

REPARACION DE AVERIAS EN UN CANAL DE CONDUCCION DE AGUA PARA RIEGO

Por JOSE GARCIA AUGUSTIN

Ingeniero de Caminos

Consideramos interesante la reparación que se describe claramente en el presente artículo, que pone de manifiesto la necesidad de disponer de medios propios que solucionen rápidamente estas averías, que pueden presentarse en la explotación de los Canales de riego, y en cuya reparación es la rapidez la condición primordial.

El día 12 de agosto de 1961 se rompió el canal de conducción de agua para riego de la margen derecha del río Tiétar, derivado del embalse de Rosarito. Como la avería tuvo lugar en el kilómetro 7,3 y el canal tiene una longitud de 63 Km., quiere esto decir que se quedaron sin agua para el riego la casi totalidad de las hectáreas que se regaban, del orden de 5 000, y precisamente en una época crítica, por lo que la rapidez en la reparación era esencial, lo que había que lograr a todo trance, en detrimento, si no había más remedio, de ejecutar una obra más perfecta o con carácter más definitivo. Si se hubiera prolongado sensiblemente el tiempo de la reparación se hubiera afectado la cosecha, con daños y perjuicios seguramente considerables y cuantiosos.

Rápidamente se llegó a la conclusión de que un plazo de cuatro o cinco días era el máximo tolerable, sobre todo para aquellos regantes cuyo turno de riego había sido el más antiguo.

La avería se produjo por total desorganización del

canal, como consecuencia del fallo del terreno, que indudablemente en una primera fase se movió apreciablemente como consecuencia de asentamientos y deslizamientos de unas masas arcillosas grises-verdosas, intercaladas en el terreno, y que se mojaron con las escorrentías de los riegos y manantiales del terreno más alto de la margen derecha del canal, y a pesar de disponerse de un saneamiento importante formado por cunetas y desagüe en pozo y galería escalonada, que atravesaba inferiormente el canal y sita en el barranco.

El canal, que conducía 5 m.³/seg., tiene una sección trapecial revestida de hormigón de 1,48 m. de ancho en el fondo, taludes de 1 X 1, altura de agua de 1,78 m. y resguardo de 0,50 m. En este lugar va en lo alto de una pronunciada ladera de 12 m. aproximadamente elevado sobre el valle.

Iniciado un pequeño movimiento en el terreno, el canal no podía por menos de agrietarse, y el agua que conducía se perdería por las grietas, agravando la so-



Foto 1. — Vista general de la avería.



Foto 2.—Avería vista desde la vega.

cavación del terreno, dando más fácil salida al caudal conducido, de nada menos que de $5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, y ante tal volumen de agua y en un plazo rapidísimo y acelerado, tan ingente masa de agua produjo como no podía menos de suceder, la gran erosión y arrastre del terreno hacia la vega, descalzando totalmente el canal que, falto de apoyo, se rompió dando fácil salida a su caudal, que agravó la situación. Es un fenómeno muy parecido a los de socavación en el subsuelo madrileño.

Como consecuencia de este rápido proceso, desapareció totalmente el canal en unos 15 m., quedando afectado más o menos seriamente en otros 35 m., sobre todo hacia aguas arriba, donde se conservó intacta en voladizo sobre la ladera, aproximadamente la mitad izquierda de la sección transversal de fábrica del canal, poniendo de manifiesto la bondad de la ejecución de la obra, que resistió en tan desfavorables condiciones.

La fotografía núm. 1 es una vista general del lugar de la rotura, tomada aguas arriba, y situándo-

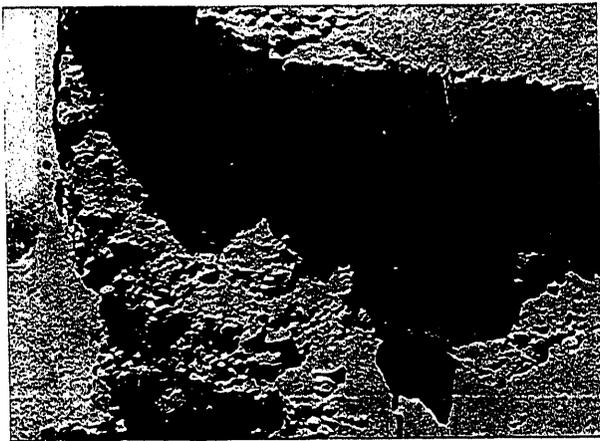


Foto 3.—Parte del Canal en voladizo. Alcantarilla de desagüe.

nos en el camino de servicio del canal que es, además, general de la zona. Se aprecia el aplanado como de yección invadiendo las huertas de la vega. El socavón producido por la avería queda oculto, y está situado en el perfil, cambio de alineación que es casi también la vaguada del arroyo, canalizado por la galería de desagüe.

La fotografía núm. 2. es la vista desde la vega, situándonos muy próximos al pie del terraplén o de la ladera. Se vé la parte de canal totalmente desaparecida, y la que quedó en voladizo, de la que se tiene unas fotografías más cercanas en las núms. 3 y 4;



Foto 4.—Alcantarilla de desagüe derruida en su mitad inferior.

se aprecia la parte en voladizo, que hubo que apear muy elementalmente, la tajea inferior escalonada arruinada en su última mitad, quedando su primera debajo del canal en buenas condiciones, y que indudablemente contribuyó a fijar el terreno.

En la fotografía núm. 5 se señala el cajero de la sección transversal trapecial, margen derecha, que es el que va más empotrado en la ladera y, por tanto, el que menos sufrió en la avería, aunque desapareció en un trozo coincidente con el barranco y se formó un verdadero cortado o embudo por el arrastre de las tierras.

... Apreciando la magnitud de la avería y de los ele-

mentos que pudiera disponerse, se vió la imposibilidad de restablecer una sección idéntica a la desaparecida para el paso de los 5 m.³/seg., no sólo por el tiempo que llevaría la obra, sino por la dificultad de un cimiento estable y sin movimiento, del que no se podía disponer en tan breve plazo, para apoyo de una disposición rígida que por su peso y dimensiones hubiera muy probablemente repetido la avería; había,



Foto 5.—Cajero desaparecido, margen derecha del Canal.

además, que tener personal especializado, emplear encofrados, esperar el fraguado, etc. Eran trabajos que no podían siquiera intentarse.

La solución consistía en utilizar elementos prefabricados en lo posible, de fácil manejo, y además que tuvieran existencia real, es decir, que pudiéramos disponer de ellos inmediatamente, además de que por su capacidad fuera suficiente para dar un servicio aceptable; y que un posible movimiento no los desorganizase totalmente, y que permitiesen, por tanto, fáciles retoques de sus juntas o uniones, si habían de encajar posibles asientos, movimientos o deformaciones sin mayor trascendencia. Se hicieron una serie de gestiones sin resultado; se adquirieron unos 30 tubos de hormigón vibrado de 600 mm. de diámetro interior y 2 m. de longitud, lo único disponible en forma inmediata en el comercio; para obtener capacidad aceptable se hubieran precisado, por lo menos cinco con-

ducciones de estos tubos, con difícil encaje en la sección transversal del canal, y de complicado o imposible montaje. Al fin se pudo disponer de unos 53 m. de tubería de palastro soldado de 8 mm. de espesor y



Foto 6.—Elevación del muro para apoyo de tubería.

bridas de 1,10 m. de diámetro interior y longitud de 4 m. cada elemento, que nos cedió el Canal de Isabel II, dándonos las máximas facilidades. Con estos tubos y los de 600 mm. deberíamos arreglarnos; otra conduc-



Foto 7.—Muro llegando a la solera del Canal.

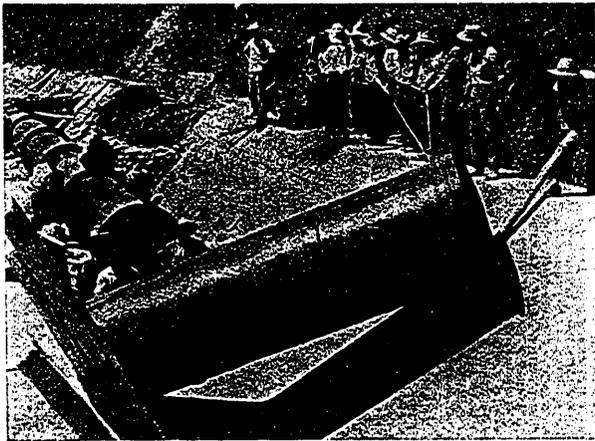


Foto 8.—Bajada al Canal de la tubería de palastro y 1100 mm. de diámetro.

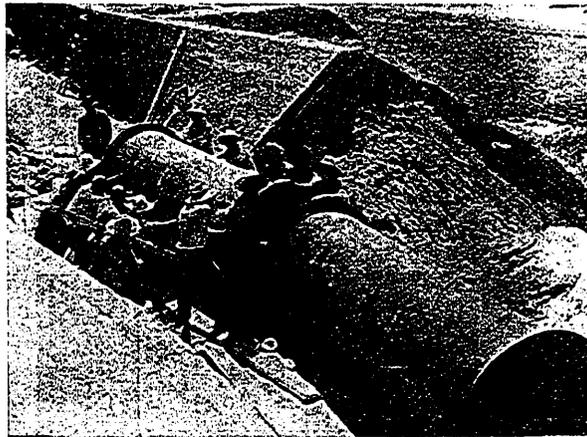


Foto 9.—Empalme de tubos.

ción, también del Canal, de 0,90 m., de las mismas características, no la encontramos fácil encaje, sobre todo para ejecutar en condiciones las juntas de bridas, a pesar de que nos proporcionaba un aumento de capacidad que nos era bien necesario. Tanto es así que aun estando acopiado este elemento a pie de obra, no nos atrevimos a bajarlo al lugar de la ubicación por las dificultades que pudieran presentársenos, sustituyéndole más adelante por otro de 600 mm., pero de fundición con junta de enchufe y cordón, por parecernos temerario intentar el empleo de los de hormigón, pues a pesar de su buen aspecto exterior, al romper alguno para su mejor examen, comprobamos tenía una granulometría tan deficiente que en las elementales pruebas que hicimos, incluso colocado, sometiéndole a una carga de 1,50 m., el resultado fué tan desalentador que no nos atrevimos a ponerlo en carga total, a pesar de ser tan pequeña como la de 2 m.

Además la velocidad que se obtenía era de unos

3 m./seg., que podía realmente afectar a la tubería durante la circulación del agua en período prolongado ininterrumpido, como debía funcionar.

En definitiva, y a pesar de todas las gestiones, no disponíamos más que de dos tubos, uno de 1,10 m. de diámetro y el otro de 0,60 m., y longitudes totales de cada uno de 32 m., pues 20 m. del de 1,10 m. tuvimos que destinarlos a restablecer el servicio en el canal de la margen izquierda del mismo río Tiétar.

Al no poder alcanzar el mismo radio hidráulico que el de la sección total desaparecida, para obtener el máximo caudal posible, habíamos de forzar la carga de agua arriba sobre la tubería, empleando parte del resguardo, que naturalmente no podíamos agotarlo totalmente, por lo que establecimos conservar un mínimo entre los 10 y los 15 cm., con lo que elevamos el nivel de agua arriba entre 35 y 40 cm. sobre el normal de funcionamiento del canal.

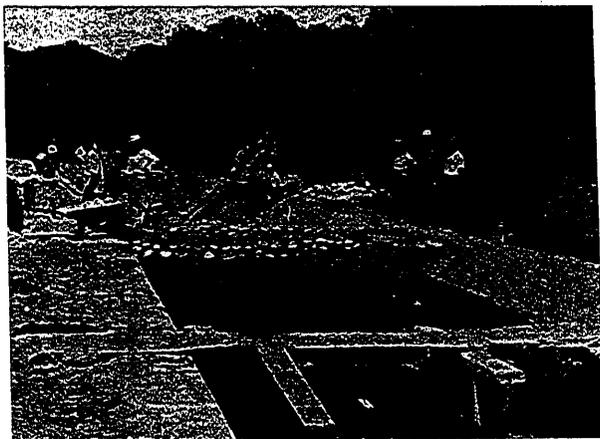


Foto 10.—Boca de entrada. Sólo tubería de 1100 mm.

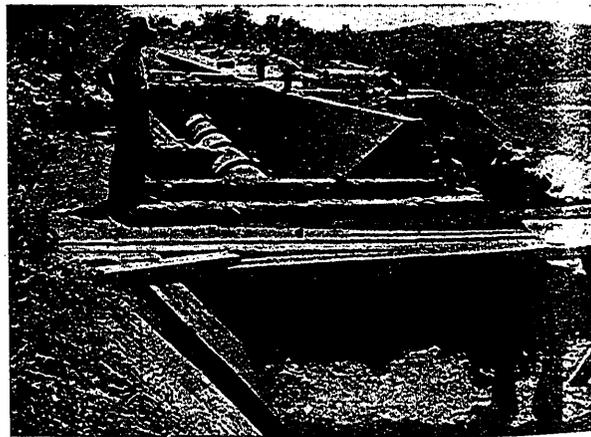


Foto 11.—Boca de salida. Sólo tubería de 1100 mm., principio de la carga aguas abajo.

El caudal que se obtiene viene dado por la diferencia de niveles entre aguas arriba y aguas abajo. Esta altura se tiene que consumir en la creación de la velocidad de entrada, pérdida en la embocadura y pérdida por rozamiento a lo largo de los 32 m. de longitud de las tuberías.



Foto 12.—Doble tubería en funcionamiento; la de palastro y la de hormigón fuera de servicio.

La velocidad de circulación en el tubo se obtiene, por tanto, de la fórmula siguiente:

$$H = \frac{V^2}{2g} + \alpha \frac{V^2}{2g} + \frac{8g}{C} \times \frac{1}{d} \times \frac{V^2}{2g},$$

en la que α es el coeficiente debido a la forma de la embocadura; suele ser muy importante esta pérdida de altura, muy normalmente y aun en casos no extremos la mitad casi de la debida a la creación de la velocidad; comprobada la instalación una vez en funcionamiento, encontramos $\alpha = 0,40$ en lugar de $0,48$ que habíamos estimado primeramente; desde luego, la forma de la embocadura tuvo que ser bastante deficiente, por falta de tiempo de ejecutarla adecuadamente.

C es el coeficiente $(87 \sqrt{R}) : (\sqrt{R} + \gamma)$, en la

que $\gamma = 0,10$ (acero) y $\gamma = 0,16$ (fundición) para los tipos de tuberías empleados.

Aplicando esta fórmula para cada una de las tuberías de 1,10 y 0,60 m., encontramos:

$$\text{tubo 1,10 m. } V = 3,32 \sqrt{H}; \quad Q = 3,15 \sqrt{H};$$

$$\text{tubo 0,60 m. } V = 2,80 \sqrt{H}; \quad Q = 0,78 \sqrt{H}.$$

Hay que tener en cuenta que el calado de aguas abajo viene determinado para cada caudal de acuerdo con la pendiente y sección del canal; a su vez el caudal que pasa por las tuberías es función de la diferen-

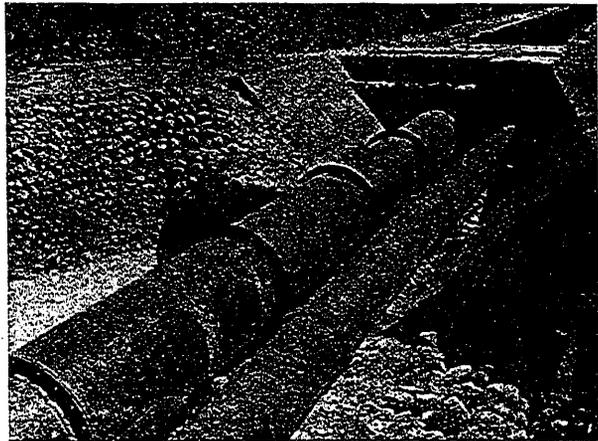


Foto 13.—Las dos tuberías en funcionamiento.

cia de calados aguas arriba y aguas abajo; el de aguas arriba viene impuesto en su máximo por la necesidad de dejar un resguardo, y el de aguas abajo por la condición dicha; había que hacer compatible estas circunstancias por medio de tanteos; así, obtuvimos:

Calado aguas arriba..... 1,78 + 0,40 = 2,18 m.

Calado aguas abajo 1,30 m. (compatible con el caudal que se deduce y encontrado por tanteos).

El valor de H es entonces de $2,18 - 1,30 = 0,88$ metros, y el caudal total dado por las dos tuberías:

$$Q = 3,93 \sqrt{H} = 3,93 \times 0,94 = 3,70 \text{ m.}^3/\text{s.}$$

Este fué el caudal aproximadamente que obtuvimos con la instalación realizada y con el que se salvó la situación.

En las fotografías 6 y 7 se puede ver el muro de mampostería elevándose para apoyo de las tuberías y consolidación del canal; en el mismo se dispuso un

drenaje importante para dar salida al agua de la escorrentía de los riegos y evitar en lo posible mojar las arcillas; este muro se trasdosó con un pedraplén, para evitar empujes y sanear el terreno. Sobre el muro y pedraplén una losa de hormigón ligeramente armada.

La fotografía núm. 8 recoge un momento del descenso de un tubo de palastro de 4 m. de longitud, 1,10 m. de diámetro, de palastro soldado y bridas, al fondo del canal, cuyo empalme con otro gemelo se ve en la fotografía núm. 9.

Las fotografías núms. 10 y 11 son unas vistas de la puesta en funcionamiento de la instalación con sólo la tubería de 1,10 m. La primera, la de entrada, con el agua subiendo hasta casi agotar el resguardo de 0,50 metros y dejarlo reducido a 0,15 m.; la segunda, la salida del agua por la misma tubería, cuando empieza a cargar el canal agua abajo de la obra.

La fotografía núm. 12 representa ya la doble tubería, de 1100 y 600 mm., esta última de hormigón centrifugado y que no nos atrevimos a poner en servicio por estimarla defectuosa, y que más tarde hubimos de sustituirla rápidamente para dar un servicio más eficiente, por otra de fundición del mismo diámetro y a la que se refiere la fotografía núm. 13. Ya funcionan las dos tuberías, con caudal muy próximo a los 4 m.³/seg.

Como enseñanza principal, podemos deducir de todo lo actuado, la necesidad de disponer de medios propios para estas reparaciones; medios y elementos bien estudiados y tipificados, económicos, sencillos, de fácil manejo y de adecuada capacidad escalonada, que estimamos imprescindibles para atender en forma rápida y urgente a estas reparaciones, cuyo retraso sensible puede dar lugar a pérdidas y perjuicios de mucha consideración.