

punto de que en algunos casos puede llegar á comprometer su estabilidad, sino que también da lugar á filtraciones que deslavan los morteros, y acaso también puede ser origen de que el agua que penetre en el interior de las fábricas se hiele y produzca la desagregación de las mismas.

Para oponerse á los efectos de la dilatación debida á las variaciones de la temperatura, conviene que la planta de las presas sea curva, pues además de que esta forma permitirá más fácilmente las dilataciones sin llegar á la rotura, en el caso en que ésta se haya presentado, ocurrirá probablemente según planos normales á los paramentos, quedando la presa dividida en grandes dovelas que la presión del agua tenderá á unir.

M. Le Rond indica los dos siguientes medios para oponerse á los efectos que tienen lugar cuando las grietas se forman:

1.º Dividir la presa en partes (*dovelas* si es curva) independientes, interponiendo entre las diversas secciones materias obturantes y elásticas, ó colocando un cubrejuntas delante de las juntas.

2.º Separar el *cuerpo* de la presa destinado á soportar los esfuerzos á que ha de resistir del *antecuerpo* constituido por una *pantalla* ó *tabique* que asegure la impermeabilidad ó que por lo menos no dé paso al agua á presión.

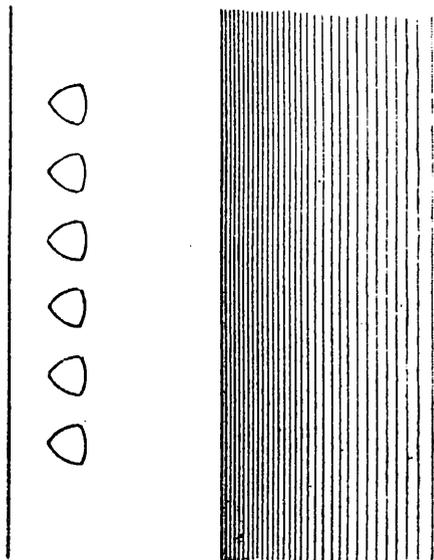
La pantalla ó tabique anterior puede ser de madera, hierro ó fábrica. Las presas llamadas en la América del Norte *rock fill dams*, que alcanzan las mayores alturas, están constituidas por pedraplenes á los que da impermeabilidad un revestimiento ó pantalla de madera, bastante delgado, recubierto de cartón embetunado.

También en la América del Norte se ha construido recientemente una presa constituida por un macizo de escollera de 45,72 metros de altura, en la que se consigue la impermeabilidad en gran parte de su altura (37,18 metros) por medio de un alma central, constituida por palastro de acero, empotrada en un macizo inferior de mampostería. Este mismo sistema aconseja el Ingeniero Torricelli (1), proponiendo que para evitar las filtraciones en las presas, se colocara en el paramento de aguas arriba una pantalla de palastro de un centímetro de espesor.

Los tabiques de mampostería son usados desde muy antiguo, principalmente por los Ingenieros ingleses, para dar á las presas de tierra la impermeabilidad necesaria. Su aplicación á las de fábrica no puede presentar gran dificultad. He aquí, en las figuras adjuntas, la disposición imaginada por M. Le Rond, quien da con razón la preferencia á los pozos sobre las galerías horizontales.

Fig. 9ª

Planta de una presa. Pozos verticales.

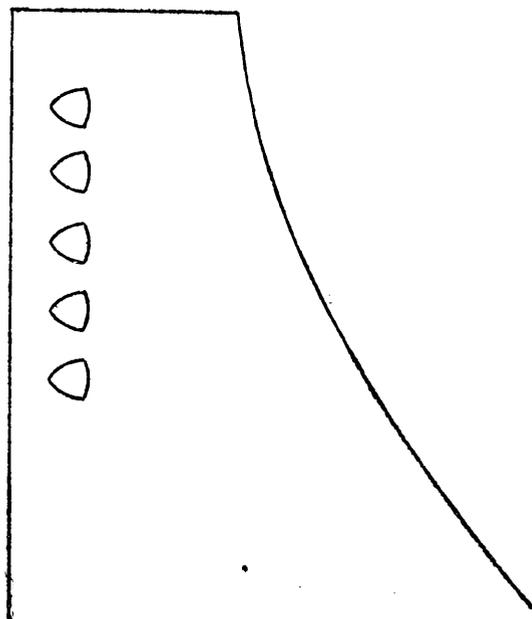


La colocación de drenes que pusieran en comunicación los pozos ó galerías con el paramento de aguas abajo, permitiría no sólo evacuar las aguas que podrían filtrarse á través del tabique *sin presión*, sino también conocer la existencia de tales grietas, así como su importancia. Aun en el caso probable de la rotura del tabique, ésta no alcanzaría más que una parte de la presa, la correspondiente á un pozo ó galería; pero aunque así no fuera, y prescindiendo de que el accidente podría haber sido advertido de antemano y acaso evitado, no dejaría á la presa en peores condiciones que las en que se hallaría si no tuviera tabique anterior ó pantalla.

(Se continuará).

Fig. 10ª

Corte de una presa: galerías horizontales.



PANTANO DE MEZALOCHA (2)

IV

Conservación de pantanos. — Galerías de limpia.

El carácter torrencial de nuestros ríos, la falta de vegetación en sus respectivas cuencas y el agua de las lluvias que, tan abundantemente y en tan corto espacio de tiempo cae sobre el suelo de nuestra Península en todas las estaciones, arrastrando consigo la tierra que encuentra al paso, atentan constantemente contra la duración de los pantanos, y hacen que la limpia de los mismos tenga una importancia verdaderamente excepcional.

Para llevar á cabo esta operación, se construyen en la parte

(1) G. Torricelli. — *I grandi bacini*.

(2) Véase el núm. 1.229.

baja las presas, los aliviaderos de fondo, denominados también galerías de limpia. Y como su disposición y sus dimensiones son consecuencia natural del modo de hacer las limpias, vamos a decir respecto de éstas lo poco que de ellas sabemos, para venir a fijar el criterio que hemos adoptado al proyectar esta parte del pantano de Mezalocha.

Podríamos citar muchas obras de este género (entre ellas todos los pantanos antiguos), en las que se han dispuesto para la limpia de los aterramientos, grandes compuertas de fondo, flandando todo a la acción espontánea de la gran masa de agua que por ellas se precipitase.

En nuestra opinión, esto constituye un grave error. Por grande que sea la cantidad de agua que salga por los aliviaderos de fondo, el radio de acción de su potencia de arrastre será siempre pequeño.

No es cosa fácil demostrar con rigor científico esta afirmación que tenemos por evidente; sin embargo, la hidráulica nos suministra medios, si no exactos, aproximados, para adquirir el convencimiento de que es verdad lo que decimos.

En efecto: hidráulicos tan eminentes como Boussinesq, Saint-Venant y Flamaut, afirman, el primero en su *Ensayo sobre la teoría de las aguas corrientes*, y los otros dos en los folletos: *Comptes rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des sciences* del 3 de Abril de 1882, que, *despreciando todo rozamiento, y para un régimen permanente, la velocidad de las moléculas de un depósito en el que se ha practicado un orificio, es proporcional a la atracción newtoniana ejercida sobre dichas moléculas por un cuerpo colocado en el centro del orificio, teniendo la velocidad igual dirección que la atracción misma.*

Supongamos, pues, un depósito de extensión indefinida y en el que el agua alcanza una profundidad de 27 metros (altura de la presa del pantano que nos ocupa). Supongamos en su fondo una abertura de 4^m2 de superficie (esta dimensión puede ya compararse con las de las mayores compuertas construidas), y prescindamos además de todo rozamiento de los filetes líquidos entre sí, y del de estos filetes con el fondo del depósito. Evidentemente estamos en un caso hipotético, en el que es perfectamente aplicable lo establecido por Boussinesq.

El movimiento de las moléculas, según se desprende de aquel principio, será rectilíneo; todas ellas se dirigirán hacia el centro de la abertura. La velocidad en cada instante será igual para las moléculas, igualmente distantes de dicho centro; es decir, las superficies *isotáqueas* será semiesferas.

Veamos ahora qué velocidad tienen las moléculas situadas a 27 metros de la abertura.

El volumen de la semiesfera, de 27 metros de radio, sabemos que es

$$\frac{2}{3} \pi r^3 = \frac{2}{3} \pi (27)^3 = 40678,2 m^3.$$

Al cabo de 1" de tiempo, puesto que estas moléculas están animadas de igual velocidad, habrán venido a parar a otra semiesfera de radio x , cuyo volumen será $\frac{2}{3} \pi x^3$.

En el 1" de tiempo considerado, habrá salido por la abertura del fondo un volumen de agua que podremos conocer por la fórmula $V = m \times S \times \sqrt{2gh}$, suponiendo que sea aplicable a este caso, que no se consideraría seguramente al determinar experimentalmente el valor del coeficiente m .

Asignando a m el valor 0,62, resultará

$$V = 0,62 \times 4 m^2 \sqrt{2g \times 27} = 57,040 m^3.$$

Luego podremos establecer la ecuación siguiente:

$$\frac{2}{3} \pi (27)^3 - 57,040 = \frac{2}{3} \pi x^3,$$

de donde $x = 26,86$ metros.

El espacio recorrido por las moléculas consideradas será la diferencia del radio de las dos semiesferas, ó sean 14 centímetros, y este mismo valor es el de la velocidad, puesto que el

tiempo invertido en recorrerlo ha sido precisamente la unidad.

Luego si a 27 metros de la abertura la velocidad no es más que de 14 centímetros, insuficiente para remover el limo más tenue, ¿qué interés puede existir para exagerar las dimensiones de las compuertas de fondo? Téngase además en cuenta, que el caso, tal como lo hemos supuesto, es de imposible realización en la práctica. En ella todo contribuirá a que las moléculas tengan aún menor velocidad.

No puede, pues, en vista de lo que precede, confiarse la limpia de los pantanos a la acción espontánea del agua que sale por los aliviaderos de fondo. Esta acción hay que ayudarla de un modo ú otro.

Poco más de nada se ha hecho hasta la fecha en esta importanté cuestión, pues los medios ideados por Mr. M. Calmels para remover los limos con el aire comprimido, y por Mr. Jauden para ampliar el radio de acción del agua, distan mucho de ser soluciones prácticas.

No hay, pues, más medios de hacer las limpias que dejar salir por los aliviaderos de fondo, sin la menor perturbación en su régimen, el agua que discurre por el río en la época en que han de llevarse a cabo las limpias, y emplear entonces el número de braceros necesarios para ir echando los limos a la corriente.

Este medio puede perfeccionarse algunas veces, como ha sucedido en el depósito de Saint Christophe, estableciendo acequias en los flancos de los embalses, cuyos trazados siguen la curva de nivel correspondiente a la máxima altura de agua almacenada. En la época de hacer la limpia se obliga al agua a que discurra por estas acequias laterales en vez de entrar directamente en el pantano.

Desde esas acequias, en las que se disponen un gran número de tajaderas, pasa el agua al cauce del río, precipitándose por las líneas de máxima pendiente del embalse, y esto permite atacar la limpia de los depósitos en puntos alejados de la corriente principal.

En el pantano de Mezalocha no hemos podido aplicar este procedimiento de limpia, porque la capacidad del embalse está formada por rocas muy escarpadas, en las que no se podían construir las acequias laterales.

Claro está que todo lo que tienda a dividir la operación total descrita en varias operaciones menores en importancia, constituirá una gran ventaja para la limpia de los pantanos.

1.º En efecto. Si las compuertas de fondo son maniobrables, cualquiera que sea la altura de agua en los embalses, cuando esta altura disminuya, quedarán al descubierto algunos limos depositados, los cuales podrán cargarse en gánguiles y ser llevados a las proximidades de las compuertas, a donde llegue la acción del agua cuando estas compuertas se levanten convenientemente. De este modo se disminuirá la importancia de la limpia que haya de hacerse cuando el pantano esté vacío, y como no quedarán ya entonces más limos para extraer que los de la parte baja del cauce, la operación de echarlos a la corriente se habrá facilitado mucho.

2.º Si en varios puntos de los barrancos que llevan las aguas a los embalses se construyeran represas (lo cual muchas veces podrá hacerse con gran facilidad), irían quedando al descubierto estas represas a medida que disminuyera el agua del pantano, y podrían de este modo hacerse limpias parciales, no siendo ya después de tanta importancia la limpia final antes descrita.

Y si a todo lo que llevamos dicho pudiera añadirse el fomento de la vegetación en las cuencas de los pantanos, lo cual, no por que sea lento y difícil, debe de dejar de intentarse, entonces la conservación de esta clase de obras ganaría extraordinariamente.

Dígase, pues, en vista del cuidado que requiere su conservación: ¿puede nadie que tenga cabal conocimiento de lo que son las empresas y los pueblos, oponerse a que el Estado y no éstos, sea quien se encargue, no ya de construir, sino de conservar los pantanos?

De lo expuesto resulta que es inútil exagerar las dimensiones de las compuertas de fondo, que si son grandes dificultan su maniobra con cualquiera altura de agua en los embalses, y debilitan mucho á las presas; que más que altas deben las compuertas ser anchas, para evitar todo remanso y no perturbar la marcha de las corrientes; y por lo tanto, siempre será preferible á una compuerta grande, dos ó más compuertas de dimensiones menores.

El desagüe lineal de todas ellas deberá ser suficiente para dar paso á toda el agua que llevan los ríos en la época en que las limpias hayan de hacerse, teniendo en cuenta que, como las presas se deben construir siempre sobre terreno impermeable, el agua á que deberá darse salida por los aliviaderos de fondo, deberá ser además de la corriente superficial que resulte al tomar los datos para este detalle de los proyectos, la corriente subávea del río, que al encontrarse con los cimientos de la presa aparecerá en la superficie por no poder seguir su marcha á través del acarreo del río, aminorando la velocidad del agua, y por consiguiente su fuerza de arrastre de los sedimentos que se arrojan á la corriente para verificar la limpia del vaso del pantano.

ANTONIO LASIERRA.

PROVINCIAS ESPAÑOLAS

OBRAS DE RIEGO

(De *El Imparcial*.)

Extracto de los estudios hechos por los Ingenieros de Caminos.

SEGOVIA

La mayoría de las corrientes que discurren por el territorio de esta provincia tienen su origen en la comarca montañosa que forman el lindero sudeste y que constituyen la cordillera Carpeto-Vetónica, formando parte integrante de la cuenca del Duero, río en el que desaguan en la provincia de Burgos ó en la de Valladolid, llevando un caudal no escaso, producto de las abundantes nieves que cubren las sierras mencionadas más de cuatro meses al año.

Los ríos más importantes, citando los de Levante á Poniente, son: el Riaza, el Duratón, el Cega, el Pirón, el Eresma, el Voltoya y el Adaja, que constituye el lindero con la provincia de Valladolid.

El Riaza reúne en su curso, dentro de la provincia, el río Ayllón, el Ridaguas y diversos arroyos del partido de Riaza; al Duratón concurren el Serrano, Castilla, Pradera y varios arroyos de la sierra de Sepúlveda; el Cega recibe el Cerquilla y multitud de arroyuelos de los partidos de Cuéllar y Segovia; tributan al Pirón el río Polendos, el Maluca y otros de menos caudal; el Eresma se forma en su origen por la unión de los arroyos Cambrones y Balsain, incorporándose dentro de la provincia el río Frío, Milanillos y Moros; el Voltoya es afluente también del Eresma, al cual se incorpora en Coca, cersa del límite de la provincia.

Todos menos el Duratón se prestan para su utilización en riegos, siendo las obras que pueden ejecutarse de poco costo relativamente á la gran utilidad que habían de reportar.

Estas obras son de dos clases: pantanos de regularización y canales de riego.

* *

Pantano del Balsain.—El emplazamiento de la presa puede hacerse en las inmediaciones del sitio denominado «Las pasaderas», y su altura sería de 30 metros, pudiendo embalsar 1.500.000 metros cúbicos, con un costo aproximado de 180.000 pesetas.

* *

Pantano del Cambrones.—El emplazamiento de la presa puede hacerse en la toma de aguas de la cadera de Gamones, con una altura de 30 metros, pudiendo embalsar 700.000 metros cúbicos, con un costo aproximado de 200.000 pesetas.

Pantano de Francos.—Para el aprovechamiento del río Ayllón en riegos de los términos de Francos y Esteban-Vela, puede emplazarse cerca de Francos un pantano de una capacidad de 1.000.000 de metros cúbicos, con una altura de presa de unos 12 metros, del cual se puede derivar un canal para regar unas 500 hectáreas. El costo aproximado será de 150.000 pesetas.

* *

Pantano del Cega.—El emplazamiento de la presa puede hacerse cerca de Pedraza, pudiendo embalsar 2.000.000 de metros cúbicos con una altura de presa de 10 metros, y un presupuesto aproximado de 250.000 pesetas.

* *

Canal del Eresma.—Tiene este río un caudal mínimo de tres metros cúbicos por segundo, y llega á veces á un máximo de 60. En su unión con el Milanillo se presta para el establecimiento de una presa, derivando un canal de 12 kilómetros que podría regar 1.000 hectáreas en los términos de Valverde, Ontanares, Los Huertos y Carbonero de Ahusín.

El presupuesto podría ascender á 190.000 pesetas.

* *

Canal del Pirón.—De aforos practicados en este río resulta un caudal medio de cuatro metros cúbicos por segundo, siendo muy conveniente y fácil aprovechar sus aguas para riegos, estableciendo un canal cuyo punto de toma y presa podría hacerse cerca de Villovela, y con su recorrido, de unos 10 kilómetros, regar unas 1.500 hectáreas de los términos de Villove, Escarabajosa y Mozoncillo.

Presupuesto aproximado, 200.000 pesetas. Además del canal deben hacerse obras de encauzamiento ó defensa en el río, cerca de Mozoncillo.

* *

Canal del Cega.—El canal del Cega es de un mínimo de 1,50 metros cúbicos hasta 17 por segundo en las crecidas ordinarias; estableciendo una presa cerca de Muñozeros, podría derivarse un canal de 10 kilómetros para el riego de 1.000 hectáreas en los términos de Muñozeros, Veganzones y Turégano. Coste aproximado, 200.000 pesetas.

AVILA

PANTANOS.—Cuenca del río Tajo.—Río Alberche.—Estableciendo una presa en término de Navalsanz ú Hoyocasero, podría determinarse un embalse de agua suficiente para regar unas 3.000 hectáreas de terrenos correspondientes á los términos municipales de Hoyocasero, Navatagordo y Burghondo.

Dadas las condiciones hidrológicas de la cuenca de este río, podría llegarse á aquel resultado con una altura de presa de 40 metros, que daría en números redondos un embalse de 16 millones de metros cúbicos.

* *

Río Tiétar.—Una presa de 30 metros de altura construída frente á Casavieja podría dar un embalse de unos 10 millones de metros cúbicos para regar 2.000 hectáreas en términos de Casavieja y Lanzahita.

Los numerosos afluentes de este río permiten ampliar en términos muy notables la zona regable, con sólo llevar á cabo en ellos obras de poca importancia.

* *

Cuenca del río Duero.—Río Tormes.—Puede determinarse un embalse de unos 16 millones de metros cúbicos de agua de este río, construyendo una presa de 40 metros de altura en término de Navarredonda.

Esas aguas podrían destinarse parte á riegos y parte á aumentar el caudal del río en estiaje, con objeto de mejorar aprovechamientos existentes de aguas abajo del punto mencionado.

La superficie total regada sería próximamente de 3.000 hectáreas pertenecientes á Navarredonda y Navalperal.

Entre los afluentes de este río merecen especial mención el Corneja, cuyas circunstancias permiten hacer un embalse de 5 á 6 millones de metros cúbicos con una presa de 15 metros de altura establecida en término de Villafranca, pudiendo regarse una zona de 1.000 hectáreas.