

á fin de comprimir el aire, el cual ya comprimido pasaría de los condensadores situados más allá del Tajo, á las estaciones elevadoras del Valle, por una cañería de hierro forjado.

La Secretaría de Fomento, en 25 de Febrero de 1886, y por acuerdo del Presidente, nombró á los Sres. José M. Velázquez, Jorge Foot y Roberto Gayol para estudiar y emitir su opinión sobre el proyecto presentado á esa Secretaría por el Sr. Johnstone, proponiendo substituir con la maquinaria y las obras que indicaba, las que se ejecutaban en virtud del proyecto aprobado en Septiembre de 1879.

Con fecha 3 de Mayo del mismo año, la comisión presentó su dictamen, del que se copian las siguientes conclusiones:

«En el proyecto del Sr. Johnstone, considerado mecánicamente, el sistema en conjunto es una costosa y mala maquinaria.

«Por su complicación está sujeto á numerosos accidentes, que harían muy irregular el desagüe del Valle y pondrían en peligro la Ciudad.

«No hay absoluta seguridad de que se obtenga todo el resultado que se ha previsto que es necesario, porque los accidentes pueden ser de tal naturaleza y las pérdidas de aire comprimido de tal manera grandes, que sean impotentes las máquinas que se establezcan.

«Los gastos que ocasionen los aparatos que generan la fuerza y los que la utilizan, serán también muy considerables, porque será necesario reponer continuamente toda la maquinaria, además de los gastos que requiere la conservación de los canales.

«El presupuesto llega á cinco millones de pesos, á pesar de que por varias razones no se han podido tener en cuenta varios gastos de grande importancia.

«En el proyecto oficial se consigue el objeto que se desea por medio de un sistema en que se emplea un solo elemento mecánico, en donde se utiliza directamente una fuerza natural, cuyo desarrollo no exige, por consiguiente, ningún gasto subsecuente á la ejecución; el resultado que se obtiene es enteramente cierto, y si las obras se ejecutan debidamente, no hay que temer accidentes que interrumpen la regularidad de sus funciones. Los gastos de conservación se reducen á la limpieza de los canales y á algunas reparaciones periódicas del túnel, y los gastos de construcción, por

buenos datos, se deduce que no llegarán á tres y medio millones de pesos.

«Aquí encontraremos ya los datos necesarios para llegar á la siguiente conclusión:

«El sistema de desagüe que propone el Sr. Johnstone es tan costoso en su instalación, conservación y explotación; está sujeto á tan variados accidentes que lo inutilicen, y es tan incierto en sus resultados, que aun cuando fuera el único medio de que se dispusiera para obtener el resultado que se desea, sería preciso estudiar mucho sus detalles antes de aceptarlo; pero habiendo otro sistema tan sencillo como el que constituye el proyecto oficial, de tan fácil y económica conservación, de mucha más económica construcción y de tan seguros resultados, no se encuentra una sola razón por la cual se debiera dar la preferencia al sistema que propone el Sr. Johnstone.

«Hemos sido consecuentes con lo que dijimos al principio de nuestra exposición, considerando las dos condiciones de eficacia y costo, que, á nuestro juicio, eran las que esencialmente debieran compararse, en primer lugar, en los dos proyectos en cuestión; pero pasando á consideraciones de orden secundario, debemos decir algo todavía.

«Sabido es que en el Valle de México la capa de agua ambiente es muy poco profunda, y que practicando una excavación se encuentra el agua á un metro ó metro y medio de profundidad. Ahora, por la íntima relación que entre sí tienen los elementos que constituyen el conjunto del sistema del Sr. Johnstone, ninguno puede funcionar si falta alguno de ellos, y, por consiguiente, no podrían servir para hacer desagües, sino cuando las terracerías estuvieran casi terminadas, siendo forzoso ejecutar una buena parte luchando con el agua. En el proyecto oficial, si mientras se perfora el túnel sólo se practica el Gran Canal hasta el nivel de la capa ambiente, podrá luego servir el mismo túnel para obtener un desagüe natural. De aquí resulta, pues, una facilidad relativa á favor del proyecto oficial en la ejecución del Gran Canal, que es la obra más costosa; en cuanto al túnel, por el conocimiento que tenemos del terreno, creemos que éste presenta ventajas excepcionalmente favorables para su perforación; y teniendo en cuenta el mayor costo y mayor complicación del sistema Johnstone, creemos improbable

que pueda ejecutarse en menos tiempo y con más facilidad que el proyecto oficial.

«Al comparar la duración relativa y probable de los dos sistemas, se puede asegurar que el túnel y el Gran Canal, con algún cuidado y pocos gastos, se conservarán por tiempo indefinido, mientras que la maquinaria, si se ha de conservar siempre en buen estado, tal vez antes de treinta años se habrá tenido que reponer completamente; y si se observa que dicha maquinaria y sus accesorios costarían más de tres millones de pesos, según se puede ver en el anexo núm. 2, ya se tendrá una idea del costo de su conservación; además, se puede estar seguro de que un trastorno en la paz, la malevolencia ó una escasez de recursos, puede ocasionar el abandono y la completa destrucción de la maquinaria, dejando á la Ciudad en peores condiciones que las pésimas en que hoy está. No sucedería lo mismo con el túnel y el canal, que son obras que no se podrían destruir sino á costa de mucho dinero y trabajo, si la destrucción era intencional, ó por un abandono de muchos años si era accidental.

«El hecho de que el costo de la maquinaria sea las tres quintas partes del presupuesto que hemos calculado, nos sugiere también la idea de que el proyecto oficial es más benéfico bajo el punto de vista de que la cantidad íntegra que se empleara en las obras del Desagüe, se aprovecharía en proporcionar trabajo y bienestar á mucha gente desvalida, quedando en circulación en el mismo país; mientras que en el sistema Johnstone la mayor parte del dinero saldría fuera de la República, sin producir más bien que el definitivo de la adquisición del objeto que se deseaba.

«En resumen: del estudio comparativo hecho del sistema que propone el Sr. ingeniero F. W. Johnstone y del proyecto para el desagüe y saneamiento del Valle y de la Ciudad de México, se deduce la siguiente conclusión:

«El proyecto oficial es de resultados más ciertos, menos costoso en su establecimiento y conservación; podrá probablemente ejecutarse en menor tiempo, y sin duda alguna, manejarse con mucha más facilidad; por último, con pocos gastos y cuidados, se conseguirá que las obras sean útiles por tiempo indefinido; razones todas por las que somos de parecer que, no siendo conveniente aceptar el sistema que propone el Sr. Johnstone, deben proseguirse los

trabajos del Desagüe del Valle de México, de acuerdo con el proyecto del Ministerio de Fomento, aprobado en 30 de Septiembre de 1879.»

En 31 de Mayo se hizo saber á la Junta Directiva, que el proyecto del Sr. Johnstone no había sido aceptado y que se continuarían los trabajos del Desagüe con entera sujeción al proyecto aprobado por la Secretaría de Fomento en 1879, y sin más modificación por entonces que la que se acababa de aprobar en 16 de Abril en el trazo del Gran Canal.

Las modificaciones referentes al uso de la piedra artificial, al cambio de la inclinación del túnel y ahondamiento del Gran Canal, todavía no estaban resueltas.

En tal virtud se tomaron providencias para conducir los trabajos de una manera más formal, proveyendo lo necesario para impulsar la fabricación de ladrillo, y construir un ferrocarril que, partiendo de Zumpango y pasando por la línea de lumbreras, terminase en la número XXIV.

La dotación de maquinaria en las lumbreras era tan indispensable, que nada podría intentarse en ellas, fuera de algunas reparaciones en las partes que estaban arriba del agua, construyendo rellenos y revestimientos de mampostería donde lo exigían las desagregaciones efectuadas durante el largo abandono en que estuvieron.

Se proveyó á esa necesidad, haciendo un pedido á Inglaterra y Estados Unidos de bombas y malacates de vapor.

A mediados de Enero de 1887 se comenzó á recibir la maquinaria pedida; pero la circunstancia de venir en partidas parciales, hizo que hasta fines de Marzo en que llegó la última, se pudiera proceder á instalarlas.

No obstante eso, fué posible aprovechar en la lumbrera XXII una bomba americana de Knowles, la primera que llegó, de acción directa, alimentándola de vapor con la caldera de una de las locomóviles que se tenían.

Con tal auxilio se pudo ahondar la lumbrera hasta alcanzar su última profundidad, romper la galería del Norte y avanzarla 34 metros hasta comunicarla con la frente que venía de la lumbrera XXIII. Esto se verificó el 19 de Marzo de 1887. La bomba se desmontó y se llevó á la lumbrera XX.

En el resto del semestre, desde fines de Marzo á fin de Junio, se

llevaron á cabo las instalaciones en las lumbreras XXII, XXI, XX, XVIII, XVII, XVI y XV, con una dotación de

- 10 calderas tipo Colonial de Tangye.
- 1 caldera „ „ americana.
- 3 bombas de acción directa Tangye.
- 1 bomba „ „ „ Knowles.
- 2 malacates Tangye de 14 C. P.
- 2 „ „ americanos Lidgerwood.

En el ferrocarril de servicio de lumbreras, desde el año anterior de 1886, se había hecho la terracería, y en éste se armó y balastró la vía en una longitud de 13,448 metros: se construyeron dos puentes: uno de 9<sup>m</sup>20 de claro y otro de 6<sup>m</sup>40, y 28 alcantarillas.

Ya con las instalaciones referidas, fué posible entrar en las lumbreras y sucesivamente ir terminando las números XXI y XX, á la vez que se comunicaron con la galería general preparatoria que se procuró avanzar siempre todo lo posible.

Las lumbreras XVIII, XVII, XVI, XV y XIV, fueron también objeto de especial empeño para avanzar sus planes y revestimientos de mampostería, pues siendo el intento el de adelantar la galería general de toda preferencia, urgía terminar estas lumbreras, cuanto más próximas estaban á ella.

Por el empeño, ya indicado, que se tenía de avanzar la galería apurando todos los medios, se comprenderá el plan de trabajos que se deseaba plantear. Se trataba de reservar la construcción del túnel para los tramos de galería que iban quedando comunicados con dos lumbreras sucesivas, para hacer por ellas el servicio de extracción de escombros é introducción de materiales; y comunicados también por otra parte con los tramos procedentes del Norte, y, por consiguiente, con el tajo del desemboque, para conseguir de este modo el desagüe natural de las filtraciones.

Eran las filtraciones de bastante monta, é interesaba substraer del bombeo su mayor caudal si tal cosa fuese posible. El procedimiento que venía planteándose por medio de las comunicaciones referidas, permitía hacer tal substracción, y economizar un bombeo que de otro modo haría onerosísima la operación.

Las bombas de que se disponía no eran de gran capacidad, pues no podían extraer arriba de 130 galones por minuto. Esto, sin em-

bargo, era lo que, por los años de 88 y 89, se sabía y se juzgaba necesario para profundizar una lumbrera hasta su término.<sup>1</sup>

Es oportuno hacer notar aquí las particularidades más aparentes de las filtraciones.

En la hidrología subterránea de Tequixquiac hay más de un nivel de agua; pero de ellos solamente uno tiene importancia, y fué con el que tuvo que lucharse propiamente.

Por el contrario, los niveles que se encontraron arriba no tuvieron gran significación y fueron absorbidos por el nivel inferior luego que las lumbreras comunicaron éste con los primeros.

El terreno en que circula el nivel inferior, no es una capa porosa sino compacta y resquebrada, lo que explica que sean muy diversas las cantidades de agua de filtración que se han encontrado en las lumbreras. En las del Norte, por ejemplo, el producto ha variado de 80 á 130 galones. En las del Sur, por datos que se conocieron más tarde, subieron de 80 galones que se encontraron en la número IV, á 200 en la número III, y 480 en la número II.

En las lumbreras del Norte ha habido también una circunstancia favorable. La capa resquebrada, por cuyas grietas aflúa el agua, está situada notablemente arriba del túnel, de modo que éste queda protegido por un macizo relativamente impermeable. En él no puede decirse que falten las filtraciones en absoluto, pero sí son raras; de modo que, relativamente hablando, sí puede decirse que el túnel se abrió en un terreno seco. En el Norte, han bastado bombas chicas para abrir la lumbrera, pues son las que produjeron menos agua, y luego hacer correr tramos de galería para establecer las comunicaciones con la frente general.

Lo anterior se verificó hasta las lumbreras XVIII y XVII.

Excepcionalmente sucedió también que se encontrara poca agua en las lumbreras IX y VII.

Por la parte del Sur se elevó el túnel siguiendo su pendiente, y se ha aproximado por lo mismo á la capa filtrante, disminuyendo el espesor del macizo protector: así me explico que las filtraciones sean notablemente mayores de lo que fueron en el Norte.

Los trabajos emprendidos después de 1886, comprenden cuatro períodos: el de la inmediata administración de la Junta, el de los

<sup>1</sup> El dato se refiere á las lumbreras del Norte; pero las del Sur produjeron, cuando más tarde se les atacó, mayor abundancia de filtraciones. Algunas de ellas han producido más de 400 galones.