

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 concretándose solamente al tramo del canal que va del kilómetro 14 al 20¼, 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 12½, 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.

En cuanto al recalce que se estaba haciendo en el kilómetro 20, sufrió sólo un ligero movimiento en el extremo ya construído; pero en su totalidad resistió satisfactoriamente.

Después de los derrumbes, de importancia mucho menor de lo que era de esperarse, que ocurrieron en los kilómetros 13 á 19, y la aglomeración de madera que se formó en la presa que defiende la entrada del túnel, no hubo ningún otro accidente que señalar en el curso del Canal y Túnel.

Las brechas que causaron la irrupción de las aguas en el Canal fueron luego atendidas, reuniendo en una sola cuadrilla la gente de las secciones Sur y Norte del Desagüe, y quedaron cerradas á las cuatro de la tarde del día 22; acto contínuo se procedió á reformar el bordo en su totalidad, dándole las dimensiones correspondientes á su objeto.

Para cerrar las brechas se usaron costales llenos con tierra, y atrás se formó el bordo, acarreando la tierra á 100 metros de distancia.

El Batallón de Zapadores, que tuvo á bien mandar la Superioridad para auxiliar los trabajos, se ocupó de reforzar el bordo y cerrar zanjas. La cuadrilla del Desagüe, luego que terminó de cerrar las brechas, quedó destinada á ese mismo trabajo del reforzamiento del bordo. Posteriormente se estableció un enrocamiento que se extiende en los kilómetros 10, 11, 12 y mitad del 13, al pie del bordo, para impedir que los destruyera el oleaje del lago.

Termino lo relativo al accidente del desbordamiento del lago de Tetzoco, con la noticia de los hundimientos ó movimientos del talud habidos en el Canal.

DERRUMBES DE TALUDES EN SEPTIEMBRE DE 1898.

	Talud derecho.	Talud izquierdo.
K. 13 200	25	
„ 13 300		25
„ 14 750	15	
„ 15 400	75	
„ 15 750		150
„ 15 810	90	
„ 15 985		130
„ 15 990	200	
„ 17 950		20

	Talud derecho.	Talud izquierdo.
K. 18 300	25	
„ 18 400	25	
„ 18 500		30
„ 18 590	50	15
„ 19 600	25	
„ 19 680	40	15

El segundo período de trabajos vino á continuación del accidente que queda referido.

La gente disponible para continuar en este período de lluvias, se dividió en dos grupos, uno al Norte y otro al Sur.

El grupo del Norte, aprovechando el curso natural del agua, bajó el fondo del Canal hasta la mitad del kilómetro 13.

Para conseguir esta baja de fondo, hubo que hacer, además de la excavación correspondiente, la que provino de los levantamientos accidentales del fondo, consecuencia de los movimientos del terreno, de los cuales doy la siguiente enumeración:

	Extensión del movimiento 100 ^m .
1898. Oct. 29 Kil. 16.	
„ Nov. 19 „ 16.	80
1899. Ene. 13 „ 13.	58
„ „ 19 „ 13.	115
„ Feb. 19 „ 14.	70
„ „ 28 „ 16.	105
„ Abr. 19 „ 12 y 13.	120
„ May. 6 „ 13.	98

A consecuencia de una fuerte lluvia, bajó abundante agua de la sierra de Guadalupe por las zanjas de las alcantarillas del ferrocarril Mexicano, la cual produjo dos derrumbes que se deben agregar á los anteriores: uno de 175^m en el kilómetro 16 y otro de 155^m en el kilómetro 18.

El grupo del Sur trabajó del kilómetro 10 á la mitad del 13. Para llevar á efecto ese trabajo, hubo que proveer al desagüe de este tramo. El agua que lo invadía no podía salir por el Norte, elevando su nivel en términos que hacía imposible trabajar en el fondo; era, pues, preciso, para atacar este tramo, desaguar artificialmente y arrastrar el agua. La operación fué hacedera, y se logró mudándose las bombas que estaban establecidas en el kilómetro 3 al kilómetro 12½, habiendo quedado montadas en 2 de Noviembre

de 1898. Esta instalación constaba de una bomba con tubo de descarga de 0^m 20, y otra con tubo de 0^m 30, sus motores respectivos y una caldera auxiliar.

Para disminuir el trabajo de las bombas se cerró la presa del kilómetro 9; y como en el 12½ se tenía ya una presa en combinación con las bombas, resultó aislado un tramo de 3½ kilómetros, y la cantidad de agua que debió extraerse quedó limitada á sus propias filtraciones, que resultaron relativamente escasas, por cuyo motivo no se necesitó más que de una sola bomba.

Hasta el mes de Enero de 1899, el trabajo en los kilómetros 10 á 12½ se hizo bajo el plan de omitir descargues de terreno y mantener la excavación por medio de un fuerte ademe; de este modo se llegó efectivamente á dar el fondo del Canal, solamente en la mitad del kilómetro 13 y parte del 12. Este plan fué seguido con la idea de apresurar una zanja central de 2^m, con la que se pudiera ya recibir el agua de la Ciudad; pero la dificultad de mantener esa excavación fué grande y por demás onerosa, sin conseguir hacer un trabajo rápido, y mucho menos definitivo. Lo oneroso venía de la labor y cantidad de madera necesaria para hacer un ademe con la resistencia requerida, y más que esto, las reposiciones frecuentes que exigía; la excavacion, por su parte, era onerosa también, porque los operarios estaban obligados á trabajar en espacio reducido, y elevar el escombros, en estado de lodo podrido, á una altura de 3^m y 4^m, haciendo de dos á tres tiros de pala. El lodo, una vez levantado en parte, resbalaba al interior de la excavación.

En el mes de Enero se cambió el método, haciendo descargues del terreno, que en definitiva fueron los únicos que pudieron dar estabilidad á la excavación, y el ademe especial que se había implantado, se substituyó por otro sencillo que se vino usando comunmente en los kilómetros 13 á 20.

A principio de Marzo nueva organización se dió á los trabajos, pasando la bomba más grande de las instaladas en el kilómetro 2½ al 6¼ y reuniendo los dos grupos de cuadrillas en uno sólo.

Antes de hacer funcionar la bomba establecida en el kilómetro 6¼, se hizo salir el agua detenida por la presa del fin del kilómetro 9, corriendo libremente por los kilómetros 10, etc., hasta llegar al Túnel, en unión del resto de las filtraciones del Canal.



La destrucción de la presa del kilómetro 9 no bastaba para tener arrastrada el agua en los kilómetros 6 á 8, porque en el 9, el fondo ocupaba una situación, respecto á los tramos que se extienden al Norte y Sur del Canal, bastante culminante; pero una vez salida el agua excedente, ya se podía tener arrastrada ésta, por medio de la bomba del 6¼ en los kilómetros 8 y 9, á fin de establecer en ellos cuadrillas que trabajasen en el fondo.

Con estos medios auxiliares se avanzó en la baja de dicho fondo hasta Junio de 1899, en cuya fecha quedó terminado del kilómetro 10 al 20, inclusive, y bastante adelantado en los kilómetros 8 y 9.

Para conseguir esta baja del fondo, hubo que hacer, además de la excavación indispensable que corresponde al Canal, otra extra que provino de los levantamientos ó accidentes del citado fondo, los cuales ocurrieron en las fechas y sitios que paso á enumerar:

1899. Marzo 18.	Kilómetro 12	90 ^m
" "	25. " 12	223
" "	25. " 10	225
" Abril 5.	" 11	100
" "	6. " 11	70
" "	7. " 11	100
" "	11. " 12	91
" "	13. " 11	100
" "	22. " 10	160
" Mayo 6.	" 10	125
" "	6. " 10	54
" "	11. " 10	70
" "	20. " 9	103
" "	20. " 10	201
" "	27. " 10	267
" "	31. " 9	265
" Junio 20.	" 9	262

Las excavaciones extras, á su vez comprendían: el banco que se les levantaba en el interior del Canal y las que se hacían fuera de él para descargar el terreno, con objeto de impedir que los movimientos se reprodujeran, pues se sabía que un exceso de peso al exterior, era la causa de estos accidentes.

En este segundo período fué notable la persistencia con que se manifestaban los movimientos del terreno en los kilómetros 9 y 10.