

contratistas, el del régimen provisional, y el de la segunda administración de la Junta. Un resumen de los trabajos ejecutados en las lumbreras durante el primer período, se contiene en el siguiente cuadro:

LUMBRERAS.

NUMERO.	Se encontraron á fin de Enero de 1885.		Tenían en 23 de Marzo de 1889.		DIFERENCIA.	
	Profundidad.	Revestimiento.	Profundidad.	Revestimiento.	Profundidad.	Revestimiento.
I . . .	7.10	5.00	26.15	26.15	19.05	21.15
II . . .	7.24	6.60	13.24	11.00	6.00	4.40
III . . .	12.00	2.75	13.80	13.30	1.80	10.55
IV . . .	21.00	7.15	23.56	22.74	2.56	15.59
V . . .	22.00	2.85	25.17	24.84	3.17	21.99
VI . . .	23.00	2.90	23.27	22.63	0.27	19.73
VII . . .	26.00	2.00	46.47	46.72	20.47	44.72
VIII . . .	25.00	5.30	27.13	25.09	2.13	19.79
IX . . .	23.40	3.45	49.48	49.36	26.08	45.91
X . . .	23.00	4.10	31.13	30.64	8.13	26.54
XI . . .	31.70	2.65	53.19	40.20	21.49	37.55
XII . . .	24.00	2.05	40.00	40.25	16.00	38.20
XIII . . .	24.00	10.00	24.95	23.52	0.95	13.52
XIV . . .	17.00	6.30	61.12	62.15	44.12	55.85
XV . . .	31.00	1.98	65.82	65.82	34.82	63.84
XVI . . .	45.00	25.50	80.61	77.42	35.61	51.92
XVII . . .	35.45	6.86	75.21	70.41	39.76	63.55
XVIII . . .	27.00	1.00	79.64	79.14	52.64	78.14
XX . . .	26.00	19.40	52.115	51.615	26.115	32.215
XXI . . .	36.00	28.10	45.517	45.017	9.517	16.917
XXII . . .	9.00	2.35	37.745	37.245	28.745	34.895
XXIII . . .	16.00	8.50	31.328	30.828	15.328	22.328
XXIV . . .	27.146	4.50	27.146	26.646	. . .	22.146
	539.036	161.29	953.791	922.731	414.755	761.441

Los revestimientos en las lumbreras han sido, en lo general, de ladrillo y de 0^m40 de espesor; pero en algunos tramos hubo necesidad de hacerlos con mampostería de piedra más resistente. El revestimiento de las lumbreras XIV, XV, XVII, XVIII y XX, presentó dificultades bastante serias, por los grandes derrumbes que hubo durante el tiempo de su abandono, circunstancia que hizo ne-

cesario rellenar con mampostería los huecos. Esto equivalió á ensanchar en algunos tramos hasta 1½ metros el espesor del revestimiento.

En el túnel se tuvieron los avances siguientes hasta el 23 de Marzo de 1889, fecha en que recibió la obra la Compañía contratista para continuarla conforme á las estipulaciones de su contrato.

Galería	2,204 ^m 16
Bóveda de túnel en el tramo de 2,180 ^m de galería	1,837 ^m 56
Cubeta de ídem	1,580 ^m 45

Algunas observaciones hay que hacer acerca de los trabajos citados.

Dije antes, que el estado del fondo del Tajo y el de la misma galería, relativamente á los niveles que tenía en 1875, me obligaron á dividir las labores del túnel, construyendo primero la bóveda y después la cubeta, á semejanza de lo que se hace en el sistema de construcción Belga; pero el nivel á que estaba abierta la galería, no era rigurosamente el que se necesitaba para limitar la primera parte de la construcción á la bóveda exclusivamente. Era necesario, y así se verificó, construir desde luego unos 80 centímetros de muro lateral á cada lado y sobre ellos la bóveda. Esos 0^m80, representaban ya parte de la cubeta.

Tal procedimiento se siguió en los 2,180 metros que se construyeron, sin haber encontrado dificultades. La construcción de cubeta, sobre todo, puede decirse que fué la más fácil y la más rápida, no habiendo sido necesario de ademe auxiliar alguno en su construcción.

Llamo la atención sobre esto, porque da idea de la bondad del terreno.

Naturalmente no faltaron tramos de cierta dificultad, y aun ocurrieron dos derrumbes del cielo de la excavación, que complicaron un tanto la construcción de la bóveda. Empero, tales circunstancias fueron debidas á accidentes muy locales del terreno, y que en manera alguna autorizan á calificarlo desfavorablemente. Ser blando lo bastante para poderlo atacar con zapapico, y con la cohesión necesaria para mantenerse con ademes simples y comunes, son sus caracteres generales. El hecho de haber logrado conservar 374 me-

tros de galería durante 14 años con un simple ademe, confirma bastante lo que dejo expuesto.

Otra observación debo agregar con respecto á la cantidad de obra hecha.

Los 1,837^m 56 de bóveda y 1,580^m 45 de cubeta, es poca obra para 3 años de operación; pero tan poco avance se explica por las circunstancias que someramente paso á indicar.

Según se recordará, hasta 31 de Mayo de 1886 quedó resuelta la continuación de los trabajos en el túnel de Tequixquiac, que se habían estado conteniendo en espera del resultado relativo al estudio del proyecto de desagüe mecánico presentado por el Sr. F. W. Johnstone.

Después de aquella fecha, se dictaron providencias y se hicieron pedidos de maquinaria para activar los trabajos, cosas todas que no podían verificarse en breve tiempo.

Además, aquellos pedidos fueron muy limitados, y en esto intervenían las ideas que dominaban en la Junta Directiva, de entregar la obra á un contratista para que la continuara por una cantidad alzada. Naturalmente se evitaba en lo posible entrar de lleno en instalaciones, que podía ser no conviniera y rehusara tomarlas el contratista.

Hizo, pues, falta, y mucha, la instalación de elevadores en las lumbreras. La extracción de la tierra que se hacía en cueros, formando lo que se llaman mantas en el lenguaje de los mineros, era muy lenta, é impedía y retardaba mucho las ampliaciones para mampostería y avances de galería.

Tomadas diversas providencias por la Junta con el objeto de celebrar un contrato para la ejecución de los trabajos, expedida una convocatoria á los mejores postores, hubo dificultades que aplazaron la contrata, ínterin se estudiaba la manera de procurarse un fondo y reformar las condiciones de la mencionada convocatoria.

Entretanto, la Junta Directiva, de acuerdo con el Superior Gobierno, quiso tener la opinión de algún perito de reconocida reputación en Europa, y versado, en consecuencia, en obras del género de las que se hacían en Tequixquiac.

Se solicitó y obtuvo que el Sr. Don León Derote, ingeniero de puentes y calzadas en Bélgica, y á cuyo cargo se hallan las atarjeas de aquella capital, viniese á México y rindiese un informe,

tanto sobre lo que se había hecho, como sobre la manera de continuar los trabajos, que examinase los materiales y dijese si las máquinas empleadas eran las más convenientes.

El informe que rindió el Sr. Derote comprende cuatro partes: en la primera se refiere al estudio histórico del Desagüe; en la segunda propone una reforma en la sección del túnel y materiales de su revestimiento, y en la tercera y cuarta se ocupa de detalles de menor cuantía é indicaciones generales sobre el desagüe de la ciudad.

Del contenido del informe sólo me ocuparé en lo relativo á las modificaciones que proponía en la segunda parte.

Respecto á la bóveda del túnel, propuso alterar la sección, convirtiéndola en un círculo completo de 4^m 017. Respecto del material, proponía suprimir la piedra artificial y mampostería suplementaria de la cubeta, substituyéndola con ladrillo: finalmente, revestir el paramento interior con un barnizado de cemento.

La conversión de la sección del túnel en un círculo, venía fundada, entre otras cosas, en que por ese medio podía aumentar el gasto á 20 metros cúbicos. Tal aseveración podía ser cierta, si no existiesen ya 1,800 metros lineales construídos con la sección oviforme, y ocupando, como ocupaban, la parte baja del túnel. Efectivamente, si en la sección oviforme el agua no debe subir más allá del arranque de la bóveda, sería inútil aumentar la capacidad del túnel en la parte alta ó anterior introduciendo la sección circular, pues el gasto estaría definitivamente limitado por aquélla.

La conversión no habría tenido, pues, otro objeto, que aumentar el cubo de la mampostería y crear un obstáculo al pasar de una sección á la otra, que vendría á traducirse en una perturbación de la corriente. El pretendido aumento de gasto resultaba ilusorio.

En vano también el Sr. Derote, razonando en abstracto, pretendía que la sección circular ofrecía mayores garantías contra los empujes del terreno. El terreno en Tequixquiac tiene bastante cohesión y consistencia; no ejerce presiones laterales; la presión toda viene de arriba, verticalmente. Bajo este respecto, la estabilidad del túnel se juzgaba mejor garantizada con la sección oviforme que con la circular. De cualquier modo que fuere, la experiencia vino confirmando que la construcción con la forma de la sección adoptada, no manifiesta signo alguno de donde pueda presumirse deterioro por causa de presiones no previstas. Se tenía, además, un número

considerable de metros de revestimiento terminados, algunos que contaban ya varios años, y que podían servir como un ejemplo de la suficiencia en la construcción.

La reforma propuesta no fué aceptada.

La substitución de las mamposterías y piedra artificial por el ladrillo, era todavía menos aceptable.

En las condiciones de la corriente del túnel de Tequixquiac, entra la velocidad media con un valor que excede de 2 metros, y que por esto mismo deja de ser compatible con el revestimiento de ladrillo, que no resiste más allá de 1^m50, suponiendo que sea de buena calidad y resistencia. Aunque es cierto que prescribía el Sr. Derote un revocado de mortero, con base de cemento para proteger el ladrillo, no se aceptó la eficacia de ese protectivo. Desde luego la adherencia de estos morteros con el ladrillo es muy difícil de obtener, aun en pequeñas superficies que no están sujetas á fuertes corrientes, y sería nula ó poco menos en el túnel; después se consideró que la circunstancia de que no estando comprimido el mortero, no presentaría la resistencia de las piedras artificiales.



IX

Comienzan los contratistas sus trabajos entre las lumbreras XXI y XX.—Cambio en el método seguido antes.—Bombas para el Desagüe.—Túnel de Zumpango.—Exposición de los Sres. Read & Campbell.—Informe del ingeniero Espinosa.—La Junta aprueba la modificación propuesta por este último.—Pónese en ejecución el túnel de Zumpango.—Número de lumbreras y su distribución.—Cuántas se concluyeron.—Suspéndese y abandona el túnel de Zumpango.—Causas que en esto influyeron.—Prosiguen los trabajos conforme al Proyecto aprobado oficialmente, y sólo se aprovecha un tramo de aquel túnel.—Avances y terminación de algunas lumbreras.—Procedimientos empleados en su apertura, é instalaciones para extraer escombros ó llevar materiales y para hacer el desagüe.—Avances en el túnel durante las dos épocas en que trabajaron los contratistas.—Causas que obligaron á los Sres. Read & Campbell para suspender sus labores.



LA Compañía con la cual se contrataron los trabajos, comenzó éstos entre las lumbreras XXI y XX, á fin de construir la cubeta en el tramo de túnel que recibió, pues solamente se había hecho la bóveda que medía 257^m 11.

El método de construcción cambió en seguida. Tanto en la prosecución del túnel por la lumbrera XX, como en las demás lumbreras por las que sucesivamente se fué atacando, procedióse ya por sección completa, implantando de una manera franca el sistema inglés de construcción, según se explica adelante.

En las lumbreras muy poco podía avanzarse de pronto. En general, lo que habría sido posible hacer sin la intervención de un desagüe formal, así de excavación como de revestimiento, estaba ya ejecutado. Lo preferente entonces era ocuparse en los medios que deberían de emplearse para dominar el agua.

Para formular su proyecto de instalación de desagüe, la Compañía constructora se guió por los datos que se tenían de las lumbreras XXIII á XVIII, en las que se había trabajado desde antes, é