

PANTANO DE BUSEO

(PROVINCIA DE VALENCIA)

(Conclusión.)

La limpia anual del pantano se hará por dos galerías de evacuación que atraviesa la presa en dirección próximamente radial, al nivel del lecho antiguo del río, el cual se ha tomado como plano de enrase para las fundaciones.

Tres tramos integran cada una de estas galerías: el de entrada, el destinado á la instalación de compuertas y el de salida, que es el de mayor longitud. El primer trozo, de 3^m,75 de largo, es abocinado, teniendo su piso en rampa del 2 por 100 y convergentes las paredes laterales con esviaje aproximado á 1/10, mientras la bóveda forma un capialzado que la hace pasar de arco escarzano á dintel, de modo que siendo la luz en la boquilla de 2^m,00 y de 1^m,70 la altura máxima del claro, redúcese la sección á tener 1^m,24 de ancho por 1^m,225 de alto. Con tales dimensiones continúa el segundo tramo en una longitud de 1^m,55, y finaliza la galería en cañón de 29^m,50, cuyo perfil se agranda lentamente, hasta tener en la boca de salida luz de 1^m,50, arístón de 2^m,00 y altitud central de 2^m,35.

Naturalmente, dichas galerías van revestidas al interior de sillería; y por cierto que las juntas del enlosado del piso van dispuestas en espina de pescado, para su mejor trabazón.

El tramo de compuertas de cada galería está preparado para montar dos, una detrás de otra, con objeto de que si más adelante se estimá conveniente pueda instalarse la de agua abajo, para maniobrar la anterior (que es la que siempre ha de mantener cerrado el pantano) con presión equilibrada sobre sus dos caras, inyectando agua comprimida entre ambos cierres y sin vencer así más resistencia que las debidas á la adherencia de los tarquines. Por el pronto, sin embargo, sólo se ha establecido la compuerta delantera.

Son estos portillos de acero fundido con nervios de refuerzo y llevan un reborde ó labio superior para obturar la ranura del marco, por donde pasan en sus movimientos de ascenso y descenso, impidiendo de este modo que el agua del embalse invada la cámara superior en que se alojan las compuertas al elevarse. Los marcos se empotran con pernos en un rebajo rectangular que contornea la sección de la galería.

En la *cámara de alojamiento*, donde se oculta la compuerta una vez levantada, hay espacio suficiente para que cada una de éstas pueda ser reconocida y reparada en caso preciso. Las barras de tracción que mueven los cierres atraviesan el techo de la referida cámara por una caja de estopas y constituyen las varillas de los émbolos de los respectivos cilindros motores, situados en otra *cámara* superpuesta, llamada *de maniobra*, porque desde cada una de ellas se maneja la compuerta correspondiente. Estas dos cámaras se comunican mediante un pasadizo, á cuyo punto medio se llega perpendicularmente desde el exterior por una galería de servicio, cuya entrada cerrada con verja está al extremo de la escalera que arranca del rellano de coronación del basamento posterior de la presa.

Para contrarrestar la debilitación del dique, originada por todos los huecos que acaban de mencionarse, se ha construído un muro cilíndrico de sillería de 1^m,50 de espesor, al

que se titula *arco de descarga* por esa razón, y que queda embebido en la fábrica general de la presa entre las repetidas cámaras y el paramento anterior, transmitiendo el empuje del agua á los macizos laterales.

Los aparatos motores de las compuertas se reducen á una caja de distribución análoga al cambio de marcha en las máquinas de vapor, que manda el agua en presión á la parte inferior ó superior del cilindro motor, según se quiera levantar ó bajar la compuerta, mientras pone en comunicación con el desagüe el compartimiento opuesto del crick hidráulico. Otra llave de volante dispuesta en el distribuidor sirve para dar á voluntad paso al agua entre ambos departamentos del cuerpo de bomba, permitiendo así bajar lentamente la compuerta por su propio peso, refrenada por el rozamiento de la corriente líquida en sus tubos conductores.

Tiene además el aparato un potente freno de cinta que sujeta la barra de tracción en cualquier punto de su carrera sosteniendo inmóvil la compuerta á la altura deseada, sin necesidad del agua en presión.

Completamente original en este pantano es el medio empleado para obtener la fuerza indispensable al movimiento de las compuertas. En vez de acumuladores con motor de vapor ó hidroeléctrico, se pensaba hacer una traída de agua desde gran altura y sitio distante más de un kilómetro; pero en lugar de ello, el Ingeniero constructor redujo las obras á la edificación de un aljibe capaz para almacenar 19 metros cúbicos de agua de lluvia, recogida por una superficie cercada de unos 100 metros cuadrados, recubierta de teja y situada en la ladera izquierda á unos 35 metros de altura sobre la presa, ó sea á 70 por encima de los aparatos motores, cuya potencia resulta así, conforme se calculaba necesario, de 30 toneladas en la barra de tracción.

* *

Las tomas de agua del pantano con destino al riego son cuatro, y han de ir escalonadas á diversa altura á partir de la de 14 metros para arriba.

Consisten en tuberías de palastro 1^m,00 de diámetro que atraviesan la presa y han de estar provistas de una llave-compuerta en su extremo terminal. Casetas de fábrica, dotadas del imprescindible cierre en su entrada, servirán para resguardar estos grifos, cuyo manejo se verificará á brazo mediante un juego de engranajes. Un platillo obturador colocado en la boca de agua arriba de la tubería permitirá cerrarla en caso de avería de la llave posterior, girando el disco alrededor de un perno que lo sujeta al reborde del tubo y lo mantiene en el plano de la boca.

Cada tubería desembocará en un canal trazado en la ladera, que con fuerte pendiente conducirá el agua al cauce del río á prudente distancia de los cimientos de la presa.

El gran diámetro de estas cañerías, aparte de permitir que por sólo una de ellas se dé toda la cantidad de agua necesaria para el riego de la huerta en momentos de suma escasez, evitará probablemente la precisión de colocar rejillas á su entrada para impedir la de broza ó cuerpos flotantes.

Están constituidas por anillos de chapa de acero de 8 milímetros de grueso, terminados por bridas formadas con cantoneras de 100 milímetros de lado, que sirven para la unión de los tubos mediante numerosos pasadores. Los referidos tubos se asientan en obra sobre una cama de hormigón de cemento y van recubiertos de una rosca del mismo material.

* *

El aliviadero de superficie, destinado á obviar el inconveniente de que la presa funcione como vertedero en caso de una riada que sobrevenga estando lleno el embalse, tendrá 75 metros de longitud, con su umbral en una sola alineación recta y rasante horizontal 2 metros más baja que la de coronación del dique.

Se ha estudiado para dar salida, con tal espesor de lámina de agua, á un caudal máximo de 530 metros cúbicos por segundo, volumen computado como el de la mayor avenida extraordinaria que se conoce.

Para acortar en lo posible la dimensión lineal del vertedero, sensiblemente proporcional á su coste, se le ha proyectado con el perfil de máximo gasto según las experiencias más recientes. Tiene cóncava la cara anterior, redondeada la cresta y plano el paramento de aguas abajo, ataludado á 45° para conseguir la adherencia de la lámina vertical.

Contra lo primeramente propuesto, se emplazará en la ladera derecha, á poca distancia del arranque de la presa y en dirección casi normal á la misma.

El umbral del vertedero viene á constituir el cajero izquierdo del canal por donde han de correr las aguas que sobre él salten, de manera que en consecuencia, la anchura de su solera va en aumento á contar del origen, á la par que crece su profundidad; con el fin de poder dar paso por su sección extrema, ó dígase más inmediata al dique, á todo el caudal ingresado á lo largo del aliviadero.

Conviértese entonces aquél en canal de desagüe, que desviándose para seguir la traza apropiada al terreno, descien- de con rapidez y va á desembocar en una pequeña barran- cada que sale al cauce del Chera á 57 metros aguas abajo de la presa. El desarrollo de este canal es de 99,90 metros y su sección corriente de 24,50 metros cuadrados.

* * *

Además de las obras enumeradas, inherentes á todo pan- tano, exigirá el que nos ocupa la construcción de algunas otras especiales.

Es entre ellas la más importante el *muro de acompa- ñamiento de la presa*, llamado así por no ser en planta una continuación de ésta, sino tener traza rectilínea que forma un ángulo entrante con el arco dibujado por el dique.

Su objeto es cerrar el paso á las aguas del embalse por una pequeña meseta que existe en la ladera izquierda, ca- balmente donde en el primitivo proyecto se situaba el ver- tederero. La depresión es de unos dos metros término medio respecto á la rasante de la presa, de modo que dada la pro- fundidad que se calcula necesaria para las fundaciones, el muro tendrá unos 10 metros de altura total. La sección es en su cuerpo exactamente igual á la del que corona la presa, y sus cimientos tienen, en el lado opuesto al embalse, talud de 1 5.

La longitud de esta obra es de 22 metros próximamente y su enlace con la presa se efectuará por intermedio de un tambor cilíndrico destinado á matar el ángulo entrante que resultaría en el paramento anterior.

Á fin de aprovechar en gran parte la capacidad del vaso perdida por el desnivel necesario entre la cresta del verte- dero y la rasante de coronación de la presa, se han propues- to á la Superioridad dos sistemas de alzas móviles automáti- cas para cerrar aquél.

Uno es de grandes claros obturados por alzas metálicas

de eje horizontal, que abatidas forman el lomo del aliviadè- ro; y otro lo constituyen verdaderas compuertas de madera, giratorias al rededor de un eje casi vertical.

Ambos sistemas dejan automáticamente libres los tramos todos del vertedero, desde el momento que las aguas alcan- cen una altura de 1,50 metros sobre su umbral; de manera que sin perder dicho aliviadero la más pequeña porción de su capacidad para el desagüe en caso de avenidas, se aumen- taría el embalse normal en 1.101.902 metros cúbicos.

Otra obra accesoria es la construcción de un puentecillo sobre el canal del vertedero. Su luz será sólo de 8,60 me- tros, y tratándose de una simple pasadera de servicio, el an- cho libre entre pretiles es de 3,40 metros. Compónese de un arco escarzano de hormigón con boquillas de sillería, reba- jado al 1/4, y tiene inclinada la rasante de su coronación á causa de la pendiente áspera que ofrece la ladera.

Estado actual de la obra.

La altura sobre cimientos de la parte de presa totalmen- te construída, oscila entre 21 y 23 metros, habiendo descen- dido con las referidas fundaciones á más de 11 metros en al- gunos puntos.

Rebajando el volumen de los huecos interiores (cámaras y galerías), así como el de las fábricas de elección de sus paramentos, de los de la presa y el arco de descarga, la mampostería ejecutada en el cuerpo del muro cubre 18.571 metros. El relleno de cimientos supuso un volumen de me- tros cúbicos 3.645.019, estimándose en 10.795 metros las excavaciones practicadas para emplazamiento y en 6.647 el cubo de las extraídas para la fundación, á consecuencia de los colmetajes originados por las riadas sufridas durante aquellos trabajos.

Mucho antes de tener noticia de que se hubiera así he- cho en obra alguna, ha sido empleado en la que nos ocupa el sistema de limpiar y mojar la piedra para las mamposte- rías con auxilios de chorros de agua á presión. Al objeto, utilizóse un manantial situado á cierta altura en la ladera derecha, estableciendo una conducción forzada por cañería de plomo, hasta el área de trabajo, cuya tubería sirvió tam- bién para regar las fábricas recién ejecutadas durante las temporadas calurosas.

Para transportar la cal y el cemento al pie de obra desde el almacén de la casa del pantano, se instaló una cañería de zinc de 16 centímetros de calibre interior, inclinada á 35°, que se apoya en la ladera y que, provista de una tolva su- perior y otra caja con cierre de tablilla en su pie, permite realizar la conducción del aglomerante de modo fácil, rápido y económico.

Las galerías de limpia y de servicio, de igual manera que las cámaras de alojamiento y maniobra, se hallan com- pletamente terminadas; habiéndose adoptado, como refuerzo del piso de hormigón de 1^m,20 de espesor que separa á estas últimas, un emparrillado constituído por dos tramadas de viguetas metálicas superpuestas, á fin de prevenir los gol- pes de ariete que de abajo hacia arriba pudieran allí origi- narse, en el caso de una obstrucción de las galerías de des- carga al verificarse la limpia.

En este piso de las cámaras de maniobra que constituye la cubierta de las cámaras de alojamiento (cuyo intradós está formado por bovedillas volteadas entre los cuchillos de la tramada inferior), se ha dejadoun hueco ó pozo de sección rectangular, de 1^m,60 por 0^m,40, en el aplomo del sitio destina-

do á la segunda compuerta no colocada aún; dicha comunicación entre las cámaras inferior y superior de cada galería de fondo, está dedicada á permitir el acceso en la de alojamiento de la compuerta, para su visita, registro, engrase, pintura ó reparación. Y á fin de evitar que por tal vía el agua del embalse invada la cámara de maniobra, en caso de un atranco de la galería de evacuación correspondiente, el Ingeniero Director de la obra ha ideado una válvula metálica plana, que de abajo hacia arriba se ajusta automáticamente contra el sólido marco rectangular de bronce que le sirve de asiento; al efecto, la citada válvula va colgada por cadenas con tensor de la rejilla que tapa el hueco del registro en el piso de la cámara de maniobra, graduándose su posición de modo que quede situada á pocos milímetros de su marco.

Así se logra también que el aire exterior penetre á voluntad en la sección restringida de las galerías de limpia y no por su boca de salida, en sentido contrario á la corriente; á la par que, mediante un polipasto suspendido de un garfio anclado en la bóveda de la cámara de maniobra, puede servir la chapa plana de la válvula, una vez sostenida por aquél, y quitada la rejilla, para el descenso y ascenso del obrero que visite la cámara de compuertas.

Tanto éstas con sus marcos, como los cilindros motores, cajas de distribución y tuberías de bajada de agua en presión y de desagüe de los aparatos, se encuentran completamente instaladas y en perfecto funcionamiento.

El aljibe destinado á recoger el agua de lluvia que pone en movimiento los mecanismos, se llenó totalmente al mes de su conclusión, ó sea en Enero del año pasado.

Debe advertirse que con la mira de evitar que la reacción ó choque contra un obstáculo, al descender la compuerta bajo el esfuerzo del cilindro motor, pueda desanclar éste del suelo, levantándolo sobre sus apoyos, se ha colocado una columna que oprime la tapa de dicho cilindro contra la bóveda de la cámara de aparatos, por medio de tornillo y tuerca á modo de gato.

Llaves de paso situadas convenientemente á la salida del aljibe y á la entrada de las cámaras, permiten no tener en carga la cañería de agua en presión más que el tiempo indispensable para las maniobras.

De las cuatro tomas de agua para el riego que llevará el pantano, se hallan terminadas las dos más bajas, estando montado en la inferior el disco obturador de la boca de entrada y teniendo ya en obra la llave compuerta que ha de instalarse en el extremo opuesto.

Del comienzo de las obras data la construcción de la casa y almacén del pantano, á la que dióse principio desde la inauguración de los trabajos empezados por la División del Júcar, según queda anteriormente indicado.

También se ha construído el camino de acceso á la referida casa desde el pueblo de Chera, y en Septiembre último se verificó el pago de las expropiaciones.

Valencia 1.º de Mayo de 1909.

CATÁLOGO DE LOS OBJETOS EXPUESTOS

I.—Plano general en relieve del pantano.

Representa en escala de 1 por 2.000, el cuenco del pantano y las principales obras en ejecución, indicando el nivel de embalse normal, para el cual el volumen almacenado será de 8 millones de metros cúbicos de agua, que se destina á reforzar el riego de la Huerta de Valencia.

II.—Modelo de la presa.

Figúrase en él dado un corte vertical al dique por el eje de la galería de servicio, escalonándolo más abajo para que se vea la sección de una de las galerías de limpia. Escala de 1 á 100.

La presa actualmente á más de la mitad de su altura ha de tener 40 metros sobre el plano de cimientos, y es de perfil triangular con talud de 0^m,87 en el paramento de agua abajo. El ancho en la coronación es de 4 metros y de 80 metros su radio en planta. Todo el cuerpo del muro está constituido de mampostería hidráulica, que va concertada y con mortero de cemento en ambas caras. Su volumen total excede de 30.000 metros cúbicos de fábrica.

III.—Umbral del vertedero.

Modelo representativo de un perfil estudiado para obtener el máximo gasto por metro de longitud, con arreglo á las conclusiones deducidas de los experimentos de Mr. Bazin. La cara del lado del embalse es cóncava y de radio de 2 metros, y su lomo, también curvo, con radio de 0^m,50 se acuerda tangencialmente con el talud posterior del vertedero, formado por un plano á 45°.

IV.—Modelo del aljibe cuya agua pone en movimiento las compuertas.

El Director de la obra ideó utilizar como motor de los aparatos de maniobra de las compuertas de fondo de este pantano, el agua pluvial recogida en un aljibe situado en la parte alta de la ladera izquierda, á unos 35 metros sobre la rasante de coronación de la presa, ó sea 70 metros próximamente por encima de los criks hidráulicos.

La superficie receptora de las lluvias está constituida por un cuadrilátero de terreno cercado de poco más de 100 metros cuadrados, recubierto de teja después de igualar su pendiente. Una pequeña balsa de sedimentación, provista de rejilla en su boca, sirve de entrada al agua recogida antes de ir á almacenarse en el aljibe. La capacidad de éste, siendo de unos 19 metros cúbicos, ha de llenarse por lo menos una vez todos los años, pues para ello basta una lluvia anual de 190 milímetros; y como se necesita menos de 3.000 litros para verificar una maniobra completa de subir y bajar las compuertas, resulta que habrá agua sobrada para poder efectuar más de seis.

V.—Modelos de compuertas y aparatos de maniobra.

Representan en escala de 1/5 los portillos de acero fundido que cierran las dos galerías de limpia del pantano, poniendo de manifiesto la forma en T de su perfil, destinada á impedir el paso del agua á la cámara de alojamiento de las compuertas.

Los mecanismos para su manejo se reducen simplemente á cilindros de fundición, provistos de un émbolo directamente unido por una barra de tracción á la cabeza de cada compuerta; de modo que, introduciendo el agua en presión en el cuerpo de bomba por la cara inferior del pistón, se levanta la compuerta, y se cierra ésta dejándola descender por su propio peso, ó empleando el procedimiento inverso del anterior, mediante una sencilla caja de distribución del agua, análoga al cambio de marcha de las máquinas de vapor, que se acciona con el auxilio de un volante.

VI.—Modelo de tubería para transporte del cemento.

Para bajar los aglomerantes desde el almacén del pantano al pie de obra, se ha utilizado la fuerza de la gravedad aprovechando el desnivel existente. Al efecto se dispuso una cañería de zinc, de 0^m,16 de diámetro, con inclinación de 35°, provista de una tolva en la parte superior y otra tronco-piramidal en su extremo opuesto, con tablilla horizontal de cierre para obturar la salida del polvo de cal ó de cemento.

VII.—Modelo de vía y vagonetas.

Se presenta algunos modelos en miniatura de la vía y vagonetas usadas como medios auxiliares de transporte, que ha suministrado la casa Koppel. Debe advertirse que la mayor parte de la vía de 0^m,50 de ancho establecida, se ha montado sobre pequeñas traviesas rollizas de pino del país, por ser este asiento el más fácil y económico en el lugar de emplazamiento de las obras.

VIII.—Modelos de los sistemas de alzas móviles propuestos para el vertedero.

Con objeto de no perder completamente el volumen de agua que pudiera almacenarse en el vaso del pantano, desde el nivel de la cresta del vertedero hasta la rasante de coronación de la presa, á cuyos 2 metros de diferencia de altura corresponde una cabida de 1.400.000 metros cúbicos, por la amplitud del embalse en aquella cota, se ha propuesto la adopción de un sistema de alzas automáticas que, recreciendo de ordinario el nivel del aliviadero, permitan el libre paso de cualquier avenida en cuanto las aguas lleguen á determinada altura.

Se han estudiado dos totalmente diferentes para solucionar el problema, y se presentan sus modelos tal y conforme sirvieron para ensayo de los sistemas proyectados.

IX.—Modelo de compuertas Stoney (Modificación Granda para obtener la impermeabilidad).

Las compuertas de fondo sistema Stoney tienen la inmensa ventaja de sustituir el rozamiento de deslizamiento contra sus marcos, por el de rodadura con la consiguiente supresión del empleo de medios mecánicos para su maniobra, indispensable á causa de aquel frotamiento en las ordinarias sometidas á fuerte carga. Pero su uso venía restringiéndose á consecuencia de la falta de impermeabilidad á que los rodillos de fricción daban lugar.

El modelo que se exhibe presenta un medio de solucionar la cuestión, mediante la forma de cuña dada al perfil de la compuerta y al empleo de un contramarco delantero para el ajuste del cierre en su descenso.

X.—Modelo de un sistema patentado de compuertas de fondo.

Da idea este pequeño modelo, de un sistema original de compuertas para la limpia de pantanos, totalmente distinto de los usados hasta la fecha y por el que se trataba de evitar el enorme suplemento de fuerza necesario para vencer la adherencia de los tarquines á los cierres metálicos corrientemente hoy adoptados. La forma de la compuerta permite su giro hacia la boca de desagüe cuando se vacía el depósito superior á ella, cuya presión hidráulica contrarresta el empuje del agua embalsada, resultando su maniobra casi automática.

XI.—Fluviómetro de sifón.

Basado en el mismo principio de los mareógrafos de sifón, inventados por el Sr. Mier, se ha construído para ensayo un fluvímetro que debe dar excelentes resultados, pudiendo suplir con ventaja y economía á las escalas que ordinariamente se colocan en los cursos de agua, sin el inconveniente de su frecuente destrucción por las riadas.

XII.—Aparatos para ensayos de cales y cementos.

Aun cuando las muestras de aglomerantes de condiciones dudosas se remiten para su detenido análisis al Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, es preciso practicar algunas experiencias rápidas de los materiales de esta clase que se adquieren en grandes cantidades para las obras. Al efecto se dispone de los más elementales aparatos para ensayos de tal índole, presentándose una aguja de Vicat para comprobación de fraguados, una balanza de precisión para determinar pesos específicos aparentes, un voluménmetro Lechatelier para hallar densidades reales y un molde para la fabricación de probetas destinadas á fijar la resistencia á la tracción.

XIII.—Cadena de piedra de eslabones independientes.

Construída de cemento Butsems, para mayor facilidad, puede ejecutarse igualmente de piedra ó mármol con fines decorativos.

El principio en que se funda es el de que el hueco dejado entre las mandíbulas de cada eslabón permita la introducción de canto del siguiente, y una vez girado éste, para que quede en su posición definitiva por la diferencia entre el grueso y el ancho de dichas mandíbulas, no pueda ya soltarse.

Este sistema hace sencilla y práctica la construcción de tal clase de cadenas, que antes se tenían que hacer de una sola pieza en el mismo bloque, á causa de permitir la ejecución por separado de los eslabones.

XIV.—Fotografías del curso de las obras.

Ninguna explicación necesitan estas ampliaciones de las fotografías tomadas directamente durante la ejecución de los trabajos de la presa y que dan idea de su desarrollo y del terreno donde se realiza la obra.

XV.—Curiosidades varias.

Bajo este epígrafe se comprenden diversos objetos que se han juzgado de alguna utilidad exponer, tales como muestras de las canteras empleadas, fósiles hallados, testigos sacados de los sondeos con perforadora rotatoria de corona de diamantes, etc.

XVI.—Modelo de compuertas de fondo con frotamiento sobre bolas.

Sistema de cierres del modelo Stoney con la modificación propuesta para obtener la impermeabilidad, pero en el que se proyecta suprimir la complicación de los trenes de rodillos, enlazados mediante una polea de suspensión al movimiento de la compuerta.

Para ello se propone el empleo de esferas interpuestas entre el portillo y sus deslizaderas de apoyo, de una de las maneras que indican las dos soluciones que el modelo comprende.