

y trabajos que se han tenido que llevar á cabo para realizarlas, como lo están en el día, causando la admiración de quien por vez primera las contempla, y siendo dignas de la capital más importante del mundo en población, industria y riquezas.

J. A. REBOLLEDO.

PANTANO Ó DEPÓSITO DEL RIO FURENS.

En el año de 1866 se terminó en Francia la construcción de la presa que forma dicho pantano, situado en el valle del río Furens, agua arriba de la ciudad de San Estéban, en el punto titulado Sima del Infierno.

Descripción del pantano. La figura 1.^a de la lámina que se acompaña, representa el croquis general del pantano y de las obras pertenecientes al mismo. La presa se ha construido en el punto P del cauce del río, que ántes seguía el talweg del valle, ó sea la dirección A P C N, y en la actualidad corre por el canal lateral B H C, abierto desde más arriba del remanso producido por la presa hasta agua abajo de la misma. La longitud de dicho canal es de 1.700 metros.

En el sitio A B se han establecido diez compuertas, de las cuales cinco corresponden al depósito ó pantano, y las otras cinco al canal lateral. Estas compuertas sirven para interrumpir y restablecer la comunicación del río con el depósito y con el canal.

La presa no tiene ningún portillo. El desagüe del pantano se efectúa por medio de los túneles G H y G' H, figura 5.^a, que parten ambos del mismo pantano y terminan: el primero en el canal lateral, y el segundo en el cauce M N, marcado en el croquis. La altura de la presa sobre el fondo del cauce del río es de 50 metros; la solera del túnel G H está 44^m,50 sobre dicho fondo; y por medio de una compuerta colocada en este túnel se desagua el pantano hasta el nivel de dicha solera. En el túnel G' M están colocados dos tubos de fundición de 0^m,40 de diámetro cada uno, empotrados en un macizo de mampostería que cierra el túnel, y provistos de llaves r, r. Por medio de estos tubos se desagua el depósito hasta su parte inferior, y el desagüe puede hacerse con mayor ó menor celeridad, según que se abran más ó menos dichas llaves.

Beneficios obtenidos con el pantano. Tres son los beneficios que se han conseguido con la construcción de este pantano.

1.º Evitar las inundaciones de la ciudad de San Estéban, procedentes de las crecidas del río Furens.

2.º Aumentar en el estiaje el caudal de dicho río.

Y 3.º Abastecer de agua á la expresada ciudad.

De estos tres beneficios, sólo nos ocuparemos de los dos primeros, y prescindiremos del tercero.

1.º Las inundaciones de la ciudad de San Estéban se evitan, dejando pasar por el canal lateral, B H C, toda la cantidad de agua que puede correr sin desbordarse por el cauce del Furens, y reteniendo en el pantano la cantidad restante, ó sea la que se desborda y produce las inundaciones.

2.º El caudal del río se aumenta durante el estiaje con la cantidad de agua que se conserva en el depósito, el cual se vacía en dicha época por medio de los dos tubos de fundición de que ántes hemos hablado.

El volumen de agua que puede contener el pantano hasta el nivel de la solera del túnel superior G H, ó hasta la altura de 44^m,50 sobre el fondo del cauce, figura 5.^a es de 1.200.000 metros cúbicos, que dan próximamente 154 litros por segundo, durante noventa días, sin que de esta cantidad haya que descontar otras pérdidas que las debidas á la evaporación; pues la presa se ha construido con tanto acierto, que no da lugar á filtración alguna. En la altura restante de 5^m,50, ó bien en la parte comprendida desde 44^m,50 hasta 50^m,00 que tiene la presa, el pantano puede contener 400.000 metros cúbicos, y en esta parte es donde se retiene el agua que se desborda en las crecidas.

Cuando se terminaron las obras del pantano del Furens, se habían hecho aforos diarios en dicho río, durante ocho años consecutivos. Las mayores crecidas que tuvieron lugar en este tiempo, no dieron más de 15 metros cúbicos por segundo; pero el 10 de Julio de 1849 acaeció una tan grande, que llegó á dar 151 metros cúbicos. El mayor volumen de agua que puede conducir el cauce del Furens, sin que aquélla se desborde, es de 95 metros cúbicos por segundo; de consiguiente, la cantidad de agua que se necesita retener en el pantano, es toda la que lleve el río desde el momento que su volumen exceda de los citados 95 metros cúbicos, hasta que vuelva á conducir esta misma cantidad.

La figura 4.^a representa la curva de los volúme-

nes de la citada crecida de 1849, en cuya curva las abscisas representan los tiempos, y las ordenadas los volúmenes correspondientes. En dicha figura se ha rayado, para hacerla más perceptible, la parte de la crecida que ocasionó la inundación de San Estéban. Esta parte duró sólo tres horas; una en ascender desde 95 metros cúbicos por segundo hasta 151, y dos en descender hasta los mismos 95 metros cúbicos. El volumen de agua suministrado por dicha parte de la crecida en las tres horas mencionadas, es de

$$\frac{151-95}{2} \times 3 \times 3600 = 205.200 \text{ metros cúbicos.}$$

Segun hemos dicho, la parte del pantano destinada á retener el agua que se desborda en las crecidas, puede contener 400.000 metros cúbicos, y este volumen es casi doble de los 205.200 metros cúbicos expresados. De consiguiente, el pantano puede llenar cumplidamente su objeto, aun cuando sobrevengan crecidas bastante mayores que la de 1849, que es la mayor de que se tiene noticia.

La misma figura 4.^a manifiesta que en la crecida de 1849 el caudal del rio Furens subió desde 5 metros cúbicos por segundo hasta 151, y volvió á bajar á los mismos 5 metros. En el ascenso y descenso mencionados, empleó la crecida treinta y cuatro horas, y durante ellas, suministró 4.476.660 metros cúbicos. Comparando este volumen con los 205.200 metros cúbicos que en la misma crecida ocasionaron la inundación de San Estéban, se ve que existe entre ambos volúmenes notable diferencia, puesto que el primero es cerca de veinte y dos veces mayor que el segundo. De consiguiente, la parte de dicha crecida que causó daños, fué bastante pequeña relativamente á la crecida total.

Modo de funcionar el pantano. Cuando el pantano está sin agua, se deja pasar por el canal lateral la necesaria para mover los artefactos construidos sobre el Furens, y la demas se hace entrar en el depósito, abriendo las compuertas A, correspondientes al mismo. Una vez lleno el depósito hasta la altura de 44^m,50, se cierran dichas compuertas y se deja pasar por el canal lateral toda el agua que lleve el rio.

Quando sobreviene una crecida, permanece cerrado el depósito, y continúa pasando por el canal lateral toda la cantidad de agua del rio, mientras no exceda de 95 metros cúbicos por segundo, cuyo volumen corresponde á 2 metros de altura en una escala situada en el punto Z del cauce, figura 1.^a;

pero así que el agua principia á elevarse más de 2 metros en dicha escala, que es cuando tiene lugar la inundación de San Estéban, se abren las compuertas A del pantano y se manejan de modo que se conserve el agua á la citada altura de 2 metros. Este resultado es posible conseguirlo siempre, porque los cinco portillos de las compuertas correspondientes al pantano, pueden dar paso á 100 metros cúbicos por segundo; y por lo mismo, darán más fácilmente paso á 58 metros cúbicos, que es la diferencia entre los 151, correspondientes á la mayor crecida, y los 95 en que el rio principia á desbordarse. Los cinco portillos de las compuertas B, pertenecientes al canal lateral, pueden tambien dar paso á otros 100 metros cúbicos por segundo; y contando con este desagüe, se han establecido la pendiente y la seccion de dicho canal.

El caso más desfavorable en las crecidas, sucede cuando sobreviene una de éstas hallándose lleno el depósito hasta la altura de 44^m,50; pero ya hemos visto que, aun en este caso, la parte restante del depósito tiene casi doble capacidad de la que necesita para evitar las inundaciones, que podrían ocasionarse por crecidas iguales á la mayor que se ha conocido.

Despues que ha pasado una crecida, se desagua la parte superior del pantano hasta el nivel de la solera del túnel GH, y de este modo queda dicha parte en disposición de volver á funcionar si sobreviene otra.

La parte inferior se desagua cuando el Furens no lleva bastante cantidad para abastecer á San Estéban, y para dar movimiento á las máquinas establecidas sobre el mismo rio. Esta parte inferior del depósito constituye la retención permanente, y por punto general se llena dos veces al año, una en la primavera y otra en el otoño.

Por lo que queda expuesto se ve que el pantano del Furens regulariza el caudal de este rio, puesto que sirve para retener el exceso de agua que causa las inundaciones, y para aumentar en el estiaje el caudal del mismo rio.

Construcción de la presa. La presa se ha construido en uno de los puntos más estrechos del valle del Furens; se ha fundado sobre roca, y se ha empujado en ésta por su base y por sus costados. *Toda la presa es de mampostería ordinaria*, exceptuada la coronación que es de sillería. La mampostería no forma hiladas seguidas ni en el paramento ni en el interior, y de este modo resulta un enlace más perfecto. No se ha empleado sillería en

los paramentos, porque siendo su asiento menor que el de la mampostería del relleno, se desunirían ambas fabricas, según sucede ordinariamente, y con más motivo tratándose de obras sometidas á la acción del agua y á una presión tan considerable como la que sufre la presa del depósito del Furens, cuya altura es de 50 metros, según ya hemos dicho.

Las presas de igual altura que la del Furens, deben también fundarse sobre roca, y ésta es una de las condiciones indispensables que deben reunir para que ofrezcan la seguridad necesaria. Cumpliéndose esta condición, la piedra para construir las se hallará, por punto general, cerca de la obra; y como las presas han de ser de mampostería ordinaria, su costo será relativamente económico.

Por medio de la construcción de pantanos, pueden también conseguirse en otros ríos los beneficios que se han conseguido en el Furens; esto es, *se pueden evitar las inundaciones procedentes de las crecidas y aumentar durante el estiaje el caudal de los mismos ríos*. Cuando éstos son principales, es necesario retener un volumen considerable de agua para evitar las inundaciones; pero como los ríos principales se componen de la reunión de otros varios, si en todos éstos se consigue evitar las inundaciones, evitadas quedarán en el río principal. También se conseguirá este resultado, aún cuando no puedan evitarse las inundaciones en algún afluente, siempre que en los otros se retenga el volumen de agua correspondiente á los mismos y al primero.

Por falta de sitios á propósito no será posible construir pantanos en algunos ríos; pero como en aquellos donde puedan ser construídos se obtendrán los importantísimos beneficios que quedan expuestos, conceptuamos de la mayor utilidad efectuar en nuestros ríos los reconocimientos y estudios necesarios para poder llegar á conseguir estos beneficios. Los inmensos daños que sufrieron muchos pueblos de Castilla con la crecida del Duero del año 1860, que destruyó por completo algunos de dichos pueblos, no hubieran tenido lugar si en este río y en sus afluentes principales hubieran existido entónces los pantanos necesarios.

La presa y las demás obras del depósito del Furens han sido proyectadas y ejecutadas con sumo acierto, y pueden servir de modelo para construir otras análogas en nuestro país, donde son tan necesarias. El proyecto y la dirección de dichas obras

se debe á Mr. Graeff, ingeniero jefe del servicio hidrológico de la primera sección del Loira, quien ha publicado en los *Anales de puentes y calzadas* una memoria concerniente á la expresadas obras. *Valladolid, 16 de Julio de 1871.*

J. M. GARCÍA.

OPINION DE LA PRENSA

SOBRE LA REFORMA DE OBRAS PÚBLICAS.

(Continuacion.)

El Constitucional de Mahon al examinar la reforma del personal de Obras Públicas, fecha 12 de Agosto último, se expresa en los siguientes términos:

Sensible y dolorosa es para los verdaderos amantes del progreso é intereses materiales del país, una medida que en tan alto grado los afecta, y no es posible que un Gobierno previsor pueda dejar de remediarla, tan pronto como tenga conocimiento de su gravedad y trascendencia. Habiéndose invertido durante el último año una cantidad de unos cincuenta mil duros en obras públicas, sería hasta ridículo que por la economía del exiguo sueldo de un Ingeniero se privara á nuestro país del desarrollo que su progreso é importancia tan imperiosamente reclaman.

Hoy en pleno curso de ejecución las importantes obras de la carretera de Fornells á San Cristóbal por Mercadal, y las de reforma del faro de este puerto; hoy aprobado ya el utilísimo proyecto de mejora y limpieza del puerto de Ciudadela, cuya subasta nos atreviamos á esperar en breve, por la eficaz mediación de nuestros dignos representantes; y hoy, por fin, pendiente de ultimación, al cabo de cinco años de afanes, vigiliias y desvelos de parte de nuestro inteligentísimo amigo D. Francisco Prieto, y los que fueron sus dignos subalternos, la más esencial é importante de las obras, la obra magna de esta isla, el proyecto de la carretera general de Mahon á Ciudadela, pasando por Alcáiduz, Alayor, Mercadal y Ferrerías, viene tristemente á matar nuestras ilusiones, al ménos por mucho tiempo, la economía de unos pocos miles de reales; pues no se concibe puedan llevarse convenientemente á cabo obras de importancia en esta isla, sin que exista en ella un Ingeniero especialmente responsable encargado de su ejecución. Sólo así puede esperarse ver á nuestro necesitado país seguir por la senda del verdadero progreso en materia de obras públicas, á que con tanta satisfacción le veíamos encaminado. Creer que un Ingeniero desde Palma de Mallorca, cuyas multiplicadas atenciones absorben por completo su atención, pueda dirigir y vigilar obras de importancia

DIBUJOS PERTENECIENTES AL PANTANO Ó DEPOSITO DEL RIO FURENS.

Fig. 1ª

Cróquis general.

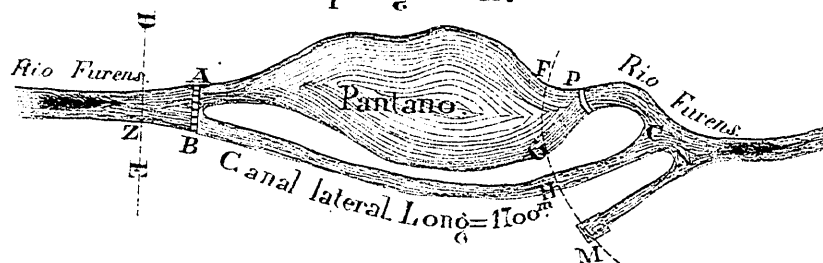


Fig. 2ª

Corte segun la linea D E. del croquis.

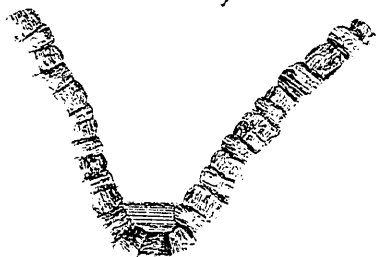


Fig. 3ª

Corte segun la linea F G H M del croquis.

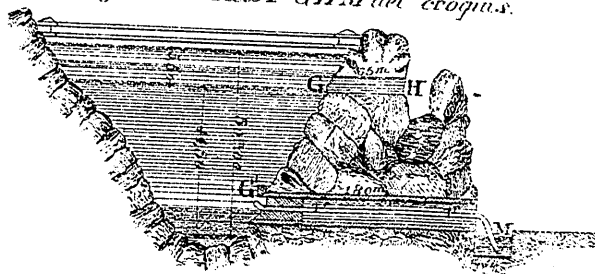
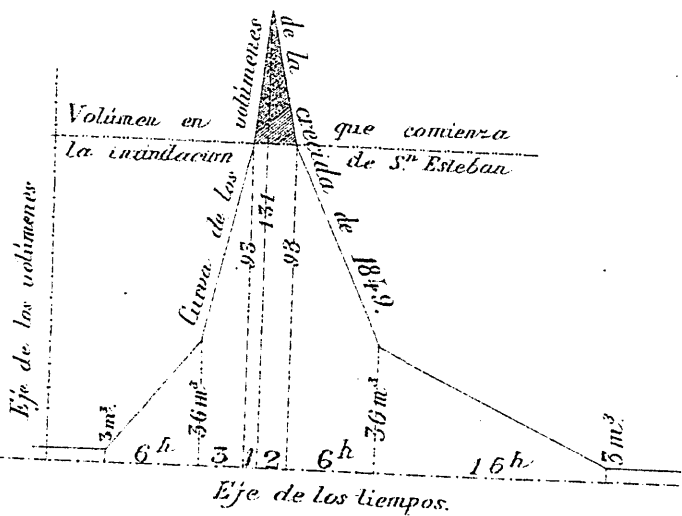


Fig. 4ª



Escalas de la fig. 4ª

hor. 0,002 por cada hora.
vert. 0,001 por cada 2 met. cub.