

y que se consume en los riegos de los campos; en fin, la que no llega á los lagos, reduciré aquella cifra á sus dos terceras partes. Para calcular la que extrae anualmente el tajo de Nochistongo, dirijamos nuestra vista á un plano del Valle, y veremos que el rio de Cuautitlan viene á recoger las aguas de una superficie que puede considerarse la cuarta parte de la del Valle, la cual pasa rápidamente por aquel tajo. Haciendo esta deducción, resulta, que el agua que se deposita en los lagos, es 1330.664600 metros cúbicos.

Para calcular allí la evaporacion anual, no tenemos tampoco datos sino aproximativos, porque ella depende de multitud de circunstancias y fenómenos meteorológicos, que es bien difícil poder llevar en cuenta; mas tomaré aquellos que me merecen mas confianza. En la Memoria de la Carta hidrográfica del Valle hace su autor, el Sr. Orozco, una comparacion entre muchas observaciones sobre esta materia, hechas por varias personas y en distintas épocas, y deduce que el lago de Texcoco pierde por la evaporacion 933 metros cúbicos de agua por minuto. Si aplicamos este resultado á todos los lagos, por considerarlos en las mismas condiciones meteorológicas, proporcionalmente á la superficie que tenian en el año de 1862 que se hicieron las experiencias, sacaremos que la evaporacion en ellos es de 2131 metros cúbicos por minuto, ó sea en un año 1295.253600 metros cúbicos.

El Sr. D. Guillermo Hay, que reside en Texcoco á la orilla del lago, y que se entrega frecuentemente á observaciones de esta especie, publicó hace pocos dias un artículo, en el que manifiesta, que segun sus últimas observaciones, puede calcularse en 6 milímetros diarios por término medio el descenso del lago, ahora que no recibe las aguas de Chalco, y que cuando estas entran á él, es solo de 3 milímetros. Aplicando aquel dato á la superficie que yo le asigno ahora al lago, resulta una evaporacion diaria de 1.491240 metros cúbicos, y para que todos los lagos proporcionalmente á su actual extension, 1286,238200 metros cúbicos al año; número que concuerda bastante bien con el párrafo anterior.

Esta enorme cantidad de agua perdida por la razon indicada, nos explica la causa de que tan raras veces se haya inundado la capital, situada como está á la orilla del lago. En efecto, prácticamente hemos visto, que si en la estacion de aguas las lluvias son fuertes y abundantes, como en la próxima pasada, los lagos experimentan un movimiento ascensional notable; pero cuando no es así, la evaporacion equilibra y aun supera algunos años la lluvia, y en tal caso los lagos decrecen lentamente.

Mas en lo sucesivo no podremos contar con ella, porque una vez que funcione el canal de desagüe, la superficie ocupada por las aguas se reducirá á su tercera ó cuarta parte, y lo mismo proporcionalmente la evaporacion; de manera que aquella cifra quedará cambiada por la de 431.751200, que restaremos de la cantidad de agua llovediza, resultando 898.913400 metros cúbicos.

A esto hay que agregar las aguas producidas por los manantiales y pozos artesianos. Los mas importantes son, sin duda, los que surten de agua á la capital, cuyo gasto es de 18.421000 metros cúbicos segun el Sr. Orozco. Despues vienen los de Chimalhuacan, Ozumbilla, Culhuacan, &c. Por cálculos meramente aproximados que he hecho, y no pongo aquí por la misma razon, creo podrá computarse su producto en 137.450000 metros cúbicos, que sumados con el número del párrafo anterior, da 1036.363400 metros cúbicos.

Por resultado final, nuestro tunel deberá vaciar las aguas que existen en los lagos, más un décimo por lo menos de estas otras llovedizas; en números 961.756970 metros cúbicos en un año.

Mr. Smith, en su informe, cree que un socavon de una seccion semi-elíptica, de 10 piés ingleses de ancho y una altura de 12, con una inclinacion de pié y medio á la milla, seria suficiente para el desagüe del Valle. Respecto de la forma del tunel no hay que objetar, porque es poco mas ó menos la que se acostumbra para estas obras; mas respecto á las dimensiones, son, en mi concepto, demasiado reducidas. Para demostrarlo, calculemos las cantidades de agua que podrá derramar, y comparémoslas con las que tendremos en los lagos.

La fórmula de Mr. Prony  $v = 56.86 \sqrt{\frac{SY}{PL}} - 0.072$ , nos da, con los datos de Mr. Smith, que son: seccion 8.18 metros cuadrados, perímetro mojado 10.37, inclinacion 0<sup>m</sup>00028 por metro y una velocidad de 0<sup>m</sup>774 por segundo; multiplicando ésta por la seccion, resulta un derrame de 6,33 metros cúbicos por segundo, que hacen al año 199.622880, cantidad que solo es la quinta parte de la que necesitamos sacar.

Es, pues, preciso aumentar la seccion y tambien la inclinacion. He calculado que una seccion, cuyo trazo exacto va en el perfil correspondiente, de 4 metros de latitud y 5 de altura, con una pendiente de 0<sup>m</sup>001 por metro, es muy suficiente para nuestro objeto. En efecto, haciéndose los mismos cálculos con estos datos, se verá que puede derramar el tunel por año mas de 1300.000000 de metros cúbicos, considerándolo á boca llena, como he supuesto el de Smith. En la práctica no creo sea necesario llenarlo así, sino en el caso muy remoto de una manga de agua ú otro fenómeno semejante.

Una vez conocida la capacidad del tunel, he calculado la del canal descubierta entre el lago de Texcoco y el de Zumpango. Para que éste proporcione ó esté en relacion con las aguas que vacie aquel, y pueda utilizarse para la canalizacion interior, le he dado una pendiente de 0.00025 y una seccion que variará segun la altura del terreno. Al principio, ó cerca del lago de Texcoco, debe dársele un ancho en su fondo de 8 metros con un talud lateral de 1 por 1: al medio de la longitud un ancho de 6 metros, terminando con 5 metros al entrar en el socavon. De esta manera el canal tendrá en todo su curso una profundidad mínima de 2 metros, y podrá navegarse has-



ta su entrada en el tunel, no llegando á cubrir la boca de éste sino hasta 3<sup>m</sup>60 y dejando libre una seccion circular de 1<sup>m</sup>40 de flecha.

Para fijar la profundidad á que deberá quedar el extremo superior ó entrada del socavon, he considerado que el primer canal tiene una longitud de 38640 metros, que con la inclinacion de 0.00025 desciende su fondo 9<sup>m</sup>66. La mayor profundidad del lago de Texcoco es hoy de 2<sup>m</sup>65 que podremos reemplazar por 3 metros; aumentados á la inclinacion, dan 12<sup>m</sup>66. El terreno actual donde queda la boca del tunel, tiene una altura de 7<sup>m</sup>90, que unida á los 12<sup>m</sup>66 dan 20<sup>m</sup>56. Considerando que desde esta profundidad en adelante es ya mas económico trabajar subterráneamente que á cielo descubierto, he marcado desde aquí el principio del socavon. En este punto próximamente deberá establecerse una compuerta para vaciar ó detener las aguas segun conviniere despues.

La longitud del tunel es de 9850 metros; la seccion trasversal de la excavacion es de 31.50 metros cuadrados, dejando despues una seccion libre de 15.84 metros cuadrados cuando quede revestido interiormente de mampostería. En el perfil he dado á ésta un espesor medio de 0<sup>m</sup>75, resultando un volúmen de 154251 metros cúbicos, siendo de piedra tallada la parte superior del cañon.

Para colar el tunel por muchos cabos á la vez, hemos convenido en abrir 30 lumbreras, de las que la de mayor profundidad es de 92 metros; las distancias horizontales que las separen siendo de 300 metros y 400 metros, y su seccion de 3 metros por 2 metros.

Despues del tunel hasta una distancia de 1750 metros, es preciso abrir ó amplificar mas bien dicho, el fondo de la barranca, dando á los laterales un talud correspondiente, conforme se ve en las secciones del perfil.

Para informar á V. E. de la clase del terreno que deberá atravesar el tunel, pasaré á hacer una breve descripcion geológica de aquel suelo.

Por el lado de Zumpango, desde la falda Este de los cerros de Jalpa hasta los de Tizayuca, el Valle se encuentra limitado, no por montañas escarpadas, como por Ajusco, Texcoco y Pachuca, sino por lomas poco accidentadas que descubren inmediatamente pertenecer á los terrenos de sedimento ó extratificados. Las lomas de Zumpango han debido pertenecer antes al planío del Valle, y por efecto de un levantamiento parcial en este lado, quedaron formando las actuales, que sustituyen ahora, en el límite del Valle, á los cerros de Santa María de la Calera. Este levantamiento dió entonces origen á una nueva distribucion geográfica de las aguas.

El terreno se halla formado allí por capas, de las cuales las primeras ó mas inferiores son calizas, y sobre estas vienen margas, arcillas, pudding y tobas, siendo muy variable la superposicion, la potencia y la posicion de cada una de estas capas. Por lo delgado de la materia que forma el sedimento de las capas inferiores, se comprende que el depósito fué hecho en aguas casi

tranquilas ó de muy poca corriente. Los guijarros redondeados hasta de 0.0015 metros cúbicos de volúmen, y la arena gruesa que se encuentra regularmente en la penúltima capa, hacen comprender que poco antes del levantamiento debieron aparecer corrientes rápidas y abundantes que los arrastraron depositándolos allí. Los restos orgánicos acuáticos que se encuentran en este terreno, que consisten principalmente en *unios* (?) especie no extinguida y que aun habita en nuestros lagos, prueban que el depósito se ha hecho en aguas bajas ó de poco fondo.

Las primeras capas que se encuentran cerca de Tequisquiac, y que están á la vista, consisten en calizas granudas teñidas en parte de rojo, sin impresiones ni restos orgánicos: esta capa se comienza á descubrir en un punto que está 108 metros mas bajo que el puerto de Acatlan, tiene una direccion de 85° N. E. y una inclinacion de 10° al N. Las calizas de esta capa van marcadas con el núm. 1 en la coleccion que tengo el honor de remitir á V. E. En varios puntos las capas calizas parecen interrumpidas, semejándose entonces á las columnas que se forman de las rocas semi-duras por efecto de la erosion.

Sobre las calizas comienzan bruscamente capas alternadas de arcillas, margas, pudding, tobas y arenas, que van marcadas en los cortes geológicos adjuntos. Las capas en la cañada ó puerto de Acatlan al Norte, tienen una dirección de 45° N. E. y una inclinación de 3° al N. En general se inclinan y toman una posición acercándose á la falda de las lomas en que yacen. En algunas cañadas, como en ésta, las capas están cortadas superficialmente formando lechos paralelos (Parallel shelves).

El corte núm. 1 está tomado en la barranca Honda, entre Tequisquiac y el rancho de San Miguel. Las rocas que lo forman, excepto la arena, van marcadas: con el número 2, las primeras que están sobre la arena hasta *AA'*, que consisten en margas; y con el número 3, las últimas, hasta la tierra vegetal *BB'*, que son calizas compactas, éstas se hallan dentro de caliza terrosa casi desmoronadiza, que se explota para la fabricacion de la cal.

La misma formacion se encuentra en la barranca de la Bola, al Oriente de Tequisquiac, cerca de la union de esta barranca y la de Acatlan; la caliza se encuentra reemplazada por un pudding grueso figurando en él masas de Bol hasta de 0.008 metros cúbicos de volúmen, que va en la coleccion con el número 4. Tambien se encuentran en el pudding, aunque en pequeña cantidad, restos orgánicos muy triturados.

El corte número 2 está tomado en el principio de la barranca de Acatlan: las rocas que lo forman van marcadas con los números 5 y 6 hasta *AA'* y *BB'*, consistiendo en margas; con el número 7 las siguientes hasta *CC'*, consistiendo en un conglomerado argamasado con un cemento calizo-siloso; las próximas hasta *DD'*, consisten en calizas, hallándose, como las del corte anterior, entre caliza-terrosa.



La capa *P* está en posición discordante con las anteriores, y unida á ellas por un conglomerado grueso: es una especie de pudding arcillo-pomoso-fino coherente, teniendo restos orgánicos de Pachidermos, Moluscos y Pájaros. (?)

Multitud de restos orgánicos se encuentran en la barranca de Acatlan, que van quedando en descubierto á medida que las aguas van degradando ó corroyendo el suelo y las partes laterales. Los que hemos encontrado y remito á V. E., son vértebras, muelas, fémur y homóplatos de Pachidermos y algunos Moluscos.

Por lo expuesto se deduce que este terreno pertenece á la época del Post-pliosena, cuya cronología aun no se establece en el país de una manera segura.

Al Oeste de este suelo se encuentran los cerros de Jalpa, cuya formación parece ser porfírica y volcánica: su levantamiento contribuyó probablemente al de las lomas vecinas. En estos cerros encontraremos los materiales que necesitamos para nuestras construcciones.

Si las capas calizas del número 1 continúan interiormente, el túnel será abierto en esta roca; pero por las interrupciones que hemos notado, se puede temer desaparezcan, y entonces seguirán probablemente capas semejantes á las que se ha dicho reposan sobre ellas, las cuales son demasiado desmoronadizas, á excepción del pudding.

En el tajo de Nochistongo, cuyo terreno es muy semejante al en que se va á abrir el tunel, así como en los pozos que se encuentran inmediatos á la línea escogida y que miden hasta 27 metros de profundidad, se ve que el terreno, aunque blando, podrá sostenerse en las lumbreras y aun en el socavon, si éste queda en la misma roca: en consecuencia, las excavaciones serán fáciles y no exigirán grandes ademes, menos en la parte en que se encuentren las margas, arenas ó cosa semejante, en cuyo caso será preciso revestir inmediatamente de mampostería.

Respecto del tunel, las rocas que encontremos indicarán la clase de trabajos que deberán emprenderse para conservar la excavación mientras se fortifica en todo su contorno con la mampostería, precediendo á éste siempre la buena elección del método para excavar y el perfecto desagüe de las labores.

Aun no tenemos datos suficientes para calcular este último, pues depende de la cantidad de aguas que broten interiormente, y solo diremos que la naturaleza y la extratificación del terreno se prestan á las infiltraciones. De los pozos que hablamos antes, uno de ellos, que está á 1,500 metros al Sur de Bocanegra, tiene sus aguas á 14 metros sobre el lago de Zumpango; otro, situado tambien cerca del rancho, tiene su nivel á 21 metros sobre aquel lago. Hacia el Norte, este nivel debe descender por la estructura misma del terreno.

Para el desagüe interior de la galería, será necesario establecer dos má-

quinas de vapor de una potencia que dependerá de la cantidad de aguas que haya que extraer; pero que próximamente puede suponerse sea de 40 caballos, colocadas la una del lado de Zumpango y la otra del de Tequisquiac, en lumbreras cuyo fondo esté siempre más bajo que los demás.

Por último, diremos que no es posible determinar acertivamente la clase de obras que deberán ejecutarse, ni prever las dificultades que se presentarán, mientras no haya sondeos del terreno que nos hagan conocer su estructura interior y demas circunstancias, para cuyo estudio servirán de mucho desde luego los tiros verticales, que sería bueno se comenzasen á abrir cuanto antes.

Para terminar, solo manifestaré á V. E. que los señores ingenieros de este Ministerio, Almazán y Alvarez, me han prestado en todos los trabajos su muy útil y eficaz cooperación, así como el Sr. Manzano, á quien debo tambien gran parte de los estudios geológicos.

México, Julio 3 de 1866.—El ingeniero 1º del Ministerio de Fomento, Miguel Iglesias.—Exmo. Sr. Ministro de Fomento.

### Documento núm. 3.

**INFORME sobre los trabajos hechos en el Valle de México, y comparacion de las líneas estudiadas para la eleccion definitiva de la obra, por el ingeniero en jefe de la seccion.**

#### GENERALIDADES.

##### C. MINISTRO:

En cumplimiento de la orden que tuvo vd. á bien darme, con fecha 15 de Noviembre último, en la que me prevenia pasara á hacer un reconocimiento para el desagüe del Valle de México por el tajo de Nochistongo y por Chalco, por ser estos los puntos mas bajos de la Cuenca del Valle, he procedido á ejecutar los reconocimientos indicados, á fin de compararlos con el que se estaba ejecutando por Zumpango y Tequisquiac.

El tiempo empleado en todas estas operaciones es menos de dos meses y medio, pues como vd. sabe, hemos tenido interrupciones indispensables en los trabajos. Así el tiempo empleado es demasiado corto, si se atiende á todos los trabajos de esta seccion.

El terreno reconocido, del cual se ha levantado el plano, mide por Nochistongo 1,560 hectaras, y por el Sur del Valle 7,680.