

“Los números anteriores indican que hasta una distancia de 10 kilómetros se vendría á establecer una velocidad aceptable, la de 0.667; que esta velocidad disminuirá á distancias menores, siendo muy objetable la que se conservaría en los 6 kilómetros primeros del remanso.

“Pero debo agregar que la observación que vengo haciendo es de atenuarse. La sección de los Sres. Read & Campbell, según mis cálculos, está en exceso, pues limitándose al uso de la cubeta, es capaz de un gasto igual á 24 metros cúbicos, en lugar de 17^m5 que se propone conservar, y esto proviene de la fórmula con que se calculó, que no corresponde á la naturaleza de las paredes que se iban á construir para formar la cubeta del túnel.

“A mi vez he calculado la sección en la que se conservaría el gasto de 17^m5, con la pendiente 0^m00025 que se adopta en el túnel propuesto, pero rectificando ya la fórmula.

“Del nuevo cálculo resultó: que la altura de la cubeta sería 3^m32 en vez de 3^m74.

“Mediante esta corrección se deduce que 3^m16, sería la mayor altura del remanso, y la velocidad media no bajaría de 0^m53, que ya es tolerable. La objeción que subsistiera con motivo del remanso, quedaría en consecuencia muy minorada. . . .”

Más adelante agregaba en mi citado informe:

“A pesar de que de lo que dejo expuesto se deduzca que mi opinión sería la de conservar el tajo abierto, por lo menos hasta el kilómetro 47.7, prolongando el túnel sólo 400 metros al Sur, á fin de suprimir la profundidad del tajo que apreciablemente exceda de 21 metros, debo indicar mi opinión sobre la manera de poner en obra el pensamiento de prolongar el túnel 6,200 metros al Sur.

“Me parecería más natural alterar la sección del túnel en el punto adonde ha llegado la construcción, y no esperar que llegase al Sur de la lumbrera I. Procediendo del último modo, se tiene que pasar de una pendiente fuerte 0^m001 á otra muy débil 0^m00025, y de aquí que la sección en el segundo tramo sea relativamente muy grande. Si al contrario, se cambia la pendiente al fin del segundo kilómetro que estará en construcción próximamente, se dispondría entonces de 7^m05 que quedarían disponibles en el trayecto no construído del túnel de Tequixquiac, más 2^m34 que se dispondrían al Sur para llegar al kilómetro 41,4 del canal, con lo que se tendría una caída total de

9^m84, que repartida en 13,700 metros de túnel, da una pendiente de 0^m00072. Con esta pendiente se calcularía entonces una sección que produjese un gasto de 17^m05, cuya sección tendría que ser muy poco diferente de la que se está ejecutando. Procediendo de este modo, se encuentra que los ejes horizontal y vertical de la sección que se está ejecutando, siendo 4^m018 y 3^m935, en la que he calculado para la pendiente de 0^m00072, dichos ejes son 4^m265 y 4^m184, de manera que sólo aumentan 0^m02 próximamente. En la sección que proponen los Sres. Read & Campbell, los ejes son 5^m698 y 5^m763; en la que yo calculo rectificando la fórmula, son 5^m284 y 5^m111. Comparando estos últimos números con 4^m018 y 3^m935, que corresponden á la sección que se está construyendo, resulta que aun rectificadas ya los cálculos, siempre son mayores en 1^m2 los ejes de la sección que se proyecta, y esto debe introducir una gran diferencia de costo que importa disminuir para el propósito de prolongar el túnel.

“Admitiendo la modificación que indico, queda á la parte de los Sres. Read & Campbell someter nuevas propuestas á la consideración de la Honorable Junta del Desagüe.”

La modificación que proponía en la parte que dejo transcrita de mi informe, fué aceptada, y como dije antes, el proyecto de la prolongación se llevó á efecto. El contrato relativo, lo mismo que su aprobación, quedó terminado en el mes de Agosto, y en Octubre próximo comenzó á ejecutarse.

Como era natural, el precio del metro lineal de túnel aumentó de \$ 250.71 á \$ 294.93. El de las lumbreras con revestimiento completo de mampostería, de \$ 501.47 á \$ 679.22.

La lámina núm. 13 representa la sección modificada en los términos aprobados y manifiesta las principales dimensiones. Fué estipulado que la modificación en el túnel de Tequixquiac, comenzara á distancia de 2,020 metros del desemboque, y en consecuencia también allí tuviera lugar el cambio de pendiente de 0^m001 á 0^m00072.

En el túnel de Zumpango se proyectaron 15 lumbreras denominadas con el número de orden que les correspondía. Este orden fué inverso al que se siguió en Tequixquiac, pues la I estaba al extremo Norte y la XV al extremo Sur.

Las lumbreras debían todas fortificarse con mampostería de la-

drillo de 0^m40 de espesor mínimo. La sección transversal libre debía ser un cuadrado de 3 metros por lado; pero las paredes del revestimiento deberían ser curvas, y habían de tener por cuerda los lados del cuadrado y 0^m15 de flecha.

Las profundidades contadas solamente hasta el intradós de la bóveda del túnel, variaban según el perfil del terreno; pero en lo general poco diferían de 20 metros. Las que más se apartaban de esa cifra eran la I que tenía 21^m89 y la XIV que tenía 18^m13.

Las distancias que separaban las lumbreras entre sí eran de 400 metros, quedando al fin entre la nueva boca del túnel y la XV, 222 metros.

De todas, sólo tres lumbreras llegaron á terminarse: fueron las I, IV y VI, y estuvieron á punto de concluirse, las III y VIII.

En Enero de 1891 se abandonaron los trabajos de prolongación en el túnel de Zumpango.

Sucedió que el agua de filtración se encontró en cantidad mayor de la que se imaginaron los Sres. Read & Campbell. En la lumbrera I, la cantidad fué elevándose hasta llegar á 400 galones por minuto, y todas las probabilidades eran de aumentar á medida que progresaran las frentes del túnel. En la lumbrera IV las filtraciones llegaron en cantidad de 500 galones por minuto; en la lumbrera VI no pasó de 200 galones; pero en la VII, á pesar de que no llegaron á abrirse frentes de galería, el agua llegó á ser en cantidad de 350 galones por minuto.

Había en todo esto, como dije antes, la probabilidad de que el agua aumentara á medida que se avanzara, y no existía un material de desagüe suficiente para luchar.

Las bombas que se hicieron venir en número de 16, debían bastar, según se pensaba, para Tequixquiac y Zumpango. Eran de 16 pulgadas de diámetro, y su carrera, que podía variar, no pasaba de 5 pies. Con 16 y aun 20 golpes habían trabajado en la lumbrera I, para extraer 400 galones, y resultaban ya fatigadas; no podía pasarse de esa cifra que venía á ser como un límite de su capacidad.

Tal estado de cosas hizo que, así la Junta Directiva como los Sres. Read & Campbell, convinieran en prescindir de la prolongación del túnel y adoptar ya definitivamente el proyecto anterior tal como estaba aceptado.

Según puede verse en la «Reseña administrativa y económica,»

la Superioridad aprobó esa decisión; el túnel de Zumpango fué abandonado y restablecido el Gran Canal en la parte que se había intentado suprimir.

Hubo, sin embargo, una excepción en la parte construída del túnel de Zumpango, y fué la lumbrera I, que en lo sucesivo se ha denominado I A, con sus tramos de galería 151^m70 y de túnel 99^m40.

El túnel de Tequixquiac, en virtud de esa excepción, cambió de origen, situándose éste á 120 metros al Sur de la lumbrera I A; su longitud entonces aumentó, de 9,500 metros que tenía antes, á 10,021^m79. Por otra parte, el Gran Canal disminuyó; su longitud quedó reducida á 47,527 metros, y su volumen á 11.588,000 metros cúbicos.

Ya he expuesto que durante los primeros meses del contrato, la Compañía contratista no hizo más que construir 257 metros de cubeta que estaban pendientes en la fecha en que recibió las obras, y continuar la misma frente hacia el Sur; pero ya atacando la sección completa.

Expuse también que en las lumbreras muy poco podía hacerse por lo pronto, y que se necesitaba proveer á las instalaciones de material para el desagüe.

Sin embargo de todo esto, ya en el mes de Abril de 1889 se intentó, y se pudo llevar á efecto, el avance en los planes de las lumbreras III, V, IX, y un poco más tarde, en las X, XIV y la XVII.

De dichas lumbreras se logró terminar la V, la IX y la XIV en la fecha en que se dió principio al túnel de Zumpango, ó sea la prolongación del de Tequixquiac.

Las demás lumbreras se continuaron, con excepción de la XVII; pero en cambio se agregaron las II, IV, VI y VII.

En Diciembre de 1889 se terminó la lumbrera VII, en Marzo de 1890 la lumbrera IV, y en Mayo, la lumbrera V.

La lumbrera II no pudo concluirse, pues faltándole 1^m72, el agua de filtración aumentó extraordinariamente é impidió terminarla.

La lumbrera VI dejó de trabajarse en Noviembre de 1889, sin que fuese obstáculo el que el agua abundase, y esa paralización duró quince meses.

A la lumbrera X llegó sólo á faltarle 0^m18 para llegar á su fin en Julio de 1890, y se suspendió, no tanto por la abundancia del agua, sino por defecto del motor.

La lumbrera XII vino á trabajarse en el mes de Agosto de 1890, y á los cuatro meses se suspendió el trabajo, después de avanzar 9 metros.

En Noviembre de 1890 los Sres. Read & Campbell habían adquirido el contrato de la obra de Tequixquiac, celebrado por la Junta con la Prospecting Company; pero desde esa fecha hasta el mes de Febrero de 1891, en que se rescindió el contrato de prolongación, nada se avanzó en las lumbreras que habían quedado pendientes.

Durante el nuevo contrato, que subsistió de Febrero á Octubre de 1891, continuáronse los trabajos de lumbreras de la manera siguiente:

En la I se hizo un pequeño tramo de 2^m41 que faltaba en el mes de Mayo.

La lumbrera VI se terminó también á fin de Mayo.

En la lumbrera VII se avanzó sólo un corto tramo de 4^m50 en el mes de Abril.

La lumbrera X se terminó en el mes de Septiembre.

La lumbrera XII se terminó también en el mes de Agosto.

La lumbrera XVI se terminó en el mes de Abril.

A la lumbrera XVII sólo le faltó, para terminarse en el mes de Julio, 0^m54.

En esta lumbrera no hubo falta de bomba, sino del motor, que era muy pequeño para vencer la altura de 98 metros de la elevación del agua.

Conviene dar aquí una idea de los procedimientos que se siguieron en la apertura de las lumbreras.

Las dimensiones de éstas fueron de 3^m × 2^m, siendo libres en el interior; y todas se revistieron con mamposterías común ó de ladrillo, con un espesor los revestimientos de 0^m40. Además, el paramento de los revestimientos no era plano, sino cilíndrico, y la curvatura de las superficies tenía 0^m15 de flecha.

El procedimiento de apertura de lumbreras comprendía un ademe provisional, el cual se quitaba al hacer el revestimiento de la mampostería. Como ya desde 1886 se tenía acordado dar á las lumbreras una duración indefinida, se decidió desde luego ir mamposteando las excavaciones de las lumbreras que quedaban pendientes, á medida que se avanzaban, cualquiera que fuese la consistencia del

terreno, y en consecuencia, todos los trabajos se dirigían á este propósito. Las lumbreras, por consiguiente, se iban colando por tramos de 5 metros, con ademe provisional, si éste era necesario, y luego se procedía á construir en cada tramo la mampostería, estableciendo en el fondo un marco de madera de ocote, formado de vigas de 0^m30 × 0^m15 de escuadría para recibirla; terminada ésta, se continuaba la excavación, asegurando, según las circunstancias, el marco que servía de apoyo á la mampostería con ménsulas provisionales. En caso de que el terreno fuera muy blando ó arenoso, se suspendían los marcos con cables de alambre desde los ángulos de la boca de la lumbrera.

En los lugares en que abundaba el agua se usaba una bomba de 16 pulgadas de diámetro, de doble acción, que se mantenía constantemente en trabajo; y en los sitios donde el agua acudía en cantidades excesivas, se empleaban dos de estas bombas, las cuales eran capaces de elevar sobre 400 galones, ó sean 1,800 litros por minuto. Las bombas, además de ser soportadas de la manera usual en los tiros, estaban suspendidas por medio de un cable de hilo de acero á un cabrestante establecido en la superficie.

La profundización ó cuele podía llevarse solamente 4 metros abajo de los cuerpos de bomba, que era lo que permitía el alargamiento de los tubos telescópicos de succión. Llegado á este punto, había que desconectar las bombas, bajarlas y fijarlas de nuevo; todo en el menor tiempo posible, para impedir que el aparato quedase sumergido. El tiempo que se empleaba en estas operaciones era de dos horas y media.

No faltó ocasión en la que, por descompostura de la bomba, fué inevitable que quedase ésta bajo el agua, y que para repararla se necesitara el trabajo de buzo, empleando la luz eléctrica y todos los recursos de que se dispone en casos semejantes. En la mayor parte de las veces el agua caía en forma de aguacero, y en otras aparecía en la de manantiales.

La lumbrera núm. II ofreció un caso digno de mencionarse. Previamente se había avanzado el cuele de ella; pero faltando todavía 20 metros, la bomba no pudo dominar el agua y quedó sumergida. No se intentó ya volverla á poner en acción, sino que se esperó á que la frente Sur de galería, que venía de la lumbrera núm. III, llegase hasta la vertical de la núm. II. A medida que la frente se aproxi-