



con una pendiente uniforme de 0^m124 por kilómetro, y una sección trapezoidal de 10 metros en el fondo, con taludes á 45 grados. La altura del agua debía, á juicio del autor del proyecto, variar entre 1^m50 y poco más de tres metros; el gasto máximo estaba calculado en 35 metros cúbicos por segundo, y la velocidad correspondiente de cerca de 1^m85.

El canal seguía el pliegue inferior de la cuenca, el *thalweg*, de manera que las corrientes de agua transversales desembocaran directamente sobre él, verificando al propio tiempo el drenaje del subsuelo.

El túnel debía tener una longitud de 8,970 metros, y una pendiente uniforme de 1 metro por kilómetro; la sección formada de un medio punto en la parte superior, de dos pies derechos y de un radiar en arco de círculo en la parte inferior, las dimensiones necesarias para dar paso al gasto predicho de 35 metros cúbicos por segundo, sin que el agua rebasara los arranques de la bóveda superior.

El túnel desembocaría, en forma de cascada, en el pequeño barranco secundario de Ametlac, que después de un trascurso algo sinuoso, de uno y tres kilómetros, se une al de Tequixquiac.

El fondo del canal, en su origen, cerca de México, estaba proyectado en la cota de altura de 5^m48 sobre el plano de comparación de la Comisión del Valle, plano que pasa á 11 metros abajo del que está indicado por la nivelación general de la Ciudad, en las esquinas de la mayor parte de las calles, con placas que tienen la inscripción de M. de F. 1877. [Ministerio de Fomento.]

Este emisario principal de una longitud total de 59,350 metros, tenía por objeto esencial satisfacer las condiciones de los dos primeros artículos del programa del concurso; es decir, poner la Ciudad de México y las poblaciones vecinas al abrigo del riesgo de una inundación, así como asegurar la evacuación de las aguas de las atarjeas de la Ciudad, favoreciendo por su trazado que sigue el pliegue inferior de la cuenca, según lo hemos hecho notar anteriormente, el drenaje de las aguas subterráneas, y recogiendo, por último, las aguas de los ríos que encontrara á su tránsito.

El señor de Garay proyectó, además, tres sistemas de canales secundarios, á saber: un canal del Sur de una longitud de 21 kilómetros, que debía permitir la introducción de las aguas de los lagos de Chalco y de Xochimilco, en las atarjeas de la Ciudad.

Un canal de Occidente, de una longitud de 72 kilómetros, con túnel de 650 metros y esclusa, á fin de comunicar el lago de Xochimilco con el tajo de Nochistongo.

Un canal de Oriente, de una longitud de 86 kilómetros, con túnel de 4,305 metros y esclusa, para comunicar el lago de Chalco con el de Zumpango (una modificación al proyecto suprimía el túnel).

Estos canales secundarios, de un desarrollo total de 179 kilómetros, sin contar más de 200 en el lecho de los lagos desecados, tienen por objeto satisfacer á los dos últimos artículos del programa del concurso, es decir, favorecer los trasportes y riegos de la tierra.

Después de las opiniones tan formalmente emitidas en varias épocas á favor del proyecto del señor de Garay, era de esperarse verlo ejecutar bajo la dirección de su autor; mas á consecuencia de diversas circunstancias, que dependieron, no de consideraciones de un carácter técnico, sino de la crisis política porque atravesaba el país en esa época (1866, gobernando Maximiliano), el túnel, en cuestión, no fué trazado según la dirección indicada en el proyecto del señor de Garay, es decir, hasta el barranco secundario de Metlac, sino hacia el de Acatlán, cuyas aguas unidas al del anterior, forman el río de Tequixquiac.

Los ingenieros que ejecutaron esta obra, nombrados por el Ministerio de Fomento del Imperio, fueron los señores Miguel Iglesias, Aurelio Almanán, Manuel Alvarez y Jesús P. Manzano.

* *

Con fecha 7 de Noviembre de 1866, Maximiliano daba un segundo decreto, corrigiendo las equivocaciones contenidas en el primero.

Creemos de importancia dar á conocer aquí parte del texto de ese decreto:

«Nuestro Ministro de Fomento queda autorizado para proceder desde luego, á la ejecución de los trabajos necesarios, á fin de llevar á cabo el desagüe directo del Valle de México, sujetándose al proyecto ejecutado y presentado por el Ingeniero D. Francisco de Garay, á efecto de la convocatoria de la Sub-Comisión del Desagüe, de 23 de Febrero de 1856, cuyo proyecto podrá sufrir, sin embargo, las modificaciones que sean reconocidas necesarias al ponerlo en ejecución.»

Se ordenaba, además, en otro artículo del mismo decreto, la entrega inmediata al señor de Garay, del premio ofrecido por el concurso de 1856.

* *

Restablecida la República, D. Blas Balcárcel, á la sazón Secretario de Fomento, deseoso de adoptar el proyecto más conveniente, ordenó que se hiciera un estudio comparativo de los proyectos que habían presentado: el señor Garay, quien proponía, como ya se dijo, la línea de Ametlac; el señor Iglesias, que había hecho su trazo por Acatlán; el Ingeniero Don Ricardo Orozco, que había propuesto se aprovechara para el Desagüe el antiguo tajo de Nochistongo, y Don Santiago Bentley, partidario de la línea del Sur, quien había indicado la construcción de un túnel que debería desembocar en el Valle de Totolapa.

Estudiados minuciosamente los proyectos anteriores, se optó por el del señor Iglesias, y emprendidos de nuevo los trabajos durante la presidencia del señor Don Benito Juárez, logróse practicar el tajo de desemboque en Tequixquiac, de más de 2 kilómetros de longitud y 375 metros de galería preparatoria para el túnel; profundizar 24 lumbreras, aunque sin llegar hasta

el nivel de éste; establecer almacenes, instalar algunos malacates, é indemnizar á propietarios de terrenos por la apertura del canal.

Por dignos de elogio que sean los proyectos hasta entonces presentados, y el esfuerzo que hicieron sus autores al practicar las obras, preciso es confesar que hasta antes de 1879, los ingenieros no se habían fundado más que en hipótesis más ó menos aceptables, para calcular el volumen de agua que había que extraerse del Valle, dato de suma importancia á fin de poder fijar las dimensiones y pendientes que había que dar al canal y al túnel. Además, los citados ingenieros calculaban estas dimensiones y pendientes para períodos extraordinarios y excesivos de lluvias, lo cual daba por resultado que las obras demandasen gastos que por su magnitud hacían vacilar á las autoridades en erogarlos.

* *

El señor Ingeniero Don Luis Espinosa, que en 1871 había comenzado á servir en las obras del Desagüe, separándose temporalmente en 1876, para volver al siguiente año de 1877, presentó en 1879, cuando estaba encargado de la Secretaría de Fomento el señor Ingeniero Don Manuel Fernández Leal, un interesante y luminoso informe que contenía el proyecto completo y definitivo del Desagüe del Valle de México, proyecto que fué aprobado por el Señor Presidente de la República, General Don Porfirio Díaz, con fecha 30 de Septiembre del mismo año de 1879, y proyecto, en fin, que con algunas modificaciones es el que se ha realizado con tanto éxito.

El señor Espinosa, tan modesto como sabio, basó sus ideas en observaciones científicas y no en fantásticas hipótesis. Con serenidad y juicio examinó el proyecto de 1856, del señor Garay, y el trazo de las obras comenzadas en 1866 por el señor Iglesias. Discutió los gastos ó volúmenes de agua á que había de dar salida fuera del Valle, calculados sucesivamente por Smith en 8 metros cúbicos por segundo, por Garay en 33 y por Iglesias en 41, y basados en alturas udométricas y en pérdidas causadas por la absorción del terreno.

El Sr. Espinosa apoyó sus cálculos en datos más sólidos. Determinó el gasto del túnel en 17.50 metros cúbicos por segundo, fundándose en las variaciones de nivel del lago de Texcoco, observadas durante un período de tiempo de quince años, y en vista de las dimensiones exactas de la superficie de este lago. Determinado el volumen preciso, fácil le fué elegir la forma oval para la sección transversal del túnel, las dimensiones y pendiente, lo mismo que la del canal, así como la dirección del trazo y materiales que se habían de emplear, que han sido perfeccionados al ejecutarse las obras. Por último, puede juzgarse de la bondad del proyecto del señor Espinosa sobre los de sus predecesores, en que éstos sólo habíanse preocupado por el Desagüe general del Valle, pero sin adaptarlo á las obras del Saneamiento de la Ciudad de México, hecho en que se fijó con justa razón el señor Espinosa, y consiguió su objeto.

Pero en realidad las obras propuestas por el señor Espinosa no empezaron á realizarse sino años después de la fecha en que fueron aprobadas, pues aunque algo se ejecutó entonces, fué relativamente poco.

En 1885, por el mes de Noviembre, el entusiasta y activo General D. Pedro Rincón Gallardo, que era Presidente del Ayuntamiento de la Capital, y el inteligente, activo y laborioso Regidor de Obras Públicas, señor Ingeniero Don Manuel María Contreras, preocupados, y con razón, sobre el mejoramiento de las condiciones higiénicas de la Ciudad, á causa, entre otras, de su pésimo sistema antiguo de atarjeas, resolvieron celebrar algunas conferencias con el Señor General Don Porfirio Díaz, Presidente de la República, con objeto de que se activasen las obras del Desagüe del Valle, indispensables para los fines que se proponían los señores Rincón Gallardo y Contreras, y ofreciendo que el Municipio estaba dispuesto para impulsar los trabajos, á contribuir con la suma anual de \$200,000.

El Señor General Díaz acogió con entusiasmo la idea sometida á su respetable aprobación y apoyo. Con la inteligencia clara que le caracteriza, con el talento práctico que tiene para impulsar toda clase de obras que persigan el bienestar público, y la garantía de los intereses de los ciudadanos, resolvió desde luego practicar una visita á las obras del Desagüe, en unión de los señores Secretarios de Fomento, Hacienda, Gobernación, del Sr. Fernández Leal, Oficial Mayor entonces de la primera Secretaría, de una Comisión nombrada por el Ayuntamiento, y del señor Ingeniero Don Luis Espinosa, Director de las obras y autor del proyecto definitivo.

Verificada la visita, el Señor General Díaz comprendió la magnitud y trascendencia de aquella obra, y con gran acierto y gráficamente, la calificó manifestando «que era una obra de salud pública.»

Inmediatamente después, presentó el Señor General Díaz una iniciativa al Congreso, el cual expidió un decreto con fecha 16 de Diciembre de 1885, destinando la suma anual de \$400,000 para la ejecución de las obras del Desagüe. El Señor General Díaz estableció además una Junta Directiva para la administración de los fondos de dichas obras; dejó como Director de ellas al señor Espinosa, y encargó á la Secretaría de Fomento la parte técnica del proyecto.

Instalada la Junta Directiva en Febrero de 1886, comenzaron los trabajos. La Junta quedó constituida por los señores General Don Pedro Rincón Gallardo, Presidente; Lic. D. José Yves Limantour, D. Francisco Rivas Góngora, D. Agustín Cerdán, D. Casimiro del Collado, Vocales propietarios; D. Francisco Somera, D. Luis G. Lavié, D. Pedro del Valle, Don Manuel Campero, D. Luis García Pimentel, Vocales suplentes, y D. Rosendo Esparza, Secretario.

Inútil es encarecer el celo patriótico y la actividad que cada uno de los miembros de la Junta desplegó en el cumplimiento de su cargo. Muertos algunos, por desgracia antes de dar cima á sus labores, fueron sustituidos por otros individuos honorables, entre los que mencionaremos á los Sres. Lic. D. Pablo Macedo y D. Román S. Lascurain.

Es indispensable, para terminar la presente reseña, consignar á continuación algunos datos descriptivos y técnicos, y decir algo, aunque suscintamente, acerca de la ejecución de los trabajos por las Compañías contratistas.

Las obras de desagüe, que actualmente funcionan y están terminadas, tienen tres objetos: primero, impedir las inundaciones; segundo, recibir las aguas sucias y los residuos de la Ciudad de México y conducirlos fuera del Valle, y tercero, gobernar las aguas de este mismo Valle y sacar fuera de él, cuando sea necesario, las que puedan perjudicar.

Las obras constan de tres partes principales: un canal, un túnel y un tajo de desemboque.

El canal, que parte al Oriente de la Ciudad de México, en el barrio de San Lázaro, sigue por el lado oriental de la serranía de Guadalupe, entre esta serranía y el lago de Texcoco, cambia á continuación de rumbo poco antes del kilómetro 20, hacia el Noroeste, atraviesa diagonalmente el lago de San Cristóbal, parte del de Xaltocan y otra del de Zumpango, y concluye, antes de tocar al túnel, en las cercanías de la población de Zumpango.

La longitud total del canal es de 47 kilómetros 527 metros. Tiene el fondo en su origen 2^m25 de acotación y 6^m63 en el fin, referidas al plano de comparación adoptado por las nivelaciones que se han hecho en el Valle, en el concepto de que dicho plano de comparación pase á 10 metros abajo de la línea marcada en la torre occidental de la Catedral, en el mismo sitio que ocupaba la tangente inferior del Calendario Azteca, antes de ser trasladado al Museo. La pendiente uniforme del fondo del Canal es á razón de 0^m187 por kilómetro.

La profundidad del canal respecto á la superficie del terreno en su punto de partida, es de 5^m75, y en los últimos kilómetros 21^m28. Los taludes son á 45°, el ancho en el fondo es de 5 metros en los primeros 20 kilómetros y de 6^m50 en el resto del canal; en los citados 20 kilómetros, puede considerarse el canal como la prolongación de la red de atarjeas de la Ciudad, y no recibe más aguas que las que pueden pasar por ellas y las que bajan del lago de Xochimilco, por lo cual se ha calculado un gasto normal de 5 metros cúbicos, aunque en determinadas circunstancias, como es en los grandes aguaceros, puede recibir mayor volumen de agua: el resto del canal está en comunicación con el lago de Tetzoco y está destinado á gobernar las aguas de este lago, que es el más bajo de los del Valle, y adonde se puede hacer llegar el agua de todas partes, por lo cual se calculó el canal para la mayor cantidad que puede pasar por el túnel, que es de 17.50 metros cúbicos por segundo.

El terreno en que se abrió el canal es esencialmente arcilloso. En los últimos kilómetros se encontró una toba bastante resistente, y siguiendo al Sur se atravesó una serie de capas de aluvión descansando sobre tobas. En las capas del terreno atravesado ha habido filtraciones procedentes de niveles distintos y bastante abundantes para producir cuando menos un gasto de agua de 2^m50 por segundo.

Para dar paso á los ferrocarriles, caminos y cursos de agua que cor-