

mismas obras de aprovechamiento de las aguas para canales de riego, son también obras públicas cuando hayan de ser de *utilidad general* y hayan de crear monopolio que el Estado debe disfrutar para regularizarlo en bien del interés general; pero pueden acometerse por el sistema mixto de subvenciones y concesiones de esos mismos monopolios á las empresas constructoras; las verdaderas obras públicas, las que el Estado tiene que construir por sí, y si no, no se construyen nunca, son las de servicio *común y gratuito*, y entre ellas consideramos hoy dignas de preferencia las que venimos llamando obras de mejora de los ríos.

Por desconocer esto, que es á nuestro ver fundamental, tal vez se ha dado demasiada preferencia en los presupuestos de obras públicas á las vías de comunicación, sobre todo á las carreteras y caminos de hierro de coste exagerado; muchas veces se habrá gastado en ellas un capital no reproductivo, y decimos esto en el sentido, no de que el Estado cobre renta de la obra como puede cobrarla un particular de la casa que construyó para alquilar, sino en el sentido *único racional aquí*, de que la nación gasta muchas veces una riqueza mayor que la utilidad que le presta la obra ejecutada.

No es este el momento, ni me considero competente para indicar reglas generales del plan que convenga seguir para realizar esta obra magna, base indudable de una verdadera transformación de la agricultura y de la industria; sólo hemos tratado de evidenciar que el falso concepto de lo que deben ser las obras públicas ha limitado la acción del Estado á *subvencionar pantanos de riego*, sin conseguir, como es natural, resultado alguno positivo, y que mientras en el plan general de obras del Estado entren tantas carreteras, y construidas muchas veces para servir intereses particulares, y por lo mismo suelen tener activos iniciadores de ellas en el Parlamento, y no entren apenas obras para mejora del régimen de los ríos, es decir, grandes pantanos reguladores y obras de encauzamiento, que, por ser exclusivamente de interés colectivo, no tienen padrinos, ni será posible el desarrollo de los riegos, y con ellos el de la agricultura, ni será posible el buen aprovechamiento de la energía hidráulica para el progreso de la industria.

V. DE GARCINI.

## PANTANO DE MEZALOCHA

### III

Decíamos en el artículo anterior, que la presa de este pantano se había cimentado sobre el acarreo del río, y que la presión del agua almacenada en él, arrastrando el fango y las arenas más finas primero y los cantos rodados después, acabó por dejar sin apoyo á la presa, ocasionando su total ruina.

Algo análogo ha sucedido con otras presas, lo que prueba que es verosímil cuanto hemos dicho acerca de la de Mezalocha.

La del antiguo pantano de Lorca se cimentó sobre pilotaje y macizo de hormigón, y á pesar de que estaba en mejores condiciones que la de Mezalocha, la labor del agua almacenada en el pantano vino á ser la misma en uno y otro caso, y el resultado final idéntico, como demuestran de una manera admirable los autores del proyecto de reconstrucción de dicha presa, según puede verse en el II tomo de los *Anales de Obras públicas*.

No hay que acudir á presas como las mencionadas para apreciar los resultados de esa manera de cimentar esta clase de obras hidráulicas.

La presa de toma de aguas del Canal Imperial tiene 334 metros de longitud y 34 metros de anchura, y el desnivel entre el embalse y el tramo inferior del río es de cuatro metros como máximo.

Está fundada sobre emparrillado y pilotaje clavado en las gravas que forman el lecho del río, sin que ninguno ó muy pocos

de los pilotes lleguen á apoyarse sobre el terreno firme, constituido por una formación de arcilla muy compacta de cinco á nueve metros bajo el lecho del río Ebro. Por esa circunstancia, el peso de la obra estaba sostenido por el rozamiento de los pilotes en las gravas, ó mejor dicho por éstas mismas gravas, y aun cuando el paramento inferior del recinto estaba cerrado por medio de tablestacas, como éstos adolecen del mismo defecto de linca que los pilotes, de no llegar al terreno firme, que laban las gravas sin contener dentro del recinto de cimentación.

En la margen derecha está construida la casa de compuertas, cimentada por el mismo sistema, y bastó la carga de agua de los cuatro metros para que las arenas primero y las gravas después fueran arrastradas por el agua y salieran por debajo de las tablestacas, dejando sin apoyo parte del edificio, la cual se hundió el 23 de Agosto de 1874.

De la misma manera se hubiese ido vaciando toda la fundación, y hubiese sobrevenido la ruina completa de toda la obra, á no haberse construido un zampeado de seis metros de anchura en toda la longitud de la presa y casa de compuertas, que bajando hasta el terreno impermeable corta el paso á las aguas. Este zampeado se construyó de hormigón, terminándolo con bloques de un metro de tizón en la arista, y con sillería de 0,40 metros en el resto de la obra. A este zampeado quedaron unidas las ataguías de hormigón que sirvieron para la ejecución de la obra, y que constituyen hoy un segundo zampeado que sirve de refuerzo al primero.

Afortunadamente, hoy ningún Ingeniero cimentaría una presa como se cimentaron las tres de que acabamos de ocuparnos. Prueba de ello está en que en la nueva presa de Lorca se descendió hasta la profundidad de 18 metros á que se encontraba el terreno firme, y prueba de ello es también que el personal facultativo del Canal de Tamarite piensa no construir la presa proyectada por los ingleses, y que sobre no tener más que 6,30 metros de espesor en la base, siendo su altura de 27 metros, está además cimentada sobre pilotaje.

No ha sido nuestro propósito, al hablar de las presas mencionadas, combatir un sistema de cimentación cuyos peligros conocen todos los Ingenieros. Deseamos únicamente dejar sentado que las tres se arruinaron por defectos de cimentación, manifestando de paso que no conocemos ninguna presa antigua arruinada por falta de espesor, lo cual no nos extraña, porque los ejemplos de ellas que hemos visto, todos tienen volúmenes excesivos.

No podemos decir lo mismo con respecto á las presas modernas. Las teorías de Bressé, Delocre, Peletrau, etc., son realmente muy útiles para el cálculo de esta clase de obras; pero tiene sus peligros ajustarse demasiado á ellas. Suponen que la obra es homogénea y que forma un verdadero monolito, y ni una ni otra circunstancia se puede encontrar en la práctica. El trabajo de construir una presa es tan monótono, que el Ingeniero no puede hacer otra cosa que dar reglas para su ejecución, sin que pueda estar siempre presente mientras ésta se lleva á cabo. Por esto, aunque el material sea lo más homogéneo posible, su empleo en obra no lo es nunca.

La presa de Bouzey, arruinada en 27 de Abril de 1895, ofrece un ejemplo de lo que acabamos de decir, según recordarán los lectores de esta REVISTA. Entre otros defectos de importancia, y que pueden verse en los números del 6 de Enero, 10 de Febrero y 28 de Abril de 1898, tenía esta presa un perfil demasiado débil, y la parte de él que más lo era, estaba precisamente en la unión de la obra hecha durante una campaña con la ejecutada en la campaña siguiente. Una vez lleno el pantano, se produjeron esfuerzos de tensión en el paramento de aguas arriba; esto dió lugar á que se abriese en dicho paramento una grieta horizontal, y la subpresión del agua que en ella se introdujo vino á sumar sus efectos con los de tensión mencionados, que después de la formación de la grieta horizontal eran mayores, y todo esto, aparte de los graves defectos que la presa tenía, hubiera bastado por sí solo para ocasionar su completa destrucción.

Otro ejemplo notable nos lo ofrece la presa de l'Habra, según

vemos en la descripción que hace de su ruina el *Genie Civil* de 16 de Enero de 1882.

La construcción de esta presa, cuyo perfil se calculó con arreglo al método de M. Delocre, se empezó en 1865 y se terminó en 1871. Tenía en la coronación 330 metros de longitud y el aliviadero de superficie, colocado á continuación, alcanzaba la longitud de 125 metros. La altura enorme del agua almacenada era de 32 metros, pero la presa se calculó contando con que esta altura podía aumentarse durante las crecidas del río en 1,60 metros más.

Tenía dos galerías de limpia de 2 metros de altura y 0,20 metros de anchura, que se interceptaban por medio de compuertas metálicas, las cuales se maniobraban por medio de aparatos colocados en la coronación de la presa. Las tomas de aguas eran dos, y cada una estaba formada por dos tubos de 0,80 metros de diámetro interior.

Examinados todos los medios de desagüe que esta presa tenía, el más prudente hubiera creído que las crecidas ningún daño podían ocasionarle; y sin embargo, en 1831, una tempestad horrible descargó en breves instantes unos 123 millones de metros cúbicos sobre la cuenca de l'Habra, no encontró éste agua ni árboles, ni arbustos, ni nada que se opusiera á su marcha vertiginosa por los barrancos y afluentes del citado río, y en una noche pasaron por la coronación de la presa más de 100 millones de metros cúbicos que acabaron por ocasionar su ruina.

M. Calmels, á quien cogiamos en las líneas precedentes, añade que la fábrica del dique inspiraba desde hacia algún tiempo serias inquietudes, y que los esfuerzos á que estaba sometida eran muy considerables.

Por último, y aparte de otros ejemplos que podríamos citar, nos ocuparemos de dos presas más.

La de Saint-Denis-du-Sig (Argelia), tenía 19 metros de altura y 102 de longitud en su coronación, con un espesor en la base de 10 metros. El volumen del agua almacenada era de 3.275.000 metros cúbicos; y cuando por el desarrollo de la colonización se hizo insuficiente este volumen, el Sindicato de Saint-Denis-du-Sig alcanzó en 1880, autorización para construir en Cheurfas, á 22 kilómetros aguas arriba de la primera presa, una segunda presa que podía almacenar hasta 13 millones de metros cúbicos.

Llenó este segundo depósito el 8 de Febrero de 1885, las aguas se abrieron paso á través de la roca que servía de estribo á la presa. Las proporciones de este accidente, que en un principio fueron pequeñas, bien pronto crecieron de tal modo, que al poco rato de iniciarse el paso del agua á través de la roca, se precipitaba en enorme masa por una brecha de 40 metros.

El pantano de aguas abajo se llenó en seguida, y la presa de Sig no pudo resistir la lámina de agua de 5,40 metros de altura que llegó á verter por encima de su coronación, y á la hora de ocurrido el accidente en la presa de Cheurfas, corría la misma suerte la de Saint-Denis-du Sig.

Resulta de lo expuesto, que hoy no son de temer los errores que en otros tiempos se cometieron al cimentar las presas; pero en cambio el deseo de economizar fábricas induce á muchos Ingenieros á determinar el perfil de ellas de modo que la curva de presiones pase justamente por el tercio del núcleo central de cada sección horizontal, y esto, en nuestra modesta opinión, y en la de personas más experimentadas, no es lo prudente. Se construirán en España muchos pantanos en cuencas como la de l'Habra, desprovistas de toda vegetación que dilate el efecto de las crecidas, y para estos casos el recuerdo de lo sucedido con la presa de igual nombre será provechoso siempre; se construirá también con el tiempo más de un pantano en una misma cuenca, y entonces, al proyectar el de aguas abajo, convendrá tener en cuenta lo ocurrido á la presa de Saint-Denis-du-Sig. Y como, en definitiva, han de construirse muchas presas en desfiladeros sumamente estrechos, para este caso especial, que en nuestro país será el más general, convendría que los Ingenieros que tengan la autoridad que á mí me falta hoy, y que no adquiriré nunca, se

ocupasen en estudiar varios perfiles de presa para densidades distintas de las fábricas y diversas anchuras de coronación, y tengo por seguro que sin ser importante el volumen de obra que se aumentase en ellos con relación á los perfiles corrientes, las garantías de seguridad se lograrían en proporción muy grande.

La presa del pantano de Mezalocha se ha calculado siguiendo las teorías de Bresse, de M. Delocre y de Mr. Peletrau; pero teniendo muy en cuenta los accidentes apuntados, se adoptó un perfil definitivo en el que el paramento de aguas arriba es vertical y el de aguas abajo inclinado. La altura del embalse será de 24 metros, y sumando á esta cifra los tres metros de altura que tiene el dado que se sitúa en toda presa para recibir los choques del oleaje, resulta que la altura total de esta presa es de 27 metros. Empieza su espesor en la base con 20 metros y termina con tres metros en la del dado de coronación. Las curvas de presiones pasan en todos los puntos, tanto cuando el pantano está lleno, como cuando está vacío, no por el tercio del núcleo central como se ha hecho en otras presas, sino por dentro de él, y la presión máxima por centímetro cuadrado, en ningún punto llega á seis kilogramos.

ANTONIO LASIERRA.

## PROVINCIAS ESPAÑOLAS

### OBRAS DE RIEGO

De *El Imparcial*:

«La mejor demostración de la importancia que tiene la iniciativa altamente patriótica, tomada, sin ajeno estímulo, por el ilustre Cuerpo de Ingenieros civiles, para que, si el Gobierno la acepta, pueda España ver rápidamente modificadas las condiciones de sus cultivos, es, sin duda, la publicación del resultado de los estudios hechos.

Datos del mejor origen nos permiten publicar un extracto de esos estudios, presentados ya al Sr. Ministro de Fomento.

No es frecuente que en España los funcionarios oficiales acometan obra de tanta dificultad y de tanto trabajo como esta, si no es en cumplimiento de órdenes de la superioridad.

Los Ingenieros españoles han realizado estos estudios por propio impulso, lo cual ha de ser motivo de gloria para quienes así responden á los más altos deberes de españolismo.

Empezamos la serie de estudios por la provincia de Teruel, la desheredada, la *Cenicenta* de la Administración española. No puede ser más justificada la preferencia.

\* \* \*

### PROVINCIA DE TERUEL

**Pantanos de la Peña Horadada y de la Virgen de Arcos.**— Ambos pantanos tienen por objeto aumentar las aguas de estiaje del río Martín, afluente del Ebro, con lo cual podrán completarse los riegos de muchas vegas que hoy los tienen muy inseguros, y se extenderá considerablemente la zona regada. El primero de estos dos embalses tendrá una capacidad de 23 millones de metros cúbicos, y la presa una altura de 40 metros.

La capacidad del segundo será de 13 y medio millones de metros cúbicos con igual altura de presa, resultando así remansado un volumen de 36 y medio millones de metros cúbicos que se aprovecharían en verano para regar una superficie de 5.000 hectáreas, además de las que ya se riega actualmente.

El pantano de Peña Horadada tiene su emplazamiento en un punto del río Martín, término de Oliete que lleva este nombre, mientras que el de la Virgen de Arcos está situado en el término de Albalate. Todas las feracisimas vegas situadas aguas abajo de Oliete, á ambas márgenes del río en los términos de este pueblo, de Ariño, Albalate, Llorca, Hijar y la Puebla de Hijar, podrían gozar del beneficio del riego una vez construidas las presas de embalse. Bastaría para ello, conservando las actuales tomas, establecer algunas nuevas, prolongando las acequias existentes y abriendo otras.

\* \* \*