

nal. Pareció comprobarse esto con el hecho de que los hundimientos se verificaron, si no exclusivamente en el talud Poniente, sí de manera tan preponderante, que no fué posible desconocer la acción del agua, que tiene su yacimiento y circulación en ese rumbo.

En el talud del Oriente hubo hundimientos inmediatamente que se vació el canal. Según las ideas que nos han sugerido los hechos que venimos observando, los hundimientos de dicho talud Oriente deben atribuírse al agua que estuvo estancada en el Canal por largo tiempo, la cual lo impregnó á cierta distancia y profundidad. Después ese talud se consolidó, relativamente; pero también el mismo corte del Canal lo ha puesto fuera de la influencia de las aguas del Poniente.

De todas estas observaciones provino el plan de trabajos que se adoptó, y que si bien condujo en último resultado á alcanzar la forma definitiva del Canal, el objeto inmediato que se persiguió fué expulsar el agua que impregnaba el terreno, hacer propiamente su drenaje de una manera preferente en el que formaba el talud izquierdo, ó sea del Poniente. Hasta donde fué posible practicar este drenaje, no pudo pasar de una profundidad que se aproximara á la del Canal, y para ello se necesitó bajar, cuando menos, hasta el fondo teórico ó línea de formación, con una zanja de 1^m80 de ancho que permitía el escurrimiento del agua y el establecimiento del drenaje.

Para llevar á efecto la apertura de esta zanja en el centro del Canal, y á través del terreno levantado, fué preciso ademarla, á fin de contener el lodo movedizo lateralmente. Dadas las dimensiones reducidas de la zanja, el ademe se estableció con una economía relativa.

El ademe no quedó fijo, desde luego, de una manera definitiva, sino que hubo que bajarlo al mismo tiempo que la excavación. Esta se hizo bajo el agua; en consecuencia, no se pudo profundizar más allá de lo que un hombre puede extraer la tierra con su pala en esta circunstancia, y generalmente se bajó 0^m40, y otro tanto en ademe después de excavado el fondo. La excavación y el descenso del ademe se fueron así alternando. El lodo que extraían los peones de la zanja central, se depositó en las márgenes de ésta y se dejó allí dos ó más días para dar lugar á que el agua se escurriese, y entonces el lodo, con mayor grado de consistencia, se extraía en seguida.

Hubo lugares en los que el auxilio del ademe no bastó, porque en ellos se produjeron repetidos movimientos de terreno, de los que participó el ademe mismo. Sin poder decir que fué este un caso muy común, tampoco fué raro, y esto hizo que se le dedicase especial atención y que se le considerase en todos sus pormenores.

El terreno, en estos lugares, estaba recargado de humedad, y no fué necesario bajar mucho para encontrarlo en un estado que se asemeja al de una masa de consistencia gelatinosa. Cuarteaduras paralelas á los taludes y á corta distancia de ellas, aparecían siempre como resultado de la fractura y asiento de una zona de terreno que carece de cimiento bastante, y que guarda un estado de equilibrio inestable, capaz de ser destruído por cualquier accidente ó circunstancia imprevista.

Guiado por estas observaciones, me pareció que la inestabilidad de los taludes podía combatirse, disminuyendo la carga sobre el subsuelo semifluído y movedizo por tanto que les sirve de cimiento inmediato en los lugares peligrosos, y procurando consolidar en los límites de lo posible este mismo subsuelo.

Para abreviar, llamo zona fracturada la que se desprendió parcial ó totalmente del resto de la formación, á causa de las cuarteaduras que quedan referidas.

Esto supuesto, la carga que se trató de reducir era la que representaba el peso mismo de la zona fracturada y el del terrero que se encontraba sobre ella. Pero los terreros en los lugares que se han venido mencionando, eran muy pequeños, otros fueron desapareciendo desde que se produjeron los primeros movimientos, y algunos, en fin, quedaron fuera de la zona.

Después no quedó otra cosa para disminuir aquella carga, que rebajar el espesor de la capa fracturada, y para conseguirlo, se procedió á descargar el terreno en la extensión de ella, guiado siempre por las indicaciones que presentaba, indicaciones que eran fáciles de reconocerse.

Los descargues del terreno se llevaron á efecto con la mira principal de fijar la estabilidad de la zona fracturada, deteniéndose sólo en los límites de lo necesario para el fin que se perseguía. Si los rebajes que se hicieron se consideran desde el punto de vista de la regularidad de la excavación, sin duda que se encontrarían defectuosos, y es oportuno hacerlo observar así; pero se dejó para una

operación ulterior corregir los defectos de forma en la excavación, hasta donde fuera conveniente y apetecible. Pero de pronto esta cuestión de la forma parecía prematura, mientras no hubiese la seguridad de que lo hecho fuera suficiente y que no se necesitara descargar más.

Por lo que toca á la consolidación del subsuelo, no ocurrió otro medio mejor que el de extender el drenaje hasta donde fuera posible.

Ya con bajar la zanja central ademada hasta la línea de formación definitiva del Canal, mucho se consiguió; pero el carácter retentivo de los barros que constituían el terreno, hizo que se necesitaran auxiliares en los puntos propicios para los movimientos. Se considera haber conseguido mucho en este particular con el establecimiento de diversas líneas propias de drenaje con caños de barro, transversalmente al Canal; en este concepto se continuó el establecimiento de estos caños, hasta cubrir y proteger todos los lugares peligrosos de la zona fracturada.

Sin embargo, el drenaje del terreno por medio de cortaduras transversales y tubos de barro, no pudo efectuarse en el Canal sino hasta el nivel del agua ó poco antes. Abajo de este nivel, el terreno continuaba impregnado de agua y en un estado pastoso en muchos lugares. En ellos se presentó la propensión al movimiento del terreno, el cual se efectuó en muchos casos, que son los mencionados en el curso de esta narración. Con objeto de impedir tales movimientos, una vez agotados todos los recursos del drenaje, no quedó más medio que debilitar el factor que subsistía en concurrencia con la pastosidad del subsuelo para producir los movimientos, y este factor era el peso del terreno superior, y á fin de conseguir este debilitamiento y formar un talud que podría llamarse de equilibrio, repito, que fueron necesarios descargues de terreno de talud, llevados hasta el punto de que el terreno subsistente se encontrara debilitado é incapacitado para producir los movimientos.

Conviene ahora hacer la siguiente observación respecto de la zanja ademada. Si ésta no fué bastante para impedir y contener los movimientos, cuando éstos se operaron en masas extensas de lodo fluído, localizado por fortuna en determinados lugares, sí fué suficiente en las circunstancias que pudieran llamarse ordinarias. Por otra parte, la zanja no habría podido bajarse sin el ademe hasta el

nivel del fondo, y este resultado fué de por sí muy importante, porque sin él, no se hubiera podido conseguir la desecación y consolidación consiguiente que el terreno ha alcanzado ya, y la que se necesitaba para asegurar la estabilidad del Canal.

En lo expuesto hasta aquí, y concretándome solamente al tramo del canal que va del kilómetro 14 al 20 $\frac{1}{4}$, he procurado exponer cuáles eran las necesidades para su ejecución y los fundamentos de los trabajos que se llevaron á cabo para satisfacer aquéllas. El objeto, pues, de los trabajos, puede resumirse así:

1º Establecimiento de una zanja situada en la línea de formación del Canal, cuyo objeto inmediato fué extraer el agua que infiltraba el terreno, y que impedía que éste se sostuviera en la extensión y profundidad que exige el proyecto del Desagüe.

2º Instalación de un ademe que era indispensable para establecer y mantener la zanja referida.

3º Instalación de tubos de drenaje y cortaduras, extendiéndose lateralmente en todos los lugares en que el agua impregnaba el terreno y lo mantenía en estado pastoso, sujeto á movimientos.

4º Rebaja de terreno en la parte superior de los taludes, que tenía por objeto reducir el peso de lo que he llamado zona fracturada, la que se desprendió del resto de la formación y descansó directamente sobre el terreno fluído subyacente, el cual, á su vez, cedió bajo un exceso de peso y produjo el hundimiento de un lado, mientras se escapó por el centro del Canal, obstruyéndolo.

La naturaleza muy excepcional del terreno que atraviesa el Canal, cortando en unos lugares el vaso del lago de Tetzoco, y en otros aproximándose demasiado, aumentó las dificultades al verificar la excavación.

En los kilómetros 9 á 12 $\frac{1}{2}$, á que principalmente se refiere esta observación, fué donde se hicieron mayores esfuerzos y se tomaron más precauciones para hacer estable el Canal, pues este tramo quedó situado en una parte del vaso de Tetzoco. Para conservar las excavaciones, fué preciso abrir cortes transversales y longitudinales, á fin de conseguir un amplio drenaje del terreno y aislar los bordes del Canal de las presiones laterales, y no siendo esto aun bastante, fué preciso también descargar el terreno para disminuir su peso. Este descargue consistió en remover los terreros donde los había, alejándolos bastante del bordo del Canal, y en labrar banquetas

longitudinales, convirtiendo así el remate de talud en una gradería. Las gradas longitudinales eran, cuando menos, de 5^m de ancho y 0^m80 ó 1^m de alto, partiendo de lo más bajo del talud del Canal y sucediéndose por orden de alturas hasta alcanzar el terreno natural.

Dada esta idea general del plan que se siguió en el curso de los trabajos para obtener la estabilidad del Canal, paso á enumerar las operaciones llevadas á cabo en los tres períodos de sequía, correspondientes á los años de 1898 á 1900. En los períodos de lluvias poco podían avanzar los trabajos, á consecuencia de que el agua abundaba en el Canal, excepción hecha de intervalos muy cortos, que eran los únicos que podían aprovecharse para atacar el fondo, y por este motivo poco pudo avanzarse en su excavación. Juntamente con el estado de creciente en que se mantuvo el Canal, concurrió á entorpecer los trabajos la producción excepcional de movimientos de terreno en el kilómetro 16. Tenía aquél en la vecindad las aguas de diversos pozos artesianos del rancho de Cerro Gordo, y la de uno más inmediato que abrió el contratista del Canal para alimentar las calderas de sus dragas. Estas aguas habían impregnado el terreno, haciéndolo excepcionalmente inestable. Para combatir esto, se consagraron los trabajos, de toda preferencia, á abrir cortaduras transversales en los kilómetros 16 y 17, habiéndose conseguido, por medio de ellas, la desecación de los taludes. En el kilómetro 16 se pusieron, además, en 15 de las cortaduras abiertas, tubos de barro para el drenaje.

En combinación con las cortaduras, se hicieron descargas de talud, labrando banquetas longitudinales de gran extensión y en la forma que dejo indicada. Estos descargues de talud fueron extensivos á los kilómetros 9, 11, 13, 14 y 15, en los cuales, á causa del exceso de agua en el Canal, no se podía trabajar en el fondo.

Durante este primer período de trabajos, hubo un desbordamiento que ocurrió en el lago de Tetzoco, rompiendo un bordo de defensa que había entre los kilómetros 9 y 12½, cuya circunstancia paso á referir.

Al Oriente del Canal, y como á 100 metros de distancia, se había comenzado á formar un bordo ó terraplén de defensa para contener el avance de las aguas del lago de Tetzoco sobre el Canal, avance que era debido al alza que venía sufriendo el agua á consecuencia de las lluvias.

En la tarde del 18 de Septiembre de 1898, debido al oleaje que originó el viento en el mencionado lago, se abrieron nueve brechas en el bordo de defensa, y de éstas, tres se ampliaron y vinieron á constituir una sola en definitiva. El agua, aprovechando las zanjas transversales del desagüe, de la faja comprendida entre el bordo de defensa y los terreros, se precipitó en el Canal y se dirigió á uno y otro de sus extremos; esto era natural, porque entre los kilómetros 10 y 13 el Canal estaba completamente azolvado, y en tal circunstancia, el fondo de ese tramo dominaba á uno y otro lado.

El agua, por el extremo Sur, vino á inundar el Canal desde su origen hasta el kilómetro 9, que se había mantenido seco por medio de bombas establecidas en el kilómetro 3; y por el Norte corrió libremente hasta el túnel. En el trayecto, por los puentes de los ferrocarriles Hidalgo y Mexicano, la corriente alcanzó una altura de 3¾^m, y al llegar frente á la presa que defiende el túnel, subió 7^m y detrás de ella 6^m60. En el último lugar mencionado, la altura del agua coincidió con el plano de comparación. Era de esperarse, y así sucedió en efecto, que en la parte del Canal que estaba en obra, se produjeran derrumbes provocados por la intensidad de una corriente que excedió con mucho á la que se había previsto en el proyecto, pues bajaron 35^m3 por segundo, que es precisamente el doble de 17^m5 que se calculó. Esto por una parte; por otra, podría aun haberse temido que el Canal se cegara en ese mismo tramo, si se tiene en consideración la falta de cohesión del terreno que motivó todas las dificultades que se experimentaron para establecer definitivamente el Canal.

Sin embargo de esto, los derrumbes no asumieron gravedad de consideración. Todos presentaron el mismo carácter: el terreno se bajó desde la altura alcanzada por el agua verticalmente, y se extendió en la base del talud en general, hasta una cuarta del ancho del fondo. Hubo, no obstante, tres hundimientos en el kilómetro 15, por los cuales se elevó el fondo del Canal, llevando consigo el ademe.

Más abajo, en la parte concluída por los contratistas Sres. Pearson, no hubo derrumbes de talud, pero sí de los revestimientos de cesped que estaban situados al alcance del agua.

Los recalces de piedra que hicieron los contratistas, no sufrieron ningún accidente.