

## ESTUDIO SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN EL VALLE DEL EBRO

(Continuación.)

## RIECOS

Las filtraciones más graves y difíciles de prever, y que pueden comprometer hasta la existencia del pantano como depósito para riegos, son las que se abren paso á través del terreno que forma el depósito; cuando su origen está distante de la presa, ó está muy elevado sobre el fondo, son fáciles de atacar en general y no son tan peligrosas: primero, porque las presiones son pequeñas, y después, porque estando largo tiempo al descubierto dan facilidad para taparlas; están, además, seguras todas las aguas inferiores á su boca de entrada. Cuando son profundas y están próximas á la presa, la gran velocidad del agua puede ensanchar rápidamente los orificios y hasta comprometer la solidez de la misma; además, sería siempre necesario vaciar completamente el depósito para taparlas, privándose con ello, y por un largo plazo, de su utilidad.

Todo lo dicho demuestra la necesidad de proceder á un estudio previo y minucioso del vaso para conocer la constitución del terreno, su clase, la dirección y buzamiento de sus capas, sus enlaces, los trastornos que hayan podido experimentar, etc., lo cual será bastante, en mi juicio, ya para abandonar por completo el pensamiento, si á ello hubiere lugar, ya para consolidar aquellos puntos del terreno por donde fueran de temer escapes de agua, dejando para más adelante el cierre de aquellos más ó menos dudosos, para los cuales se juzgare conveniente esperar á que, una vez el pantano lleno, los movimientos ó remolinos del agua á su entrada, los puntos de salida, etc., indicaran con seguridad su situación.

Si el punto elegido para construir la presa cumple con las condiciones que más adelante examinaremos, y si ha precedido el estudio del vaso que se ha indicado, difícil es que en el terreno se presenten filtraciones que no puedan cerrarse con el vaso vacío, y tales que puedan comprometer el éxito de la obra; no tenemos noticia de caso alguno en que esta contrariedad se haya presentado ó no se haya vencido, y eso habiendo muchos ejemplos en que el estudio geológico no ha podido hacerse, dada su antigüedad.

Del pantano de Valdeinferno, situado á unos 20 kilómetros encima del de Lorca, abandonado hoy y lleno de tarquín, se dice por algunos del país que no se terminó á consecuencia de una gran filtración que, casi á la altura que hoy alcanza la presa, se presentó á través de los estratos calizos que forman la montaña. Quizá ha dado lugar á esta creencia su menor al-

tura, comparada con la de Lorca, construida en la misma época, y el excesivo espesor de su coronación; pero es raro que antes de terminarse la obra llenasen de agua el depósito, dando lugar con ello á que la filtración se manifestase.

Más probable que ésta, parece la versión de que los habitantes de Lorca, fuertemente impresionados con la catástrofe acaecida en éste, abandonasen las obras del de Valdeinfierno, que, habiendo permanecido largos años con los desagües cerrados, tuvo que salir el agua de las avenidas por la coronación, dejando en el vaso sus sedimentos, que concluyeron por obstruirlo completamente.

El pantano de Mezalocha, sobre el río Huerba, no lejos de Zaragoza, cuyo estrecho y vaso están formados por estratos delgados de una caliza bastante cuarteada, funcionó antes de su rotura durante un largo plazo, y á pesar de su construcción, en extremo descuidada, no ofreció escapes dignos de mención.

El de Huesca, sobre el Isuela, obra antiquísima y que funciona con regularidad, produciendo grandes beneficios, está en igual caso, sin que se advierta escape alguno á través de la presa ó del terreno, á pesar de ser éste una caliza algo cavernosa. Por último, el moderno de Lorca, el de Alicante y otros pantanos españoles, exentos también de filtraciones, demuestran que esta grave contingencia no es común, y que, á menos de muy especiales circunstancias, que habrán de advertirse de antemano, si se procede con la necesaria prudencia, los escapes de agua podrán con seguridad dominarse, sin que llegue el caso de tener que abandonar una obra hecha para regularizar una corriente y á la vez para guardar sus aguas para el riego.

## INUNDACIONES

### I.

Si el estudio de las corrientes públicas es tan útil en nuestro país cuando se trata del aprovechamiento de sus aguas, no lo es poco mirado bajo el aspecto de los males que ocasionan en algunas circunstancias. Por otra parte, está tan íntimamente enlazado el problema de las inundaciones en nuestra Península con el de su aprovechamiento, que no vemos posibilidad de estudiarlos separadamente sin que surja casi por necesidad una imposibilidad económica en la generalidad de los casos; y esta afirmación, que juzgo de verdadera importancia, confío en que ha de resultar de este trabajo.

Dejando esto para más adelante, no puede desconocerse que el fenómeno de las inundaciones se repite en todas partes con sobrada frecuencia,

y que los males que ocasiona impresionan vivamente al público, para que sean necesarias descripciones minuciosas. Basta decir que, á pesar de los desastres de todo género causados por las avenidas del Júcar y Segura, tan presentes en la memoria de todos, nada se ha hecho en el sentido de atenuarlas, y por tanto, hora es ya de que esta cuestión se estudie al menos seriamente, para que, á ser posible, no vengan otras nuevas á sorprendernos en la actual quietud.

Trátase de luchar con un fenómeno de grandes proporciones, y es natural el temor de que el hombre sea impotente en esta lucha, y lógico creer que sus medios, con ser hoy tantos, no basten, económicamente hablando al menos, para salir en ella victoriosos; pero más que lógicos pudieran ser cómodos estos razonamientos; porque en efecto, con un sencillo discurso se ahorran no pocas meditaciones y trabajo, y queda el ánimo tan tranquilo, como si ya jamás hubieren de volver tales angustiosos momentos.

Un razonamiento semejante, hecho apropósito de cualquiera de las conquistas del hombre en su constante lucha con las fuerzas de la naturaleza, nos hubiera privado de todas ellas, y huelga apuntar adonde pudiera conducirnos esta manera de razonar.

La suma invertida en Obras públicas en estos últimos cuarenta años es tan grande, que nadie hubiera creído entonces que el país podría soportar carga semejante, sin que la riqueza sufriera un rudo golpe; y sin embargo, ello es un hecho, y con él el país ha prosperado; y es que al mirar en conjunto estas vastas empresas se prescinde comunmente del tiempo, factor importantísimo que las facilita en extremo.

En ellas es en donde un pueblo revela y mide sus verdaderas energías y condiciones. En cada etapa que la civilización va recorriendo, tienen las naciones un objetivo, hacia el cual marchan con la decisión y rapidez que le permiten sus condiciones, su carácter y sus medios; lo esencial es encaminar en esta dirección todos los esfuerzos, para lo cual es indispensable un estudio acertado de los elementos disponibles, del que han de derivarse los procedimientos; y hecho esto, la fe, la constancia y la actividad, pueden realizar verdaderos milagros.

Los grandes perjuicios ocasionados en estos últimos años en Francia, preocuparon en alto grado á la opinión pública, que empezó á dudar de la eficacia de los medios empleados hasta entonces para luchar con las inundaciones. Escribiéronse numerosas obras y folletos, proponiendo cada cual su sistema, y hasta el Gobierno mismo creó comisiones que han hecho notables trabajos. Verdad es que los resultados obtenidos en busca de los procedimientos más adecuados no han dado el resultado que algunos esperaban, y que las opiniones continúan divididas allí y en todas partes; pero también es cierto que á la vez la ciencia hidráulica y la construcción

han adquirido notables teorías, debidas á Bousinesk, Kleitz, Turaza, Graef, Nazani y otros; se ha hecho patente en todas partes la defensa; van fijándose más y más las ideas en favor de determinados procedimientos y generalizándose la opinión de que, si el remedio no está en la generalización de uno solo, puede hallarse, no extremando las exigencias, en la combinación de varios racionalmente elegidos para cada caso particular.

Entre los que han combatido los procedimientos ideados, hay Ingenieros de justo renombre, que juzgan las inundaciones como otro cualquiera fenómeno natural, con quien es preferible transigir á luchar; que un cultivo especial en los valles, el abandono de viviendas y sitios peligrosos, y aun el seguro, son medios más equitativos y racionales que el invertir grandes sumas en obras que, al fin, no dan una seguridad completa, y para evitar males que, aun cuando graves, tienen sólo lugar á largos intervalos.

Sin negar que estos procedimientos puedan, como los demás, ser de útil y racional aplicación en determinados casos, se comprende que al darles carácter de general aplicación son igualmente ineficaces ó imposibles.

Pero se dice: los diques longitudinales, sobre que no dan seguridad, pues que se rompen, son, por sus dimensiones y longitud, muy costosos: no deben, pues, hacerse diques longitudinales; los transversales, por su número y la solidez que necesitan, son también muy caros, y además no evitan la inundación, antes bien las extienden, aunque amenguan la velocidad de las corrientes: tampoco convienen los diques transversales. Las avenidas de los grandes ríos suman dos y tres mil millones de metros cúbicos de agua, y para guardar ésta en las montañas serían necesarios tal número de pantanos, que su coste no permite ni aun pensar en tal solución; las inundaciones son quizá más útiles que dañosas, puesto que la riqueza de los valles es debida á los tarquines, depositados por las altas aguas; y por último, aun cuando las inundaciones fueran siempre dañosas, afectan no más á superficies reducidas, y no parece justo que en la defensa de intereses privados se inviertan los fondos del presupuesto general.

Gran enemigo de la verdad debe ser el deseo de vencer en una discusión científica, cuando personas de grandísima ilustración y talento emplean en ella gran calor y tan débiles razonamientos; porque, en efecto, los diques longitudinales pueden tener una buena aplicación, y los del Pó lo demuestran; los transversales de Pinay y La Roche están en igual caso, habiendo demostrado las nuevas teorías de Graef sobre los embalses, la exactitud de los cálculos hechos por Boulangé á propósito de la avenida de 1846, enérgicamente impugnados por el célebre Dupuit; los embalses no necesitan guardar toda el agua de la inundación, sino una cantidad incomparablemente menor, y el resultado del vestido y repoblación del terreno

ha mostrado también en los Alpes la utilidad y eficacia de esta operación para evitar la reunión de las aguas en los cauces.

Respecto á la utilidad de la inundación, convendrá observar: 1.º Que ella ocasiona la pérdida de las cosechas pendientes ó invade las viviendas, pérdidas seguras y no pequeñas, en cambio de la problemática é incierta utilidad de los tarquines. 2.º Que hay valles, y este es el caso general, en que la progresiva elevación del suelo, producida por los limos, haría inútiles en pocos años todas las obras que hoy existen para el riego; esto sucede ya en parte en la huerta de Murcia, donde hay parcelas que tienen que regarse con norias, elevando el agua de las acequias contiguas. 3.º Las materias acarreadas por las aguas varían con su procedencia, y pueden ser útiles ó dañosas para un terreno dado, según sea su composición y su tamaño; así la avenida de 1884 dejó en la huerta de Orihuela depósitos que mataron muchos árboles, siendo, por esta causa, más funesta que la célebre de 1879. 4.º Los depósitos son frecuentemente inertes, de arena y grava, y toman formas muy irregulares, viéndose precisado el labrador á extraerlos con grandes gastos si ha de poner de nuevo en cultivo la tierra con la forma regular que exigen los riegos. 5.º La avenida, en sus diferentes fases, arranca en unos puntos la capa vegetal para depositar, más tarde arena y grava, y puede hacer también la operación inversa; de manera que ésta, como todas las debidas al acaso, pierde las condiciones de utilidad que le son propias, y podrían obtenerse disponiendo de los medios apropiados para ejecutarla sistemáticamente, y en época y sazón oportunas.

Ciertamente que las zonas expuestas á la inundación son reducidas, comparadas con el resto del terreno cultivado; pero son, en cambio, extremadamente productivas; dan con seguridad las más ricas cosechas en este país clásico de la incertidumbre, y son el refugio del bracero en los frecuentes años de sequía. En ellas radican los pueblos más granados, las ciudades más populosas y ricas, numerosas industrias, carreteras, ferrocarriles y otras costosas obras públicas, cuyos desperfectos se ve obligado á reparar el Estado, gastando en esto, en donativos y auxilios, en condonación de tributos y obras hechas sin plan ni concierto, sumas de importancia, que valiera más haber empleado en evitar la causa (1).

Lo dicho prueba la necesidad de que huyendo, tanto de los pesimismos de algunos, como de la exagerada y cómoda resignación de otros, se estudie esta cuestión en este país, y en vista de sus resultados y de las necesidades que la agricultura siente con tanta fuerza, se vea si en alguno de los

---

(1) La condonación y pérdida de tributos, los gastos hechos por el Estado en recomposición de obras públicas y los donativos recogidos para los inundados de Murcia con motivo de la avenida del año 1879, equivalen á los del total importe de las obras proyectadas recientemente contra las inundaciones en el valle del Segura.

procedimientos, ó en la reunión de varios, pueden hallarse en cada caso soluciones tales que, económicamente hablando, permitan mejorar el actual estado de cosas.

El que algunas comisiones francesas hayan llegado á conclusiones poco halagüeñas, no puede ser motivo bastante para que este estudio no se aborde en España, donde pudiéramos ser más afortunados. Téngase en cuenta que allí hay grandes obras hechas en los cauces para este objeto, y su existencia y su coste debían pesar mucho en las soluciones propuestas; no se olvide que las condiciones de sus ríos son, por punto general, diversas de las condiciones de los nuestros, y que necesidades generales aquí fuertemente sentidas y que quizá den la clave de la solución, ó no existen allí, ó se refieren á pequeñas comarcas.

Sin esto, si los riegos tuvieran en la nación vecina la alta importancia que en España, seguramente hubieran dado esa dirección á sus trabajos en los ríos y nos hubieran dado ya alguna brillante muestra de su actividad é inteligencia, parecida á la fijación de las dunas en las Landas, al saneamiento de terrenos en la costa mediterránea, y la defensa y reconstitución de terrenos en los Alpes.

(Se continuará.)

## INFORME SOBRE LAS PRUEBAS DEL PUENTE DE CASTEJON EN SUS DOCE PRIMEROS TRAMOS

(Continuación.)

La flecha de los tramos de orilla nos la da la fórmula general, en la que  $m = 0$ , y en la que conocemos todos los valores incluso  $I'$ , será:

$$f = 0,0223 - 0,0054 = 16,9 \text{ milímetros.}$$

En la prueba sexta, que se refiere á la carga del segundo y tercer tramo,

$$m'_2 = -(\alpha - 1) + \delta^3 = -2, \quad m_3 = -(\alpha - 1) - \delta^3 \alpha = -7.$$

Las fórmulas dan, para el tramo primero,

$$f = -3,6 \text{ milímetros;}$$

para el segundo,

$$f = 0,0334 - 0,0242 = 9,2 \text{ milímetros;}$$

para el tercero,

$$f = 0,0223 - 0,0125 = 9,8.$$

Por fin, á la prueba séptima, que consistió en cargar simultáneamente los tres tramos, corresponden los valores