

maba, se notó que el agua comenzaba á bajar, filtrándose á favor de la galería; de manera que cuando dicha frente estuvo debajo de la lumbrera núm. II, toda el agua de esta lumbrera había desaparecido.

La lámina núm. 5 representa la instalación hecha en las lumbreras, así para extraer los escombros y bajar los materiales, como para efectuar el desagüe. La primera instalación consistía en un elevador ó jaula de fierro que podía recibir los pequeños carros de 0^m33 cúbicos de capacidad, cargados con el escombros que debería extraerse, ó bien con el material de construcción que había de emplearse en el túnel. Estas jaulas estaban guiadas en cada lumbrera por medio de cables de alambre perfectamente tirantes. En la boca de la lumbrera había dos plataformas, una debajo de la otra: la inferior para despachar el material que se empleaba en el túnel, y la superior para recibir el escombros; cada plataforma estaba provista de cuatro mesas giratorias, dos al frente y dos á la parte posterior de las jaulas. En el fondo de cada lumbrera había también una plataforma con sus mesas giratorias, á donde llegaban los carros cargados con escombros para hacerlos entrar en las jaulas ó para recibir los que venían de arriba para continuar hasta las frentes de la galería ó túnel. Las máquinas de extracción fueron todas sistema Compound, de doble cilindro, de ocho caballos nominales y de las fábricas Jefferys Simms y McLaren. En cuanto á la segunda instalación, las bombas elevaban el agua por doble acción, recibiendo el movimiento de las máquinas por medio de transmisión horizontal, figurando en ésta, como pieza principal, un balanzón. Estaban colocadas sobre fuertes viguetas de acero, cuyos extremos iban empotrados en las paredes de cada lumbrera. En el fondo de ésta se le daba á la mampostería la forma de boca de campana para dar cabida á la cámara de válvulas de las bombas, y los tubos de succión de éstas había que doblarlos, para dejar paso á los carros de material á su salida de las jaulas. Los motores que se usaron en el desagüe fueron también de doble cilindro, sistema Compound, y en general con fuerza de diez caballos nominales, pues sólo uno fué de veinte caballos.

Respecto del túnel, me refiero al registro gráfico, que contiene el pormenor de los avances hechos por las diversas lumbreras durante las cuatro épocas transcurridas: 1^a, de Marzo 23 de 1889 á

Octubre 25 de 1890, por la Mexican Co. of London; 2^a, de Octubre 25 de 1890 á Octubre 28 de 1891, por los Sres. Read & Campbell, solos; 3^a, de Octubre 29 de 1891 á Febrero 28 de 1892, que comprende el período provisional, y 4^a, de 1^o de Marzo de 1892 á 31 de Diciembre de 1894, período de la segunda administración de la Junta.

Dicho registro ó diagrama indica, por medio de abcisas, los avances hechos en las diversas frentes de galería y túnel, y por medio de ordenadas, el tiempo transcurrido. El origen para las abcisas fué la vertical de cada lumbrera, desde la cual se contaba á Norte y Sur. En el caso del túnel, cuando se atacaba un tramo intermedio, el punto inicial de él servía de origen de abcisas á Norte y Sur. Además, el origen dicho se ha marcado en el diagrama, en cada uno de los casos ocurrentes, con una línea vertical de puntos.

De las curvas que aparecen en el mismo registro, la representada con una línea continua se refiere al túnel, y la que lo está con línea de punto y raya, á la galería de avance ó de fondo.

Entendemos que el registro basta para seguir el progreso de las diversas frentes que se siguieron simultáneamente, así como la que estaba en una fecha dada, siguiendo la horizontal correspondiente á esa fecha; observando que los tramos de las curvas verticales indican que la frente estaba suspensa, y los inclinados, al contrario, que la frente estaba en progreso.

Por ejemplo: en la lumbrera II, la frente Norte de túnel se prolongó, en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 1894, 155^m92 para comunicarla con la frente de la lumbrera III. La frente Sur se prolongó, en los meses de Noviembre y Diciembre del mismo año, 88^m48 para comunicarse con la frente Sur del intermedio I, II, que desde el mes de Octubre había llegado á ese lugar, en que la comunicación se efectuó. En dicho intermedio ningún trabajo se hizo durante los meses de Julio y Agosto. En Septiembre y Octubre se avanzó la frente Norte 75^m91 y quedó suspensa, hasta que al fin de Noviembre vino la frente de la lumbrera II á comunicarse con ella. La frente Sur del mismo intermedio se prolongó en Septiembre 15^m68, en cuya fecha se comunicó con la frente Norte de la lumbrera I.

Debo antes detenerme en la consideración de los hechos principales que obligaron á los Sres. Read & Campbell á retirarse de su contrato y aun pretender nuevas condiciones para continuar.

Desde que se abandonó la prolongación del túnel se creyó que las diez y seis bombas de 16 pulgadas de diámetro que se habían hecho venir para los dos túneles, concentradas ahora sólo en Tequixquiac, serían bastantes para dominar el agua.

Hubo dos circunstancias, sin embargo, en contra: una fué la insuficiencia de los motores, y otra la distribución que se hizo de las bombas.

Motores.—Se recordará que en la prolongación del túnel, las lumbreras eran de corta profundidad, en general de 20 metros arriba del intradós de la bóveda; si á éstas se aumentaban los 4^m28 de la altura del túnel, resultaba que la elevación á que se tenía que levantar el agua era de 25 metros próximamente.

A esta altura de 25 metros, los motores de los Sres. Read & Campbell podían dominar las bombas, desarrollando un trabajo de 10 caballos, en efecto útil de una manera que podría decirse normal, y esto bastaba cuando á dicha altura el volumen no excedía cosa apreciable de 400 galones por minuto.

Pero la insuficiencia de los motores para emplearlos en el túnel de Tequixquiac era indudable. Con excepción de la lumbrera I, todas las demás medían de 40 á 70 metros, y se necesitaba que las filtraciones fueran escasas para que los motores en cuestión pudieran bastar. Tal sucedió en la lumbrera IV, en que la altura de elevación fué de 50 metros, y el agua por varios meses no pasó de 120 galones por minuto; en la lumbrera IX, en la que con una altura de elevación de 64 metros, el agua aumentó de 40 á 70 galones de Enero á Agosto de 1891, y en los meses siguientes, hasta el 30 de Octubre, fecha en que de hecho cesó el contrato de los Sres. Read & Campbell, el agua solamente se aproximó á 130 galones por minuto.

No obstante, se probó hacer uso de esos motores en Tequixquiac, pero sin conseguir dominar el agua, y en general se sostuvo una lucha bastante insistente, con perjuicio de la maquinaria, que al fin llegó á un grado muy serio de deterioro.

Examinando el diagrama, puede observarse el avance poco satisfactorio que obtuvieron los Sres. Read & Campbell en las diversas lumbreras por las que atacaron el túnel. El defecto de los motores se ve en él manifiesto, pues según que el agua era escasa ó la altura de su elevación relativamente pequeña, el avance que

se obtenía era mayor: la lumbrera I A y la lumbrera IX son los ejemplos más notables de ello.

A propósito de la última, hay que notar que desde el principio fué bastante escasa de agua. La bomba de acción directa que se estableció allí para terminar la lumbrera, era suficiente en los primeros meses para atacar el túnel; pero por desgracia se ideó después de instalar en ella dos bombas de 9", obrando simultáneamente bajo la acción de una sola varilla por un sistema de engranes que lo obligaban á producir diez y siete oscilaciones por una sola de la bomba. Esta relación innecesaria obligaba á perder una gran parte del trabajo motor y limitar en extremo la capacidad del desagüe. Escasamente se aprovecharía un cuarto del trabajo del motor absoluto.

El no haber corregido los defectos de esta instalación, le dió á los Sres. Read & Campbell el resultado de emplear con un bombeo no interrumpido más de tres años, en un trabajo que pudo haberse hecho en la mitad de ese tiempo ó menos. En el registro gráfico está indicada la marcha de este trabajo en relación con el tiempo.

Distribución.—Dije en su oportunidad, que la Compañía contratista había instalado sus trabajos bajo la dependencia casi exclusiva de las bombas, aislando así en cada lumbrera sus trabajos; que no procuraban comunicarlos con galerías para obtener así una mejor distribución del agua entre las bombas vecinas, y que éstas pudieran auxiliarse. Pero es, sobre todo, notable, que hayan abandonado las lumbreras del Norte y que no hubiesen tratado de aprovechar la salida natural del agua, abriéndose por aquel punto una comunicación provisional por medio de galería preparatoria. Esto fué tanto más de extrañar, cuanto que las lumbreras allí estaban de lo más adelantadas: la XVIII, concluída; la XIV, punto menos, pues le faltaban 2 $\frac{1}{3}$ metros, y estuvo dotada, además, con un excelente motor, la máquina Compound, que trajo el ingeniero Iglesias; á la XV le faltaban sólo 8 metros, y á la XVI 5 $\frac{1}{2}$; sólo á la XVII le faltaban 18 metros.

No obstante tan satisfactorio estado de lumbreras, únicamente la XVIII se aprovechó, aunque tarde, para impulsar un tanto el avance de la frente general que recibió en la lumbrera XX.

Esta distribución y este aislamiento de las bombas fué acaso la

dificultad mayor entre las que se crearon los Sres. Read & Campbell.

El siguiente cuadro representa la estimación que hacían del agua que se bombeaba por entonces y la que quedaba en expectativa. Es de observar que no figuran en él las lumbreras I y IA, que estando al extremo Sur, contaban con reservarlas.

El cuadro es como sigue:

LUMBRERAS.	CANTIDAD EN GALONES QUE SE ESTÁ BOMBEANDO.	AUMENTO EN GALONES EN LOS NUEVOS TRAMOS.	TOTAL DE GALONES QUE HA DE SER BOMBEADO.
II.	500	355	1,055
III.	350 á 400	465	815
IV.	140	160	300
V.	250 á 300	680	930
VI.	220	90	310
VII.	350 á 400	750	1,100
VIII.
IX.	150 á 200	300	300
X.	200	815	815
XI.	150 (calculado)	630	780
XII.	200	585	785
XIII.	200 (calculado)	585	785
XIV.	320	585	905
XV.	150	270	420
XVI.	100	210	310
XVII.	150	150
TOTAL . . .	4,080	7,260	11,340

Este cálculo está hecho en el supuesto de que el agua de filtración aumentase en proporción de $1\frac{1}{2}$ galón al minuto por metro de avance en las frentes; pero los aumentos efectivos que se deducen de la serie de datos que se tenían en la fecha, no dan más que la mitad: 0,755 de galón por minuto.

Como se ve en el cuadro, bombeaban 4,000 galones efectivamente, y se preveía que, avanzando las frentes, aparecerían 7,260 galones más, y que se tendría así un total de 11,340 galones.

Naturalmente, no creyeron los contratistas prudente insistir en la empresa, en vista de que con sólo 4,000 galones habían expe-

rimentado pérdidas pecuniarias de mucha consideración, causadas por las frecuentes reparaciones de la maquinaria, y encontrarse ésta ya muy deteriorada.

Al fin del mes de Octubre declararon que cesaba su contrato, y que ponían á disposición de la Junta Directiva el personal y material que estaba en servicio, y anunciaban presentar nuevas propuestas para continuar, en caso de que fuesen aceptadas, á lo que accedió la Junta, por las razones y reflexiones que se expresan en la parte de esta obra, escrita por el Sr. D. Rosendo Esparza.