



Ing. D. MANUEL M. CONTRERAS
Regidor de Obras Públicas en el Ayuntamiento de 1885 é
iniciador de los trabajos que terminaron en 1900.

VIII

Iniciativa del Sr. ingeniero D. Manuel María Contreras. — Apoyo que encontró por parte del Sr. General Díaz, D. Pedro Rincón Gallardo y el Ayuntamiento de México. — Recursos para el Desagüe. — Junta Directiva de 1886. — Modificaciones al proyecto de 1879. — Dictamen del ingeniero Gargollo y Parra. — Opinión del ingeniero Shreve sobre la anchura del Canal. — Opinión é informe del Sr. Espinosa. — Comisión nombrada para resolver sobre cuál de las dos se había de aceptar. — Se adopta y aprueba la del Sr. Espinosa. — Estado de las obras al ser recibidas por la Junta. — Proyecto de T. W. Johnstone. — Acuerdo de la Secretaría de Fomento. — Prosiguen las obras conforme al proyecto de 1879. — Maquinaria para las lumbreras. — Ferrocarril. — Plan que normaba los trabajos — Niveles diversos en Tequixquiac y filtraciones producidas por ellos. — Cuadro de profundidades y revestimientos ejecutados en las lumbreras de Enero de 1885 á Marzo de 1889. — Avances en el túnel. — Observaciones. — Venida de D. León Derote á México y su informe acerca de las Obras del Desagüe. — Objeciones á las reformas que introducía en la sección del túnel y su revestimiento.

EN el mismo año de 1885 desempeñaba el cargo de Regidor de Obras Públicas del Ayuntamiento de la Capital, el Sr. ingeniero Don Manuel María Contreras, persona que venía ocupándose desde años atrás en la manera de corregir los conductos desaguadores y atarjeas de la ciudad de México, causa dominante de su insalubridad.

Todos los estudios que perseguía en ese sentido producían resultados negativos, haciendo ver que la falta de pendiente era el principal obstáculo, y que la única manera de obtenerla sería la terminación de la obra del Desagüe general.

El Sr. Contreras tuvo conocimiento de los trabajos que se ejecutaban en el túnel de Tequixquiac, y puso en juego toda la influencia de su posición y de su talento para interesar al Gobierno á fin de que la obra del túnel se prosiguiese, y encontró entusiasta y grande apoyo por parte del Presidente de la República, General D. Porfirio Díaz.

Participó en la iniciativa del Sr. Contreras, el Presidente del

Ayuntamiento, que lo era el Sr. D. Pedro Rincón Gallardo, y la Corporación Municipal apoyó á su vez aquella iniciativa: acordó dedicar de sus fondos, previa correspondiente autorización, la cantidad de \$200,000 anuales, y solicitó del Gobierno General otros \$200,000 á efecto de proseguir el túnel con ese fondo, ínterin se podía arbitrar otro recurso.

El Gobierno accedió á la iniciativa del Ayuntamiento, arbitró la cantidad que se le pedía y expidió el decreto de 16 de Noviembre de 1885, por el cual quedaba autorizada la erogación de \$400,000. Además, decretó el 2 de Febrero de 1886, la creación de una Junta para la dirección y administración del fondo que se destinaba á los trabajos, previniendo que ésta procedería de conformidad con lo que resolviese el Ministerio de Fomento, en lo que se relacionara con la parte técnica de la obra.

La historia detallada de la Junta la encontrará el lector en el Libro respectivo de esta obra, y, por consiguiente, me limitaré aquí á la reseña de los trabajos técnicos que llevé á cabo durante su administración.

En los últimos meses de 1885 venía yo estudiando la manera de substituir la mampostería ordinaria de la cubeta con dovelas de piedra artificial, lo cual podría efectuarse aumentando su costo, aunque relativamente en corta cantidad; pero en cambio se lograba mayor perfección y aun facilidades para construir.

En la fecha en que la Junta Directiva recibió las obras, había hecho ya el primer experimento construyendo un corto tramo de cubeta, en el cual había empleado piedra labrada y piedra artificial. La misma Junta fué ya la que, habiendo tomado conocimiento de mi propósito, de introducir la piedra artificial en la cubeta del túnel, consultó á la Secretaría de Fomento esa innovación, á la vez que pedía se hiciese un examen pericial de los demás materiales que se estaban empleando en la construcción.

El resultado de la consulta fué quedar aprobado el uso de la piedra artificial.

Las piedras sobre que se consultaba construir la cubeta debían formarse de betón comprimido á golpe de pisón, en moldes que le dieran la forma de dovela, siguiendo el sistema de fabricación del betón Coignet. En su composición entrarían cuatro partes de arena perfectamente limpia y una parte de cemento Portland. Las dimen-

siones eran de 0^m37 longitud, 0^m20 ancho y 0^m15 espesor, y estaban moldeadas de modo que sus caras laterales formasen juntas verticales, y las cabezas juntas horizontales paralelas al eje del túnel. Posteriormente se cambió la disposición de las piedras, formando sus caras más largas las juntas paralelas del eje y las cabezas las juntas verticales.

El Gran Canal fué también objeto de otra modificación. En el proyecto que consulté en 1879, había aceptado el trazo que se proponían seguir los ingenieros de 1868, presididos por el ingeniero Manzano.

Ese trazo se internaba bastante en el lago de Tetzoco, y tal circunstancia tenía un serio inconveniente: el de que no había elementos para acometer la excavación en el interior del lago. Nada, en consecuencia, se podía hacer de pronto en esa parte. En el plano relativo va marcado con línea roja á rayas el trazo que habían adoptado en sus proyectos los ingenieros Iglesias y Manzano. Con la mira de facilitar el ataque de ese tramo, propuse hacer un estudio para sacar el trazo á la orilla del lago, siendo el resultado que se consiguiera también disminuir el desarrollo del trazo, de 50 kilómetros á 48 kilómetros y 100 metros. Esta reforma revistió más tarde grande importancia, pues que pudo abrirse la excavación en terreno relativamente firme, hasta tal punto, que, según lo que después se vió, habría sido dudoso alcanzar la estabilidad de la excavación en los légamos que atravesaba el trazo por el interior del lago.

La pendiente que se había proyectado de 0^m185 por kilómetro, aumentó á 0^m20 en virtud de la misma reforma.

Más allá del lago de Tetzoco, el trazo se conservó atravesando el lago de San Cristóbal y parte del de Zumpango, según se había proyectado con anterioridad.

La Junta Directiva tuvo á bien consultar, con fecha 22 de Febrero, á la Secretaría de Fomento, la modificación del trazo entre México y San Cristóbal, acompañando el estudio y planos correspondientes que acababan de levantarse, y la misma Secretaría, con fecha 16 de Abril, contestó aprobando la modificación.

Quedó, en consecuencia, aceptada la pendiente de 0^m0002 y el Canal con sólo un desarrollo de 48 kilómetros y 100 metros.

No fueron solamente éstas las modificaciones que sufrió el Ca-

nal, otras de mayor transcendencia ocurrieron é hicieron aumentar su volumen de excavación hasta $11\frac{1}{2}$ millones de metros cúbicos. A ellos dieron origen, por una parte, el empleo de la piedra artificial en el revestimiento del túnel, y por la otra, el deseo de aprovechar toda circunstancia que permitiera bajar el desemboque de las atarjeas de la ciudad de México, condición ésta necesarísima para proyectar un buen sistema de atarjeas y saneamiento del suelo.

El túnel estaba calculado con un gasto de $17\frac{1}{2}$ metros cúbicos, y estando sus paredes formadas de mampostería común, se necesitaba la pendiente de $0^{\text{m}}00135$ para producir dicho gasto. Pero desde que se introducía una pared bastante lisa, por medio de la piedra artificial en la cubeta del túnel, se necesitaba disminuir la pendiente, ó de lo contrario disponer de un gasto mayor; pero con acrecimiento de velocidad excesiva.

Con la mira de evitar ese exceso de velocidad en favor de la seguridad del túnel, y obtener la ventaja de un desemboque conveniente para las atarjeas en la Ciudad de México, consulté á la Junta Directiva la disminución de la pendiente, y ésta pasó mi consulta al examen del Sr. ingeniero D. Manuel Gargollo y Parra, antes de someterla á la consideración de la Secretaría de Fomento.

El túnel, en un trayecto de más de 400 metros de extensión en su extremo Norte, no admitía ya variación alguna, de manera que respetando un tramo de 520 metros, consulté bajar el resto. Al efecto, y partiendo del punto distante 520 metros del desemboque, corrí una línea $0^{\text{m}}001$ de pendiente, en substitución de la proyectada antes con $0^{\text{m}}00135$: el extremo Sur del túnel venía á situarse así $3^{\text{m}}15$ más bajo, si en lugar de la pendiente de $0^{\text{m}}001$ se corría la de $0^{\text{m}}0011$, dicho extremo Sur del túnel sólo bajaría $2^{\text{m}}21$.

Las pendientes $0^{\text{m}}001$ y la otra $0^{\text{m}}0011$, producirían una corriente en el túnel poco diferente: en la práctica, podría ser indistinto tomar una ú otra. Pero pasando del túnel al tajo, la diferencia sí era de bastante consideración: bajando solamente un $1^{\text{m}}81$ el fondo del tajo paralelamente, el volumen de la excavación aumentaba en 1.400,000 metros cúbicos, y bajándolo $2^{\text{m}}75$, ese aumento subía á 3.987,000 metros cúbicos.

Haré observar, que si el fondo del canal debiera colocarse al nivel del fondo del túnel en su conexión, la cantidad que debiera bajar sería de $2^{\text{m}}21$ ó $3^{\text{m}}15$, según el caso, en lugar de $1^{\text{m}}81$ ó $2^{\text{m}}75$.

La diferencia de altura de agua en el canal y en el túnel, siendo $0^{\text{m}}40$, esta misma cantidad obligaba á colocar el fondo del canal $0^{\text{m}}40$ arriba del fondo del túnel, y de aquí resulta que $1^{\text{m}}81$ y $2^{\text{m}}75$ sean las cantidades sobre que deba razonarse.

Considerando que ya $1^{\text{m}}85$ ganado en favor de la caída de las atarjeas las mejoraba notablemente, fué esta cifra la que consulté y no $2^{\text{m}}75$, que requería un aumento tan considerable en el volumen de excavación.

El estudio que hice fundando la consulta de que me vengo ocupando, pasó, como dejo indicado, por acuerdo de la Junta Directiva, á conocimiento del Sr. ingeniero Manuel Gargollo y Parra, á quien se suplicó tuviese á bien estudiarla y presentar dictamen.

Opinó que debía adoptarse la pendiente de $0^{\text{m}}001$ en el túnel y bajar el fondo del tajo paralelamente los $2^{\text{m}}75$, á pesar de que esto implicaba el aumento de cuatro millones en la excavación del tajo. La Junta aceptó esta opinión, y el Ministerio de Fomento, á su vez, la aprobó definitivamente.

El volumen que tenía ya el Gran Canal, reducido su desarrollo á 48 kilómetros y 100 metros (pero sin bajar el fondo de las aco-taciones: 5^{m} en el origen y $4^{\text{m}}25$ en el fin, según el proyecto de 1879, con el ancho de $8^{\text{m}}60$ en el fondo), era de 9.393,600, y bajando el fondo $2^{\text{m}}75$, el volumen aumentó á 13.380,840 metros cúbicos.

Este crecimiento tan considerable debió, naturalmente, preocupar sobre los medios de atenuarlo.

A la sazón, la Junta Directiva del Desagüe conferenciaba con el Sr. William H. Harris, representante de la Bucyrus Company, sobre un contrato de excavación, y el ingeniero de la Compañía, Sr. E. D. Shreve, tuvo ocasión de conocer la resolución tomada á propósito del canal, y sugirió la idea de que se redujera el ancho del canal á $3^{\text{m}}10$ de $8^{\text{m}}60$ en que se había proyectado.

La Junta Directiva tuvo á bien encargarme de estudiar la proposición y de presentar dictamen.

Teniendo en cuenta las consideraciones de que partía el Sr. Shreve, observé desde luego que su punto objetivo era el Desagüe de la Ciudad, y de una manera más especial el escurrimiento de las aguas sucias de las atarjeas; pero que á las aguas de los lagos se les consagraba poca ó ninguna atención. El Sr. Shreve parece que

no veía en el proyecto otra cosa más que la cuestión exclusiva del desagüe y saneamiento de la Ciudad, siendo así que se ha considerado en él no solamente tal cosa, sino también las necesidades del Valle en general.

Disentí de la opinión emitida por el Sr. Shreve, y creí que debía á mi vez manifestar la mía sobre la manera de economizar excavación.

El Gran Canal podía dividirse en dos tramos con relación á su anchura.

El primero de ellos, comprendiendo desde el origen hasta el fin del kilómetro 20, podía independerse del lago y quedar sólo para el servicio de la Ciudad.

El segundo tramo, abrazando desde el kilómetro 21 inclusive hasta el fin, recibiría las aguas del lago por un canal secundario, y las aguas de la Ciudad que conducía el primer tramo.

Estimando que las aguas de la Ciudad no excedieran de 5 metros cúbicos por segundo, calculé el ancho que debería tener el primer tramo del canal, sin que la altura del agua excediera de 1^m40, y resultó de 5 metros. El límite de la altura de agua que me impuse fué para dejar libre el desemboque de las atarjeas, y que éstas se vaciaran en el canal con una ligera cascada.

En el segundo tramo del canal calculé su ancho con el gasto de 17.5 metros cúbicos, de manera que la altura que me sirvió de límite fué la necesaria para que en la conexión con el túnel, no hubiese cambio en el nivel de la superficie del agua en su tránsito del canal al túnel.

El volumen de excavación por el hecho de haber introducido el ancho de 5^m y de 6^m5 en los tramos sucesivos del canal, resultó en definitiva de 11.939,121 38, economizándose en números redondos 1.442,000 metros cúbicos.

Pero quedaba en expectativa reducir este volumen aún más, pues era ya muy necesario prolongar el túnel y acortar, en consecuencia, el tajo en una cantidad como de 500 metros. La profundidad de éste había llegado ya á unos 27 metros á consecuencia de haberse bajado el fondo, y debía reducirse á sólo 22^m, para lo cual bastaba hacer dicha prolongación.

La Junta Directiva hizo examinar, en vista de mi informe, las proposiciones del Sr. Shreve y mía, sobre anchura del canal, por

una comisión formada de los ingenieros D. Manuel Gargollo y Parra, D. Leandro Fernández y D. Roberto Gayol. Esta opinó que era de aceptarse la reducción que yo proponía, y la Secretaría de Fomento, á quien se consultó, la aprobó definitivamente en 15 de Febrero de 1887.

He dejado los trabajos cuando los recibía la Junta Directiva, y es conveniente indicar su estado de avance entonces.

En las lumbreras existía un avance total de 926 ^m 98;	
pero del cual se habían cegado.	356 ^m 89
y quedaban	570 ^m 09
En las mismas un revestimiento de mampostería de .	126 ^m 70
En el túnel un avance en la frente de la galería de .	424 ^m 50
Un tramo de bóveda de túnel, construído en los 415 ^m 00	
de	357 ^m 00

Al terminar el mes de Junio de 1886 se habían avanzado otros 204 metros de galería, con los cuales se comunicó ésta con la lumbrera XXIII, un tramo de bóveda de 36^m. Además, se había comenzado la cubeta del túnel con un tramo de 10 metros.

En las lumbreras XX á la XXII se estaban preparando algunas instalaciones con 4 locomóviles, de que se disponía para desaguar y limpiar.

En realidad, los trabajos, más bien que impulsarlos, se habían contenido. Se esperaba el resultado del estudio que se hacía de otro proyecto de desagüe presentado por el Sr. F. W. Johnstone. Consistía en el empleo de medios mecánicos que se instalarían en el Tajo de Nochistongo á fin de aprovechar la fuerza motriz del agua del Valle; comprimiendo aire y transmitiendo su acción á diversas estaciones para elevar el agua de Tetzaco. Para llevar á efecto esta elevación, proponía conducir las aguas de la Ciudad y del Valle por un canal abierto que fuera desde la Ciudad hasta el dique de San Cristóbal, donde, por medio de las máquinas movidas por aire comprimido, se las haría subir á un canal más elevado, que las llevaría, junto con las de los lagos superiores de San Cristóbal y Xaltocan, hasta tocar el lago de Zumpango. Una vez allí, se las elevaría aún 9 metros, descargándolas en un tercer canal más elevado, que desembocaría en el Tajo de Nochistongo. Después que dichas aguas hubiesen salido por la extremidad inferior del Tajo, servirían para producir la fuerza motriz necesaria