

cuela del Cuerpo, D. Alejandro Más y Zaldúa, campeón infatigable de los métodos fotográficos, que con nosotros había estudiado en Austria, y sobre los que publicó excelentes obras.

He aquí lo que en el terreno que estudiamos han realizado hasta la fecha los diversos Centros del Estado que se dedican á trabajos topográficos.

Justo es consignar aquí, por la relación estrecha que con la fotogrametría propiamente dicha guarda, la idea del ilustrado reporter fotográfico D. Leopoldo Alonso, de hacer una colección de itinerarios fotográficos para aviadores. Serían éstos constituidos por series de vistas obtenidas desde aeroplanos y completadas con algunos datos especiales, documentos de suma utilidad para los aviadores que hubieran de recorrer los trayectos más frecuentados, y el ensayo que de estos trabajos se han realizado hacen concebir halagüeñas esperanzas acerca de su porvenir.

He aquí el estado actual de la Fotogrametría en España. Después de larga inercia fué ésta vencida, y pueden hoy concebirse esperanzas fundadas de volver á tiempos como aquellos en que el General Terrero y la Academia de Ciencias de Madrid eran en Europa los principales impulsores del método fotográfico, del cual puede asegurarse que los inestimables servicios que hasta la fecha ha prestado á las ciencias y á las artes son nada comparados con los que ha de dar en lo porvenir.

Madrid, Octubre de 1915.

Nota sobre un sistema de compuertas

PARA PANTANOS (1)

POR

D. PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

La Escuela especial de Ingenieros de Caminos presenta en la Exposición aneja á este Congreso un modelo de las compuertas que hube de proyectar en 1902 para el pantano del Guadalquivir, entendiendo, sin duda, que representan una solución relativamente original, atendiendo sobre todo á la época en que fué propuesta, de los problemas que plantea el cierre y maniobra de los desagües y galerías de servicio de los pantanos. Dar una idea sucinta, pero lo más completa posible de las características del sistema y de sus condiciones de aplicación, es el objeto de la presente nota.

Las principales dificultades que en estos cierres suelen presentarse proceden en primer término de la carga considerable que sobre la compuerta actúa y que es causa de resistencias al movimiento y motivo de fugas, que no sólo suponen pérdidas de embalse, por lo general poco importantes, sino que pueden producir, por las arenillas en suspensión que conduzca el agua, rara vez limpia en el fondo, dada sobre todo la velocidad considerable con que tiende á escapar, rayados en la superficie de ajuste que agravarían el daño, pudiendo provocar averías de mayor consideración.

Otra dificultad de importancia puede derivarse de los tarquines acumulados en el vano y que tienden á reunirse en la parte inferior, donde naturalmente habrán de colocarse las compuertas de fondo, cuyo objeto es dejar el pantano en seco cuando á ello obliga la necesidad de las limpias, la reparación de alguna avería ú otra circunstancia especial. Estos tarquines, envolviendo la

compuerta si ésta se encuentra situada en el interior del pantano, pueden dificultar su movimiento tanto ó más que la presión del agua y, aunque esta nueva resistencia fuera vencida, al elevarse la compuerta podría el vano quedar obstruido por una masa de escasa resistencia y en equilibrio poco estable sobre la que sería peligroso actuar directamente y que podría presentar todavía un nuevo obstáculo para el cierre, sobre todo si la masa encerraba empastados cuerpos duros (piedras sobre todo) lo que es un caso bastante frecuente.

En las antiguas compuertas de deslizamiento estas dificultades no se encontraban resueltas sino de una manera imperfecta. Constituidas esencialmente por un tablero portador de un marco que viene á aplicarse sobre otro marco fijo al vano y efectuándose el movimiento en el mismo plano de ajuste de los dos marcos, si la presión actúa sobre la cara de la compuerta opuesta al marco fijo, el rozamiento que habrá que vencer durante la maniobra será considerable, á menos de ser muy reducidas las dimensiones del vano, y si es la cara opuesta la que se encuentra en contacto con el agua, será casi imposible alcanzar un ajuste conveniente que asegure la impermeabilidad.

En la época en que redactábamos nuestro proyecto, las compuertas de deslizamiento eran, sin embargo, casi las únicas empleadas, tanto en España como en el extranjero, y la posición preferida aquélla en la que el empuje del agua favorece el cierre, posición que si tiene esta ventaja indudable, presenta en cambio los inconvenientes arriba apuntados, especialmente en el caso de haber tarquines. Para evitar éstos se recurría á alojar las compuertas en pozos ó galerías donde los sedimentos no tuvieran fácil acceso y á impedir, por medio de maniobras frecuentes, que llegaran á acumularse en cantidades tales que pudieran obstruir el desagüe.

Los excesivos rozamientos que en este sistema se desarrollan se superaban ó bien á expensas de la duración de la maniobra, mediante mecanismos que multiplicaran el esfuerzo, ó con el empleo de motores hidráulicos que sustituyeran el trabajo á brazo y que tomaban su energía ya de acumuladores especiales ó ya de la que representaba la caída entre el nivel del agua en el pantano y en el cauce exterior; pero como por lo general los pantanos se encuentran situados en parajes alejados de población, donde faltan operarios y medios para la reparación de mecanismos algo complicados, aun en el caso de instalaciones hidráulicas se solía prever la maniobra á brazo para caso de avería.

Para reducir estos esfuerzos algunos ensayos se habían hecho (no precisamente en pantanos profundos, sino en algunas tomas de canales sometidas siempre á cargas más débiles) de compuertas soportadas por ruedas ó rodillos que sustituyeran total ó parcialmente el rozamiento de deslizamiento por el de rodadura mucho más pequeño á igualdad de presión. Estos ensayos, hechos principalmente en canales de la India, habían dado ya origen al sistema Stoney en que el objeto se lograba mediante trenes de rodillos independientes de la compuerta é interpuestos entre ésta y las partes fijas del vano.

Esta interposición era causa de que los ajustes entre los marcos fijo y móvil fueran poco precisos con perjuicio de la impermeabilidad y los rodillos mismos, situados en el interior del embalse, si llegaban á quedar envueltos por los tarquines, encontrarían nuevas resistencias al movimiento, que harían un poco ilusorias las ventajas que se trataban de obtener. Además, en el sistema de Stoney, como los rodillos son independientes de la compuerta, no acompañan á ésta en su movimiento, sino que quedan retrasados, siendo su carrera solamente la mitad que la de aquélla, de modo que, á menos de disposiciones especiales, encuéntranse expuestos al paso del agua.

(1) Memoria leída en el Congreso de Valladolid, celebrado por la Asociación española para el progreso de las ciencias.

Por todas estas razones, el sistema no se había extendido á los pantanos propiamente dichos, hasta que fué empleado en la presa de Asuán, que quedó terminada precisamente el año mismo en que redactábamos nuestro proyecto, y aun en este caso, dado el número considerable de vanos situados á alturas distintas, no es preciso hacer maniobras con cargas superiores á 9 metros. Parece que se hacen con gran facilidad, pero la impermeabilidad es bastante precaria.

En nuestro caso, la carga máxima sobre el desagüe de fondo era de 30 metros y nos pareció un poco arriesgado el empleo á esas profundidades del tren Stoney, independiente de la compuerta, que podría verse anegado en una corriente de velocidad considerable, capaz de sacarlo de sus guías, sobre todo cuando al llegar la compuerta al final de su carrera faltara á aquél la presión que le mantuviera en la posición prevista. Nos pareció preferible recurrir á rodillos, cuyos ejes giraran en cojinetes fijos á la compuerta, pues aunque de este modo no se suprimieran en absoluto los deslizamientos, se evitaba el peligro de dislocaciones y, dadas las dimensiones del vano de 1 metro de ancho por 1,50 de altura, las resistencias quedarían siempre reducidas dentro de límites prácticamente admisibles.

Era conveniente, además, por las razones apuntadas más atrás, asegurar el funcionamiento normal de los rodillos alejándolos del contacto con los tarquines, y para ello se los colocó en la cara de la compuerta que mira hacia aguas abajo.

Por último, para conseguir un ajuste lo más perfecto posible, á pesar de emplear una compuerta que el empuje del agua tendía á separar del marco fijo, se dió á ésta la forma de cuña que permite regular el contacto de los marcos haciendo descender el sistema móvil hasta que el cierre sea completo, lo que siempre será posible si las superficies son bien planas y se mantienen durante las maniobras perfectamente paralelas.

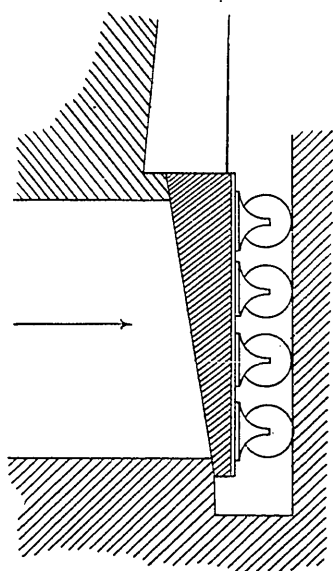


Fig. 1.ª

Se llegaba así á la disposición que se representa esquemáticamente en la figura 1.ª

Es claro que en este caso el objeto se conseguirá con un descenso, tanto menor, cuanto mayor sea la inclinación de los marcos, pero al crecer ésta, aumenta también la componente vertical del empuje que se opone al cierre. En la mayoría de los casos bastará una inclinación pequeña que no supondrá para el empuje ascendente intensidad superior al peso propio de la compuerta, con lo que podrá mantenerse el contacto una vez alcanzado, sin necesidad de ejercer con los mecanismos de maniobra presiones permanentes que vencieran la resultante perjudicial.

Se concibe que con este sistema la maniobra de abrir el pantano se facilita considerablemente, pero es necesario que el montaje sea bastante preciso para que se pueda obtener un buen cierre. Por otra parte, en previsión de posibles averías, es conveniente contar con más de una compuerta, y por una y otra razón se proyectaba, además de la ya descrita, otra situada inmediatamente hacia aguas abajo también de forma de cuña y montada sobre rodillos, pero con una inclinación opuesta á la de la primera.

En esta segunda compuerta, no sólo el empuje del agua contribuye al cierre, sino que encontrándose del mismo lado del tablero el marco y los rodillos, se encuentran contiguos también en la parte fija el marco y los caminos de rodadura, que pueden hacerse solidarios y ajustarse en talleres con una precisión mucho mayor que la que puede obtenerse en obra con piezas independientes.

Entre ambas compuertas queda, en nuestro caso, una pequeña cámara que se prolonga superiormente mediante un pozo que llega hasta la coronación de la presa, donde se encuentran los mecanismos de maniobra resguardados de la intemperie en una casilla especial. Pero esta disposición no es esencial al sistema, pues los mecanismos podrían colocarse igualmente en una cámara de maniobras situada inmediatamente encima de la cámara de compuertas, bien en el interior del macizo de la presa ó adosada á su paramento de aguas arriba, si así se lo prefiere para no debilitar la obra. El pozo, en tal caso, podría servir sólo para el acceso, que podía obtenerse también mediante una galería horizontal, como es uso bastante generalizado en los pantanos modernos.

Fácilmente se comprende que esta segunda compuerta ha de exigir mayor esfuerzo para ser levantada, aunque siempre menos que una compuerta ordinaria de deslizamiento, si la inclinación de los marcos se mantiene dentro de límites reducidos, pero la existencia de la primera hace posible no maniobrar en ningún caso la segunda, sino bajo cargas pequeñas, á cuyo efecto va provista de un grifo del que puede hacerse uso en la forma siguiente:

Si el pantano estuviera lleno y la compuerta de aguas arriba levantada, el nivel del agua en el pozo sería el mismo que en el embalse y la carga máxima actuaría sobre la compuerta de aguas abajo; pero si se baja la de aguas arriba, el pozo quedará ya aislado y será posible vaciarlo abriendo el grifo, con lo que quedaría ya la compuerta sin carga y podría ser levantada sin dificultad elevando en seguida la de aguas arriba y dejando abierto el pantano. El cierre se hará siempre fácilmente con la compuerta de aguas abajo que, además de descender por su propio peso, sería aplicada con fuerza contra el marco fijo por el mismo empuje del agua.

La compuerta de aguas arriba va provista también de otro grifo cuyo objeto es cerciorarse antes de levantarla de que no se encuentra en contacto con tarquines que pudieran mantener obstruido el desagüe. Si así ocurre, el grifo no daría agua, pero introduciendo por él barras que removieran los sedimentos, podrán practicarse con toda seguridad orificios por donde se establezca una corriente que acabe por arrastrar los limos cuando la compuerta sea levantada.

Tal es el sistema en sus líneas generales. En cuanto á los mecanismos pueden ser cualesquiera, con tal de que puedan desarrollar el esfuerzo de tracción necesario. Para calcularlo debe tenerse presente que, aunque durante casi toda la maniobra no existe contacto entre los marcos, en el momento de la arrancada habrá que vencer, si el ajuste es preciso, el rozamiento íntegro que además, como es sabido, es máximo á la partida. Como está

no ocurre sino en los primeros momentos y no sería práctico disponer para tan corto tiempo un suplemento de fuerza, convendrá que los mecanismos puedan marchar á dos velocidades distintas, la una rápida, que es la que deberá aplicarse durante la mayor parte de la maniobra, y lenta la otra hasta que sea vencida la resistencia adicional y la compuerta descanse ya íntegramente sobre los rodillos.

Posteriormente á nuestro proyecto, se han ideado y construído en los Estados Unidos las compuertas del pantano de Roosevelt que, aparte de las dimensiones y ciertas disposiciones de detalle, sólo se diferencian de nuestra compuerta de aguas abajo en que, en vez de llevar rodillos cuyos cojinetes vayan fijos invariablemente al cuerpo principal, va apoyada en trenes Stoney. La misma disposición se ha empleado en España en el pantano de La Peña por mi distinguido compañero D. Severino Bello, y en el pantano de Riudecañas, su competente Ingeniero Director D. José M. Pérez de Petinto, ha adoptado la doble compuerta con inclinaciones opuestas características del sistema descrito, aunque sustituyendo también los rodillos fijos por los trenes independientes del sistema Stoney.

Es indudable que de este modo se reducen los rozamientos, teóricamente al menos, á puras rodaduras, pero en la práctica pequeñas desviaciones favorecidas por independencia entre los rodillos y el cuerpo de la compuerta y agravadas por los remolinos de la corriente, que escapa á velocidad considerable, pueden hacer un poco ilusoria esta ventaja como ya hemos hecho notar más atrás. Ello será sobre todo temible cuando la compuerta se encuentre casi del todo levantada y se reduzca, por consiguiente, hasta casi anularse la presión que mantiene á los rodillos contra las guías.

Para evitar que se desprendan los trenes deben ser suspendidos por medio de cables que no deberán ser muy gruesos si no han de presentar una rigidez exagerada, lo que ha inducido en algunos casos, como en Asuán, á aumentar el número de ramales y con ellos el riesgo de averías. Estos cables, mantenidos en un ambiente excesivamente húmedo, están, en efecto, expuestos á la oxidación y pueden perder rápidamente su resistencia primitiva, y entonces los rodillos pueden desprenderse al efectuarse las maniobras, como ha ocurrido ya alguna vez.

Estos inconvenientes podrían evitarse, conservando, sin embargo, la ventaja teórica de la supresión de los deslizamientos, constituyendo cada rodillo de apoyo por una llanta que girara alrededor de un eje, fijo invariablemente al cuerpo de la compuerta,

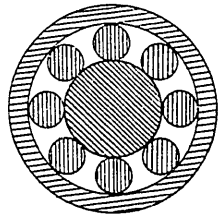


Fig. 2.^a

ta, por el intermedio de una corona de otros rodillos más pequeños, en la forma indicada por la figura 2.^a Fué lo que propuse en otro proyecto posterior, al revisar y completar el primitivo para proceder á la construcción inmediata de esta parte de la obra; pero como ni la carga ni las dimensiones de las compuertas son en nuestro caso de las más considerables y los esfuerzos que por lo tanto se desarrollan pueden ser vencidos á brazo sin grandes dificultades, se prescindió, al fin, de la disposición mencionada, que hubiera sido motivo de aumento de gasto, tanto por la mayor complicación que supondría, como por exigir una gran precisión en el trabajo, si las hipótesis teóricas habían de verse rea-

lizadas con la necesaria aproximación. Sería utilizable, sin embargo, en casos en que sea de mayor importancia la reducción de de las resistencias.

EL AGUA DEL LOZOYA

Discusión sobre su potabilidad en el Congreso de los Diputados el día 9 del corriente.

El Sr. RIVAS MATEOS: Señores Diputados, como el Sr. Ministro de Instrucción pública tiene que cambiarse de traje, voy á dedicar este tiempo á dirigir un ruego á mi querido amigo el Sr. Ministro de la Gobernación, lamentando no haber podido avisarle con anticipación, pero hace muy pocos minutos que me he enterado del asunto que motiva mi ruego.

Acabo de leer en el periódico *El Imparcial* una noticia verdaderamente grave, aun cuando no sensacional, por desgracia, porque es ya desgraciadamente conocida de años anteriores. Dice este aviso del periódico *El Imparcial* lo siguiente:

«En la tarde de ayer, después de verificado el análisis que, como todos los demás días, se practica en el Laboratorio municipal, de las aguas que abastecen á Madrid, comunicó el doctor Chicote al Alcalde que las del canal del Lozoya vienen en condiciones que las hacen nocivas para la salud pública. Aún no ha sido posible determinar con toda exactitud la causa de la remoción de los fungales que ha producido la peligrosa turbia.»

Y *El Imparcial* dice:

«Para evitar lamentables accidentes, conviene recordar al público que, mientras dure esta anomalía, debe beber el agua del Lozoya adoptando la precaución de hervirla ó de filtrarla.»

Este aviso, Sr. Ministro de la Gobernación y Sres. Diputados, es alarmante; primero, porque no se dice á qué es debida la contaminación de las aguas del Lozoya, y en segundo término, porque tampoco se dice cuáles son los gérmenes que hoy están haciendo nocivas las aguas que abastecen á Madrid. Pero, desde luego, yo puedo aseguráros, sin temor de equivocarme, que las aguas del Lozoya están contaminadas con el bacilo de Eberth, bacilo productor de la fiebre tifoidea, y además con el colibacilo y con los demás gérmenes productores de las fiebres eberthianas; es decir, que las aguas del Lozoya ahora, en otoño, han vuelto á estar contaminadas.

¿La razón? La misma que expuse aquí modestamente en aquella desgraciada interpelación, y digo desgraciada, porque no tuvo resultado práctico alguno, no por voluntad del Sr. Ministro, no, sino porque se dilató tanto y quedó tan diluida, que hoy ni yo, su padre, quizá no sea capaz de recordarla.

Señor Ministro de la Gobernación, por la tranquilidad del pueblo de Madrid, por humanidad, es necesario que S. S. se entere, y comunique á la Cámara, qué clase de contaminación tienen las aguas de Madrid, para ver si se refiere solamente al bacilo de Eberth, es decir, al productor de la fiebre tifoidea, ó existen algunos otros gérmenes más graves. (*Rumores.*) Más grave puede ser el del cólera. Yo leo en este periódico, Sres. Diputados, un aviso donde se me dice que las aguas del Lozoya están contaminadas, que es peligroso beberlas en estos días. ¿A qué es debido esto? ¿Cuáles son los gérmenes que las infestan? Tenemos el derecho que se nos lo diga, para si es preciso defendernos.

Yo tengo la seguridad de que el Sr. Ministro de la Gobernación ha de dar aquí noticias ó explicaciones que calmarán los ánimos del vecindario de Madrid. Debe tener presente el digno Sr. Ministro, como todos los Sres. Diputados, que para que sean potables y buenas las aguas del Lozoya necesita hacer algo de lo