la más expuesta á usarse y á destruirse por el frotamiento de las arenas y piedras que arrastrarán las aguas.

Es de notarse igualmente que aconsejo para el interior del túnel, y sobre todo su contorno, un barnizado de mortero de 0<sup>m</sup>, 025 á 0<sup>m</sup>, 030 de espesor. Este barnizado se aplicará en dos ó tres capas sucesivas. Está indicado con color amarillo en la figura 2, del croquis número 2 adjunto. Se hará uso de un fuerte mortero de cemento para el barnizado de la cuneta, y se podrá tolerar un mortero algo ménos fuerte para el barnizado de la parte superior.

Evidentemente, se deberá vigilar con el mayor cuidado que no se empleen en la obra más que ladrillos de buena calidad, comprimiéndolos al fabricarlos si necesario fuese para obtenerla; y resulta de los datos que me han dado que esto es perfectamente realizable, y que puede uno procurarse, particularmente en Tacubaya y en Mixcoac, ladrillos de calidad muy superior á los que se fabrican en Zumpango.

Las modificaciones que acabo de proponer, tanto en la forma de la seccion como en la naturaleza de la mampostería, con el fin de mejorar las con-