

diciones de estabilidad de la obra, ofrecerán además ventajas subsidiarias para la corriente de las aguas; por una parte, porque la seccion interior aumenta ligeramente, y, por otra parte, porque el barnizado continuo de cemento ofrecerá una superficie más lisa que la mampostería de piedras artificiales con juntas.

Me aseguré, por otra parte, de que las diversas modificaciones que propongo no traerán consigo ningun aumento en el costo de la obra, y es indudable que el empleo de una sola y misma especie de materiales, el ladrillo, en vez de tres distintas categorías que hoy se emplean, ladrillo, piedra natural y piedra artificial, será apreciado por todos los contratistas como una notable simplificación que deberá traducirse por una organización más fácil del servicio de transportes, y consiguientemente, por un avance mucho más rápido de los trabajos.

PROLONGACION DEL TUNEL DE 500 METROS HACIA MEXICO.

Pasando á otra orden de ideas, estimo que habria ventaja, bajo el punto de vista del costo, en alargar el túnel hácia México (Sur), de modo que se suprimiese la parte del canal á cielo abierto, en que la profundidad del tajo resulta ser muy grande.

Propongo, con tal fin, se disponga de los 0^m,40 de caída, que se han reservado en el punto de conexión del canal y del túnel.

Prolongando hácia México el túnel, con su pendiente de 0^m,001, el radier encontrará el fondo del canal con pendiente de 0^m,0002 á 500 metros al Sur del origen del túnel, tal cual está actualmente proyectado.

Propongo, en consecuencia, se alargue el túnel de 500 metros hácia México (Sur).

EL TUNEL ASI MODIFICADO DARA UNA SALIDA DE AGUA MAYOR QUE EL QUE ESTA ACTUALMENTE APROBADO.

Ya señalé ántes el ligero aumento de seccion que resultaria en el túnel, con la modificación de forma que propongo.

Encuentro que con la seccion actualmente aprobada, el gasto de agua seria un poco mayor que el que computó el Sr. Espinosa, 18^{ms. cúb.},18 en vez de 17^{ms. cúb.},50, en la hipótesis de que las aguas lleguen hasta los arranques de la bóveda superior, dejando arriba de ellos una altura libre de 1^m,47, bajo el intrados de la clave.

Con la seccion que propongo, y en la hipótesis de que las aguas se eleven exactamente al mismo nivel, encuentro que el gasto de agua por segundo será de 20^{ms. cúb.},23, esto es, 2^{ms. cúb.},05, mayor que el de la seccion actual.

Con la forma anular, y suponiendo que se tomen todas las precauciones necesarias durante la construcción del anillo de ladrillos, para que éste se

encuentre en todas partes completamente ajustado contra el terreno vírgen, no tendria yo ningun temor de dejar que las aguas se elevaran en el túnel, á un nivel muy superior á aquel anteriormente considerado de 1^m,47, bajo el intrados de la clave.

Encuentro que si se dejara llenar completamente el túnel de agua hasta el intrados de la clave, el gasto de agua seria de 28^{ms. cúb.},38 por segundo, y el gasto máximo de agua correspondiente á un nivel ligeramente inferior á aquel del intrados de la clave, seria de 29^{ms. cúb.},30.

Teniendo cuidado de detener los cuerpos voluminosos flotantes, ántes de su entrada en el túnel, por medio de emparrillados convenientemente dispuestos, me inclino á pensar que la experiencia demostrará que el túnel construido con las condiciones ántes definidas, podrá sin inconvenientes dar libremente paso á una salida de agua de 25 metros cúbicos por segundo, y este resultado seria á la verdad sumamente satisfactorio. A esta salida corresponderia una altura libre de 0^m,83 aproximadamente, entre el nivel del agua y el intrados de la clave.

III

MEDIDAS QUE HAY QUE TOMAR PARA ACTIVAR LA EJECUCION DE LAS OBRAS, Y ESPECIALMENTE LA CONSTRUCCION DEL TUNEL.

CONVIENE EN CUANTO SEA POSIBLE, ABANDONAR EL TRABAJO POR ADMINISTRACION, RECURRIENDO A COMPAÑIAS CONTRATISTAS EJECUTORAS.

Antes de pasar á ocuparme del modo de ejecución de las obras, suplico á la Junta me permita reproducir aquí un extracto de la carta que dirigí el 9 de Agosto de 1887 al Sr. Núñez Ortega, Ministro de México en Bruselas, cuando este elevado funcionario me hizo el honor de ponerse en relaciones conmigo para proponerme la misión que cumplo en estos momentos.

Hé aquí lo que escribí:

«Me parece que la Junta Directiva se encuentra en una situación difícil, que no llegará á llevar felizmente á cabo la obra si continúa, como hasta ahora, aplicando el sistema de ejecución por su propia administración, esto es, con la ayuda de sus propios elementos, sin recurrir á un contratista para la ejecución del todo: que ella no encontrará con tal sistema más que disgustos y desengaños, y más ó ménos pronto, la fuerza misma de las cosas la obligará á abandonarlo.»

«Pienso que, por necesidad, la Junta Directiva llegará á tener que confiar la ejecución de las obras á un empresario por un contrato al tanto alzado, el empresario contratista debiendo en este caso quedar completamente libre para emplear los medios de ejecución que mejor le parezcan, sin que

la Junta Directiva tenga para nada que intervenir en eso, su papel debiendo entónces limitarse á verificar si los trabajos definitivos han sido ejecutados con las condiciones de los planos aprobados y del contrato.»

La opinion que expresé entónces la conservo íntegra hoy.

Creo, sin embargo, conformarme á los deseos de la Junta, resumiendo aquí, con la esperanza de que no tendrá ella misma ocasion de aplicarlas, las ideas que ya le he expuesto verbalmente y en notas preparatorias, respecto á las medidas que hay que tomar para activar la ejecucion de las obras del túnel.

PROGRAMA PARA LA ORGANIZACION DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCION
DEL TUNEL.

Al principiarse las obras se decidió la apertura de 24 lumbreras, distantes una de otra 400 metros solamente. Algunas de esas lumbreras están hoy terminadas; la mayor parte no lo están, pero se encuentran excavadas en una parte notable de su profundidad.

La intencion de la Junta es que esos pozos ó lumbreras se conservaran bajo el título de obras definitivas, con el fin de facilitar la inspeccion y la conservacion del túnel. Si no se las considerara mas que como obras provisionales destinadas á facilitar la construccion del túnel, serian ciertamente demasiado numerosas.

La seccion dada á estas lumbreras es de 3 metros de longitud, en el sentido del eje del túnel, por 2 metros á 2^m,30 de ancho. Estas dimensiones son demasiado pequeñas, si se considera las lumbreras como obras provisionales para facilitar la construccion del túnel. En efecto, con tales dimensiones es imposible disponer, en una misma lumbrera á la vez: 1.º, de buenos aparatos elevadores, que uno ascienda miéntras el otro baje, á fin de sacar las tierras del cuele del fondo á la superficie, ó al contrario, para llevar los materiales de la superficie al interior; 2.º, de escaleras de salvamento, para el caso de que un trastorno cualquiera interrumpa la marcha de los ascensores; 3.º, de conductos para la extraccion de las aguas del interior, y otros para la ventilacion de las galerías que se encuentren en construccion.

He reflexionado si se podria aumentar la seccion de algunas de esas lumbreras, y creo que hay que renunciar á ello, porque dicho trabajo seria á la vez demasiado peligroso y demasiado costoso.

Habrà pues, necesidad, á mi juicio, de buscar el modo de sacar el mejor partido posible de las lumbreras tales como están, á pesar de la insuficiencia de sus dimensiones.

Segun el método de trabajo actualmente seguido, se ejecuta la obra por medio de tres y aun de cuatro lumbreras, no siendo éstas, sin embargo, mas que auxiliares de una sola y misma frente de avance de los trabajos. Mi croquis núm. 3 indica el estado actual de la obra. La frente de la galería prepa-

ratoria se encuentra avanzada á varias centenas de metros respecto á la frente de la bóveda superior, la cual se encuentra á su vez con varias centenas de metros adelante de la construccion de la cuneta. Cada una de esas tres operaciones, cuele en la galería preparatoria, construccion de la bóveda superior, construccion de la cuneta, se efectúa por una lumbrera especial.

Actualmente la lumbrera XX sirve para la primera operacion, la lumbrera XXII para la segunda, y la lumbrera XXIII para la tercera. La lumbrera XXI se utiliza tambien, pero extraordinariamente, para el rebaje sobre cierta longitud del piso de la galería preparatoria excavada por error á un nivel demasiado elevado.

Con esas tres ó cuatro instalaciones de ascenso no se avanza en suma por semana más que 12 metros, poco más ó ménos, en término medio.

En el Croton Aqueduct, obra que se termina actualmente cerca de Nueva York, se han hecho con facilidad, á pesar de que las dimensiones del túnel sean ahí más grandes que las de Tequixquiac, veinte metros por semana en término medio, y con un solo y mismo aparato elevador, esto es, diez metros de uno y otro lado de la lumbrera, de tal suerte, que con tres aparatos elevadores se han hecho allí 60 metros lineales de túnel completo por semana, en vez de *doce* metros que se hacen en Tequixquiac. Se ha sacado, pues, en el Croton Aqueduct de cada instalacion elevadora, un partido cinco veces mayor que en el túnel de Tequixquiac.

El corto avance de esta última obra, es debido á la insuficiencia del material elevador y del material de transporte.

En el interior del túnel se hace uso de wagones que no contienen más que 400 litros poco más ó ménos, y se limita en las lumbreras á elevar las tierras en unos cueros haciendo veces de sacos. Procedimientos tan rudimentarios no pueden dar buenos resultados.

Conviene, á mi juicio, hacer uso de wagones de doble capacidad cuando ménos, y de jaulas elevadoras, movidas por malacates capaces de elevar pronta y fácilmente aquellos wagones cargados.

Conviene igualmente, continuando al mismo tiempo la obra por las lumbreras del Norte, abrir nuevas frentes de ataque en la parte Sur, de tal modo, que á cada nueva instalacion elevadora correspondan dos frentes de avance del túnel, la una hácia el Norte, la otra hácia el Sur.

El número de los nuevos aparatos que haya que instalar, dependerá del plazo que se tome para la conclusion del túnel y del dinero que se consagre anualmente á dicho objeto.

Si la Junta trata de la construccion al tanto alzado, con obligacion para la compañía contratista de terminar el túnel en dos años y medio ó tres, por ejemplo, es claro que el contratista tendrá que gastar anualmente mucho más de lo que la Junta pudiera, si ella continuara la obra por su propia administracion, y que deberá por lo mismo instalar muchos más aparatos elevadores.